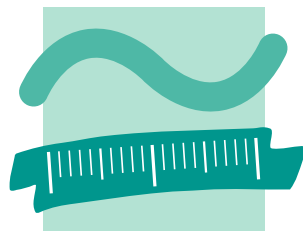


Bachelorarbeit



BEUTH HOCHSCHULE
FÜR TECHNIK
BERLIN

University of Applied Sciences

WN Serial COM Port Tester

Erstprüfer: Prof. Dr. Voß
Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Rozek

Eingereicht am
16. September 2013

Eingereicht von
Matthias Hansert 764369

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Aufgabenstellung	3
2.1	Module	3
2.2	Laufzeit	3
2.3	Hardware	3
2.4	Betriebssystem	4
2.5	Logbuch	4
2.6	Programminstanzen	4
2.7	Master / Slave	5
2.7.1	Master-Funktion	5
2.7.2	Slave-Funktion	5
2.7.3	Master / Slave Kombination mit Kurzschlussstecker	5
2.7.4	Master / Slave Ablauf mit „Wobbeln“-Funktion	5
2.7.5	Synchronisierungsprotokoll	6
2.8	Teststruktur	6
2.9	Benutzerschnittstelle	6
2.9.1	GUI	6
2.9.2	Kommandozeile	6
2.10	Skriptfähigkeit	7
2.11	Programmierung der Testparameter	7
2.11.1	Schnittstellenoptionen zu Test	7
2.11.2	Sendedaten aus Datei	8
2.12	Fehlererkennung und Behandlung	8
2.13	NEUE ANFORDERUNGEN	8
3	Fachlichesumfeld	9
3.1	RS-232 (Radio Sector 232)	9

3.1.1	Definition	9
3.1.2	Übertragung	10
3.1.3	UART	11
3.1.4	Paritätsbit	11
3.1.5	Leitungen und Stecker	11
3.1.6	Verwendung der RS-232 Schnittstelle bei Wincor Nixdorf	12
3.2	Microsoft Windows API	13
3.2.1	Definition	13
3.2.2	Windows.h	14
3.2.3	WinMain	14
3.2.4	Graphic User Interface (GUI)	15
3.2.5	Aufbau einer GUI	15
3.2.6	Die RS-232 Schnittstelle und die Windows API	20
4	Lösungsansätze	24
4.1	Fehlererkennung	24
4.2	Master Slave Modus zwischen zwei Systeme	24
4.3	C++ und die GUI	25
5	Systementwurf	26
5.1	Klasse Window	26
5.1.1	Design	26
5.1.2	Aufbau	28
5.2	Klasse Interpreter	29
5.2.1	Aufgaben	29
5.3	Struktur TestStruct	31
5.3.1	Definition	31
5.3.2	Aufbau	31
5.4	Klasse Com	32
5.5	Aufbau	32
5.5.1	Aufgaben	32
5.6	Klasse PortCommunications	33
5.6.1	33
5.7	Klasse TestManager	34
5.7.1	34
5.8	Klasse FixedTest	35

5.8.1	35
5.9 Klasse IniFileHandler	36
5.9.1	36
5.10 Klasse Logger	37
5.10.1	37
5.11 Klasse Tools	38
5.11.1	38
5.12 Klasse TransferFileHandler	39
5.12.1	39
6 Realisierung	40
7 Bedienungsanleitung	41
7.1 Bedienung über die GUI	41
7.2 Bedienung über die Kommandozeile	42
7.3 Testmodus	42
7.3.1 Automatic	42
7.3.2 Wobble	42
7.3.3 Fixed	42
7.4 Übertragungsmodus	42
7.4.1 Shorted	43
7.4.2 Double	43
7.4.3 Master	43
7.4.4 Slave	43
7.5 Schnittstelleneigenschaften	43
7.6 Sendedaten	43
7.7 Logger	44
7.8 Wiederholzähler	44
7.9 Beim ersten Fehler anhalten	44
7.10 Buttons	44
7.11 Testdatei	44
7.12 Einfaches Beispiel	45
8 Zusammenfassung und Ausblick	46
A Anhang	49

Kapitel 1

Einleitung

Gefordert ist ein Programm, das auf Wincor Nixdorf Mainboards und auf Erweiterungskarten(COM-Karten) implementierte RS-232/COM-Port-Hardware, die zugehörigen Hardware-Treiber und das BIOS, indirekt testet. Das Testtool wird in der Programmiersprache „C / C++“ entwickelt und wird auf folgenden Betriebssystemen implementiert:

- Windows XP SP3 x86, x64
- Windows 7 x86, x64
- WinPE

Unter den möglichen Fehlerfällen wird das Tool Kabel- und Stecker-Fehler(Wackelkontakt durch schlechten mechanischen Kontakt der Stecker und der Buchsen) erkennen. Elektrische Fehler, die sich bei der Übertragung über ein langes Nullmodemkabel in Form von Paritätsfehlern zeigen oder die durch Windows-interne Ressourcenprobleme(Shared Interrupt) hervorgerufen werden, werden erkannt.

Das Programm soll die Schwächen anderer Serial-Ports-Tools ergänzen, wie zum Beispiel die eingeschränkte Skriptfähigkeit und die Testautomatisierung. Diese aktuell verwendeten Tools unterstützen keine Zähler, keine Uhrzeit mit aktuellem Datum als Sendedaten und keinen Zufalls-generator. Zudem können sie nicht von einem schreibgeschütztem Medium gestartet werden. Das Tool soll direkt über die Windows API die COM Ports testen, da die Kunden von der Firma Wincor Nixdorf und die Applikationen die COM Ports über diese API steuern. Ein weiterer Vorteil der Nutzung der Windows API ist, dass die Scripting- und Automatisierungsoptionen besser implementierbar sind. Durch die Voraussetzung der Nutzung der Windows API, ist die Installation oder Implementierung des Tools auf einem Linux-System nicht möglich.

Das Programm besteht aus einer GUI, in der alle Programm- und Schnittstellenparameter (Baudrate, Stoppbits, Paritätsbit, Datenbits, Hardware und Software) eingestellt werden können. Wenn das Programm über die Kommandozeile oder ein Skript gestartet wird, muss eine Konfigurationsdatei oder die Konfigurationsparameter übergeben werden. Wie diese Datei strukturiert sein muss wird im Kapitel 6 behandelt.

Kapitel 2

Aufgabenstellung

Das Tool soll die RS-232 Schnittstelle testen und die Schwächen der vorhandenen Lösungen ergänzen. Die Firma Wincor Nixdorf besitzt derzeit schon ein Tool welches die Druckertestumgebung testet, dies ist aber auf Ruby basierend. Das Programm „WN Serial COM Port Tester“ soll mit Funktionsaufrufen der WinAPI programmiert werden. Die aktuell vorhandenen Lösungen, wie zum Beispiel das Programm „AGGsoft Serial Port Tester“ haben eingeschränkte Einstellungen und sind nicht ausführlich genug für die Voraussetzungen der Qualitätssicherung.

2.1 Module

Das Programm bietet dem Nutzer folgende Schnittstellen an um es zu bedienen:

- Windows-GUI(Graphical User Interface) mit allen Einstellmöglichkeiten und Start-Button.
- Kommandozeilen User Interface mit passenden Einstellmöglichkeiten, wie auch per GUI und Rückgabewerte (Exitcodes).
- Funktionskern, der aus beiden UI angesprochen wird und die eigentlichen Tests durchführt.

2.2 Laufzeit

Das Com-Port-Test Programm kann von einem schreibgeschütztem Medium (z.B. Windows-PE-CD) laufen, d.h. alle Schreibfunktionen (Log-Datei) sind per Option abschaltbar. Die Testparameter können in einer Konfigurationsdatei gespeichert und wieder geladen werden. Alle Ereignisse und Meldungen können in einer Log-Datei eingetragen werden.

Wenn das Programm mit einem Skript ausgeführt wird startet das Com-Port-Test Programm und testet die Ports automatisch. Unter Ports sind die im die BEETLE Systeme eingebaute COM Ports zu verstehen. Solche Ports sind Legacy oder durch PCI erweiterbare Ports.

2.3 Hardware

Folgende Hardware-Kombinationen werden unterstützt (die Reihenfolge hier gibt die Priorität der Implementierung wieder):

1. Test einer Schnittstelle mit Kurzschlussstecker auf einem System
2. Test zweier Schnittstelle mit Null-MODEM-Kabel (RxD/TxD gekreuzt; RTS/CTS gekreuzt, etc.) auf einem System
3. Test zweier Schnittstelle mit Null-MODEM-Kabel auf unterschiedlichen Systemen! Siehe dazu auch „Synchronisierungsprotokoll“...

2.4 Betriebssystem

Das Programm "WN Serial COM Port Tester" ist für folgende Zielbetriebssysteme entwickelt worden:

- Windows XP SP3 x86, x64; Windows 7 x86, x64; WinPE 2.x (WinXP) / 3.x (Win7)
- Windows 8 nur ein Test, der aussagt ob es kompatibel ist oder noch etwas zu tun wäre

Linux - Distributionen werden vom Programm nicht unterstützt.

2.5 Logbuch

Alle Ereignisse und Testschritte können zu Dokumentations- und Analysezwecken in einer Log-Datei gespeichert werden. Auch Fehler, die der Parser in der Test-Datei(.ini) findet, werden in der Log-Datei eingetragen. Der Name der Log-Datei ist für jede Instanz und jedes Testsystem eindeutig zu wählen, wie im folgenden Beispiel zu sehen ist:

<Programmname>_<Computername>_<Master/Slave>_<Port>.csv

Jeder Eintrag bekommt einen Uhrzeit und Datums-Stempel. Eine Zeile sieht dann wie folgt aus:

<Datum>; <Uhrzeit>;<Ereignis>;<Wert>;<Kommentar>

Die ersten beiden Einträge der Log-Datei:

<Datum>; <Uhrzeit>;START;RS232-Port-Nummer; INI-Dateiname als Kommentar

2.6 Programminstanzen

Das Programm kann in mehrfachen Programm-Instanzen gestartet werden, in der Regel läuft bei umfangreichen Tests für jeden zu testenden RS-232-Port eine Programm-Instanz. Das vermeidet aufwändige Thread-Programmierung eines einzigen Programms für alle Ports. Das ist keine feste Vorgabe, der Entwickler kann entscheiden welcher Lösungsweg als geeignet befindet.

würde ich nochmal umschreiben zu umgangssprachlich -> alt... Das ist keine feste Vorgabe, sollte sich Thread-Programmierung als einfacher erweisen, dann sollte es auch benutzt werden.

2.7 Master / Slave

Jede Programminstanz wird als Master, Slave oder mit beiden Konfigurationen gestartet.

2.7.1 Master-Funktion

Im Master-Modus schickt die Schnittstelle die vorgegebenen Texte / Dateien mit den eingestellten Parametern an den Slave. Der Master wertet die dem Test zugeordnete INI-Datei aus, der Slave folgt nur dem Master. Der Master wartet auf das Echo oder auf eine Fehlermeldung und bewertet den Testschritt sobald der Test komplett und fehlerfrei empfangen worden ist. Zugleich bewertet er ob der Test erfolgreich oder fehlerhaft war. In beiden Fällen werden Fehler, Warnungen und Erfolgsmeldungen geloggt.

2.7.2 Slave-Funktion

Im Slave-Modus (Programminstanz auf gleichem System oder zweiten BEETLE/PC) werden die Daten komplett empfangen, wertet eventuelle Fehler aus und schickt entweder die Daten als Echo oder eine Fehlermeldung wieder zurück.

2.7.3 Master / Slave Kombination mit Kurzschlussstecker

Im kombinierten Master / Slave-Modus (Kurzschlussstecker) übernimmt eine Instanz des Programms beides, das heißt, sie schickt sich selber Daten und antwortet ebenso. Programm intern laufen aber die beiden Module (Master / Slave) weitestgehend getrennt ab.

2.7.4 Master / Slave Ablauf mit „Wobbeln“-Funktion

Die Master-Instanz übernimmt die Steuerung des Ablaufes, der Slave antwortet dem Master. In diesem Testmodus werden durch den Benutzer eingegebene Baudraten (Unter und Obergrenze) gewobbelt. Der Wobbeln-Ablauf kann über die GUI oder in der INI-Datei beschrieben werden. Der automatische Test erfolgt dann nur für die dort eingetragenen Parameter, z.B.:

$$\text{BAUD} = 9600 - 115200$$

Hier werden die Baudrate von 9600 bis 115200 für den Test berücksichtigt, aber 2400, 300, etc. weiter nicht. Wenn mehrere Parameter flexibel gesetzt / programmiert sind, werden alle Kombinationen getestet. Das kann dann durchaus eine nicht unerhebliche Testzeit beanspruchen.

Die Programminstanz öffnet die zugehörige Schnittstelle automatisch mit der ersten von allen der programmierten Optionen (Baudrate, Parität, etc.) und startet dann einen Testdurchlauf mit diesen Einstellungen. Wenn alle Daten fehlerfrei gesendet und danach auch das Echo fehlerfrei empfangen wurden, wird der Port geschlossen, mit der nächsten Kombination geöffnet und wieder Daten gesendet und empfangen. Wenn Fehler (Parität, Offline, etc.) vom Master erkannt oder vom Slave gesendet wurden, dann wird der letzte Schritt wiederholt. Jedes Lese- oder Schreibvorgang wird fünf mal versucht. Wenn der aktuelle Test schon die x-te Fehler-Wiederholung war, dann stoppt das Programm und zeigt den Fehler an. Dieser Fehler-Zustand darf durch das Programm nicht verändert werden. Der Tester / Entwickler muss die Fehler analysieren.

2.7.5 Synchronisierungsprotokoll

Für den Wobbelmodus ist ein minimales Protokoll zur Synchronisation nötig. Wenn eine Programminstanz als Master gestartet wird, erhält sie die nötigen Schnittstellenparameter per GUI oder aus der Konfigurationsdatei. Sie sendet diese in Form eines Konfigurationspakets dem Slave. Solche Konfigurationspakete werden immer mit den Standardschnittstellenparametern (96,0,8,1) gesendet. Der Slave synchronisiert sich dann, d.h. programmiert -per WIN-API- seinen zu testenden Port mit den empfangenen Parametern und wartet auf Nutzdaten.

Wenn der erste Test erfolgreich war (Master hat gesendet und der Slave hat ein Echo geschickt), dann schickt der Master an den Slave die Parameter des nächsten Testschritts. Das ist nötig, weil im Fehlerfall (Echo fehlerhaft empfangen) der Slave nicht mehr synchron wäre, er weiß nur ob seine Daten fehlerfrei gesendet wurden, aber nicht ob der Empfang richtig angekommen ist. Der Slave kann so einfach nur mit Standard-Parametern gestartet werden und folgt dann dem Master.

2.8 Teststruktur

Gefordert ist eine einfache Trennung von Testablauf / Testoptionen und Testobjekt(RS-232-Port). Die Teststeuerung wird daher sowohl im Programm selber, als auch über die Kommandozeile implementiert. Der Testablauf für jeden Port selber ist in der zugehörigen Konfigurationsdatei vollständig, aber unabhängig vom zu testenden Port (RS-232-Port / V.24-Schnittstelle), beschrieben. Es können mehrere Konfigurationsdateien auf der Kommandozeile übergeben werden. Die Schnittstellenummer wird über die Kommandozeile festgelegt. So kann der gleiche Testablauf (INI-Datei) für jeden Port einzeln oder parallel durchgeführt werden.

2.9 Benutzerschnittstelle

2.9.1 GUI

In der GUI sind alle Programm- und Schnittstellenparameter einstellbar und können jederzeit aus der GUI in eine Konfigurationsdatei gespeichert werden. Das Windows-Fenster bietet also implizit auch die Funktion eines Konfigurationseditors mit eingebauter Syntaxüberprüfung.

2.9.2 Kommandozeile

Wenn die Kommandozeile keine Parameter bekommt, wird automatisch die GUI dargestellt. Die Kommandozeile nimmt folgende Optionen entgegen:

- -f INI_Datei
- -f INI_Datei /Port

In der INI Datei ist der Testvorgang beschrieben. Wenn kein "/Port" angegeben wurde, dann wird der Port in der INI Datei getestet. So sieht ein Programmaufruf aus:

- SerialPortTester.exe KOMPLETT.INI
 - SerialPortTester.exe KOMPLETT.INI /COM3
-

2.10 Skriptfähigkeit

Per Kommandozeile gestartet, ist das Programm BATCH-/Script-fähig, d.h. es startet ohne weitere Benutzereingaben, loggt alle Ereignisse und auch Hinweise -zur Analyse nach dem Test- in die zugehörige Datei und beendet sich ebenso selbstständig. Fehler, Warnungen und Hinweise werden auf der Konsole ausgegeben. Als Option kann es auch im Hintergrund ohne jede Anzeige laufen.

2.11 Programmierung der Testparameter

Die Testparameter können direkt per GUI oder per INI-Datei eingestellt werden. Die aktuelle Testkonfiguration und der Ablauf kann in einer INI-Datei gespeichert und wieder geladen werden. Eine mit GUI erstellte INI-Datei kann über die Kommandozeile geladen werden. Diese INI-Datei hat die Windows-übliche Struktur mit „[“ und „]“ und ist per Notepad (oder anderen Editor) editierbar.

Sie enthält alle Informationen zur Steuerung der Programminstanz, dass heißt alle einstellbaren Schnittstellenparameter inklusive Wobbeloption (von-bis):

Baudrate = 1200-9600; Stopbbits = 1; Datenbits = 8; RTS_CTS=yes; etc.

Baudrate = min-max; Stopbbits = min-max; etc.

Für MIN/MAX siehe Schnittstellenoptionen. Timeout-Werte (für Echo-Antworten auf Datenpakete) sollten keine festen Zeiten programmiert sein, das Programm berechnet die Wartezeiten automatisch aus der aktuellen Baudrate. Verzögerungszeiten zwischen zwei Datenblöcken/Testschritten inklusive Zufallswert ist wünschenswert.

2.11.1 Schnittstellenoptionen zu Test

Folgende Werte sollen für den Benutzer einstellbar sein:

- Baudrate
- Parität
- Datenbits
- Stopbits
- Flusssteuerung

Das Programm kann hier mit Variablen MIN und MAX umgehen. Wenn beispielsweise die Zeile „BAUDRATE = MAX“ oder „BAUDRATE = MIN“ programmiert wurde, sucht das Programm die maximale bzw. minimale Baudrate, die angegebene RS-232-Port unterstützt und nutzt sie für den Test. Diese Werte werden aus „dem System“ –beispielsweise Registry oder MSports.DLL direkt ausgelesen. Manuell können diese MIN/MAX-Werte über den Gerätemanager ermittelt werden. Wenn keine Parameter übergeben wurden, startet das Programm mit diesen Standardparametern: 9600,odd,8,1,RTS/CTS (von der Wincor Nixdorf Anzeige BA66).

Die Wobbelnoption wird in Form einer VON-BIS-Zeile implementiert:

BAUDRATE=300;2400;9600;115200 diese vier Werte werden getestet
BAUDRATE=MIN-MAX alle möglichen Werte
BAUDRATE=300-9600;115200 alle Werte von 300 bis 9600 und 115200 im Test

2.11.2 Sendedaten aus Datei

Als Testdaten werden feste Texte (in der Regel ASCII Zeichen) oder auch Pattern aus einer Datei gesendet. Die Dateipfade / Sendetexte sind als Testparameter in der GUI oder Test-Datei) einstellbar. Wenn keine Sendedaten übergeben wurde, dann sendet das Programm zufällige, aber auf einem Protokollanalysator lesbare, ASCII-Zeichen: 0x20 ... 0x7F .

2.12 Fehlererkennung und Behandlung

Folgende mögliche Fehlerfälle muss ein solches Tool erkennen:

- Kabel-/Stecker-Fehler („Wackelkontakt“ durch schlechten mechanischen Kontakt Stecker/-Buchse)
- Elektrische Fehler, die sich bei Übertragung über langes Null-MODEM-Kabel im Form von Paritäts-, Rahmenfehlern oder ähnliches zeigen
- Dauerhaft gezogene Kabel / Kurzschlussstecker
- Windows-interne Ressourcenprobleme (Shared Interrupts)

Bei Erkennung eines Übertragungsfehlers wird dieser in die Logdatei eingetragen und / oder auf der Konsole angezeigt und danach der letzte Block wiederholt. Nach der x-ten erfolglosen Wiederholung (Wert aus Test-Datei) erfolgt Testabbruch

2.13 NEUE ANFORDERUNGEN

Kapitel 3

Fachlichesumfeld

3.1 RS-232 (Radio Sector 232)

Die Quellen dieses Kapitel sind aus „<http://de.wikipedia.org/wiki/RS-232>; 25.08.2013“ und „Joe Campbell: V 24 / RS-232 Kommunikation. 4. Auflage. Sybex-Verlag GmbH“.

Der RS-232 ist ein Standard der in den 60er Jahren von dem US-amerikanischen Standardisierungskomitee Electronic Industries Association(EIA) bearbeitet?? (entwickelt) und definiert wurde. Bei diesem Standard handelt es sich um eine serielle Schnittstelle, die für die serielle Kommunikation zwischen Rechnern und Modems für eine Punkt-zu-Punkt Verbindung (über Telefonleitungen) entwickelt wurde.

3.1.1 Definition

Der RS-232 Standard definiert eine Verbindung zwischen einer Dateneneinrichtung (DEE, zum Beispiel das Terminal) und einer Datenübertragungseinrichtung (DÜE, zum Beispiel einem Modem) und dessen Parameter. Unter den einzelnen Parametern sind folgende Eigenschaften zu verstehen:

1. Spannungspegel
2. Übertragungsprotokoll (Handshake)
3. Stecker
4. Timing

Die Übertragung ist Bit-seriell, das heißt, die Bits werden hintereinander in einer Datenleitung verschickt. Eine bestimmte Menge an Bits entspricht einem Zeichen. Ein Zeichen besteht aus einem Startbit, aus vier bis acht Datenbits (Nutzdaten), aus ein oder zwei Stopbits und der Parität. Die Parität ist in dem Standard nicht definiert, aber wird benutzt um Fehler zu erkennen und zu beheben. Im Allgemeinen ist die Parität nebensächlich, da sie aber in diesem Fall der Arbeit relevant ist wird sie im späteren Verlauf des Kapitels näher erklärt.

3.1.2 Übertragung

Das Startbit meldet dem Empfänger das die Übertragung anfängt. Die Start- und Stopbits haben inversen Pegeln. Ist eine Leitung im Ruhezustand oder hat die Stopbits erhalten, wird durch die Ankunft einer inversen Signalfanke der Empfänger aufmerksam gemacht, dass Nutzdaten ankommen werden. Bei der Ankunft eines Startbits tastet der Empfänger die Nutzdaten mit seiner Bitrate (Bits pro Sekunde) ab. Die Nutzdaten sind die Bitdarstellung von einem ASCII Zeichen. Die Länge der Daten sind einstellbar, dabei kann die Übertragung von vier bis acht Bits pro Zeichen eingestellt werden. Im Anschluss kommt mindestens ein Stopbit, es können auch 1,5 Bits oder zwei Bits eingestellt werden. 1,5 Bits sind sehr ungewöhnlich, aber damit ist gemeint, dass die Mindestdauer der Pause zwischen zwei ankommenden Zeichen 1,5 Bitzeichen entspricht.

Im Folgenden wird die Übertragung von einem Zeichen näher erläutert: Wird ein Zeichen 'z' übertragen, mit einem Startbit, acht Datenbits und zwei Stopbits, ist die Gesamtlänge der Übertragung elf Bits lang. 'z' entspricht laut ASCII Kodierung den Wert 122 dezimal und „7A“ hexadezimal(0x7A). Die Bitdarstellung für 0x7 lautet „0111“ und für 0xA „1010“, zusammengesetzt ergibt sich für 0x7A = „01111010“. Die Übertragung in diesem Standard folgt dem LSB(Less significant Bit) zuerst, also werden die Bits vertauscht, demnach ergibt sich „0101 1110“. Davor wird eine Null hinzugefügt als Startbit und am Ende zwei Einsen als Stopbits. Demnach ergibt sich für die Übertragung des Zeichen 'z' folgenden Bitreihenfolge „0 0101 1110 11“, die versendet wird.

Die Datenübertragung unter RS-232 ist asynchron, das bedeutet es existiert kein gemeinsamer Takt. Die Bitraten zwischen Sender und Empfänger dürfen um wenige Prozent von einander abweichen, sonst wird der Empfänger das Wort zu schnell / langsam abtasten und falsch interpretieren. Dagegen muss die Baudrate bei Sender und Empfänger genau gleich sein. Beide Begriffe sind nicht zu verwechseln. Eine Bitrate definiert die übertragenen Bits pro Sekunde und die Baudrate die übertragenen Symbole pro Sekunde, wo jedes Symbol als definierte messbare Signaländerung im physischen Übertragungsmedium definiert ist. Da die Übertragung in diesem Standard binär ist, ist ein Symbol als ein Bit definiert. Dies hat zu Folge, dass im diesem Spezialfall der Übertragung die Bitrate und die Baudrate gleich sind. Bei anderen Übertragungsarten unterscheiden sie sich jedoch.

Die Baudrate ist vom Benutzer frei wählbar. Jedoch hat der Anwender die Kabellänge, den Leitungswiderstand und die Kapazität des Kabels zu beachten. Je länger das Kabel, desto starker nimmt die Spannung ab. Nach Erfahrungswerten von Texas Instruments ist bei einer Baudrate von 9600, eine maximale Kabellänge von 152 Meter möglich. Bei 115200 muss das Kabel kürzer als 2 Meter sein.

Der Empfänger muss die Datenübertragung anhalten können, wenn er keine Daten mehr verarbeiten kann. Dieser Handshake wird softwaretechnisch oder über die Hardware mit Steuerleitungen realisiert. Bei der Softwarelösung werden am Sender spezielle Steuerzeichen gesendet. Dieses Protokoll ist als „Xon/Xoff“ bekannt. Es ist nur möglich dieses Protokoll zu benutzen wenn die Steuerzeichen(Xon = 0x11 und Xoff = 0x13) nicht in den Nutzdaten vorkommen. Bei der Hardwarelösung signalisieren Sender und Empfänger sich gegenseitig ihren Status. Solche Protokoll besteht zum Beispiel aus fünf Steuerleitungen(TxD, RxD, GND, RTS und CTS). Damit triviale Fehler vermieden werden, müssen Sender und Empfänger die gleichen Einstellungen haben. Das heißt dass die Baudrate, Stopbits, Parität, Handshake und Kabellänge übereinstimmen müssen.

3.1.3 UART

Universal Asynchronous Receiver Transmitter(UART) ist eine elektronische Schaltung zur Realisierung von digitalen seriellen Schnittstellen(für diese Arbeit der sogenannte COM Port). Der UART ist zum Senden und Empfangen von Daten über eine Datenleitung vorgesehen. Im industriellen Bereich ist der UART unter dem RS-232 Standard sehr verbreitet. Auch bei Wincor Nixdorf wird diese Schnittstelle zum steuern der COM Ports benutzt.

3.1.4 Paritätsbit

Wie schon erwähnt, ist die Parität nicht im RS-232 Standard definiert, aber sie ist für diese Arbeit relevant. Das Paritätsbit dient zur Erkennung fehlerhafte Übertragungen. Die Parität kann gerade(even) oder ungerade(odd) sein und wird durch die Anzahl an Einsen in einer Bitfolge bestimmt. Ist eine gerade Parität festgelegt, wird bei einer gerade Anzahl an Einsen eine Null angehängt, bei ungerade Anzahl eine Eins. Genau das Gegenteil geschieht bei ungerader Parität. Nach unserem Beispiel mit 0x7A wird bei gerader Parität eine Eins („0 0101 1110 1 11“) angehängt.

3.1.5 Leitungen und Stecker

Am Anfang wurde der 25-polige D-Sub-Stecker verwendet. Viele dieser 25 Leitungen sind reine Drucker und Terminal-Steuerleitungen aus der elektromechanischen Zeit, somit sind sie für die modernere Peripherie überflüssig. So hat sich der 9-polige D-Sub-Stecker(COM Port) etabliert. Dieser Stecker war nicht ursprünglich für diesen Standard gedacht, sondern wurde von IBM als Notlösung in einem anderen Standard entwickelt, um Platz zu sparen. Der Stecker ist daher unter EIA/TIA-574 zu finden. Für die EIA-232-Datenübertragung werden selten andere Stecker benutzt. Der 9-polige D-Sub-Stecker besteht aus folgenden Leitungen:

TxD, TX, TD	: Transmit Data, Leitung für ausgehende Daten
RxD, RX, RD	: Recieve Data, Leitung für ankommende Daten
RTS	: Request To Send, Sendanforderung
CTS	: Clear To Send, Sendeerlaubnis
DSR	: Data Set Ready, Einsatzbereitschaft
GND	: Ground, Signalmasse
DCD, CD, RLSD	: Data Carrier Detect, Erkennung einlaufende Daten
DTR	: Data Terminal Ready, Datenendeinrichtung ist bereit
RI	: Ring Indicator, Datenverbindungsaufbau

EIA-232 ist eine Spannungsschnittstelle, also werden die logische Null und Eins durch positive oder negative Spannungen vertreten. Die Datenleitungen (TxD und RxD) benutzt eine negative Logik. Spannungen zwischen -3V und -15V repräsentieren eine logische Eins. Signale zwischen -3V und +3V gelten als nicht definierte Signale. Die logische Null wird als eine Spannung zwischen +3V und +15V interpretiert.

Beim Empfänger, wird ein Signal zwischen +3V und +15V auf den Steuerleitungen als aktiv betrachtet, und inaktiv zwischen -3V und -15V. Beim Sender üblicherweise $\pm 12V$.

Um Sender und Empfänger zu verbinden, gibt es verschiedene Kabelvarianten, abhängig vom Sender und vom Empfänger. Verbindet man ein Rechner (in der Regel mit einem Stecker) zu einem Modem (mit einer Buchse) ist ein 1:1 Kabel nötig. Sind zwei Rechner mit einander Verbunden, so ist die Rede von einem Nullmodemkabel, bei dem die Leitungen gekreuzt sind. Durch ein

Loopback-Stecker bzw. Kurzschlussstecker wird die Sendeleitung direkt and die Empfangsleitung der gleichen Schnittstelle umgeleitet. So ein Stecker wird für die Entwicklung und deren Tests von Kommunikationsanwendungen und Hardware (UART) benutzt.

3.1.6 Verwendung der RS-232 Schnittstelle bei Wincor Nixdorf

Die aktuellen BEETLE Systeme haben ein integrierten UART im Chipsatz. Diese COM Ports werden „Onboard Ports“ genannt und sind „Legacy Devices“. Je nach System sind zwei bis sechs COM Ports eingebaut. Wenn ein Kunde weitere Schnittstellen benötigt, kann er diese über den PCI Bus die Anzahl an Ports erweitern. Diese Erweiterung findet durch eine Sunix PCI Karte mit vier oder acht COM Ports statt. Der Kunde kann auch zwei Sunix PCI Karten einbauen.

Eine andere Erweiterungsmöglichkeit sind „ITE“ COM Ports. Diese Ports sind direkt am PCI Bus angeschlossen und im Mainboard eingebaut. Die ITE COM Ports wurden eingebaut, weil der Super I/O in älteren Mainboards nur zwei Legacy COM Ports verwalten konnten. Um mehrere „On Board“ Ports dem Benutzer zur Verfügung zu stellen wurde der ITE Chip eingebaut. Modernere Mainboards sind in der Lage mehr als zwei COM Ports zu verwalten, und deswegen gibt es jetzt bis zu sechs Legacy Ports plus Erweiterungsmöglichkeiten.

Die vorgestellten Schnittstellen sind für das Test Tools relevant. Es gibt noch ein anderen COM Port, der nicht in allen BEETLE Systemen vorhanden ist. Einige BEETLE Systeme haben ein iAMT (Intel Active Managment Technologie)¹ Chip. Dieser Port ist ein virtueller Port. Durch ein Treiber (SOL, Serial Over LAN) wird der Datenverkehr von der seriellen Schnittstelle auf das LAN umgeleitet. Da es ein virtueller Port ist, wird es nicht möglich sein, diesen Port zu testen. Die genauere Verwendung von iAMT und SOL ist für diese Arbeit nicht relevant, für mehrere Informationen wenden Sie sich an die angegebene Quelle.

Die BEETLE Systeme benutzen die COM Ports für verschiedene Zwecke. Für die Kassensysteme, werden an den COM Ports die Scanner und Kundenanzeigen angeschlossen. So kann das BEETLE System die beiden Peripheriegeräte mit Strom versorgen und Daten senden und empfangen. Es werden auch noch Drucker an die COM Ports angeschlossen. Bei ältere BEETLE Systeme wurden die Touchkomponenten für Bildschirme an die RS-232 Schnittstelle angeschlossen. Der Bildschirm war an eine Videoschnittstelle angeschlossen und die Touchsignale wurden über ein COM Port empfangen. Im Banking Bereich werden viele verschiedene Peripheriegeräte pro System über die RS-232 Schnittstelle gesteuert und mit Strom versorgt.

¹<http://software.intel.com/en-us/articles/using-intel-amt-serial-over-lan-to-the-fullest>; 30.08.2013

3.2 Microsoft Windows API

Die Quellen des folgenden Kapitels sind aus „Programming Windows, Charles Petzold, 1995, 5. Auflage“ und „Visual C++ 2010, Dirk Louis, 2010“.

3.2.1 Definition

Die Microsoft Windows API „Application Programming Interface“ (Schnittstelle zur Anwendungsprogrammierung) ist ein Programmteil, dass vom Windows Betriebssystem den Benutzern und vor allem Entwicklern angeboten wird, um Programme an das Betriebssystem anbinden zu können. Ein Betriebssystem (Microsoft Windows, Mac OS, Linux, etc.) ist für Entwickler und Programmierer durch die API definiert. Somit kann eine Applikation über die API alle Funktionsaufrufe ausführen, die ein Betriebssystem anbietet. Nicht nur Funktionen sind in einer API definiert, sondern bestimmte Datenstrukturen und Datentypen durch das Kommando *typedef* wie *LRESULT* oder *CALLBACK*.

Mit fast jedem neuen Microsoft Betriebssystem wird die Windows API erweitert und abgeändert. Die erste API, bekannt als *Win16*, für die 16-Bit Versionen von Microsoft Windows. Für Windows 1.0 hatte die API etwa 450 Funktionsaufrufe. Bei der Zeit von Windows 98 wurde die API auf 32-Bit und mehrere tausende Funktionsaufrufe. Ab Windows XP „x64 Edition“ und Windows Server 2003 wurde die API auch auf 64-Bit erweitert.

Der hauptsächlichste Unterschied zwischen den 16, 32 und 64 Bit Versionen von der API entstanden durch die verschiedenen Speicher und Prozessorarchitekturen. Unter der 16-Bit Architektur war die Registergröße 16 Bit groß, diese wurde bei den Prozessoren von Intel 8086 und 8088 eingesetzt. In der 32-Bit Architektur, 32 Bit groß bzw. in der 64-Bit, 64 Bit groß. Die Windows API ist in der Programmiersprache „C“ geschrieben. Deswegen war unter der 16-Bit Architektur der Datentyp *int* „nur“ 16 Bit lang (Zahlen von -32.768 bis 32.767). In der Speicherverwaltung bestanden Speicheradressen aus einem 16-Bit Segment und einem 16-Bit Offset, der als Zeiger verwendet werden konnte. Für Programmierer war diese Verwaltung sehr umständlich, da der Programmierer genau unterscheiden musste, zwischen *long* oder *far* und *short* oder *near* Zeiger.

Ab der 32-Bit Architektur entstand das „Flat Memory Model“, wo der Prozessor direkt die gesamte Speicheradressen ansprechen konnte, ohne Speichersegmentierung oder Pagingsschemas. Somit wurde auch der *int* Datentyp auf 32 Bitgröße (Zahlen von -2.147.483.649 bis 2.147.483.647) definiert. Programme, die auf einem System mit einer 32-Bit Architektur geschrieben worden sind, benutzen einfache Zeigerwerte um direkt die Speicheradresse ansprechen zu können. Bei der Umstellung von 16-Bit auf 32-Bit blieben viele Funktionsaufrufe gleich, aber manche brauchten eine Umstellung auf 32-Bit, wie zum Beispiel das graphische Koordinatensystem für die GUI Darstellungen.

Aus Kompatibilitätsgründe sind die API's rückwärts kompatibel. Die Kompatibilität entsteht durch eine Übersetzungsschicht. Es gibt zwei Wege der Übersetzung. Im ersten Weg, werden 16-Bit Funktionsaufrufe durch eine Übersetzungsschicht in 32-Bit Funktionsaufrufe umgewandelt und dann vom Betriebssystem bearbeitet. Der andere Weg führt genau in die andere Richtung. Die 32-Bit Funktionsaufrufe werden durch die Übersetzungsschicht übersetzt und wandelt diese in 16-Bit Funktionsaufrufe um, und werden dann vom Betriebssystem bearbeitet.

Die Benutzung der API ist nicht die einzige Möglichkeit, Anwendung für die Windowsbetriebssysteme zu programmieren, aber durch die Benutzung der API ist eine bessere Effizienz gewährleistet.

tet. Die Anwendungen können auch in Visual Basic oder Borland Delphi geschrieben werden, wo die objektorientierten Grundlagen von Pascal dem Programmierer viel Arbeit abnehmen. Durch Verschachtelungen mehrerer Programmierschichten, die im Endeffekt auf die API zugreifen, verlangsamen das Programm und im späteren Verlauf der Leistungsoptimierung des Programmes wird der Programmierer früher oder später mit der Komplexität der API konfrontiert.

API gegenüber .NET Framework

Microsoft hat dieses Framework speziell für die Windows-Plattformen entwickelt. Es ist eine Virtuelle Maschine mit einer Laufzeitumgebung für Microsoft Windows Anwendungen. Dieses Framework ähnelt in vielen Teilen der Java Virtual Machine. Das .NET Framework besteht aus einer Laufzeitumgebung und der .NET Framework-Bibliothek. Aus Sicht des Anwenders hat sich nichts geändert, aber für die Programmierer vieles. Das .NET Framework ist auf C++ und C# basierend und im Gegensatz zur API, objektorientiert. Die Framework-Bibliothek besteht aus verschiedenen Klassenbibliotheken, wie zum Beispiel die Windows Forms, Windows Presentation Foundations (GUI), Webdienste,... . Ein großer Vorteil ist die Portierung der Programme, dafür muss aber das .NET Framework installiert sein. Das ist für dieses Projekt essentiell, denn es soll auf Schreibgeschützte Medien ausführbar sein (Win PE) und aus diesem Grund wird es von mir nicht verwendet.

3.2.2 Windows.h

Die Window.h Headerdatei ist die Masterdatei, die alle anderen Headerdateien inkludiert. In diesen Dateien sind die Funktionsaufrufe, Konstanten, Typdefinitionen und Datenstrukturen für das Windowsbetriebssystem definiert. Diese Headerdateien sind Teil der Dokumentation der API. Im Folgenden sind ein Paar Headerdateien aufgeführt die in der Windows.h inkludiert werden:

- WINBASE.H Kernfunktionen
- WINDEF.H Typdefinitionen
- WINNT.H Typdefinitionen mit Unicode Unterstützung
- WINUSER.H Funktionen für die Benutzerschnittstelle
- WINGDI.H Graphische Schnittstelle

3.2.3 WinMain

C/C++ Programme fangen mit einer *int main()* Funktion an. Da die API auf C basiert, fangen Anwendungen mit Windows als Zielsystem mit einer ähnliche Funktion an. Unter Windows ist die *main* Funktion unter „WINBASE.H“ als:

```
int WINAPI WinMain(  
    HINSTANCE hInstance,  
    HINSTANCE hPrevInstance,  
    LPSTR lpCmdLine,  
    int nShowCmd  
);
```

Der Bezeichner *WINAPI* beschreibt einen Datentyp. Dieser Datentyp ist definiert als *WINAPI __stdcall*. *__stdcall* ist eine Aufrufkonvention um Funktionen aus der Win32 API aufzurufen. Die

WinMain Funktion bekommt als Parameter zwei *HINSTANCE* Variablen, ein *LPSTR* (Zeiger auf eine Zeichenkette) und ein *int*.

HINSTANCE ist ein Handle auf eine Instanz. Das ist die Basisadresse von einem Modul im Systemspeicher (eine 32-Bitzahl, dass auf ein Objekt zeigt). Der erste Parameter ist eine Instanz auf die aktuelle Anwendung. Der zweite Parameter wurde nur unter Win16 benutzt und ist in der Win32 API irrelevant, er wird automatisch auf *NULL* gesetzt. Der dritte Parameter enthält die Befehlszeilenargumente als Zeichenfolge. Aus dieser Zeichenfolge wertet das Programm aus, wie es ausgeführt werden soll. Der vierte und letzte Parameter ist ein Flag und gibt an, wie das Anwendungsfenster angezeigt werden soll (Minimiert, Maximiert oder Normalgröße).

3.2.4 Graphic User Interface (GUI)

Durch die Begrenzung der einzubauenden Hardware in den frühen Jahren des Computerzeitalters (Speicher und Prozessoren) waren alle Betriebssysteme Kommandozeileorientiert. Dies sollte sich aber ändern durch die Recherche von Xerox Palo Alto Research Center (PARC). Mitte der 70er Jahre wurde im Xerox PARC nach graphischen Benutzeroberflächen recherchiert. Aus diesen Ergebnissen profitierten Macintosh und Windows, und bauten darauf ihre Betriebssysteme mit graphischen Benutzeroberflächen (Mac OS und Windows). Heutzutage kann man sich als Benutzer kaum eine Computerwelt ohne Benutzeroberflächen vorstellen. Die Windows API hat seit der Ankündigung (1983) und Veröffentlichung (1985) von Windows als Betriebssystem Funktionsaufrufe in die Headerdateien für die Programmierung von GUI's. Die Benutzung der API für die Programmierung von GUI's ist vielleicht altmodisch, aber immerhin sehr genau und präzise. Im Gegensatz zu „GUI Builders“ wird kein unnötiger, und oft für Programmierer, unverständlicher Code geschrieben. Der Überblick und Verständnis der GUI Elemente wird durch die direkte Benutzung der API vereinfacht. Vor allem wird das Verständnis wie eigentlich eine GUI unter Windows und Windows als Betriebssystem funktioniert, durch die Verwendung der API deutlicher.

3.2.5 Aufbau einer GUI

Nachdem die *WinMain* Funktion die nötigen Parameter bekommt und diese vom Programm ausgewertet werden, muss die GUI als solche gebaut und registriert werden. Eine GUI besteht aus drei Teilen.

Initialisierung und Erzeugung der GUI

Damit der Benutzer ein Programmfenster sehen kann, muss dieses zuerst deklariert und initialisiert werden. Danach wird dieses Fenster an das System bekannt gegeben in dem man es registriert. Um ein Fenster zu deklarieren muss man eine Variable der Struktur *WNDCLASS* erzeugen. Diese Struktur definiert in *WINUSER.H* beinhaltet verschiedene Variablen die die Eigenschaften des jeweiligen Fensters beschreiben.

```
typedef struct
{
    UINT                style ;
    WNDPROC             lpfnWndProc ;
    int                 cbClsExtra ;
    int                 cbWndExtra ;
    HINSTANCE           hInstance ;
    HICON               hIcon ;
    HCURSOR             hCursor ;
    HBRUSH              hbrBackground ;
    LPCTSTR             lpszMenuName ;
    LPCTSTR             lpszClassName ;
}WNDCLASS, * PWNDCLASS ;
```

Die zwei wichtigsten Variablen dieser Struktur sind der zweite und letzte. Die zweite Variable *WNDPROC lpfnWndProc* beschreibt die Fensterprozedur. Genauer zu dieser Variable wird demnächst erklärt. Die letzte Variable *LPCTSTR lpszClassName*, beschreibt die Klasse des Fensters. Die Variable *HINSTANCE hInstance* muss den Leser bekannt sein. Diese Variable wird auf den Wert gesetzt, welches das Programm über die *WinMain* bekommen hat. Alle andere Variablen der Struktur beschreiben wie das Fenster aussehen soll und sind für das Verständnis weiterhin irrelevant.

Nachdem die *WNDCLASS* Struktur deklariert und initialisiert wird, muss diese registriert werden. Durch den Aufruf der Funktion *RegisterClass*, die als Übergabe Parameter ein Zeiger auf eine *WNDCLASS* Struktur hat, wird dem System bekannt gegeben, dass ein Fenster aufgebaut werden soll (mit dem gesetzten Eigenschaften der *WNDCLASS* Struktur). Wenn das Registrieren erfolgreich war, muss das Fenster noch erzeugt werden. Das System kennt das Fenster, aber es ist noch nicht sichtbar.

Damit ein Fenster sichtbar wird, muss der Programmierer die *CreateWindow*² Funktion aufrufen.

```
HWND WINAPI CreateWindow (
    In_opt LPCTSTR lpClassName,
    In_opt LPCTSTR lpWindowName,
    In     DWORD dwStyle,
    In     int x,
    In     int y,
    In     int nWidth,
    In     int nHeight,
    In_opt HWND hWndParent,
    In_opt HMENU hMenu,
    In_opt HINSTANCE hInstance,
    In_opt LPVOID lpParam
);
```

Diese Funktion ist sehr wichtig bei der Erzeugung von graphischen Oberflächen, denn man kann alle Arten von Fenstern damit erzeugen. Damit wird gemeint, dass diese Funktion nicht nur

²[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms632679\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms632679(v=vs.85).aspx); 27.08.2013

„Hauptfenster“, sondern auch die einzelnen GUI Elemente erzeugt. Das erste Parameter beschreibt dieses Verhalten. Die *CreateWindow* Funktion erwartet eine null terminierte Zeichenkette. Diese Zeichenkette ist immer eine vordefinierte Systemklasse. Zum Beispiel, um ein Knopf zu erstellen, muss hier als Parameter „button“ angegeben werden. Wenn der Programmierer ein von ihm erzeugtes Fenster darstellen will, muss er deswegen vorher im System eine Fensterklasse registrieren. Aus diesem Grund muss der Programmierer eine Fensterstruktur *WNDCLASS* registrieren. Um danach ein selbst gebautes Fenster zu erzeugen, muss der Programmierer das registrierte Fensterklassenname(*WNDCLASS lpszClassName*) angeben (anstatt „button“ oder andere vordefinierte Fensterklassen).

Der zweite Parameter beschreibt der dargestellter Name des Fenster. *DWORD dwStyle* ist eine Bitmaske die den Darstellungsart des Fensters beschreibt. Die Darstellungsarten sind als konstante Werte (Window Styles³) in die *WINUSER.H* Headerdatei definiert. Um ein „traditionelles“ Fenster zu erzeugen muss hier *WS_OVERLAPPEDWINDOW* angegeben werden. Die Nächste vier Parameter Beschreibe die Positionierung im Bildschirm und die Breite und Höhe des Fensters.

HWND hWndParent beschreibt ein Handle auf ein anderes Fenster. Im Falle, dass dieses Fenster das Hauptfenster ist, wird hier NULL übergeben, sonst das Handle auf das „Parent Windows“. Das *HMENU hMenu* ist für Hauptfenster irrelevant. Es ist aber wichtig für Unterfenster(Popup Fenster oder GUI Elemente wie Knöpfe). *HMENU* ist eine Typdefinition für ein Handle auf ein Fenstermenü oder ein Unterfenster. Somit kann das Hauptfenster eine Kommando eines GUI Elements erkennen und auswerten, mehr dazu unter „Die Message Loop“. Das *HINSTANCE hInstance* wurde schon vorher erläutert und das letzte Parameter beschreibt extra Information wenn es nötig ist, üblicherweise wird hier NULL angegeben.

Die *CreateWindow* Funktion liefert als Rückgawert ein *HWND*. Dies steht für Handle auf ein Fenster. Somit kann der Programmierer und Programm auf ein gewünschtes Fenster zugreifen. Um die erwähnte Parameter genauer zu verstehen folgende Beispiele. Hat man ein Hauptfenster, so ruft man die *CreateWindow* Funktion folgendermaßen:

```
HWND hwnd_Fenster = CreateWindow (

    szAwendungsName,           //Fensterklasse vom Programmierer registriert
    "Das ist eine Hauptfenster", //Text auf der Titelleiste
    WS_OVERLAPPEDWINDOW,      //Stil des Fensters
    CW_USEDEFAULT,             //Position in der X Koordinate des Bildschirmes
    CW_USEDEFAULT,             //Position in der Y Koordinate des Bildschirmes
    CW_USEDEFAULT,             //Lange des Fensters
    CW_USEDEFAULT,             //Breite des Fensters
    NULL,                      //Kein zugehöriges Hauptfenster
    NULL,                      //Keine Identifikationsnummer
    hInstance,                 //Programminstanz
    NULL                       //keine extra Information
);
```

Will der Programmierer ein GUI Element (wie zum Beispiel ein Knopf) im Hauptfenster darstellen, muss die Funktion mit diesen Parametern aufgerufen werden:

³[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms632600\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms632600(v=vs.85).aspx); 27.08.2013

```

HWND hwnd_Knopf = CreateWindow (

    "button",                //Fensterklasse Knopf
    "Das ist ein Knopf",     //Text auf den Knopf
    WS_CHILD | WS_VISIBLE,   //Child Fenster und anzeigen
    100,                     //Position in der X Koordinate des Hauptfensters
    100,                     //Position in der Y Koordinate des Hauptfensters
    50,                      //Lange des Knopfes
    35,                      //Breite des Knopfes
    hwnd_Fenster,            //Zugehöriges Hauptfenster
    (HMENU) ID_KNOPF,        //Identifikationsnummer, wird vorher deklariert
    NULL,                    //keine Instanz
    NULL                      //keine extra Information
);

```

Nachdem der Programmierer ein Hauptfenster erzeugt hat, muss dieses noch explizit mittels der Funktionen *ShowWindow(hwnd_Fenster, iCmdShow)* und *UpdateWindow(hwnd_Fenster)* angezeigt werden.

Die Message Loop

Windows hat eine Nachrichten Schleife (message loop) für jede laufende Anwendung. Wenn der Benutzer ein Event auslöst (Mausklick oder Tastatureingabe) muss das Programm reagieren. Windows übersetzt das Event in eine Nachricht und diese Nachricht wird in die Schleife eingeschrieben. Wenn eine neue Nachrichten empfangen wird, bevor die aktuelle Nachricht fertig bearbeitet wurde, wird die ankommende Nachricht in die „Message Queue“ (Warteschlange) geschrieben. Jede Nachricht ist durch die *MSG* Struktur beschrieben.

```

typedef struct tagMSG
{
    HWND      hwnd ;
    UINT      message ;
    WPARAM    wParam ;
    LPARAM    lParam ;
    DWORD     time ;
    POINT     pt ;
}
MSG,        * PMSG;

```

Jede Nachricht hat als erster Parameter ein Handle auf das zugehörige Fenster. Danach als *unsigned int (UINT)* wird die Nachricht übergeben. Diese Nachrichten sind in *WINUSER.H* deklariert und haben den Präfix *WM* für „Window Message“. Zum Beispiel wird ein Mausklick in das Fenster gemacht, schickt Windows eine Nachricht an das Fenster (durch *hwnd* angegeben) mit der Nachricht *WM_RBUTTONDOWN*.

wParam und *lParam* sind 32-Bit Nachrichtenparametern, abhängig von der jeweiligen Nachricht. Wird zum Beispiel auf einen Knopf gedrückt, wird die *WM_COMMAND* Nachricht verschickt. Damit die Anwendung genau erkennen was für eine Aktion ausgeführt worden ist, wird

in *wParam* noch zwei weitere Angaben mitgeschickt. In die oberen 16-Bits wird die Notifikation *BN_CLICKED* verschickt. Dies deutet an, dass ein Knopf geklickt worden ist. In den unteren 16-Bits von *wParam* wird die Identifikationsnummer(nach den obigen Beispiel: *ID_KNOPF*) des Knopfes mitgeschickt. Mit diesen Informationen kann ein Programm genau auf die vom Benutzer ausgelöste Events reagieren. Beider 16-Bit Werte werden mit Hilfe der Makros *HIWORD*⁴ und *LOWORD*⁵.

Der Parameter *time* gibt die Uhrzeit wann die Nachricht verschickt worden ist und der Parameter *pt* ist eine *POINT* Struktur, wo die X und Y Koordinaten des Mausklicks gespeichert sind.

Eine Nachrichten Schleife ist standardmäßig so aufgebaut:

```
while (GetMessage (&msg, NULL, 0, 0))
{
    TranslateMessage (&msg);
    DispatchMessage (&msg);
}
```

Die *GetMessage* Funktion speichert in der *msg* Struktur die aktuelle Nachricht. Die drei andere Parameter spezifizieren, dass alle Nachrichten(von der jeweilige Anwendung) in die Schleife geschrieben werden. Die Funktion liefert immer ein Wert ungleich Null, außer wenn die Nachricht *WM_QUIT* lautet, denn damit wird die Schleife verlassen und das Programm beendet.

TranslateMessage gibt die Nachricht an das Betriebssystem weiter und übersetzt die virtuelle Tasten Nachrichten auf tatsächliche Charakteren. Die *DispatchMessage* Funktion gibt die an Windows weiter. Gemeint ist, dass Windows die richtige Fensterprozedur (*WndProc* wird später erklärt)aufruft. Wenn die Fensterprozedur die Nachricht bearbeitet hat, gibt die Nachricht wieder an Windows. Windows gibt die bearbeitete Nachricht weiter an die jeweilige Anwendung und so kann die Schleife die nächste Nachricht laden und bearbeiten.

Fensterprozedur: WndProc Funktion

Unter der Initialisierung und Erzeugung der GUI wurde die Fensterprozedur schon einmal erwähnt. In dieser Variable ist der Name der Funktion, die die Nachrichten eines Fensters bearbeitet. Das heißt, wird eine Fensterstruktur als *WNDCLASS wc* deklariert, und der Parameter *WNDPROC lpfnWndProc* folgendermaßen initialisiert *wc.lpfnWndProc = WndProc;* muss die Fensterprozedur für dieses Fenster *WndProc* heißen. Wie die Fensterprozedur heißt ist irrelevant, solange die Namen in der Fensterklasse und die Prozedur übereinstimmen, somit sind Fenster und Prozedur verbunden. Eine Fensterprozedur ist immer so definiert:

```
LRESULT CALLBACK WndProc(
    HWND hwnd,
    UINT message,
    WPARAM wParam,
    LPARAM lParam);
```

⁴[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms632657\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms632657(v=vs.85).aspx); 27.08.2013

⁵[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms632659\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms632659(v=vs.85).aspx); 27.08.2013

Der Datentyp *CALLBACK* ist schon bekannt, und *LRESULT* ist eine Typdefinition von *long*. Die vier Parameter der Funktion sind die gleichen wie die ersten vier Parameter bei einer *MSG* Struktur. Falls ein Programm mehrere Fenster von der gleichen Fensterklasse hat, spezifiziert das erste Parameter welches Fenster(Handle) die Nachricht schickt. Programme rufen die Fensterprozedur in der Regel nicht auf, sondern Windows. Will ein Programm die Prozedur direkt aufrufen, dann wird die Funktion *SendMessage* (wird später genauer erklärt) benutzt.

Der Sinn für eine von Programmierer geschriebene Fensterprozedur ist, dass ein Programm auf ein Event reagiert soll, wie der Programmierer es will. Programmierer programmieren in der Regel nicht alle Events. Damit eine Nachricht nicht unbearbeitet bleibt, wird immer am Ende der selbstgeschriebene Fensterprozedur die *DefWindowProc* Funktion aufgerufen. Diese Methode bearbeitet alle mögliche Nachrichten und ist die default Fensterprozedur. Wenn der Programmierer diese Funktion nicht aufruft, werden grundlegende Funktionen einer GUI nicht funktionieren.

Die erste Nachricht die eine Fensterprozedur bekommt ist *WM_CREATE* Nachricht. Hier baut der Programmierer alle GUI Elemente auf, mithilfe der *CreateWindow* Funktion (Knopf Beispiel). Eine zweite sehr wichtige Nachricht ist *WM_DESTROY*. Die Nachricht wird verschickt wenn der Benutzer ein Fenster zu machen will. Der Programmierer ruft die *PostQuitMessage(0)* Funktion auf und automatisch wird eine *WM_QUIT* Nachricht verschickt. Somit wird das Fenster geschlossen, die Message Loop verlassen und das Programm / Fenster richtig beendet.

Es gibt noch weitere Nachrichten, die der Programmierer „manuell“ verschicken kann. Mit Hilfe der erwähnte *SendMessage* ⁶ Funktion. Die Funktion hat die gleichen Parameter wie eine Fensterprozedur. Durch das Handle wird angegeben an welches Fenster die Nachricht verschickt werden soll. Durch das zweite Parameter wird angegeben, welche Nachricht verschickt wird, und die letzten zwei sind extra Informationen der Nachricht (wenn nötig). Will der Programmierer im Ablauf des Programms zum Beispiel der Darstellungstext von unseren Knopf ändern, wird die *SendMessage* Funktion so aufgerufen:

```
SendMessage(hwnd_Knopf, WM_SETTEXT, 0, (LPARAM)"NeuerText");
```

3.2.6 Die RS-232 Schnittstelle und die Windows API

Über die Windows API hat man direkt Zugriff auf die RS-232 Schnittstelle. Zum Verwalten der Schnittstelle und die Eigenschaften zu setzen gibt es verschiedene Datenstrukturen die man aufrufen und ändern muss, je nach Bedarf.

Öffnen und Schließen eines Ports

Um Zugriff auf die Datenstrukturen zu haben, muss man zuerst eine RS-232 Schnittstelle (COM Port) öffnen. Durch die Funktion *CreateFile* ⁷ bekommt man ein Handle auf den angegebenen Port. Ein Handle ist eine Referenzwert zu einer vom Betriebssystem verwalteten Systemressource, in diesem Fall eine im System vorhandene RS-232 Schnittstelle. Mit *CreateFile* kann man auch Zugriff auf Dateien, Datenstreams und andere Kommunikationsressourcen bekommen. Das Handle muss gespeichert werden, denn damit wird der jeweiliger Port identifiziert und angesprochen für

⁶[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms644950\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms644950(v=vs.85).aspx); 28.08.2013

⁷[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa363858\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa363858(v=vs.85).aspx); 25.08.2013

weitere Operationen. Durch die *CreateFile* Funktion wird die Datei, oder im diesem Fall die Input / Output Schnittstelle für diese Anwendung reserviert. Das heißt, für das Betriebssystem und andere Anwendungen steht diese Schnittstelle nicht mehr zur Verfügung.

Um den richtigen Zugriff auf einen Port zu haben, muss auch die richtige Flags bei dem Aufruf der *CreateFile* Funktion angegeben werden. Als Flags sind die folgende Parameter anzugeben:

- Schreib und Leserechte
- Non-Sharing Modus
- Öffnen von nur existierenden Schnittstellen
- Asynchron Modus

Um ein Programm „sauber“ zu beenden müssen offene Handles geschlossen werden. Durch die Funktion *CloseHandle*⁸ mit Angabe eines gültigen Handles wird dieses geschlossen, und steht für das Betriebssystem und andere Anwendungen wieder zur Verfügung.

Konfiguration eines Ports

Es gibt drei wichtige Strukturen, die für die Konfiguration einer COM Schnittstelle relevant sind. Mittels dieser Strukturen werden die Eigenschaften, einstellbare Parameter und Wartezeiten einer Schnittstelle eingestellt.

Die *DCB*⁹ Struktur definiert die Ansteuerungseigenschaften für die Schnittstelle. Um die Struktur für eine angegebene Schnittstelle zu laden, wird die Funktion *GetCommState* aufgerufen. Diese Struktur besteht aus 28 verschiedenen Variablen die ich nicht einzeln benennen werde. Diese Variablen beschreiben wie die Schnittstelle konfiguriert ist. Man kann die Baudrate, Parität, Stopbits, Datenbits, Flusssteuerung und Fehlerbenachrichtigung einstellen.

Um die Schnittstelle richtig einzustellen und keine falsche Eingaben in die *DCB* Struktur zu schreiben, ist es sinnvoll vorher die *COMMPROP*¹⁰ Struktur zu auswerten. Durch die Funktion *GetCommProperties* wird die Struktur für die angegebene Schnittstelle geladen. Diese Struktur besteht aus 18 Variablen und beschreibt die mögliche Einstellung für die Schnittstelle. Die Einstellungen werden aus dem Treiber der jeweiliger Schnittstelle (Onboard Ports, Sunix, Intel SOL oder ITE) gelesen. Die für diese Arbeit relevanter Parameter ist die maximale einstellbare Baudrate.

Während der Übertragung von Daten über eine Seriellschnittstelle sind maximale Wartezeiten fällig. Diese Werte entstehen durch die Übertragungslänge und die eingestellte Baudrate. Auch die Wartezeit zwischen zwei ankommenden Bytes ist wichtig um das Ende der Übertragung zu bestimmen. Diese Werte sollten dynamisch berechnet werden und danach die Schnittstelle einstellen. Dafür ist die *COMMTIMEOUTS*¹¹ Struktur zuständig. Die Struktur besteht aus fünf Variablen

⁸[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms724211\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms724211(v=vs.85).aspx); 25.08.2013

⁹[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa363214\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa363214(v=vs.85).aspx); 28.08.2013

¹⁰[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa363189\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa363189(v=vs.85).aspx); 28.08.2013

¹¹[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa363190\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa363190(v=vs.85).aspx); 28.08.2013

die die Wartezeiten in Millisekunden angeben. Die erste Variable beschreibt die Zeitüberschreitung zwischen zwei ankommende Bytes, wird dieser Wert überschritten, so wird die Leseoperation beendet.

Der zweite und vierte Parameter(jeweils für Lesen und Schreiben) beschreiben die Zeit, die für die Übertragung aller Bytes nötig ist(für die aktuelle Schreibe- oder Leseoperation). Diese Parametern sind von der Baudrate und die Bitlänge eines Charakters. Damit ist gemeint, wie unter 3.1.2 erläutert, ein Charakter kann aus 8 Bits plus Startbit, Stopbit und Parität bestehen. Also werden nicht genau 8 Bits(1 Byte) per Charakter, sondern oft mehr (11 Bits zum Beispiel) übertragen. Die Wartezeit wird durch die folgende Formel berechnet.

$$Wartezeit = \frac{Anzahl der Bits}{Baudrate} \times 1.1$$

In der Formel wird mal 1.1 multipliziert um eine 10% Kulanz zu haben. Der dritte und fünfte Parameter sind eine extra Wartezeit, für jeweils Lesen und Schreiben, die zu der gesamte berechnete Wartezeit pro Lese-/Schreibvorgang addiert wird. Falls der berechnete Wert unter zehn Millisekunden ist, wird dieser auf zehn Millisekunden gesetzt.

Wenn ein Port geöffnet wird, muss der Programmierer die Art der Kommunikation angeben. Die Kommunikation zwischen die Schnittstellen kann synchron(nonoverlapped) oder asynchron(overlapped) erfolgen. Für diese Arbeit habe ich mich für asynchrone Kommunikation entschieden. Dieser Art der Kommunikation ist etwa komplexer, bietet aber mehr Flexibilität und Effizienz.

Lesen und Schreiben

Nach dem ein Port konfiguriert ist, wie es nötig ist, kann man dieses Port benutzen um Informationen zu schicken oder empfangen. Um in einem Port zu schreiben oder aus einem Port zu lesen gibt es jeweils eine Funktion. Um im einem Port zu schreiben wird die Funktion *WriteFile*¹². Die Funktion benötigt als erster Parameter das Handle auf das geöffnete Port. Als zweites muss angegeben werden, welche Information geschrieben werden soll und die Größe dieser Information in Bytes. Als optionale Parameter kann man ein Zeiger wo die Menge der geschriebene Bytes geschrieben wird und ein Zeiger zu einer *OVERLAPPED* Struktur. Die Kommunikation zwischen Ports in dieser Arbeit ist Asynchron, deswegen wird hier eine Zeiger auf eine Struktur gegeben.

Das Lesen aus einem Port geschieht sehr ähnlich wie das Schreiben. Die Funktion dafür heißt *ReadFile*¹³. Die Lesefunktion braucht genau die gleichen Parameter wie die Schreibfunktion. Da die Lese und Schreibvorgänge sehr ähnlich sind, ist der Aufbau beider Funktionsaufrufe auch ähnlich.

Um aus einem Port zu lesen oder schreiben muss zuerst eine *OVERLAPPED* Struktur deklariert werden. Somit sichern wir, dass die Kommunikation asynchron ist. Danach muss in der Struktur der Parameter *hEvent* initialisiert werden. Dieser Parameter ist ein Handle auf ein Event. Ein Event im diesem Fall ist der Schreibe oder Lesevorgang. Durch dieses Event kann der Status von der Vorgang abgefragt werden. Als erstes wird die jeweilige Lese oder Schreibfunktion aufgerufen.

¹²[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa365747\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa365747(v=vs.85).aspx); 28.08..2013

¹³[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa365467\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/aa365467(v=vs.85).aspx); 28.08.2013

Wenn dieser Vorgang erfolgreich war, muss der Status abgefragt werden, um sicher zu sein, dass der Vorgang vollständig ist.

Im Fall, dass sich das Schreiben oder Lesen noch verzögert, muss auf das Beenden des Events gewartet werden. Zuerst muss der Programmierer Abfragen, ob ein Fehler entstanden ist. Wenn der Fehler *ERROR_IO_PENDING* muss das Programm noch warten, sonst ist ein anderer Fehler entstanden. Um an das Beenden eines Events zu warten und reagieren, wird die Funktion *WaitForSingleObject*¹⁴ aufgerufen. Diese Funktion wartet bis das angegebene Event(lesen oder schreiben) sein Status ändert oder eine bestimmte Zeit abläuft. Diese Zeit ist der Timeout was vorher berechnet worden ist.

Wenn die Zeit abläuft, wird ein Timeout Fehler angegeben. Das heißt, das Programm muss noch warten. Ändert sich der Status des Events, bevor die Zeit abläuft wird mittels der Funktion *GetOverlappedResult*¹⁵ das Event noch abgefragt. Dieser Funktion müssen das Handle des Ports, sowie die *OVERLAPPED* Struktur und die Anzahl an Bytes die transferiert werden sollten, angegeben. Wenn diese Funktion keine Fehler meldet, dann wurde der jeweilige Vorgang erfolgreich abgeschlossen.

Im Fall eines Schreibvorgang, muss der Programmierer sicherstellen, dass alle Bytes geschrieben worden sind. Ist es ein Lesevorgang, muss sicher gestellt werden, dass die komplette Information angekommen ist, bevor gelesen wird. Es kann daher zu Timeout Fehler kommen. Um solche Fehler nicht als Abbruchbedingung zu melden, wird nach Vereinbarung mit dem Auftragsteller, fünf mal versucht, fertig zu lesen oder schreiben. Wenn danach der Fehlern noch vorliegt, wird dieser gemeldet.

¹⁴[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms687032\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms687032(v=vs.85).aspx); 28.08.2013

¹⁵[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms683209\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ms683209(v=vs.85).aspx); 28.08.2013

Kapitel 4

Lösungsansätze

Nach der Beschreibung des fachlichen Umfeldes können ausgewählte (vielleicht alle?) für die Aufgabenstellung relevanten Probleme vorgestellt, Vor- und Nachteile bestehender Lösungen argumentiert und die voraussichtlich angestrebte (weil vorteilhafte) Lösung herausgestellt werden.

4.1 Fehlererkennung

Das Ziel des COM-Port-Test-Tools ist Fehler in der Hardware beziehungsweise in der Kommunikation zu erkennen. Damit dieses Ziel erreicht wird, muss die Ermittlung eines Fehlers äußerst genau geschehen. So muss jeden Funktionsaufruf und Kommunikationsvorgang immer abgefragt werden. Bei jeder Abfrage müssen die Fehler ausgewertet und gemeldet werden. Nur so erfüllt das Testprogramm sein Zweck. Die Herausforderung wird darin bestehen, die Fehler genau zu definieren und sie so zu melden, dass der Tester die Ursache sofort erkennt.

4.2 Master Slave Modus zwischen zwei Systeme

Die Synchronisierung zwischen zwei verschiedene BEETLE Systeme wird eine große Herausforderung darstellen. Dafür wird ein kleines Protokoll oder Handshake definieren. In diesem Vorgang muss der Master wissen, dass der Slave fertig eingestellt ist, und bereit für ein Datenverkehr ist. Dabei müssen beide Schnittstellen richtig eingestellt sein (Baudrate, Paritätsbits, Stopbits, Datenbits, unter anderem).

Um das Protokoll oder Handshake zu definieren gibt es verschiedene Möglichkeiten. Darunter müssen als erstes die Timeouts beachtet werden. Der Master darf keine Senden, bevor der Slave nicht bereit ist, Daten zu empfangen. Sonst würde der Master ein Lese-Timeout melden, weil er Daten schickt, aber keine empfängt. Im Gegensatz dazu, darf der Slave nicht Daten erwarten, so lange der Master nicht in der Lage ist, Daten zu schicken.

Als Grundidee um dieses Problem zu lösen, werde ich Synchronisierungszeiten und Vorgänge einbauen, in dem der Master für eine definierte Zeit auf den Slave wartet, und gegenseitig auch. Wenn diese Zeit abläuft, wird den Benutzer gemeldet, dass es Probleme mit der Synchronisierung beider Systeme gab, und das kein Test stattfinden wird. Ein großer Nachteil ist, dass durch das Abfragen auf Bereitschaft ein Pollingverfahren entsteht.

Im besten Fall, wo keine Fehler bei der Kommunikation auftreten, wird es nicht so nötig sein, sich ständig zu Synchronisieren. Im Fehlerfall, muss nach jedem Test eine Synchronisierung stattfinden. Empfängt der Slave verfälschte Informationen und meldet ein Fehler, wurde sich sofort auf den nächsten Test vorbereiten. Das würde den gesamten Testvorgang verfälschen. Es werden weitere ähnliche solche Fälle auftreten.

Um das Pollingverfahren zu vermeiden, kann die Synchronisierung auf Basis von Events ¹ geschehen. Die Schnittstelle erzeugt Interrupts bei der Ankunft von einem Byte. So kann der Slave reagieren, erst wenn der Master was tatsächlich verschickt hat. Um die Interrupts abzufragen, muss ich Kommunikation Events von Windows abfragen. Wenn das System ein Interrupt empfängt, wird dieses im Programm als ein Event weitergeleitet.

Im ersten Blick, wird das 100% Umgehen von einem Pollingverfahren schwer sein. Diese wird sich durch Testen während der Entwicklung des „WN Serial COM Port Test“ beweisen. Je nach Testergebnisse werde ich die entsprechende beste Lösung anwenden.

4.3 C++ und die GUI

Die graphischen Oberflächen mit Anwendung von der Windows API besteht aus „C“ Code, und muss eine statische Fensterprozedur besitzen. Das heißt, man kann viele Benutzeroberflächen kreieren, aber es gibt nur eine Prozedur die die Nachrichten bearbeitet. Unter „C++“ ergibt sich ein Konflikt, durch die Objektorientierung. Es gibt eine Klasse die die Benutzeroberfläche definiert, und wenn man mehrere Instanzen oder mehrere Benutzeroberflächen hat, würden alle Nachrichten durcheinander kommen.

Um dieses Problem zu umgehen, muss der Programmierer mit Hilfe von einem „*Template Class*“ die Oberfläche definieren. Eine Klasse wird definiert, in der die allgemeine Eigenschaften eines Fensters gesetzt werden und die Nachrichten jedes Fenster richtig umgeleitet werden. Diese geschieht in dem die benötigte statische Fensterprozedur in dem Template definiert wird. Die aller ersten Nachricht die ein Programm bekommt um eine Oberfläche zu erzeugen ist die „WM_NCREATE“. Nach dieser Nachricht wird Abgefragt, und wenn die Nachricht ankommt, wird die durch Zeiger die Handles richtig gesetzt und weitergeleitet. Da diese Fensterprozedur statisch ist, egal wie viele Oberflächen kreiert werden, wird es nur einmal diese Fensterprozedur geben.

Der Programmierer erbt somit von dieser *Template Class* für seine Fensterklasse und kann seine eigene Fensterprozedur definieren. Der definierten Fensterprozedur werden durch das Template die Nachrichten weitergeleitet. Dadurch werde ich auch in der Lage sein, meine eigene Fenster so zu gestalten wie die Voraussetzungen es definieren. Und falls es nötig ist, mehrere verschiedene Fenster erzeugen.

¹<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa450667.aspx>; 30.08.2013

Kapitel 5

Systementwurf

5.1 Klasse Window

Die Klasse *Window* baut die Benutzeroberfläche auf und speichert die Eingabe des Benutzers in Variablen. Diese Werte werden dann an der Klasse *Interpreter* weiter gegeben. In der Benutzeroberfläche werden die Eigenschaften für ein Testvorgang eingestellt.

5.1.1 Design

Abbildung 5.1: Design der Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche ist in drei Abteilungen geteilt. Die verschiedene Abteilungen sind in Abbildung 5.1 zu erkennen. Genauer zu allen Parametern wird in Kapitel 7 und 3 erläutert. Die erste Reihe von Einstellungen hantieren die Testeinstellungen. Diese Einstellungen sind:

- Main Port: welches COM Port soll getestet werden.

- Baud rate: beschreibt mit welcher Baudrate der ausgewählte Port getestet werden soll.
- Test Mode: definiert welcher Testvorgang der Benutzer haben will.
- Transfer: legt fest, wie die Kommunikation dieses Ports stattfinden wird.

Die zwei ausgegraute Einstellungen („Slave Port for Double Test“ und „MAX baud rate“) sind abhängig von der Einstellungen in „Test Mode“ und „Transfer“.

Die zweite Abteilung von Einstellungen sind die Übertragungsparameter und drei weitere Testeinstellungen. Diese Parameter sind:

- Parity: Paritätsüberprüfung.
- Protocol: Übertragungsprotokoll.
- Stopbits: Anzahl der Stopbits.
- Databits: Anzahl der Datenbits.
- Logger: definiert ob eine Log-Datei erstellt werden soll.
- Repeater: Anzahl der Testwiederholungen.
- Stop on 1. Error: bestimmt ob bei der ersten Fehlererkennung angehalten werden soll.
- Load file to be transferred: Übertragungsdatei.
- Text to send: Übertragungstext.

Die letzte Reihe von Elemente in der Benutzeroberfläche sind die Knöpfe. Diese führen die jeweiligen Vorgänge aus.

- Start: startet ein Test.
- Close: schließt das Test Tool.
- Save: speichert in eine Testdatei die Einstellungen.
- Load test file: ladet eine Datei die im Test übertragen wird.
- Help: zeigt ein Fenster mit Erklärungen zum Test Tool.
- Stop: stoppt der laufende Test.

Bei drücken des Start-, Save- oder „Load test file“-knopfes werden die Testeinstellungen an die Klasse *Interpreter* weitergegeben und dort werden diese verarbeitet.

5.1.2 Aufbau

Die Klasse hinter der Benutzeroberfläche besteht aus zwei Teilen. Das erste Teil bearbeitet die Eingabe des Benutzer und der Aufbau der Oberfläche, das zweite Teil die Weitererarbeitung der Daten.

Das erste Teil besteht aus die Methode *HandleMessage*, diese Methode ist die Fensterprozedur. Als erstes werden die Elemente, mit der Ankunft der Nachricht *WM_CREATE*, des Fensters aufgebaut. Danach wird auf die Nachricht *WM_COMMAND* gewartet und jeweils reagiert. Wird zum Beispiel das Start Knopf gedrückt, bekommt die *HandleMessage* die *WM_COMMAND* Nachricht mit dem Parameter *ID_BT_START*. Das ist die Identifikationsnummer im Programm für das Start Knopf.

```
1     case WM_CREATE:
2     {
3         //Create all GUI Elements
4
5         //example: Start button
6         _hwnd_Start = CreateWindowA("button", "Start",
7         WS_CHILD | WS_VISIBLE,
8         POS_X + 20, POS_Y2 + 290, 70, 30, m_hwnd, (HMENU) ID_BT_START,
9         NULL, NULL);
10    }
11    break;
```

Wenn der Start Knopf gedrückt worden ist, fängt das zweite Teil der Klasse an. Das zweite Teil besteht aus die Weiterverarbeitung der Eingaben. Im Fall vom Start Knopf, wird als erstes einen neuen Thread aufgerufen. So kann die Benutzeroberfläche immer noch Nachrichten verarbeiten, während im Hintergrund, das Programm die Datenverarbeitung beginnt. Der gleiche Vorgang geschieht, wenn der *Load test file* gedrückt wird.

Im Fall vom Start Knopf, ruft das Thread die Methode *sendTestSettings* auf, die die Eingaben weiter gibt. Dies geschieht in dem ein Objekt der Klasse *Interpreter* erzeugt wird und dessen Eigenschaften werden gesetzt.

```
1     case WM_COMMAND:
2     {
3         //React to GUI Elements actions
4         //example: Start button
5         case ID_BT_START:
6
7         //hide the elements while testing
8         viewAllElements(FALSE);
9
10        //start a new thread
11        _t1 = thread(&Window::sendTestSettings, this);
12
13        //detach the thread so it can test and main thread waits
14        //for it to finish or waits for the user to press stop
15        _t1.detach();
16    }
17    break;
```

5.2 Klasse Interpreter

5.2.1 Aufgaben

Die Klasse *Interpreter* trennt die Benutzeroberfläche von der Fachlogik des Programms. Die Benutzeroberfläche kann den Interpreter aufrufen und hat Zugriff auf die *public* Methoden der Klasse. Der Interpreter kann nicht auf Elemente oder Methoden der Klasse *Window* zugreifen. Durch diese Trennung kann der Benutzer nicht auf die Fachlogik zugreifen, nur über die Möglichkeiten, die der Programmierer anbietet.

Eine Aufgabe des Interpreters ist die Überprüfung der Eingaben des Benutzers, bevor die Tests beginnen. Durch „setter“-Methoden werden die Eingabeparameter der GUI in lokalen Variablen gespeichert.

```
1 void Interpreter::setTransfer(int iTransfer)
2 {
3     this->_iTransfer = iTransfer;
4 }
```

Danach werden die lokalen Variablen auf Fehleingaben geprüft. Sind Fehler erkannt worden, werden diese dem Benutzer bekannt gemacht und alle Parameter in der Klasse werden auf einen Standardwert zurückgesetzt. Sind keine Fehleingaben erkannt, werden die Werte der Variablen in einer Datenstruktur gespeichert. Mehr zu dieser Struktur erfahren Sie im Kapitel 5.3. Folgende Codezeilen stellen dar, wie so ein Vorgang aussieht. Hier wird nach dem Übertragungsmodus abgefragt.

```
1 if (_iTransfer == DEFAULT_VALUE)
2 {
3     MessageBoxA(NULL, "Please select a transfer mode",
4                 WINDOW_TITLE, MB_OK | MB_ICONERROR);
5     setDefaultValues();
6 }
7 else
8 {
9     //save the transfer mode
10    _testManager->testStruct.iTransfer = _iTransfer;
11 }
```

Die Werte in den Variablen müssen überprüft werden, um Fehler zu vermeiden. Da die Werte nicht nur aus Einstellungen in der Benutzeroberfläche stammen, sondern auch aus einer Testkonfigurationsdatei, können falsche Eingabe vorhanden sein.

Außer der Überprüfung der Eingabeparameter und dem Setzen der lokalen Variablen, gibt diese Klasse die Testeinstellungen an die anderen Klassen weiter. Hier trennt sich das Programm in zwei Pfade. Der erste Pfad gibt die Datenstruktur an die Klasse *TestManager* weiter. Der zweite Pfad speichert oder liest eine Testkonfigurationsdatei. Im Fall, dass eine Testkonfigurationsdatei gelesen werden soll, wird als erstes die Klasse *IniFileHandler* aufgerufen und danach die Klasse *TestManager*, damit ein Test mit den gelesenen Einstellungen gestartet wird. Sollen die Eingabeparameter der Benutzeroberfläche in einer Testkonfigurationsdatei gespeichert werden, werden die überprüften Eingabeparameter in einer vom Benutzer angegebene Datei gespeichert. Dafür wird auch die Klasse *IniFileHandler* aufgerufen.

Da die Klasse *Interpreter* die Schnittstelle für die Kommunikation zwischen Fachlogik und Be-

nutzer ist, wird auch durch diese Klasse die Meldung gegeben, ein Test zu anhalten. Durch das Klicken des Button „Stop“ in der Benutzeroberfläche wird eine boolische Variable weiter an die Testlogik gegeben. Diese Variable wird vor jedem Testschleife abgefragt, ist sie gesetzt, dann wird das Testen angehalten.

Die Klasse hat ein Objekt der Klasse *Com*, um in der Benutzeroberfläche die im System zur Verfügung stehende COM Ports aufgelistet werden können. Durch die Trennung der GUI mit der Fachlogik, darf die *Window* Klasse kein Objekt der Klasse *Com* haben.

5.3 Struktur TestStruct

5.3.1 Definition

Ein *struct* oder Struktur dient dazu, mehrere logische zusammenhängende Variablen verschiedener Datentypen zusammenzufassen. In *C* beinhalten Strukturen nur Variablen, in *C++* wurden die Strukturen erweitert und dürfen auch Funktionen beinhalten. Dadurch ist der Unterschied zu einer Klasse nur die Zugriffsrechte auf die Eigenschaften. In einer Struktur sind die Zugriffsrechte auf Elemente mit *public* definiert, in einer Klasse mit *private*¹. Da ich nur Variablen benötigte, und keine Methoden, habe ich mich für eine Struktur entschieden.

5.3.2 Aufbau

Die Datenstruktur fasst alle Eigenschaften für einem Test zusammen. Die *TestStruct* beinhaltet folgende Variablen und wird so definiert:

```
1 struct TestStruct
2 {
3     string sMasterPort;
4     string sSlavePort;
5     string sTextToTransfer;
6     string sFilePath;
7     int iTransfer;
8     int iBaud;
9     int iBaudrateMax;
10    int iTestMode;
11    int iParity;
12    int iProtocol;
13    int iStopbits;
14    int iDatabits;
15    int iTransTextMode;
16    int iRepeater;
17    bool bLoggerState;
18    bool bStopOnError;
19    vector<string> svBaudrates;
20 }
```

Jeder dieser Variablen stellt ein Wert dar, für eine Einstellung in der Benutzeroberfläche. Für eine genauere Erläuterung der Variablen und dessen Werte, bitte siehe Kapitel 7 und 5.9.

¹Visual C++ 2010

5.4 Klasse Com

5.4.1 Aufbau

5.4.2 Aufgaben

5.5 Klasse PortCommunications

5.5.1

5.6 Klasse TestManager

5.6.1

5.7 Klasse FixedTest

5.7.1

5.8 Klasse IniFileHandler

erklaren aller parameter und mögliche werte

5.8.1

5.9 Klasse Logger

5.9.1

5.10 Klasse Tools

5.10.1

5.11 Klasse TransferFileHandler

5.11.1

Kapitel 6

Realisierung

Selbstverständlich sollte Realisierung auch in Ihrer Arbeit abgehandelt werden. Aus der Sicht der Softwaretechnik stellt sie aber nur der kronende Abschluß der Arbeit dar. Hier können die realisierungsspezifischen Probleme (z.B. mit der Implementierungssprache) und das Testkonzept inkl. der protokollierten Testergebnisse dargestellt werden. Wichtige, komplexe oder besonders interessante Systemteile können auch im Programmcode dargestellt werden. Bitte aber Hinweis 12 (Programm-Listings) beachten!

READ TEST

Kapitel 7

Bedienungsanleitung

Das Test Programm kann über die Kommandozeile oder direkt über die Benutzeroberfläche bedient werden. In beiden Fällen muss der Benutzer folgende Parameter angeben, je nach Testmodus, um erfolgreich ein Test zu starten:

Parameter	GUI Element
COM Port	: Main Port
Baudrate	: Baud rate
Test Modus	: Test Mode
Übertragungsmodus	: Transfer
Slave Port	: Slave Port
Maximale Baudrate	: MAX baud rate
Parität	: Parity
Übertragungsprotokoll	: Protocol
Stopbits	: Stopbits
Datenbits	: Databits
Übertrangsdatei	: Load file to be transfered
Übertragungstext	: Send text
Logger	: Logger
Wiederholzähler	: Repeater
Beim ersten Fehler anhalten	: Stop on 1. error
Start	: Start
Schließen	: Close
Speichern	: Save
Testdatei laden	: Load test file
Hilfe	: Help
Stop	: Stop

7.1 Bedienung über die GUI

Mit der GUI kann der Benutzer ein Test starten, mit bestimmten Parametern oder durch das Laden einer Testdatei. Der Benutzer kann auch eine Testdatei erstellen, in dem er die Parameter in der GUI einstellt und diese speichert.

7.2 Bedienung über die Kommandozeile

Über die Kommandozeile kann der Benutzer eine Testdatei und das zu testende Port angeben. Wenn keine Parameter angegeben worden sind, wird die GUI gestartet.

7.3 Testmodus

7.3.1 Automatic

Der Automatic Test ist vordefiniert. Für diesen Test muss der Benutzer nur den Port angeben, der er teste will, und welches Übertragungsmodus. Der Test wird immer mit folgenden Parameter gestartet.

Parameter	Wert
Main Port	: Von Benutzer wählbar
Baud rate	: 9600
Test Mode	: Automatic
Transfer	: Von Benutzer wählbar
Slave Port	: Wenn nötig, von Benutzer wählbar
Parity	: Odd
Protocol	: Hardware
Stopbits	: 1
Databits	: 8
Send text	: Default, fest kodiert
Logger	: Ja
Repeater	: Unendlich

7.3.2 Wobble

In einem Wobble Test kann der Benutzer alle Parameter einstellen. Die wichtigsten Parametern sind die minimale und maximale Baudrate. Diese Werte geben an, mit welchen Baudraten getestet wird.

7.3.3 Fixed

Im Fixed Test muss der Benutzer alle Parameter einstellen. Im diesem Test werden sich die Parameter nicht ändern. Der Benutzer kann nach Fehler mit spezifischen Einstellungen testen.

7.4 Übertragungsmodus

Jedes Testmodus kann in vier Übertragungsmodus eingestellt werden, die den Test abläuft bestimmen

7.4.1 Shorted

Im Shorted Modus wird an der angegebene Schnittstelle eine Kurzschlussstecker angeschlossen. Hier ist der Port Master und Slave gleichzeitig. Der Port schickt und empfängt die Daten sofort.

7.4.2 Double

Hier werden zwei Ports in einem System getestet. Mittels eines Null-Modem-Kabel wird Port1 and Port2 angeschlossen. Port1 ist der Master und Port2 ist der Slave. So sendet der Master Informationen und der Slave empfängt sie.

7.4.3 Master

Der Master Modus involviert zwei verschiedene Systeme. Im System1 schickt der Master Daten und wartet auf eine Antwort. Der Master kennt sein Slave nicht. System1 und System2 werden durch ein Null-Modem-Kabel verbunden. Der Master macht die Fehlerauswertung, so lange keine Lese- oder Schreibfehler im Slave geschehen sind.

7.4.4 Slave

Der Slave im System2 wartet auf den Empfang von Daten aus System1. Der Slave kennt sein Master nicht, er empfängt Daten und schickt die gleiche Daten zurück, damit der Master die Fehlerauswertung machen kann.

7.5 Schnittstelleneigenschaften

Baudrate Die Baudrate mit der getestet werden soll.

Parity Hier kann der Benutzer zwischen gerade, ungerade oder keine Parität auswählen.

Protocol Der Benutzer ist in der Lage das Übertragungsprotokoll zu bestimmen. Zur Auswahl steht Xon/Xoff, Hardware oder kein Protokoll.

Stopbits Mit diesem Parameter werden die Stopbits eingestellt, entweder 1 oder 2 Stopbits.

Databits Hier wird bestimmt, wie viele Bits ein Zeichen hat, 7 oder 8 Bits pro Zeichen.

7.6 Sendedaten

Durch klicken des Buttons „Load file to send“ kann der Benutzer eine Datei auswählen, diese wird dann beim testen geöffnet und Zeilenweise verschickt. Will der Benutzer ein spezifischer Text senden, muss er dieser unter „Send text“ eingeben und „Load text to send“ klicken. Wenn keiner dieser beiden Möglichkeiten benutzt wird, wird ein im Programm fest kodierter Text übertragen.

7.7 Logger

Wenn die Checkbox ausgewählt ist, wie eine Textdatei im „%Temp%“ Verzeichnis angelegt und alle Meldung dort geloggt. Die Datei hat immer den Namen des Ports dass getestet wird.

7.8 Wiederholzähler

Der Wiederholzähler gibt an, wie oft ein Testschritt wiederholt werden soll. Unter Testschritt ist zu verstehen, jedes Schreibe- und Lesevorgang mit verschiedene einstellbare Parameter.

7.9 Beim ersten Fehler anhalten

Diese Option gilt für die Fehlersuche. Wenn diese Option gesetzt ist, haltet das Test Tool beim ersten erkannten Fehler. So kann der Tester nach Fehler suchen. Wenn diese Option nicht gesetzt ist, werden die Fehler am Ende des Testvorgangs gemeldet oder geloggt. So kann eine Fehlerstatistik erzeugt werden.

7.10 Buttons

Start Beginnt ein Test mit den eingegeben Parametern.

Close Beendet das Test Tool.

Save Speichert die ausgewählten Einstellungen in einer Testdatei.

Load test file Ladet eine vom Benutzer ausgewählte Testdatei.

Help Zeigt die Hilfe zum Programm.

Stop Stoppt der Testvorgang.

7.11 Testdatei

In einer Testdatei werden die Testkonfiguration gespeichert. Eine Testdatei kann manuell oder mit Hilfe der GUI erzeugt werden. Die Testdatei ist wie eine Datei aus der Registrierungsdatenbank (Windows Registry) aufgebaut. In „

“ wird der Port angegeben und darunter die jeweilige Testparametern. Für ein Beispiel bitte siehe Anhang.

7.12 Einfaches Beispiel

Will zum Beispiel ein Benutzer der Port COM1 testen. Dieser soll an COM2 die Wörter „Hallo Welt“ schicken. Als Baudrate ist 9600 vorgegeben, mit einer geraden Parität, Xon/Xoff Protokoll, sieben Datenbits und 2 Stopbits. Der Test soll fünfmal wiederholt werden und eine Log-Datei soll geschrieben werden.

Als erstes muss der Benutzer unter *Main Port* „COM1“ auswählen. Danach werden die mögliche Baudraten in *Baud rate* aufgelistet. Dort muss der Benutzer 9600 wählen. Da nur eine bestimmte Konfiguration gegeben ist, ohne Variablen, wird auf „Fixed“ unter *Test Mode* geklickt und als Übertragungsmodus „Double“ ausgewählt. Unter *Parity* wird „Even“, *Protocol* wird „XON/XOFF“, *Stopbits* wird „2“ und *Databits* wird „7“ ausgewählt.

BILD

Unter *Send text* soll der Benutzer „Hallo Welt“ schreiben. Will der Benutzer Escape-Sequenzen schicken, müssen diese als Hexadezimal Werte angegeben werden(zum Beispiel \0a oder \0d). Danach wird auf *Load text to send* geklickt. Ein Pop-Up Fenster meldet, dass der Text geladen worden ist. Damit der Test fünfmal wiederholt wird, muss in *Repeater* eine fünf anstatt der eins geschrieben werden. Danach ist die GUI konfiguriert und kann auf *Start* geklickt werden.

BILD

Durch ein Pop-Up Fenster wird dem Benutzer gemeldet, wenn der Test fertig ist. Um eine Evaluation des Tests machen zu können muss die Log-Datei ausgewertet werden.

Kapitel 8

Zusammenfassung und Ausblick

Lehnen Sie sich zurück von Ihrem Terminal und versuchen ein wenig Abstand zu den vielen Detail-Problemen Ihrer Diplomarbeit zu gewinnen: Was war wirklich wichtig bei der Arbeit? Wie sieht das Ergebnis aus? Wie schätzen Sie das Ergebnis ein? Gab es Randbedingungen, Ereignisse, die die Arbeit wesentlich beeinflusst haben? Gibt es noch offene Probleme? Wie könnten diese vermutlich gelöst werden?

Durch die Verwendung der API versteht man Windows als Betriebssystem besser.

Abbildungsverzeichnis

5.1	Design der Benutzeroberfläche	26
-----	---	----

Listings

Anhang A

Anhang

HIER KOMMEN DIE DATEIANHÄNGE HIN

```
1 LRESULT Window::HandleMessage(UINT uMsg, WPARAM wParam, LPARAM lParam)
2 {
3     switch (uMsg)
4     {
5
6     case WM_CREATE:
7         {
8             //Create all GUI Elements
9
10            //example: Start button
11            _hwnd_Start = CreateWindowA("button", "Start",
12            WS_CHILD | WS_VISIBLE,
13            POS_X+20, POS_Y2 + 290, 70, 30, m_hwnd, (HMENU) ID_BT_START,
14            NULL, NULL);
15        }
16        break;
17
18    case WM_COMMAND:
19        {
20            //React to GUI Elements actions
21
22            //example: Start button
23            case ID_BT_START:
24
25            //hide the elements while testing
26            viewAllElements(FALSE);
27
28            //start a new thread
29            _t1 = thread(&Window::sendTestSettings, this);
30
31            //detach the thread so it can test and main thread waits for it to finish
32            //or waits for the user to press stop
33            _t1.detach();
34        }
35        break;
36
37    case WM_DESTROY:
38        PostQuitMessage(0);
39        break;
40
```

```
41 //call the default window procedure for the other messages
42 default:
43     return DefWindowProc(m_hwnd, uMsg, wParam, lParam);
44 }
45 return TRUE;
46 }
```
