



Frankfurt University of Applied Sciences Fachbereich 2: Informatik & Ingenieurwissenschaften

Bachelorarbeit

im Studiengang Informatik zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science

Entwicklung und Implementierung einer Software

zur Evaluierung von Dummy-Verletzungswerten

aus Schlittenversuchen

Autor Matrikelnummer Prüfer Korreferent Eingereicht am Yassir Yachou 952475 Prof. Dr. Christian Baun Andreas Seeber 16.03.2016

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Abschlussarbeit selbstständig und nur unter Zuhilfenahme der ausgewiesenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen wurden, sind in jedem Fall unter der Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht oder in anderer Form als Prüfungsleistung vorgelegt worden.

Raunheim, den 16.03.2016

Danksagung

Ich möchte mich hiermit bei allen bedanken, die mich im Laufe meines Studiums unterstützt haben. Ganz besonders gilt mein Dank meiner Familie und meinen Freunden. Durch sie wurde mir mein Studium überhaupt ermöglicht.

Mein herzlicher Dank geht auch an die Mitarbeiter der Key Safety Systems GmbH, an Dipl. Ing. Uwe Marlok, Dipl. Phys. Dimos Samaras, Miranda Barba und Ahmed Ben Arbia.

Des Weiteren möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Christian Baun und Herrn Andreas Seeber bedanken, die sich dazu bereit erklärt haben, mich bei meiner Bachelorthesis zu betreuen und mich tatkräftig bei der Umsetzung unterstützt haben.

Kurzfassung

Das Ziel dieser Bachelorarbeit liegt in der Planung und Entwicklung einer Anwendung zur übersichtlichen Auflistung von Dummy-Verletzungswerten. Das Programm soll den Nutzern durch die Auswahl von Suchkriterien einen Vergleich der Werte zwischen mehreren Schlittenversuchen darbieten. Zusätzlich soll eine grafische Auswertung realisiert werden, um somit den Automobilherstellern eine umfangreiche Ist-Analyse zu präsentieren. Es werden in der folgenden Arbeit verschiedene Aspekte des Projekts aufgegriffen.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche ErklärungI				
D	an	ksa	gung	II
K	Kurzfassung III			
I	Inhaltsverzeichnis IV			
A	bb	ildı	ingsv	verzeichnis IV
T	abo	elle	nver	zeichnisV
A	bk	ürz	ungs	verzeichnis VI
1		Eiı	nleitu	ing1
	1.	1	Ziel	setzung1
	1.	2	Key	2 Safety Systems
	1.	3	Auf	bau der Arbeit2
2		Eiı	ıführ	rung in die Fahrzeugsicherheit3
	2.	1	Der	Schlittenversuch
	2.2	2	Die	Dummys
	2.	3	Die	Dummy-Verletzungswerte
	2.4	4	Fah	rzeugsicherheit5
		2.4	.1	Die aktive Sicherheit
		2.4	.2	Die passive Sicherheit
3		Eiı	ıführ	rung in Visual Basic for Applications9
	3.	1	Anv	vendungsbereiche von VBA11
	3.2	2	Die	Herangehensweise11
4		Im	plem	entierung14
	4.	1	Die	Funktionsweise der Anwendung14
	4.	2	Klas	ssen/Methoden/Funktionen15
		4.2	.1	Funktionsaufruf beim Start15
		4.2	.2	Dynamische Listbox
		4.2	.3	Hinweis auf Neuerungen in der Anwendung18

Ouellonvorzeichnig 20			
Glos	sar		28
5.	1 A	usblick	27
5 Zusammenfassung26			
4.3	3 Le	eistungsmessung der Anwendung	23
	4.2.7	Nutzerhinweise	22
	4.2.6	Die Vergleichsdarstellung anhand eines Diagramms	20
	4.2.5	Das Zurücksetzen der Listbox	19
	4.2.4	Das Umstellen der Sprache	18

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht der Verletzungswerte	4
Abbildung 2: Kleiner Überblick der Fahrzeugsicherheit	5
Abbildung 3: Einsatz von Airbags in einem aktuellen Fahrzeug	8
Abbildung 4: Aufbau einer Karosserie	8
Abbildung 5: Grundfarben des RGB Farbraums	10
Abbildung 6: Die TintAndShade Eigenschaft	10
Abbildung 7: Spiral-Modell nach Barry W. Boehm	12
Abbildung 8: Gestaltung der grafischen Oberfläche	13
Abbildung 9: Zusammensetzung der einzelnen Bestandteile für die Anwendung	14
Abbildung 10: Oberfläche der Anwendung beim Start	16
Abbildung 11: Diagrammauswertung zweier Versuchsnummern	21
Abbildung 12: Vergleich zwischen einer HDD und einer SSD	23
Abbildung 13: Vergleich zwischen optimierter- und nicht optimierter Fassung	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Argumente der DateDiff-Funktion	
--	--

Abkürzungsverzeichnis

ABS	Antiblockiersystem
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
ASC	Siehe ASR
ASR	Antriebsschlupfregelung
BAS	Bremsassistent
BF	Beifahrer
cm	Zentimeter
DSC	Siehe ESP
ESP	Elektronisches Stabilitäts-Programm
Euro NCAP	European New Car Assessment Programme
EVA	Evaluation
FA	Fahrer
GHz	Gigahertz
GUI	Grafische Benutzeroberfläche
HDD	Hard Disk Drive
HIC	Head Injury Criterion
HIII-Dummy	Hybrid 3-Dummy
Kg	Kilogramm
KSS	Key Safety Systems
ms	Millisekunden
MsgBox	Messagebox
NIJ	Neck Injury Criterion
PKW	Personenkraftwagen
RGB	Rot-Grün-Blau
SSD	Solid-State-Drive
TCR	Traction Control
US NCAP	US New Car Assessment Program
VBA	Visual Basic for Application

1 Einleitung

In der Automobilindustrie dienen sogenannte Schlittenversuche dazu, Erkenntnisse über das Verhalten der Insassen bei unterschiedlichen Crashkonfigurationen zu gewinnen. Untersucht entwickelt werden und dabei die sicherheitskritischen Komponenten eines Insassenschutzsystems. Der Schlitten und die Karosserie werden bei diesem simulierten Aufprall nicht zerstört. Dadurch sind diese Tests erschwinglich im Gegensatz zu einem Crashtest, bei dem teuren Fahrzeug-Prototypen zerstört werden. Zusätzlich zu diesen Schlittenversuchen wird mithilfe der numerischen Simulation der Crash im Computer nachgestellt und berechnet. Das gesamte Rückhaltesystem kann dabei vorausgelegt und optimiert werden. Dennoch sind Crashtests während und am Ende einer Entwicklung erforderlich, um die Voraussagen der Simulation und der Schlittenversuche zu überprüfen und die ordnungsgemäße Funktion aller Rückhaltesystemkomponenten nachzuweisen.

Für die Bewertungen der Sicherheit eines Fahrzeugs und dessen Zertifizierung existieren neben den diversen Gesetzen, die in jedem Land unterschiedlich sind, auch zahlreiche Verbraucherschutztests wie der Euro NCAP, der US NCAP oder der China NCAP. Letztere dienen zur Orientierung der Endabnehmer. Da im Laufe der Zeit diverse Regularien immer weiter verschärft werden [1], bedarf es gleichzeitig auch an neuen innovativen Systemen, mit denen die erhöhten Anforderungen erfüllt werden. Das Ziel der Automobilhersteller und zulieferer ist es, die Zahl der Opfer von Verkehrsunfällen möglichst zu minimieren. [2] Neben den passiven Sicherheitssystemen wie Airbags und Gurtsystemen, die nach einem Unfall aktiv werden und zur Reduzierung der Unfallfolgen beitragen, werden in den letzten Jahren auch verstärkt aktive Sicherheitssysteme erforscht und entwickelt, um somit die maximale Sicherheit zu gewährleisten. Diese Fahrerassistenzsysteme dienen der Unfallvermeidung bzw. Gefahrminderung und werden mittlerweile auch in Kleinwagen eingesetzt. Dies war vor einigen Jahren undenkbar, da dieser Luxus nur den oberen Fahrzeugklassen vorbehalten war. [3] Auch am autonomen Fahren wird zurzeit gearbeitet, so hat Tesla im Oktober 2015 gegen Bezahlung durch ein Softwareupdate den Autopiloten im Modell S freigeschaltet. [4]

1.1 Zielsetzung

Im Rahmen dieser Arbeit soll für Key Safety Systems GmbH eine Anwendung geschrieben werden, die durch die Selektionen von Lastfällen und anderen Kriterien eine übersichtliche Konsolidierung darbietet. Des Weiteren soll die Anwendung in Visual Basic for Applications geschrieben werden. Ziel der Anwendung ist es, eine übersichtliche Darstellung der Werte zu bekommen, die der Nutzer selbst ausgewählt hat. Was die grafische Oberfläche und anderweitige Funktionen wie die Visualisierung und den Export des Diagramms betrifft, lag die Art der Realisierung im eigenen Ermessen.

1.2 Key Safety Systems

Die Key Safety Systems Deutschland GmbH kurz KSS zählt global zu einem der führenden Zulieferer für Produkte von Insassenschutzsystemen in der Automobilbranche. Die Tätigkeitsbereiche reichen von der Konzeptionierung bis hin zur Entwicklung einzelner Komponenten, wie Airbags, Sicherheitsgurte, elektronischen Crashsensoren und auch Lenkrädern für über 60 Hersteller weltweit. Der Standort in Raunheim gilt als das Zentrum für Technik und Entwicklung in Europa. Die Entwicklung umfasst Crash-Simulationen durch Schlittenversuche aber auch statische-, dynamische- und Lebensdauertests, sowie Umweltsimulationen. Es sind zurzeit knapp über 250 Mitarbeiter beschäftigt. [5] Weltweit ist das Unternehmen an 32 Standorten vertreten, europaweit sind es 10. Mehr als 300 Fahrzeugmodellen sind mit sicherheitsrelevanten Schutzsystemen von KSS ausgestattet. Der Hauptsitz befindet sich in Sterling Heights, Michigan. Das Unternehmen betreibt fünf Technikzentren. Dabei sitzen diese jeweils in den USA, Deutschland, Japan, Südkorea und in China. Ständig neue Innovationen stehen für KSS im Fokus. Im Rahmen der Elektrifizierung der Fahrzeuge werden diese immer leichter. Diese benötigen neue Materialien und neue Ansätze. Hier steht die Forschung und Weiterentwicklung neuer Systeme an der Tagesordnung.

1.3 Aufbau der Arbeit

Diese Bachelorthesis ist in folgende Punkte untergliedert:

- Einleitung zur Thematik, Vorstellung des Unternehmens und dessen Anforderungen
- Einführung in die Schlittenversuche, Fahrzeugsicherheit und ihre Begriffe
- Visual Basic for Applications und die Implementierung
- Inhaltlicher Abschluss dieser Arbeit und Ausblick

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt in der Realisierung des Projektes. Zudem soll diese Arbeit einen Einblick in die Automobil-Zuliefererbranche gewähren.

2 Einführung in die Fahrzeugsicherheit

In diesem Kapitel werden einige theoretische Grundlagen näher erläutert. Es wird kurz auf die Fahrzeugsicherheit eingegangen, um somit einen kleinen Einblick zu verschaffen.

2.1 Der Schlittenversuch

Ein Schlittenversuch fungiert als Simulation von Crashtests, dabei kommt es zur keiner Zerstörung von Fahrzeugen. Bei diesen Schlittenversuchen wird nur die Rohkarosserie mit den zu prüfenden Komponenten auf einen Schlitten montiert und definiert beschleunigt. Die mitfahrenden Dummys erfahren dabei durch ihre Trägheit dieselben Beschleunigungen wie bei einem realen Crashtest. [6] Durch solche Schlittenversuche werden die unterschiedlichen Komponenten eines Rückhaltesystems getestet und entwickelt. Dazu gehören u.a. Airbags (z.B. Fahrer-, Beifahrer-, Knie-, Curtain-Airbag), Gurtsysteme (Aufroller, Straffer, Kraftbegrenzer), kollabierende Lenksäulen und Sitze.

2.2 Die Dummys

Crashtest-Dummys sind lebensgroße Messpuppen die Auswirkungen von Unfällen auf den menschlichen Körper simulieren. Diese sind mit einer Vielzahl von Sensoren bestückt, um möglichst alle Belastungen zu erfassen. Für die Anwendung werden hauptsächlich drei Arten von Dummys berücksichtigt:

- HIII 05%-Frau
- HIII 50%-Mann
- HIII 95%-Mann

Der HIII 05%-Dummy steht für ein 152 cm großes und 54 kg schweres weibliches Exemplar. Nur 5% aller von den Automobilherstellern angenommenen weiblichen Fahrerinnen sind kleiner und leichter als sie. Der HIII 50%-Dummy ist der verbreitetste Dummy, dieser stellt den durchschnittlichen männlichen Autofahrer dar. Dieser wiegt 78 kg bei 178 cm. Der HIII 95%-Dummy stellt den größeren Bruder des vorherigen Dummys dar. Er wiegt bei 188 cm 101 kg.

2.3 Die Dummy-Verletzungswerte

Crashtest-Dummys sind in der Fahrzeugentwicklung unentbehrlich geworden und Tests mit ihnen sind Voraussetzung für die Zulassung eines neuen Fahrzeugmodells. Dummys sind mit zahlreichen Sensoren bestückt. Sie messen die Belastungen der verschiedenen Körperregionen bei einem Crash- oder Schlittenversuch. Die biomechanischen Eigenschaften eines Dummys müssen mit denen eines menschlichen Körpers übereinstimmen, um möglichst genau die Realität wiederzugeben. Dafür werden Dummys bestimmten Tests unterzogen und durch den Vergleich mit Daten aus Leichenversuchen kalibriert.

Bei einem Schlittentest werden alle Verletzungswerte geprüft und protokolliert. Für jeden dieser Werte sind in den unterschiedlichen Gesetzes- und Verbraucherschutztests Grenzmarken definiert, die nicht überschritten werden dürfen.

Die Werte können grob in 7 verschiedene Körperregionen unterteilt werden, diese beinhalten wiederrum diverse Verletzungswerte. Nachfolgend wird nur ein Bruchteil der Verletzungswerte genannt und näher erläutert siehe *Abbildung 1*.



Abbildung 1: Übersicht der Verletzungswerte

Zur Messung der Kopfverletzung wird die Beschleunigung des dreiachsigen Kopfbeschleunigungs-Sensors aufgenommen und ausgewertet. Der HIC-Wert (Head Injury Criterion) ist der normierte Integralwert der Kopfbeschleunigung im beobachteten Zeitintervall. Im Hals- und Nackenbereich werden Kräfte und Momente aufgenommen. Dadurch können die Streckung, Stauchung und Scherung des Halses gemessen und bewertet werden. Im Brustkorbbereich stellt die Brustkorbkompression die Eindrückung des Brustbeins dar. Um die Belastbarkeit des Oberschenkels zu bewerten, wird die Kraft in Längsrichtung gemessen. Zusätzlich wird die Knieverschiebung in Millimetern aufgenommen. Im unteren Bereich werden beim Unterschenkel die Kräfte und Biegemomente des Schienbeins ausgewertet. Letztlich zeigt der Sensor im Fußbereich die Fußbeschleunigung an.

2.4 Fahrzeugsicherheit

Laut einem aktuellen Bericht des ADACs für den Insassenschutz ist trotz stetig steigender Fahrleistung seit den 70er Jahren auch die Zahl der getöteten Fahrer bei einem PKW-Unfall gesunken. [7] Dies ist sowohl der aktiven als auch dem Fortschritt der passiven Sicherheitssysteme zu verdanken, dennoch wird ständig weiter geforscht wie diese Systeme noch weiter ausgebaut werden können. Die Fahrzeugsicherheit wird in zwei Bereichen unterteilt, die passive und die aktive Sicherheit. [8] Fahrzeugsicherheit umfasst nicht nur die nicht nur den Insassenschutz, sondern auch den Fußgängerschutz. *Abbildung 2* zeigt einen kleinen Überblick der Fahrzeugsicherheitssysteme.



Abbildung 2: Kleiner Überblick der Fahrzeugsicherheit

2.4.1 Die aktive Sicherheit

Unter aktiver Sicherheit versteht man alle konstruktiven Maßnahmen am Fahrzeug, die helfen Unfälle zu vermeiden. Diese aktiven Sicherheitssysteme sollen dazu beitragen unterstützend in Gefahrensituationen einzugreifen. Neben dem Antiblockiersystem, abgekürzt ABS, welches in den achtziger Jahren eingeführt wurde, sind nach und nach zahlreiche Sicherheitssysteme hinzugekommen, wie das Elektronische Stabilitätsprogramm oder ESP genannt, der Bremsassistent, kurz BAS oder auch der Aufmerksamkeits-Assistent. Dieser soll durch eine rechtzeitige Müdigkeitserkennung und der daraus resultierenden Warnung helfen, Unfälle zu vermeiden. Zurzeit entwickelt KSS einen aktiven Anti-Kollisionsschutz, welcher durch diverse Kameras und Sensoren Unfallsituationen frühzeitig erkennen und durch Aktivierung von Fahrerassistenzsystemen helfen kann, die Gefahr zu mindern oder gar abzuwenden. So entlasten diese Systeme im Grenzbereich den Fahrer und helfen ihm, die ganze Situation bestmöglich zu entschärfen.

2.4.2 Die passive Sicherheit

Ist ein Unfall nicht mehr zu vermeiden, greift die passive Sicherheit, die das Ziel verfolgt das Verletzungs- und Tötungsrisiko der Unfallteilnehmer möglichst gering zu halten. Zu den wichtigsten Schutzsystemen der passiven Sicherheit gehören:

- das Gurtsystem
- die Airbags
- die verformungssteife Fahrgastzelle

2.4.2.1 Das Gurtsystem

Der schwedische Ingenieur Nils Ivar Bohlin gilt als der Erfinder des Dreipunkgurts¹, diese Erfindung gilt laut des Deutschen Patentamts als eine der acht Erfindungen, die der Menschheit in den letzten 100 Jahren den größten Nutzen brachten. [9] Es konnte bislang ca. einer Millionen Menschen das Leben retten. Um die Wahrscheinlichkeit einer tödlichen Verletzung um den Faktor 10 reduzieren zu können, muss der Gurt angelegt werden. [7] Bei einem Unfall von 30km/h kann es zu massiven Verletzungen kommen, der Aufprall ist vergleichbar mit einem Sturz aus 4 Metern Höhe im freien Fall. [10] Die Aufgabe eines Gurtsystems ist es, den Insassen

¹ http://www.dpma.de/docs/service/klassifikationen/ipc/auto_ipc/de1101987a.pdf; [abgerufen am 25.01.2016]

fest am Sitz zu halten und somit einen Zusammenprall mit dem Fahrzeuginnenraum oder ein Herausschleudern zu verhindern. Moderne Gurtsysteme verfügen zusätzlich über Gurtstraffer, die den Gurt innerhalb von Sekundenbruchteilen pyrotechnisch straffen um die bestmögliche Rückhaltewirkung zu erzielen.

2.4.2.2 Der Airbag

Im Jahr 1968 begann die Entwicklung von Airbags im Zusammenhang mit pyrotechnischen Gasgeneratoren. Ab 1980 wurden Airbags bei einigen Fahrzeugen eingesetzt. Ein Jahrzehnt später erschien die Airbag-Pflicht in Amerika. Es wurden nach und nach immer mehr Airbags in verschiedenen Positionen angebracht, wie zum Beispiel im Kniebereich, Seitenbereich und im hinteren Bereich. Die unterschiedlichen Airbags haben unterschiedliche Anforderungen bezüglich der Größe, Form, Härte und Aufblaszeiten. So müssen seitlich angebrachte Airbags in einem wesentlich kürzeren Zeitraum vollständig aufgeblasen sein, um den Insassen zu schützen. Dies liegt darin, dass bei einem Seitenaufprall weniger Deformationsraum zur Verfügung steht als bei einer frontalen Kollision. Eine Weiterentwicklung sieht nicht nur das Hinzufügen von Airbags in verschiedenen Positionen siehe *Abbildung 3*, sondern auch die Verbesserung des Systems vor.

Es stehen einige Komponente im Mittelpunkt: [11]

- Materialien des Airbags verbessern
- Benutzung weniger schädlicher Gase im Gasgenerator
- Verbesserung des adaptiven Verhaltens des Airbags, also eine Anpassung des Verhaltens an Insassengröße oder Unfallschwere.
- Gewichtsreduktion bei besserem Preis-Leistungs-Verhältnis



Abbildung 3: Einsatz von Airbags in einem aktuellen Fahrzeug²

2.4.2.3 Die Fahrgastzelle

Die Fahrgastzelle gehört zum Bereich, in dem sich Passagiere eines Fahrzeugs befinden. Diese bildet einen steifen Sicherheitskäfig. Im Gegensatz zu den Knautschzonen der Karosserie ist sie nur schwer verformbar und kann damit bei Unfällen den Überlebensraum der Insassen bewahren, siehe *Abbildung 4*. [12] Neben der Fahrgastzelle die 1951 von Béla Barényi erfunden wurde, ist auch die Knautschzone ihm zu verdanken. [13]



Abbildung 4: Aufbau einer Karosserie³

² http://www.lexusls.asia/assets/img/gallery/10.jpg; [abgerufen am 31.01.2016]

³ http://sechsender.com/wp-content/uploads/2014/03/Cadillac-Catera-Fahrgastzelle.jpg; [abgerufen am 02.02.2016]

3 Einführung in Visual Basic for Applications

Visual Basic for Applications kurz *VBA*, ist eine Programmiersprache mit speziellen Ergänzungen für verschiedene Office-Anwendungen basierend auf Visual Basic.

Es können mit Microsoft Excel zahlreiche Aufgaben sowohl beruflich als auch privat gelöst werden. Allerdings gibt es Bereiche die Excel alleine nicht abdeckt:

- Aufgaben, die nur durch VBA gelöst werden können wie z.B. dieses Projekt
- Probleme, die sich durch die Programmierung effektiver lösen lassen

In Excel ist es möglich Makros aufnehmen zu lassen. Diese sind einfache Anweisungen, die es dem Benutzer ermöglichen einfache Operationen durchführen zu können. Hinter einem Makro verbirgt sich VBA-Code, dieser bleibt dem Anwender jedoch verborgen. Mit der VBA-Programmierung kann man komplexe Prozesse abbilden, die über aufgezeichnete Makros hinausgehen.

Anhand eines Beispiels kann dies verdeutlicht werden:

In diesem Beispiel wird eine Schaltfläche gezeigt, welche wir tagtäglich benutzen, es handelt sich dabei um die Schaltfläche für die Textfärbung \rightarrow A.

```
1
   Sub Textfarbe()
   ' Dieses Makro zeigt wie eine Textfärbung im Hintergrund funktioniert
2
   Range("A1").Select
3
   With Selection.Font
4
   .Color = RGB(0, 255, 0)
5
   .TintAndShade = 0
6
7
   End With
8
   End Sub
```

In diesem Makro wird die ausgewählte Zelle, hier *A1* mit der .*Color* und der .*TintAndShade* Eigenschaft definiert.

Anhand des RGB Farbcodes ist hier zu sehen in welcher Farbe der Text angezeigt werden soll. RGB steht für <u>Rot</u>, <u>G</u>rün und <u>B</u>lau, aus diesen drei Grundfarben ergeben sich anhand des additiven Farbenmischens alle anderen Farben siehe *Abbildung 5*. In diesem Beispiel wurde hier *RGB (0, 255, 0)* definiert. Der zweite Wert steht für das G im RGB, welches im diesem Farbspektrum wiederum für Grün steht. So ergeben sich beispielsweise aus den verschiedenen Werten allerlei Farben die uns im Alltag begegnen.



Abbildung 5: Grundfarben des RGB Farbraums

Die *.TintAndShade Eigenschaft* gibt hier die Tönung der ausgewählten Farbe an. So ist es möglich im Menü zwischen sechs verschiedenen Tönungen zu wählen (siehe *Abbildung 6*)



Abbildung 6: Die TintAndShade Eigenschaft

3.1 Anwendungsbereiche von VBA

Es finden sich diverse Anwendungsbereiche für VBA. Sobald eine Programm, wie zum Beispiel Microsoft Excel, standardmäßig keine Lösungen anbietet, schreibt man sich eine Funktion die das übernehmen soll. Die Anwendungsbereiche reichen von einfachen Schaltflächen-Operationen, über Programme mit Benutzeroberfläche bis hin zu eigens programmierten Flugsimulationen. [13] Seit 2015 erscheinen vermehrt auch Meldungen bezüglich der Wiederkehr sogenannter Makroviren. Diese lassen sich über die Aktivierung der Makros in einem Dokument einschleusen. [14] Es ist also gleichzeitig auch Vorsicht geboten. Dies erreicht man indem man im Sicherheitscenter standartmäßig alle Makros vorerst blockiert. Neben den Office Produkten von Microsoft findet sich VBA als Makrosprache anderer Programmungebungen wieder, diese sind Beispielsweise AutoCAD, CorelDRAW oder auch der MindManager. [15] Dies wurde dadurch ermöglicht, dass Microsoft im Jahr 1996 ein Lizenzprogramm für unabhängige Softwarehersteller anbot, womit es möglich war VBA durch den Erwerb einer Lizenz in die Anwendung zu integrieren. Seitens Microsoft wurde 2007 bekannt gegeben, dass das Lizenzprogramm nicht mehr angeboten wird. [16]

3.2 Die Herangehensweise

Für die Herangehensweise wurde das Spiral-Modell von Barry W. Boehm verwendet. Es wurde davon ausgegangen, dass die Anwendung stetig mit neuen Funktionen ausgebaut wird. Dabei wird jede Windung der Spirale als iterativer Prozess angesehen siehe *Abbildung 7*. Das Modell bietet hierbei Flexibilität und eine periodische Überprüfung des momentanen Stands. So entstehen nach und nach Prototypen der Anwendung. Damit es möglich ist, Änderungswünsche früh genug wahrzunehmen. Des Weiteren konnte das Risiko eines Programmfehlers um ein Vielfaches minimiert werden, da der Fehler sich in der Regel sofort gezeigt hat.

Wie man Anhand der nachfolgenden Grafik sieht, steigen Kosten und Zeit an je öfter man diesen Prozess iteriert.



Abbildung 7: Spiral-Modell nach Barry W. Boehm

Das Spiralmodell ist in vier Abschnitte unterteilt. Diese werden wie folgt definiert:

• 1. Definition von Zielen und Bedingungen

 Anforderungen und Bedingungen werden erläutert, es werden hierbei auch die Wünsche der Automobilhersteller berücksichtigt.

• 2. Beurteilung von Alternativen bzw. Risikoanalyse

 In Absprache mit KSS werden Alternativen aufgezeigt, um Vor- und Nachteile aufzuzeigen.

• 3. Entwicklung und Test

- Die Implementierung der Anwendung findet statt.
- Durch den Prototypenbau entstehen mehrere Versionen.
- 4. Planung der Projektfortsetzung
 - Im letzten Abschnitt der Spirale wird überprüft ob die geforderten Punkte erfüllt worden sind.
 - Erst nach der Abnahme wird entschieden ob es ein weiterer Zyklus durchläuft. [17]

In Absprache mit dem dem Unternehmen wurden zuerst die Funktionsweise und Anforderungen geklärt (Abschnitt 1). Daraufhin wurde anhand der Anforderungen ein Prototyp entwickelt wie in *Abbildung 8* zu sehen, um die Funktionsweise und die Oberfläche zu erläutern. In Kapitel 4.2.1 wird näher darauf eingegangen. Nach der Beurteilung der Anforderungen und der Funktionen wurden die Alternativen abgeklärt. So war es möglich auch eigene Funktionen zusätzlich zu implementieren (Abschnitt 2). Danach ging es zur Entwicklung eines Prototyps. Es entstanden mehrere Versionen der Anwendung, allesamt mit erweiterten Funktionen (Abschnitt 3). Im letzten Abschnitt der Spirale ging es darum, wie der momentane Stand der Anwendung ist. Es fanden regelmäßige Treffen statt, um Funktionen und eventuelle Neuerungen im nächsten Zyklus zu implementieren (Abschnitt 4).



Abbildung 8: Gestaltung der grafischen Oberfläche

4 Implementierung

Der folgende Abschnitt beschreibt die Implementierung der Anwendung. Hierbei werden erstmals die zugehörigen Komponenten der Anwendung erläutert, im späteren Verlauf kommen einige Quellcode-Abschnitte, auf die eingegangen wird.

4.1 Die Funktionsweise der Anwendung

Es wird Anhand der Auswahl eines Benutzers auf zwei Excel-Mappen zugegriffen, daraus schöpft die Anwendung allerlei Werte die hierzu benötigt werden. Die erste Datei ist die Teilebedarfsliste, diese beinhaltet Daten wie Versuchsnummern, Seriennummern und weitere Daten die keine Verletzungswerte sind. Die zweite Datei ist die Eva-Datei. Diese beinhaltet alle Verletzungswerte jeglicher Versuche die durchgeführt wurden. Die Eva-Datei wird durch ein spezielles Programm automatisiert erstellt, es wandelt die Rohdaten anhand vordefinierter Protokollen in Excel-Mappen um. In *Abbildung 9* sieht man eine vereinfachte Darstellung aus welchen Komponenten die Anwendung besteht



Abbildung 9: Zusammensetzung der einzelnen Bestandteile für die Anwendung

4.2 Klassen/Methoden/Funktionen

Im folgenden Abschnitt werden die implementierten Methoden erläutert und näher erklärt.

4.2.1 Funktionsaufruf beim Start

Beim Starten der Anwendung werden einige Funktionen aufgerufen. Neben der dynamischen Listbox die unter Punkt 4.2.2 näher erläutert wird, gibt es auch diverse andere Funktionen. Beispielsweise wird am Anfang eine Funktion aufgerufen, die das Diagramm ausblendet falls in der Zelle *A36* kein Wert vorhanden ist. In dieser Zelle werden die benötigten Werte für das Diagramm geschrieben. Zudem wird geprüft ob ein bestimmter Wert in einer Zelle geschrieben wurde, näheres in Punkt 4.2.3.

```
1 If Range("A36").Value = "" Then
2 ActiveSheet.ChartObjects("Diagramm 28").Visible = False
3 Else
4 ActiveSheet.ChartObjects("Diagramm 28").Visible = True
5 End If
... 'diverse andere Funktionen wie z.B. Oberfläche, Formatierung etc
106 If Range("A300") = "" Then
107 Call Neuerungen
108 End If
```

Neben dem Ausblenden des Diagramms, wird auch durch eine Methode der Benutzer und der Startzeitpunkt ermittelt. Dabei wird auf die *Now ()* Funktion zurückgegriffen, diese Funktion gibt die aktuelle Uhrzeit mit Datum als Wert zurück. Der *.VerticalAlignment = xlTop* Befehl dient zur Formatierung des angezeigten Textes.

```
1 Range("A1").Value = "Benutzer: " & (Environ("Username"))
2 Range("A1").VerticalAlignment = xlTop
3 Range("B1").Value = "Erstellt: " & Now()
4 Range("B1").VerticalAlignment = xlTop
```

Die grafische Oberfläche wurde weitestgehend durch das Färben einzelner Zellen realisiert. So werden die Zellen *A2* bis *E19* mit dem RGB-Wert (255, 217, 102) gefärbt, siehe Beispiel Kapitel 3. Neben der Farbe kommt noch eine Umrandung der farbigen Zellen hinzu. Andere Objekte wie die Listboxen und das KSS-Logo wurden ohne VBA hinzugefügt. In *Abbildung 10* wird die aktuelle Oberfläche der Anwendung dargestellt.

```
1 Range("A2:E19").Interior.Color = RGB(255, 217, 102)
2 'Code einer Seite der Umrandung
3 Range("E2:E19").Select
4 With Selection.Borders(xlEdgeRight)
5 End With
```



Abbildung 10: Oberfläche der Anwendung beim Start

4.2.2 Dynamische Listbox

Da im Laufe der Zeit immer mehr Versuche eines Fahrzeugmodells hinzukommen, muss die Listbox der Versuchsnummern ständig ergänzt werden. Die Listbox oder auch Listenfeld genannt, definiert eine grafische Auswahlliste, wie wir sie von Java kennen (*java.awt.List*). [18] Um nicht ständig die Listbox selbst zu aktualisieren, wird im folgenden Teil erläutert wie es automatisiert geschieht:

So können beliebig viele Versuchsnummern durch die Ergänzung der Teilebedarfsliste hinzugefügt werden. Später wird mit dem Evaluationsprogramm die *Eva-Tabelle* mit den Verletzungswerten des jeweiligen Versuchs in die zweite Excel-Mappe erstellt. Es ist hierbei wichtig den Aufbau der Bezeichnung im Register der Eva.xls Datei, diese setzt sich wie folgt zusammen:

<Versuchsnummer>_<Sitzplatz >

Der Sitzplatz enthält die Platzhalter _FA für den Fahrer oder _BF für den Beifahrer

Um die Bezeichnung innerhalb der Excel-Mappe muss man sich keine Gedanken machen, durch die festgelegten Protokolle des Evaluationsprogramms ändern sich keine Bezeichner.

```
Dim Testnumber (9999) As String
1
2
    Suchwort = "Versuchsnr."
    anz Tests = 0
3
    AnzahlZeilen = 0
4
    'Zuerst wird die Teilebedarfliste geöffnet
5
    Workbooks.Open FileName:=ThisWorkbook.Path &
6
    "\KSS Listen\Teilebedarfsliste.xlsm"
    Workbooks("Teilebedarfsliste.xlsm").Sheets("Tests inkl Teile benötigt
7
    ").Activate
8
    'Das Suchwort beinhaltet den String "Versuchsnr."
        Cells.Find(What:=Suchwort, LookIn:=xlFormulas, LookAt
9
        :=xlPart, SearchOrder:=xlByRows, SearchDirection:=xlNext,
10
    MatchCase:=
        False, SearchFormat:=False).Activate
11
12 'Reihe und Spaltennummer werden einer Variable übergeben
    Row Test = ActiveCell.Row
13
14
    Column_Test = ActiveCell.Column
    'Max. Zahl
15
16
    AnzahlZeilen = 99999
17
        For i = Row Test + 1 To AnzahlZeilen
18
          If Cells(i, Column Test) <> "" Then
19
            Testnumber(anz_Tests) = Cells(i, Column_Test)
20
           anz Tests = anz Tests + 1
21
          End If
22
        Next i
23
24
    'Schließen der Teilebedarfsliste und Aktivierung der Anwendung
25
    Workbooks("Teilebedarfsliste.xlsm").Close
26
    Workbooks("KSS Auswertungstool.xlsm").Activate
27
28 'Hinzufügen der Items in der Listbox
29
    For i = 0 To anz Tests - 1
30 With Tabelle1.ListBox4
31
         .AddItem (Testnumber(i))
32 End With
33
   Next i
```

4.2.3 Hinweis auf Neuerungen in der Anwendung

Da die Anwendung permanent weiterentwickelt wird, seien es die Listen oder auch die Anwendung selbst, sieht der Nutzer nicht die wesentlichen Unterschiede, die implementiert wurden. So wurde eine Funktion beim starten des Programms geschrieben, welche es ermöglicht, dem Nutzer eine einmalige Meldung darzustellen, in der alle Neuerungen aufgelistet werden. Dabei wird beim Start geprüft ob ein Wert in einer bestimmten Zelle geschrieben worden ist. Dieser Wert ist für den Anwender nicht sichtbar (siehe Punkt 4.2.1). Dies wird allgemein auch als Änderungsprotokoll verstanden.

1	Sub Neuerungen()
2	Dim aenderung As String
3	'Nachricht über Neuerungen
Л	aenderung = "-diverse Optimierungen" & vbNewLine & "-Neue
-	Versuchsnummern hinzugefügt" & vbNewLine
5	aenderung = MsgBox(aenderung, vbInformation, "Neuerungen in dieser
5	Version")
6	' Statusüberprüfung
7	Select Case aenderung
8	Case 1
9	Range("A300").Value = ("1")
10	'Speichern des Wertes, ansonsten erscheint die Meldung stetig
11	ActiveWorkbook.Save
12	End Select
13	End Sub

Der versteckte Wert wird vom Entwickler immer entfernt, wenn dieser eine Neuerung implementiert hat. Es ist dann Möglich nachzuvollziehen welche Änderungen nun am Programm vorgenommen wurden. Die Ausgabe erscheint in Form einer MsgBox.

4.2.4 Das Umstellen der Sprache

Da die Anwendung auch im Ausland genutzt wird, ist eine Schaltfläche für den Wechsel in die englische Sprache integriert worden. Bei einem Klick auf die Schaltfläche wird folgender Code ausgeführt:

1	<pre>Private Sub CommandButton5_Click()</pre>
2	Application.ScreenUpdating = False
3	Workbooks.Open FileName:=ThisWorkbook.Path &
4	"\KSS_Auswertungstool_EN.xlsm"
5	Workbooks(1).Close (False)
6	Application.ScreenUpdating = True
7	End Sub

Durch den Klick auf die Schaltfläche, öffnet man eine übersetzte Fassung der Anwendung. Die Anweisung *Workbooks.Open FileName:=ThisWorkbook.Path & ""\KSS_Auswertungs-tool_EN.xlsm"* öffnet die übersetzte Version über einen relativen Pfad. Somit ist es möglich, den Ordner mit den Dateien überall zu platzieren, ohne im Quelltext den absoluten Pfad anzugeben.

Durch den Befehl *Application.ScreenUpdating* = *False* der in VBA standardmäßig vorhanden ist, wird während der Codeausführung die Bildschirmaktualisierung deaktiviert. Durch die Deaktivierung wird die Hardware nicht zusätzlich beansprucht, um somit eine erhebliche Optimierung zu erzielen. [19] In Kapitel 4.3 wird näher darauf eingegangen.

4.2.5 Das Zurücksetzen der Listbox

Durch die Betätigung der Zurücksetzen-Schaltfläche wird eine Prozedur aufgerufen, die sämtliche Auswahlen der Listboxen des Nutzers zurücksetzt. Dies hat den Zweck, nicht jede einzelne Auswahl nochmals zu ändern.

1	Dim LstBox(1 To 6) As Variant
2	Set LstBox(1) = ListBox1
3	Set LstBox(2) = ListBox2
4	Set LstBox(3) = ListBox3
5	Set LstBox(4) = ListBox4
6	Set LstBox(5) = ListBox5
7	Set LstBox(6) = ListBox6
8	For $i = 1$ To 6
9	Dim j As Long
10	For j = 0 To LstBox(i).ListCount - 1
11	<pre>LstBox(i).Selected(j) = False</pre>
12	Next j
13	Next i

4.2.6 Die Vergleichsdarstellung anhand eines Diagramms

Es ist für die Nutzer der Anwendung auch möglich, neben den Verletzungswerten auch die prozentualen Werte und ein Diagramm anzeigen zu lassen. Diese prozentualen Werte werden auch durch das Evaluationsprogramm berechnet und werden auch automatisiert in die *Eva.xls* eingepflegt. Basierend auf eine Methode, die auch durch das Klicken der Schaltfläche für den Start der Analyse notwendig ist, wurde in der Schaltfläche Diagramm dieselbe Methode genutzt, nur mit dem Unterschied, dass hierbei ein *Offset* eingesetzt wurde. Durch den Offset war es nun möglich, die Spalte auszuwählen, welche die prozentualen Werte gespeichert hat, ohne eine größere Änderung vorzunehmen. Es werden zusätzlich automatisiert Selektionen in der Listbox getroffen, da in dieser Darstellung nur bestimmte Verletzungswerte betrachtet werden. Diese Selektion kann man wie folgt vornehmen:

```
1 'Beispiel der Selektion vom HIC(36)-Wert
```

```
2 ActiveWorkbook.ActiveSheet.ListBox1.Selected(82) = True
```

```
3 'Auswahl weiterer Werte in der Listbox
```

Durch die prozentuale Anzeige ist es nun möglich, mehrere Verletzungswerte in einem Diagramm darzustellen (siehe Abbildung 11). Durch die verschiedenen Grenzen der einzelnen Werte wäre dies nicht möglich gewesen. Der Grund hierfür liegt in den unterschiedlichen Wertebereichen und Einheiten, die jeder einzelne Wert aufweist.

Im nächsten Schritt wurde ein zweidimensionales Balkendiagramm erstellt, welches sich am besten dazu eignet, mehrere Werte darzustellen, um sie somit miteinander vergleichen zu können. In diesem Diagramm wurden durch Farbverläufe zwischen 80% und 100% gekennzeichnet. Somit sieht der Nutzer auf Anhieb, ob sich ein Wert im Grenzbereich befindet oder nah dran ist. Die Verletzungswerte wurden mit sogenannten *Gruppenfeldern* gekennzeichnet, da jeder Wert zu einem Bereich des Körpers gehört. Diese lassen sich über Entwicklertools \rightarrow Einfügen \rightarrow Gruppenfelder hinzufügen.

Das Diagramm zur Auswertung sieht in der nachfolgenden Abbildung 11 wie folgt aus:



Abbildung 11: Diagrammauswertung zweier Versuchsnummern

Auf der rechten Seite sind die Verletzungswerte zu sehen. Da es nicht möglich war eine zusätzliche Achsenbezeichnung hinzuzufügen, wurde dies durch Textfelder und einer Schleife umgangen.

Zudem ist die Länge der Nachkommastelle abhängig vom Verletzungswert, welches auch implementiert wurde. Dies wurde wie folgt realisiert:

```
'Bei 5,17,18 der Listboxindexierung jeweilige Methode aufrufen
1
2
    Select Case zhlr1
         Case 5, 17, 18, 21, 22
3
4
           Call einstellig
         Case 12, 13, 14, 15, 16, 27, 28, 29, 30
5
           Call zweistellig
6
         Case 19, 20, 23, 24, 25, 26
7
8
           Call dreistellig
```

```
9 Case 6, 7, 8, 9, 10, 11
10 Call ohne_komma
11 Case Else
12 End Select
```

Weiter sind in den einzelnen Funktionsaufrufen durch die Call-Anweisungen wie folgt definiert worden:

```
1 Sub einstellig()
2 ActiveCell.Select
3 Selection.NumberFormat = "0.0"
4 'Durch den Offset wird auch die obere Reihe formatiert
5 ActiveCell.Offset(-1).Select
6 Selection.NumberFormat = "0.0"
```

Abhängig vom Verletzungswert wird hier eine Formatierung der Zelle durchgeführt. Da in einem Vergleich mindestens zwei Reihen untereinander angezeigt werden, wird auch der obere Verletzungswert formatiert siehe Zeile 5 und Zeile 6 im oberen Quelltext.

4.2.7 Nutzerhinweise

Beim Klicken auf den Rahmen, der sich um jede einzelne Listbox befindet, hat der Anwender die Möglichkeit, sich Informationen in Form einer *MsgBox* anzeigen zu lassen. Dies wurde mit einer Makrozuweisung umgesetzt. Dazu wählt man den Makronamen aus und verknüpft ihn, indem man die rechte Maustaste tätigt. Mit dem gleichen Prinzip wird auch beim Klicken des KSS-Logos die Kontaktadresse angezeigt, falls der Nutzer Fragen zur Anwendung hat.

4.3 Leistungsmessung der Anwendung

Was die Geschwindigkeit betrifft, ist es auch entscheidend, welches System mit diesem Programm genutzt wird. Hier werden sowohl der Prozessor als auch das eingebaute Speichermedium beansprucht. Auf andere Hardwarekomponenten erfolgt keinerlei zusätzliche Auslastung. Es wurden hier zwei Testsysteme miteinander verglichen, diese haben folgende Merkmale:

- Intel i7-5700HQ Prozessor mit 2.70 GHz mit einer Samsung 850 EVO SSD
- Intel i5-3210M Prozessor mit 2.50 GHz Prozessor mit einer Hitachi HTS HDD



Abbildung 12: Vergleich zwischen einer HDD und einer SSD

Bei der Prozessorauslastung liegt der Intel i5-Prozessor bei knapp 40% und der i7-Prozessor bei circa 30%. Mit nicht wesentlich älteren Systemen ist zu rechnen, dass ein Prozessor nicht die volle Auslastung erreicht, da der Flaschenhals auch gleichzeitig am Speichermedium entsteht, wie man anhand der *Abbildung 12* sehen kann. Es ergeben sich auch Unterschiede betreffend der Speichermedien. Empfehlenswert ist hierbei eine SSD anstelle einer konventionellen HDD.

Mittlerweile haben SSDs in Unternehmen wie KSS Einzug gehalten, da sich diese auf dem Markt etabliert haben [20]. SSDs bieten dem Nutzer eine Leistungssteigerung sowohl bei Leseals auch in Schreiboperationen [21], wie man anhand des obigen Diagramms erkennt. Ein Durchgang beschreibt eine vollständige Auswahl aller Spaltenbezeichnern mit einem Versuch. Da überwiegend mehrere Durchgänge miteinander verglichen werden, ist hier ein signifikanter Unterschied festzustellen. Es ensteht eine linear verlaufende Wartezeit, die sich durch kürzere Zyklen positiv auswirkt. Zusätzlich kann man durch die Deaktivierung der Bilschirmaktualisierung durch die Anweisung *Application.ScreenUpdating* = *False* einen bemerkenswerten Unterschied feststellen, siehe Kapitel 4.3. Bei dieser Anwendung konnte somit mehr als 50% Zeitgewinnung erzielt werden. Die blauen Balken stellen die durch den Befehl optimierte Fassung der Laufzeit dar. Wohingegen der grüne Balken das Gegenteil darstellt (siehe *Abbildung 13*). Man kann dabei erkennen, dass man bei zwei Durchgängen, über eine knappe Minute warten muss, wohingegen man bei der optimierten Version nur knapp 26 Sekunden wartet. Beide Vergleiche wurden auf demselben System durchgeführt.



Abbildung 13: Vergleich zwischen optimierter- und nicht optimierter Fassung

Die Leistungsmessung wurde wie folgt realisiert:



Bevor die eigentliche Prozedur anfängt, wird am Anfang ein Zeitstempel einer Variable zugeordnet. Die vordefinierte *Time-Funktion* findet sich in der Bibliothek in VBA. Nachdem alle Funktionen abgearbeitet wurden, wird am Ende nochmals ein Zeitstempel einer Variable zugeordnet. Die *DateDiff-Funktion* gibt den Intervallwert zweier Daten zurück. Dabei wird ein Argument mitgegeben um den Rückgabewert zu definieren, diese sind Tabelle 1 dargestellt.

Argument	Einheit der Zeitdifferenz
,,d"	Tag
,,h''	Stunde
,,n"	Minute
"m"	Monat
,,S"	Sekunde
"уууу"	Jahr

Tabelle 1: Argumente der DateDiff-Funktion

Später wird durch ein MsgBox-Aufruf der Wert in Form einer Meldung ausgegeben.

5 Zusammenfassung

Die vorliegende Ausarbeitung befasst sich mit der Entwicklung und Implementierung einer Anwendung zur Evaluierung von Dummy-Verletzungswerten aus Schlittenversuchen.

Dabei kam Visual Basic for Applications in Zusammenhang mit Microsoft Excel zum Einsatz. Der Schwerpunkt lag darin, dem Nutzer ein Programm in Form einer konventionellen Excel Mappe zu schreiben, um somit sicherzustellen, dass es unabhängig von einer anderen Anwendung mit Ausnahme von Microsoft Excel ist. Der Grund hierfür ist, dass man eine Anwendung anbietet, die nur ein Programm benötigt, welches sich in dem standardmäßigen Office-Paket auf dem Rechner befindet. Eine Access-Datenbank wäre für eine solche Aufgabe prädestiniert.. Für Apple Nutzer wäre es aber ein Problem, da sie kein Access installieren können. Weiter ist es auch ein Sicherheitsaspekt alternative Produkte von Drittanbietern zu nutzen, da es hierbei um Betriebsgeheimnisse geht.

Es wurden in diesem Projekt verschiedene Techniken der Informatik aufgegriffen und angewandt. Hierzu gehörte die Software-Ergonomie, um den Nutzer ein einfaches und funktionales Programm anzubieten, um somit auch die Einarbeitungszeit minimal zu halten. Auch die erlernten Programmiertechniken sind in dieser Anwendung eingeflossen, so wurde auch größtenteils auch mit verschachtelten Abfragen gearbeitet.

5.1 Ausblick

Wie könnte nun die zukünftige Entwicklung dieser Anwendung aussehen? Es gibt zwei Möglichkeiten für jemanden, der das Programm ergänzen möchte. Einerseits könnte man darauf aufbauend, neue Funktionen hinzufügen.

Beispielsweise kann man anhand der Auswahl des Nutzers, die komplexen Berechnungen aller Lastfälle in Form von Dummy-Grafiken darstellen. Da jeder Lastfall mehrere Möglichkeiten aufweist, ergibt sich daraus eine große Anzahl an Berechnungen, die durch Formeln unterschiedlich ausfallen. In einem späteren Schritt kann man diese Darstellungen in den Vergleichen mit einbeziehen und durch eine Schaltfläche als PowerPoint Folie exportieren, um die Ergebnisse schließlich den Automobilherstellern zu präsentieren.

Andererseits ist es möglich auf eine Portierung von Datenbanken zu setzen und diese mit einer grafischen Oberfläche zu versehen. Dies erfordert aber, dass auch aus den Dateien wie den Verletzungswerten oder auch aus den Teilebedarfslisten gelesen werden müsste. Zusätzlich muss man den gemeinsamen Nenner aller Automobilhersteller finden, was die Komplexität immens steigert.

Die Geschwindigkeit betreffend kann durch den Einsatz schnellerer SSDs ein Wachstum erwartet werden. Zumal in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht wurden. [22] So erreicht man mit der Anwendung mit fortschreitenden Technologien immer kürzere Wartezeiten.

Glossar

ADAC	Größter deutscher Automobil-Club
Antiblockiersystem	System zum verhindern blockierender Reifen
Antriebsschlupfregelung	Regelung der Motorleistung durch durchdrehenden
	Reifen
Bremsassistent	System zur Bremskraftverstärkung
Curtain-Airbag	Vorhang-artiger Airbag auch Window-Airbag genannt
Dummy	Lebensgroße Puppe, ausgestattet mit diversen Sensoren
Elektronisches Stabilitäts-	System zum Verhindern des Fahrzeugausbruchs
Programm	
Euro NCAP	Gesellschaft für Europäische Neuwagen-Bewertung
European New Car	Siehe Euro NCAP
Assessment Programme	
Gigahertz	Taktfrequenz des Prozessors
GUI	Grafische Benutzeroberfläche
Gurtstraffer	Strafft den Gurt bei einem Unfall
Hard Disk Drive	Magnetisches Speichermedium
HIC	Wert einer beschleunigungsbedingten Kopfverletzung
Hybrid 3-Dummy	General Motor entwickelter Dummy der 3. Generation
Lastfall	Richtlinie des Aufpralls (US NCAP, Euro NCAP etc.)
Messagebox	Meldungsfeld um Informationen anzeigen zu können
MsgBox	Meldung in Form eines Dialogfelds
NIJ	Wert einer beschleunigungsbedingten Nackenverletzung
Offset	Verschiebung der Selektion durch relativer Adressierung
RGB	Additiver Farbraum dreier Grundfarben
Solid-State-Drive	Elektronisches Speichermedium
Traction Control	Traktionskontrolle, siehe Antriebsschlupfregelung
US NCAP	Gesellschaft für Amerikanische Neuwagen-Bewertung
Versuchsnummer	interne Bezeichnung des Versuchs
Visual Basic for Application	Skriptsprache von Microsoft

Quellenverzeichnis

- U. Baumann, "ADAC entwickelt neuen Crashtest-EuroNCAP könnte ab 2018 verschärft werden," 05 Februar 2016. [Online]. Verfügbar: http://www.auto-motorund-sport.de/news/neuer-crashtest-euroncap-koennte-ab-2018-verschaerft-werden-10511308.html. [Zugriff am 07 Februar 2016].
- B. Pichler, "Unfallentwicklung-Das Ziel: Kein Toter mehr im Strassenverkehr," 31 Januar 2016. [Online]. Verfügbar: http://www.kleinezeitung.at/s/steiermark/chronik/4915612/Unfallentwicklung_Das-Ziel_Kein-Toter-mehr-im-Strassenverkehr. [Zugriff am 08 Februar 2016].
- [3] S. Renz, "Günstige Assistenzsysteme-Ist günstig auch gut?," 15 März 2015. [Online]. Verfügbar: http://www.auto-motor-und-sport.de/testbericht/guenstigeassistenzsysteme-ist-guenstig-auch-gut-9255541.html. [Zugriff am 28 Januar 2016].
- [4] F. Greis, "Autopilot für Tesla S in Deutschland erlaubt," 24 Oktober 2015. [Online].
 Verfügbar: http://www.golem.de/news/elektroauto-autopilot-fuer-tesla-s-indeutschland-erlaubt-1510-117096.html. [Zugriff am 24 Januar 2016].
- [5] A. Preu, "Unternehmen im Gespräch: Key Safety Systems Dtl. GmbH," 01 November 2015. [Online]. Verfügbar: http://www.echo-online.de/wirtschaft/wirtschaftsuedhessen/unternehmen-im-gespraech-key-safety-systems-dtl-gmbh_16339158.htm.
 [Zugriff am 20 Januar 2016].
- [6] o.V., "Das Trägheitsgesetz (1. newtonsches Gesetz)," o.J.. [Online]. Verfügbar: https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik-abitur/artikel/das-traegheitsgesetz-1newtonsches-gesetz. [Zugriff am 26 Januar 2016].
- [7] ADAC e.V., "Fahrzeuginsassen richtig sichern," Dezember 2015. [Online]. Verfügbar: https://www.adac.de/_mmm/pdf/sicher_unterwegs_fahrzeuginsassen_sichern_infobro_ 1215_158317.pdf. [Zugriff am 20 Januar 2016].
- [8] F. Kramer, Passive Sicherheit in Kraftfahrzeugen, Vieweg Verlagsgesellschaft, 1998, pp. 3-6.

- [9] H. W. Mayer, "Vom Lederriemen zum High-Tech-Lebensretter," 04 März 2009.
 [Online]. Verfügbar: http://www.faz.net/aktuell/technik-motor/auto-verkehr/dreipunktgurt-vom-lederriemen-zum-high-tech-lebensretter-1771604.html. [Zugriff am 04 Februar 2016].
- [10] Österreichischer Automobil-, Motorrad- und Touringclub, "Aufprall ohne Gurt! Was passiert?," o.J.. [Online]. Verfügbar: http://www.oeamtc.at/portal/aufprall-ohne-gurtwas-passiert+2500+1133960. [Zugriff am 15 Februar 2016].
- [11] U. Rokosch, Airbag und Gurtstraffer, Vogel Industrie Medien, 2011.
- [12] Volkswagen AG, "Die Fahrgastzelle," o.J.. [Online]. Verfügbar: http://www.volkswagen.de/de/technologie/technik-lexikon/fahrgastzelle.html. [Zugriff am 17 Februar 2016].
- [13] G. Lungu, "A 3D Flight Simulator," 17 Juli 2011. [Online]. Verfügbar: http://excelunusual.com/a-3d-flight-simulator-video-preview/. [Zugriff am 28 Januar 2016].
- [14] J. Thoma, "Die Makroviren kehren zurück," 30 April 2015. [Online]. Verfügbar: http://www.golem.de/news/security-die-makro-viren-kehren-zurueck-1504-113839.html Jörg Thoma. [Zugriff am 18 Februar 2016].
- [15] S. Lagotzki, "Einführung in VBA," o.J.. [Online]. Verfügbar: http://www.lagotzki.de/scripte/vba/introduction.html. [Zugriff am 03 Februar 2016].
- [16] Summit Software Company, "VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS," o.J..[Online]. Verfügbar: http://summsoft.com/vba/. [Zugriff am 26 Januar 2016].
- [17] H. Litke, Projektmanagement. Methoden, Techniken, Verhaltensweisen. Evolutionäres Projektmanagement, Bd. 5. Auflage, München: Carl Hanser Verlag.
- [18] Oracle Corporation, "Java API Reference," o.J.. [Online]. Verfügbar: https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/java/awt/List.html. [Zugriff am 02 Februar 2016].

- [19] Datapig Technologies, "Ten Simple Tricks to Speed up Your Excel VBA Code," 13 April 2015. [Online]. Verfügbar: http://datapigtechnologies.com/blog/index.php/tenthings-you-can-do-to-speed-up-your-excel-vba-code/. [Zugriff am 20 Februar 2016].
- [20] M. Nuncic, "HDD versus SSD versus Hybrid Storage: Ein Leitfaden für Unternehmen," 17 März 2015. [Online]. Verfügbar: http://blog.krollontrack.de/hddversus-ssd-versus-hybrid-storage-ein-leitfaden-fuer-unternehmen/3135 Michael nuncic 17.03.2015.
- [21] K. Hinum, "SSDs und HDDs im Vergleich," 29 November 2012. [Online]. [Zugriff am 21 Februar 2016].
- [22] V. Zota, "Schnellere SSDs mit PCI Express," 07 Mai 2015. [Online]. Verfügbar: http://www.heise.de/newsticker/meldung/Schnellere-SSDs-mit-PCI-Express-2636205.html. [Zugriff am 21 Februar 2016].
- [23] N. I. Bohlin, "Auslegeschrift 1101987". Patent de1101987a, 24 August 1959.
- [24] Daimler AG, "Béla Barényi, der Lebensretter," o.J.. [Online]. Verfügbar: http://www.mercedesbenz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/ho me/world/mythos/news/bela_barenyi.html. [Zugriff am 04 März 2016].