1 Inhaltsverzeichnis

1 INHALTSVERZEICHNIS 1

2 ZWECK DER ARBEIT 2

3 ZUSAMMENFASSUNG 3

4 VERSUCHSFAHRZEUG 4

5 VERSUCHSANORDNUNG 4

5.1 BAUTEILBESCHREIBUNG 4
5.2 BLOCKSCHEMA 5
5.3 ANORDNUNG DER DEHNUNGSMESSSTREIFEN 5
5.4 ANORDNUNG DES THERMOELEMENTES 8
5.5 EDS & DMS MESSBOX 8
5.6 RAD VEKTOR-/ MIKROWELLEN SENSOR 9
5.7 GENAUIGKEIT DER MESSGERÄTE 9

6 VERSUCHSAUFBAU 10

6.1 ALLGEMEINES 10
6.2 VARIATIONSPARAMETER 10
6.2.1 Originalkonfiguration 10
6.2.2 Tiefergelegt mit Originalfelgen 10
6.2.3 Tiefergelegt und Spurverbreiterung 10
6.3 MESSTRECKE DES ZYKLUS 11
6.3.1 Beschreibung 11
6.3.2 Geschwindigkeitsverteilung auf der Messstrecke 11
6.4 EINZELVERSUCHE 12
6.4.1 Vollbremsung 12
6.4.2 Kurvenfahrt 12
6.4.3 Slalom 12
6.4.4 Schwellenüberfahrt 12

7 MESSDATENAUSWERTUNG 13

7.1 DATENVERARBEITUNG 13
7.2 RAINFLOW-ZÄHLUNG 14

8 MESSRESULTATE 15

8.1 ZYKLUS 15
8.1.1 Betriebslastenkollektive 15
8.1.2 Rechteck-Ersatzkollektive 16
8.1.3 Temperatur am Radlager 17
8.2 EINZELVERSUCHE 18
8.2.1 Vollbremsung 18
8.2.2 Kurvenfahrt 18
8.2.3 Slalom 19
8.2.4 Schwellenüberfahrt 20

9 SCHLUSSFOLGERUNGEN 21

10 DANKESWORT 22

11 QUELLENVERZEICHNIS 23

12 ABBILDUNGSVERZEICHNIS 23

13 PERSÖNLICHES SCHLUSSWORT 24

2 Zweck der Arbeit

Eine Verbreiterung der Spur an einem Fahrzeug ist laut Gesetz[1] nur erlaubt, wenn sie vom Fahrzeughersteller vorgenommen wird, oder dieser eine Eignungserklärung für das betreffende Fahrzeug abgibt. Eine Spurverbreiterung ist jedoch zulässig, wenn ein anderes Rad verwendet wird, dessen Einpresstiefe nicht mehr als 1 Prozent pro Seite der ursprünglichen Spurweite abweicht.

In einem länger dauernden Projekt soll nun untersucht werden, wie sich eine Spurverbreiterung auf die Betriebsfestigkeit von einer Radaufhängung auswirkt. Die Spurverbreiterung kann sowohl durch Variation der Einpresstiefe oder durch Verwendung der auf dem Zubehörmarkt erhältlichen Distanzscheiben erfolgen. Die vorliegende Projektarbeit ist als Teilarbeit in diesem Projekt einzuordnen.

Nachdem eine erste Projektarbeit [1] im Wintersemester mit Dauerversuchen auf dem Prüfstand keine eindeutigen Ergebnisse lieferte, soll das Problem mit der vorliegenden Arbeit von der anderen Seite her angegangen werden. Dass heisst, dass man nun das reale Beanspruchungsniveau der Radaufhängung, insbesondere des Achsschenkelschwenklagers untersucht. Dabei kommen verschiedene Spurweiten, respektive Einpresstiefen der Räder und unterschiedliche Federn und Dämpfer zum Einsatz.

Die Arbeit gliedert sich in 4 Schwerpunkte:

- Grundlagenstudium
- Aufbau und Durchführung der praktischen Versuche
- Auswertung der Ergebnisse und Spannungsanalyse
- Erstellung des Arbeitsrapportes

Als Hauptziel gilt es, die entsprechenden Belastungskollektive zu ermitteln, damit man eine Standortbestimmung machen kann, um zu sehen was für Belastungen überhaupt auftreten. Des weiteren werden diese Werte auch für die zukünftigen Prüfstandversuche benötigt.

[1] Siehe VTS, Art. 56, Abs. 1+3

3 Zusammenfassung

Die Hauptaufgabe der Projektarbeit bestand darin, Belastungen an einem Achsschenkelschwenklager zu untersuchen. Dieses Schwenklager ist ein Bestandteil der Radaufhängung des aktuellen Volkswagen Golf GTI.

Um diese Belastungen zu messen, rüstete man an das Schwenklager an verschiedenen Stellen mit Dehnungsmessstreifen (DMS) aus. Mit diesen DMS ist ein Aussage bezüglich der Oberflächenspannung am geprüften Bauteil möglich, was wiederum Rückschlüsse auf die kräftemässige Beanspruchung zulässt.

Das Fahrzeug ist demzufolge in 3 verschiedenen Ausführungen gemessen worden:

1. Das Fahrzeug liess man im ursprünglichen Zustand belassen, wie es vom Herstellerwerk herkommt.

2. Anschliessend wurden die Federn und die Stossdämpfer durch etwas sportlichere Ausführungen ausgetauscht. Im gleiche Zuge ersetzte man auch den Kurvenstabilisator an der vorderen Achse. Diese Massnahmen bewirkten eine Herabsetzung der Karosserie um einige Zentimeter. Dieser Vorgang wird allgemein als Tieferlegung bezeichnet.

3. Nun kamen auch noch andere Räder zum Einsatz. Diese bewirken eine Vergrösserung des Abstandes von der linken zu der rechten Felge der jeweiligen Achse. Also eine sogenannte Spur(weiten)verbreiterung.

Mit diesen 3 Ausführungen machte man anschliessend 2 verschiedene Fahrversuche. Einerseits fuhr man eine vorgegebene Fahrstrecke über Stadt, Land und Autobahn ab. Mit diesen Werten erhält man Aufschluss, was für Belastungen während eines Autolebens auf das Schwenklager auftreten. Andererseits gab es verschiedene einzelne Fahrversuche wie z.B. mehrere Vollbremsungen oder Kurvenfahrten. Diesbezüglich erhoffte man sich genaue Unterschiede bei den 3 unterschiedlichen Fahrzeugausführungen bezüglich den Belastungen zu erkennen.

Die zu Beginn der Projektarbeit gemachten Prognosen bezüglich der Resultate, bewahrheiteten sich nur zum Teil. Die Abänderungen am Fahrzeug brachten nicht nur erhöhte Belastungen ans Tageslicht, sondern sie änderten sich zum Teil kaum oder erzielten sogar eine Entlastung am geprüften Bauteil.

4 Versuchsfahrzeug

Die Spannungsanalyse der Radaufhängung wurde an folgendem Fahrzeug[2] vorgenommen:

Marke:	VW
Typ:	Golf GTI 1.8i 20V Turbo
Art des Fahrzeuges:	Limousine
Leergewicht:	1388 kg
Zul. Gesamtgewicht:	1780 kg
Achsgarantien VA:	985 kg
Achsgarantien HA:	920 kg
Testgewicht auf VA:	ca. 980 kg
Testgewicht auf HA:	ca. 799 kg
Messgeräte:	ca. 10 kg
Gesamttestgewicht:	ca. 1779 kg (Benzintank halb voll)

Abbildung 1: VW Golf 4 GTI

5 Versuchsanordnung

5.1 Bauteilbeschreibung

Die Spannungsanalyse wurde am Schwenklager[3] (wird auch als Achsschenkelschwenklager oder Radlagergehäuse bezeichnet) der vorderen linken Radaufhängung des Golf 4 durchgeführt. Das Schwenklager ist aus Gusseisen (GGG 40) gefertigt und wird bei der Firma Georg Fischer [5] in Schaffhausen hergestellt. In das Schwenklager wird das Radlager und der ABS

[2] Für Detailierte Angaben siehe Anhang Kapitel 1
[3] Siehe Abbildungen 3÷6, VW Nr. 1J0 407 256 K

Sensor eingebaut. Ebenfalls Bremssattel und Bremsschild sind am Schwenklager befestigt. Am oberen Teil des Schwenklagers wird das McPherson Federbein eingeklemmt, am unteren Ende wird der Querlenker befestigt und seitlich am Lenkarm ist die Spurstange fixiert.

5.2 Blockschema

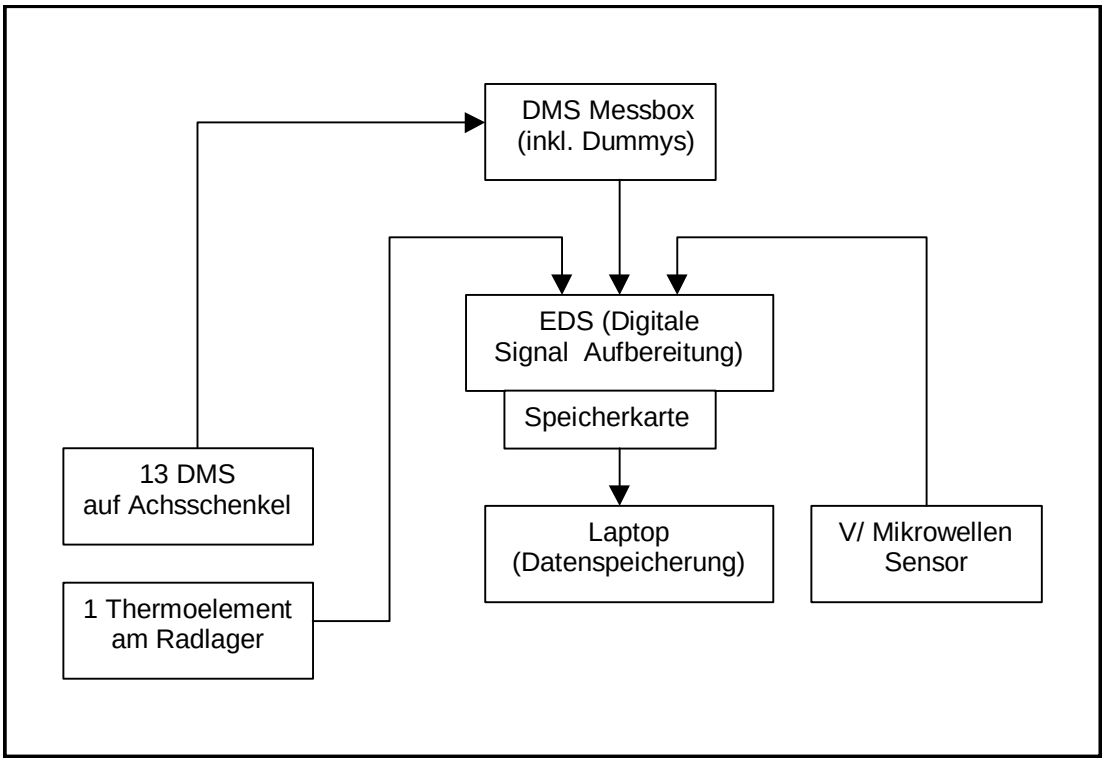

Abbildung 2: Blockschema Versuchsanordnung

5.3 Anordnung der Dehnungsmessstreifen

Um die Belastungen am Schwenklager zu untersuchen, musste das Bauteil mit Dehnungsmessstreifen (1 Messrichtung) bestückt werden. Die für die Spannungsanalyse interessanten Stellen, wurden mit Hilfe der FEM Analysen und Schwingfestigkeitsuntersuchungen der Firma Georg Fischer bestimmt [5]. Das Schwenklager wurde folglich an 13 verschiedenen Stellen mit DMS ausgerüstet. Auf dem Schwenklager wurden keine DMS Dummys aufgeklebt. Diese befanden sich in der DMS Messbox [4] und sind in einer Vollbrückenschaltung angeschlossen.

Auf den folgenden 2 Seiten, werden mit Hilfe von Fotos die verschiedenen Klebestellen auf dem Schwenklager gezeigt. Die Nummerierung der einzelnen DMS entspricht der Bezeichnung, wie sie später auch in den Auswertungen und Diagrammen vorkommen.

[4] Siehe Abbildung Nr. 7

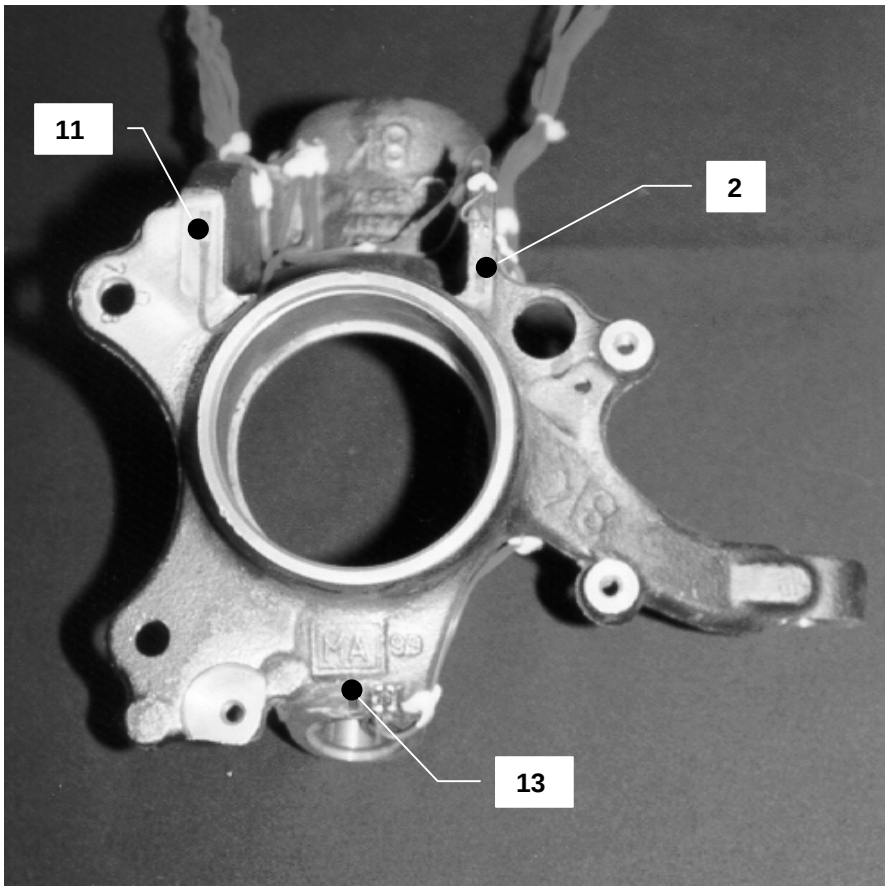

Abbildung 3: Schwenklager seitlich

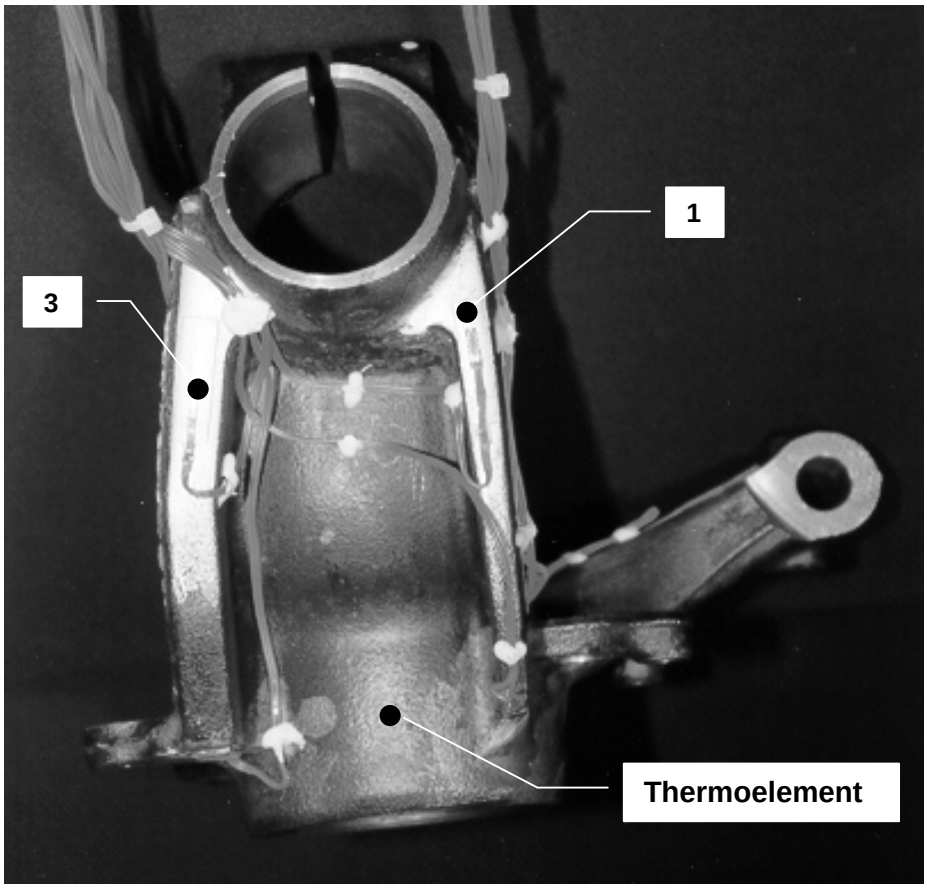

Abbildung 4: Schwenklager oben

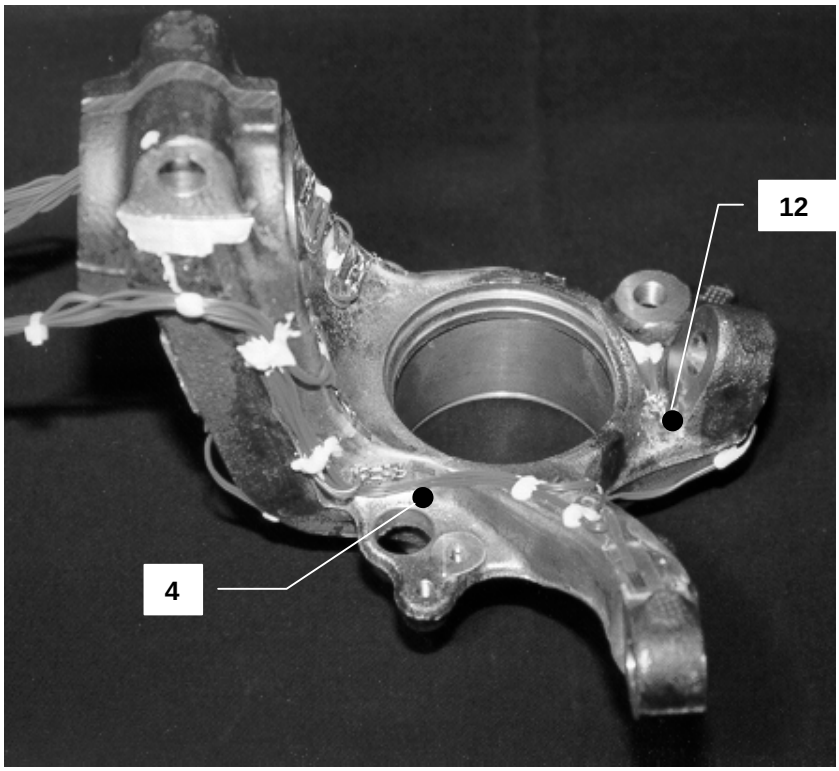

Abbildung 5: Schwenklager hinten

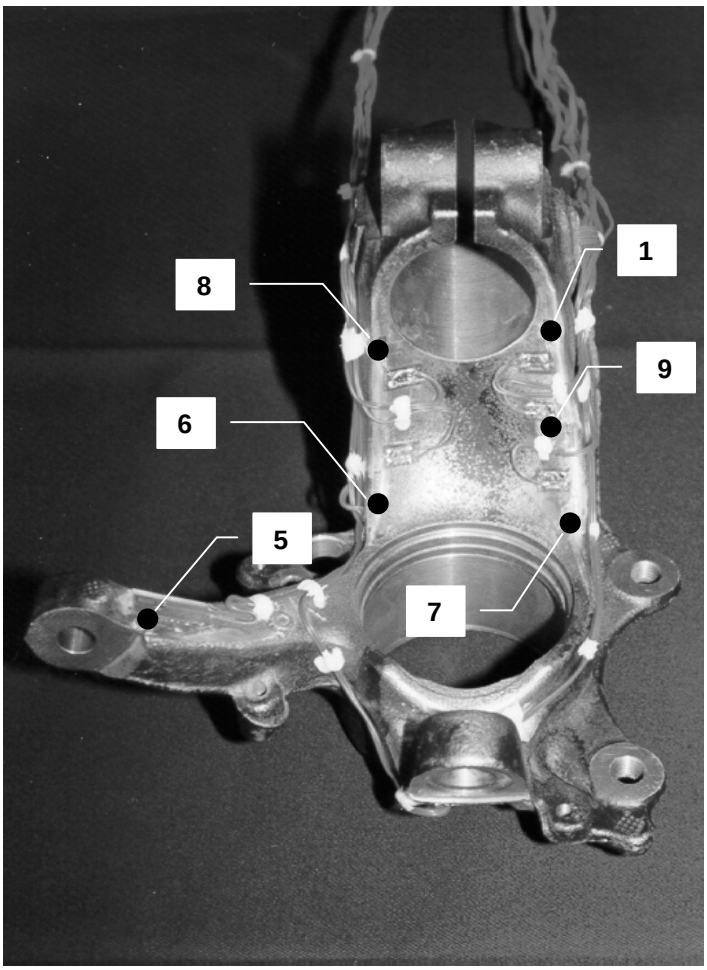

Abbildung 6: Schwenklager hinten II

5.4 Anordnung des Thermoelementes

Bei der vorangegangenen Projektarbeit [1] wurde während den Prüfstandversuchen das Radlager beschädigt. Als Schadensursache waren zu hohe Betriebstemperaturen verantwortlich, welche die Schmiereigenschaften des Lagerfettes zerstörten.

Um nun zu einem späteren Zeitpunkt auf dem Prüfstand praxisnahe Bedingungen zu schaffen, ist das Schwenklager neben den DMS auch mit einem Thermoelement ausgestattet worden. Dies geschah mit einer Bohrung in der Nähe des Radlagers[5]. Dort hinein wurde anschliessend das Thermoelement geklebt.

5.5 EDS & DMS Messbox

Beim EDS Gerät handelt es sich um ein digitales Datenerfassungssystem. Einerseits dient das Gerät als Verstärker, andererseits konvertiert es analoge Signale in digitale und speichert diese auf einer SRAM Speicherkarte. Die Messwerte können dann mit Hilfe eines Laptops über die PCMCIA Schnittstelle, in Form von Dateien übermittelt werden.

Die DMS Messbox hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Anschluss der DMS-Kabel ermöglichen
- Mit den eingebauten Dummys (Präzisionswiderstände) und dem entsprechenden DMS eine Vollbrücke zu bilden
- Anschlussbuchsen (Signalausgang) für das EDS System

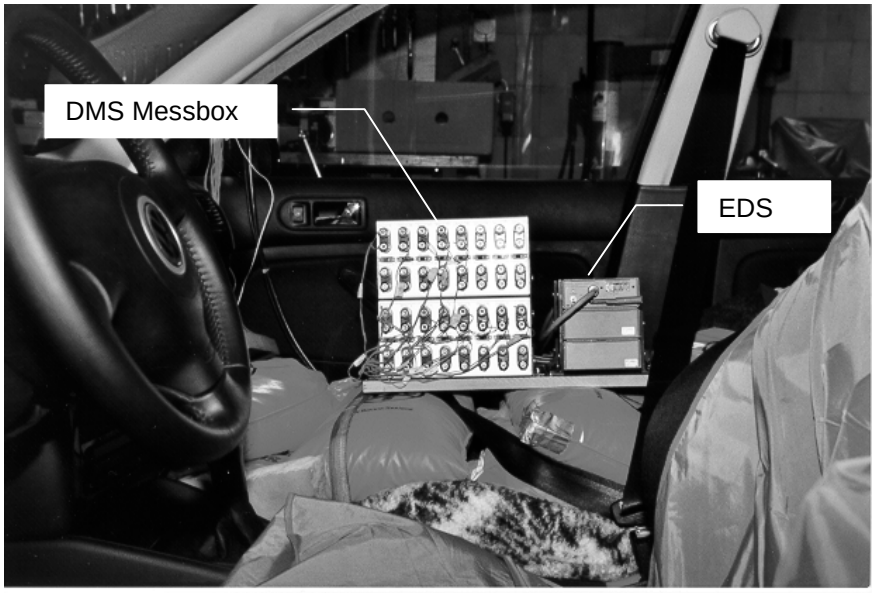

Abbildung 7: DMS Messbox / EDS

[5] Siehe Abbildung 4

5.6 Rad Vektor-/ Mikrowellen Sensor

Zur Erfassung der Geschwindigkeit und der gefahrenen Wegstrecke wurden Sensoren der Firma Datron [6] verwendet. Aus Gründen der Verfügbarkeit wurden zwei verschiedene Systeme eingesetzt.

Der Vektor Rad Sensor V2 arbeitet mit einem elektro-optischen System. Neben der Längsgeschwindigkeit kann der V Sensor eine Vielzahl von anderen Messgrössen abgeben.

Der M3 Sensor arbeitet mit Mikrowellen die nach dem Dopplerprinzip ausgewertet werden.

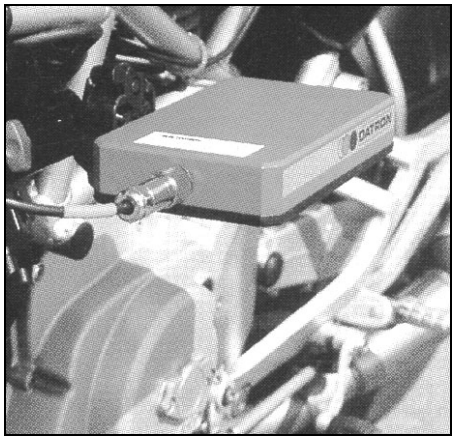

Abbildung 8: Mikrowellen Sensor M3/ Vektor Rad Sensor V2

5.7 Genauigkeit der Messgeräte

- EDS Digital Signal Conditioner (EDS 28A/ EDS 200A):

  Spannung: ± 0.5 %
  Thermoelement: ± 0.5 %

- Rad Vektor Sensor (Datron V2/E):

  Geschwindigkeit/ Weg: ± 0.5 %

- Mikrowellen Sensor (Datron M3):

  Geschwindigkeit/ Weg: ± 0.5 %

- DMS 1 axial (Kyowa, Typ KFG-5-120-C1-11/ KFW-5-120-C1-11L5M2R)

  Messfaktor: ± 1.0 %

6 Versuchsaufbau

6.1 Allgemeines

Grundsätzlich gelangten zwei verschiedene Prüfverfahren zur Anwendung:

- Zur Aufnahme der Betriebslastkollektive wurde eine Art Zyklus auf einer im voraus definierten Strecke auf öffentlichen Strassen abgefahren. Die Messstrecke führte über Stadt und Land und war von unterschiedlicher Beschaffenheit und Qualität. Mit jeder Variation des Fahrzeuges wurden zwischen 3 und 4 mal ein Zyklus abgefahren. Die erhaltenen Werte wurden anschliessend auf bis zu 150‘000 km hochgerechnet, damit man schlussendlich ein Betriebslastenkollektiv im Bereich einer durchschnittlichen Lebenserwartung eines Fahrzeuges erhält. Um die aufgenommene Datenmenge auf ein vernünftiges Mass zu beschränken, wurden nur die 4 interessantesten DMS Messpunkte aufgezeichnet.

- Neben den Fahrzyklen registrierte man auch noch einzelne Fahrmanöver. Es handelt sich dabei um kurzzeitige Messungen, die jeweils nur ca. 10 s mit dem EDS aufgenommen wurden. Mit jeder Variation des Fahrzeuges wurden je 5 Messungen pro Fahrmanöver aufgezeichnet, welche anschliessend für die Auswertung gemittelt wurden. Mit diesen Resultaten kann man Auskunft geben, welche Fahrmanöver zu eventuellen erhöhten Belastungen am Schwenklager führen könnten. Im Gegensatz zu den Zyklusmessfahrten zeichnete das EDS alle 13 DMS auf.

6.2 Variationsparameter

6.2.1 Originalkonfiguration

Zuerst wurden die Zyklen und Fahrmanöver mit dem Fahrzeug im Originalzustand gefahren. Das Fahrzeug wurde dabei mit Sandsäcken bis zum maximalen Gesamtgewicht bzw. auf maximale Achslast an der Vorderachse beladen.

6.2.2 Tiefergelegt mit Originalfelgen

Bei der zweiten Variation waren andere Federn und Stossdämpfer eingebaut. An der Vorderachse wurde auch noch der Stabilisator ausgetauscht. Daraus resultierte eine Absenkung der Fahrzeugkarosserie an der Vorderachse um 44 mm und an der Hinterachse um 51 mm (im Leerzustand gemessen). Weiterhin kamen die originalen VW Felgen zum Einsatz.

6.2.3 Tiefergelegt und Spurverbreiterung

Zu guter letzt wurden eine andersartige Felgen mit einer anderen Einpresstiefe und Maulweite gefahren. Die Spurweite für eine Fahrzeugseite wuchs an der Vorderachse um 12 mm und der Hinterachse um 7 mm an. Die Verwendung eines anderen Felgentyps, brachte auch eine andere Reifendimension mit sich.

6.3 Messtrecke des Zyklus

6.3.1 Beschreibung

Die Messstrecke, welche für die Ermittlung der verschiedenen Betriebslastenkollektive abgefahren wurde, lässt sich in verschiedene Strassenverhältnisse einteilen:

- Feldweg: 8.8 %
- Waldweg: 1.2 %
- Überland: 17.7 %
- Autobahn: 55.4 %
- Stadtverkehr: 16.9 %

Die Gesamtstrecke einer Messfahrt betrug ca. 31.2 km.

6.3.2 Geschwindigkeitsverteilung auf der Messstrecke

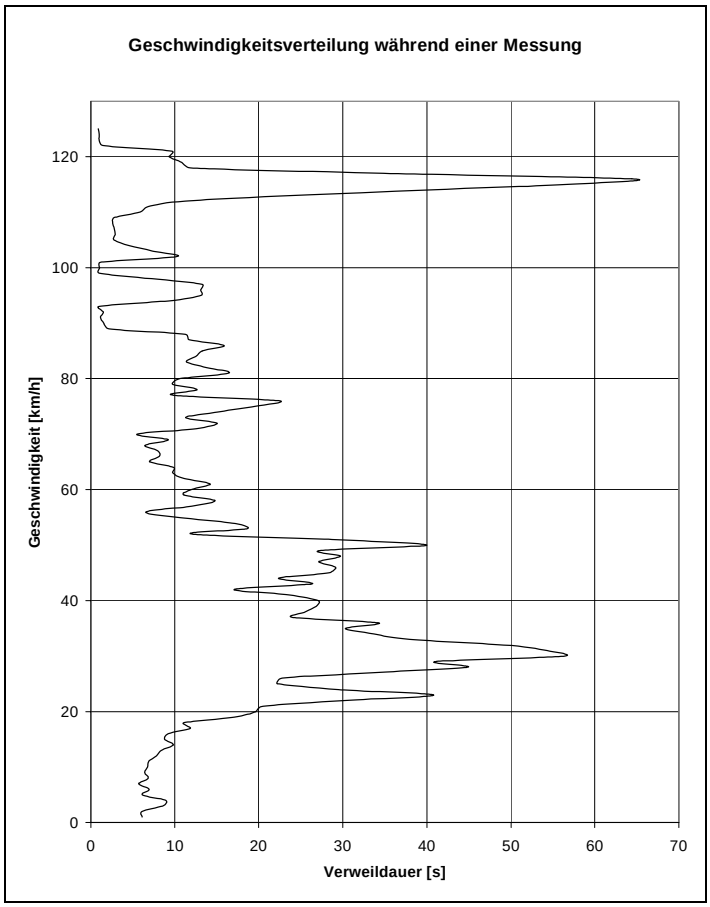

Abbildung 9: Geschwindigkeitsverteilung

6.4 Einzelversuche

6.4.1 Vollbremsung

Aus rund 80 km/h wird eine Vollbremsung vollzogen, bis das Fahrzeug zum Stillstand kommt.

6.4.2 Kurvenfahrt

Eine 180° Kurve mit einem mittleren Radius von 15 Meter wird mit 40 km/h durchfahren. Dieses Fahrmanöver wurde 5 mal von der rechten Seite und 5 mal von der linken Seite her gefahren.

6.4.3 Slalom

Mit 50 km/h wird durch Pylonen gefahren, welche mit einen Abstand von 18 Meter zueinander aufweisen.

6.4.4 Schwellenüberfahrt

Mit 50 km/h wird eine Schwelle aus Holz überfahren.

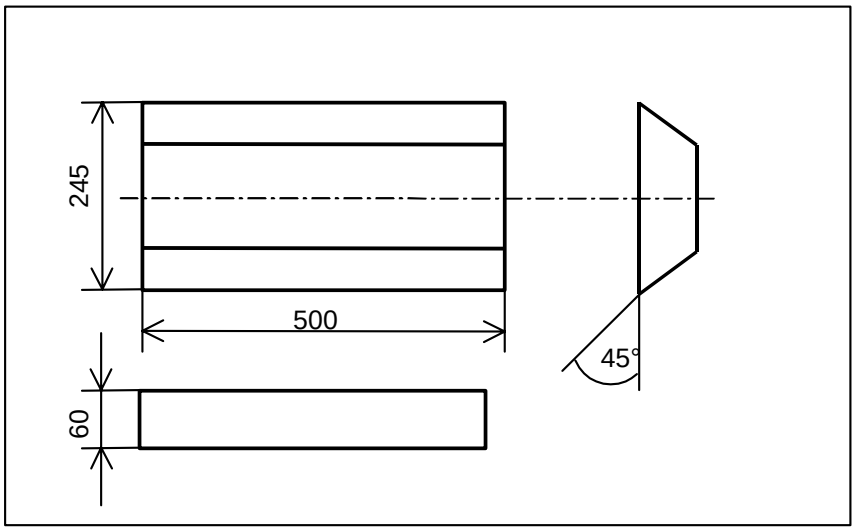

Abbildung 10: Skizze Schwelle

7 Messdatenauswertung

7.1 Datenverarbeitung

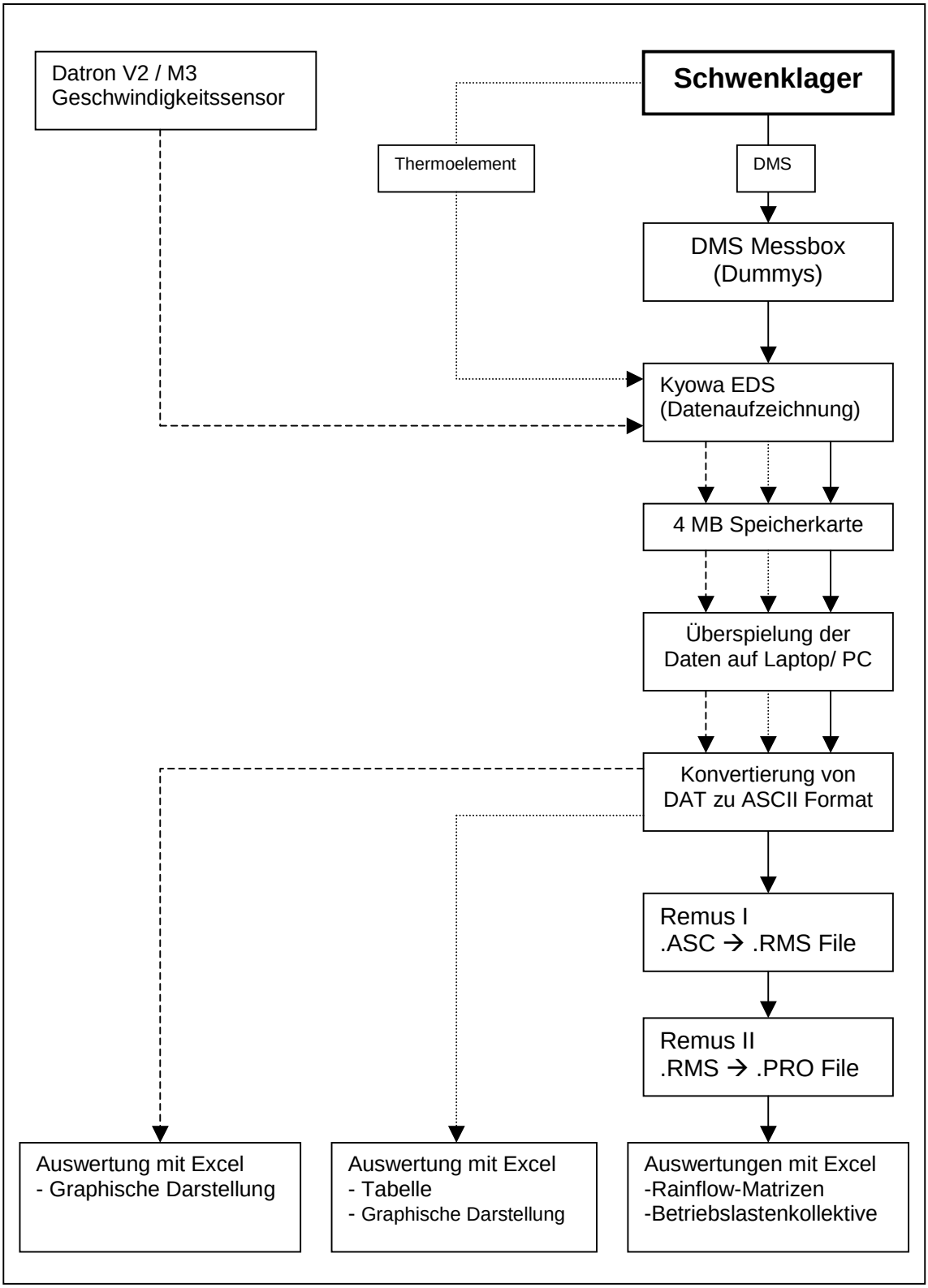

Abbildung 11: Blockschema Datenverarbeitung

7.2 Rainflow-Zählung

Betriebslasten sind im Grunde nichts anderes als eine Folge von einzelnen Schwingspielen oder Halbschwingspielen unterschiedlicher Mittellast und Amplitude. Zur Charakterisierung einer Betriebslast-Zeitfunktion erscheint es daher naheliegend, Grösse und Häufigkeit dieser Schwingspiele zu erfassen. Dies geschieht mit einem Zählverfahren.

In diesem Fall wurde die sogenannte Rainflow-Zählung (Englisch: Rainflow Counting) verwendet. Das „Rainflow-Verfahren“ ermittelt zur Beschreibung eines Ereignisses zwei zusammengehörige Bereichspaare, deren Mittelwert und Häufigkeit. Der Zählalgorithmus ist in der Weise ausgelegt, dass zwei zusammengehörige Bereichspaare genau dann erfasst werden, wenn die äussere Belastung im Werkstoff das Schliessen einer sogenannten Hystereseschleife verursacht. Diese Schleifen, verursacht durch die zu Grunde liegende Ereignisfolge, werden durch die beiden Parameter „Startklasse“ und „Zielklasse“ charakterisiert und als Häufigkeit in einer Matrix, der sogenannten Rainflow-Matrix aufsummiert. Die Matrixelemente enthalten somit die Häufigkeit (Anzahl) von Hysterese-schleifen mit bestimmter Start- und Zielklasse, die innerhalb eines Betriebsablaufes aufgetreten sind.

Mit der erhaltenen Rainflow-Matrix konnte nun ein Betriebslastenkollektiv ermittelt bzw. graphisch dargestellt werden. Anhand dieser entstand wiederum ein Rechteck-Ersatzkollektiv, welches für die zukünftigen Prüfstandsversuche auf der Hydropulsanlage benötigt werden.

8 Messresultate[6]

8.1 Zyklus

Die erhaltenen Werte aus der Rainflow-Matrix wurden nun auf 50‘000, 100'000 und 150'000 km hochgerechnet. Die Anschliessend gezeichneten Kurven zeigen wie viele (Lastspielzahl) schädigende Amplituden (Belastung) vorkommen. So gibt es normalerweise immer eine kleine Anzahl sehr hoher Amplituden und entsprechend eine Flut von weniger schädigenden Belastungen. Die Ebenfalls eingezeichneten Rechteck-Ersatzkollektive entsprechen der jeweiligen Fläche eines Betriebslastenkollektives und ist auf 2 Mio. Lastspiele beschränkt.

Bemerkung: die Y-Achse (Lastspielzahl) ist logarithmisch Dargestellt.

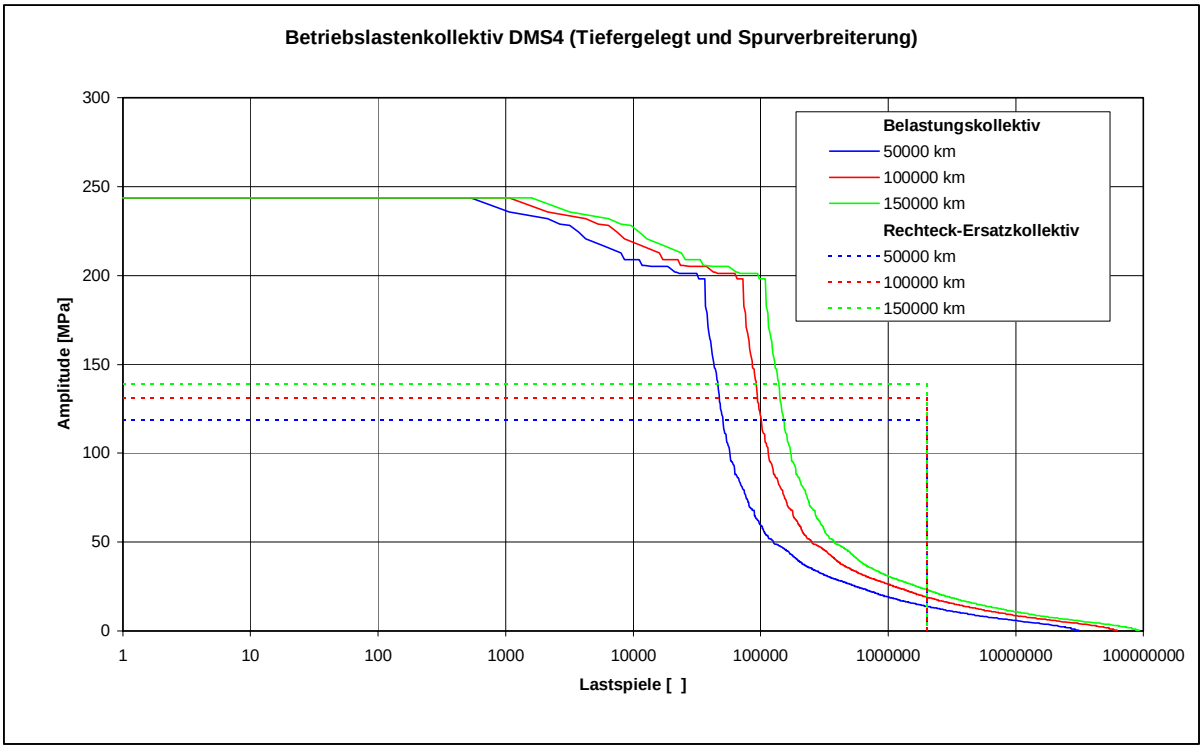

Abbildung 12: Bsp. eines Betriebslastenkollektiv

8.1.1 Betriebslastenkollektive

Bei allen 4 DMS steigen die Werte der Amplitude an. Am ausgeprägtesten ist der Anstieg bei DMS 2, signifikant gegenüber der original und der tiefergelegten Variation. Bei dem Vergleich dieser verschiedenen Betriebslastkollektiven ist jedoch Vorsicht geboten. Einerseits variiert die Form bzw. die Steigung des aufgezeichneten Kollektives. Andererseits ist beim jeweiligen DMS die Lastspielzahl bei den verschiedenen Variationen unterschiedlich.
Beim Rechteck-Ersatzkollektiv ist dies eher möglich, da es eine identische Form hat und auf 2 Mio. Lastspiele umgerechnet wurde.

[6] Die vollständige Auswahl an Graphiken ist im Anhang zu finden

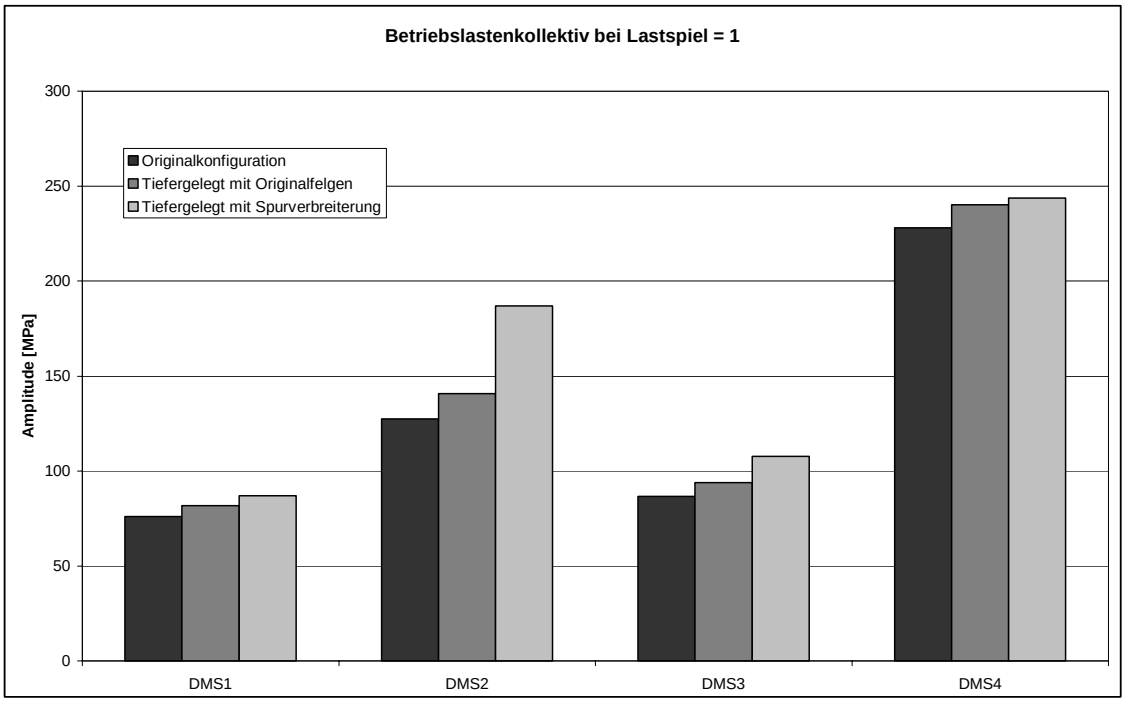

Abbildung 13: Anfangswerte Betriebslastenkolektive

8.1.2 Rechteck-Ersatzkollektive

Ausser bei der Messstelle von DMS4, nimmt das Ersatzkollektiv bei der Tieferlegung gegenüber dem Originalzustand eher ab oder bleibt etwa gleich. Die Spurverbreiterung bewirkt jedoch bei allen DMS Messpunkten zu einer Erhöhung der Amplitude. DMS 4 bildet hier eine Ausnahme, weil der Wert der Spurverbreiterung schon mit der Tieferlegung auf das Niveau der Spurverbreiterung gekommen ist.

Der Vergleich auf der Abbildung zeigt die Ersatzkollektive auf 50'000 km hochgerechnet.

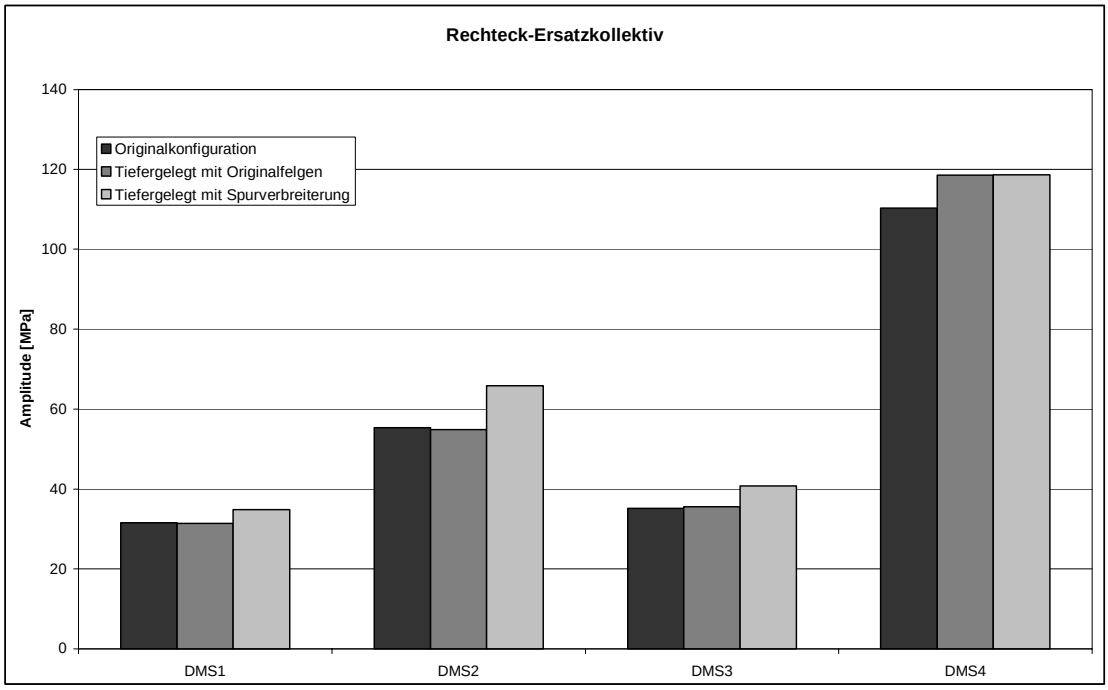

Abbildung 14: Rechteck-Ersatzkollektive

8.1.3 Temperatur am Radlager

Die Temperatur in der Nähe des Radlagers, ist von der jeweiligen Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig. Auf dem Autobahnanteil des Zyklus, bei rund 120 km/h, stieg die Temperatur auf maximale 37 °C. Bei höheren Lufttemperaturen und längerer Fahrt auf der Autobahn, wäre ein nochmaliger Anstieg der Temperatur denkbar. Während dem Stadt- bzw. Überlandteil pendelte sich die Temperatur um die 30 °C ein.

Zwischen den verschiedenen Variationsparametern waren bezüglich dem Temperaturverhalten keine nennenswerten Differenzen erkennbar.

Die dargestellte Messung wurde während einer Zyklus-Messfahrt mit der Originalkonfiguration aufgenommen. Die Umgebungstemperatur betrug 14.5 °C.

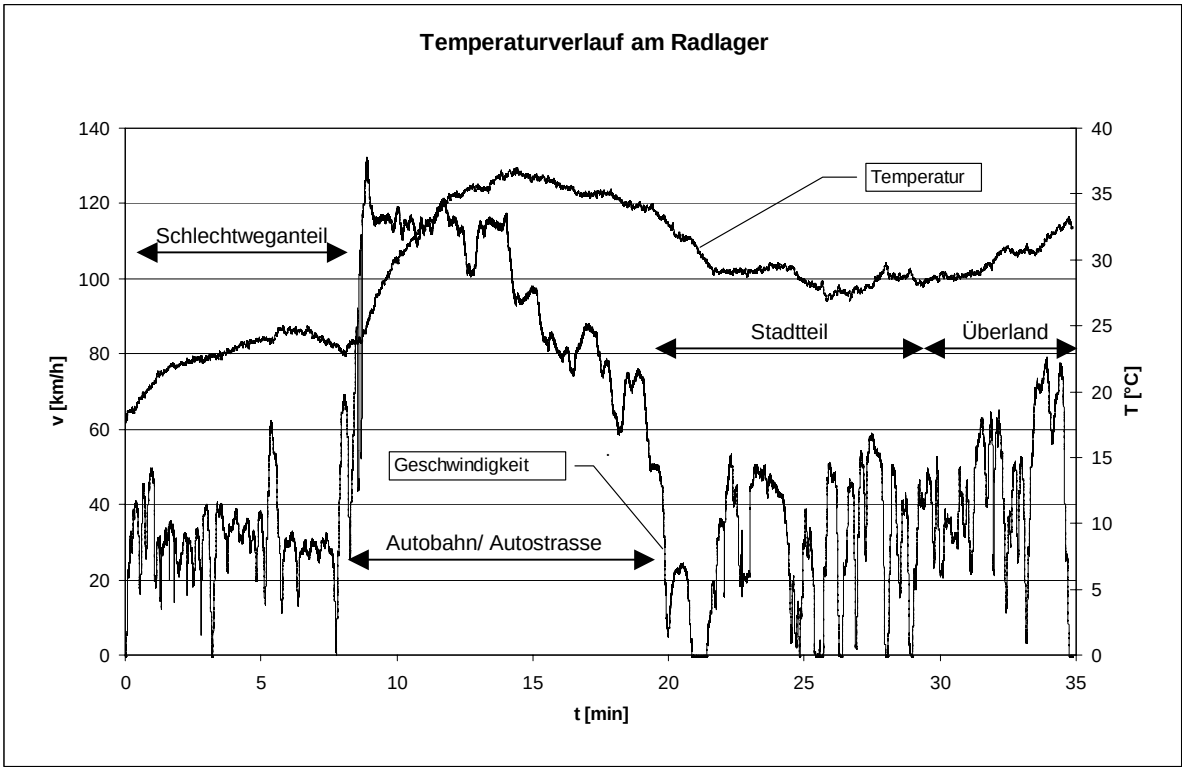

Abbildung 15: Temperatur am Radlager

8.2 Einzelversuche

8.2.1 Vollbremsung

Die Belastung hat sich hier an einigen DMS Messpunkten im wesentlichen durch die Tieferlegung der Karosserie verändert. Die Variation der Einpresstiefe hatte bei diesem Fahrmanöver annähernd keinen Einfluss auf die Belastung gezeigt.
An dem DMS 2,4 und 6 gab es eine deutliche Absenkung des Belastungsniveaus. Eine mögliche Erklärung wäre, dass durch die Tieferlegung die Nicktendenz des Fahrzeuges vermindert wurde, und somit die Hinterachse nun mehr Bremskräfte übernehmen konnte.

An den DMS 1 und 8 war hingegen eine geringe Erhöhung der Belastung zu erkennen. Die restlichen Messstellen lieferten bei allen 3 Variationen ähnliche Werte.

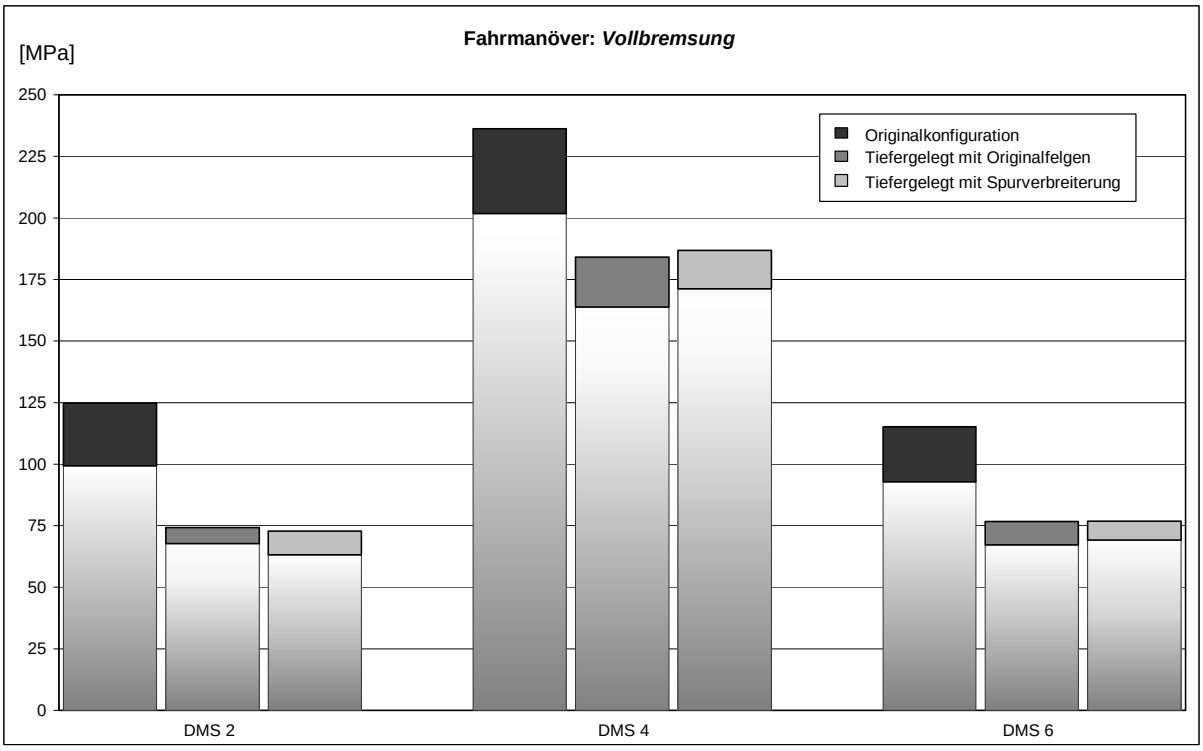

Abbildung 16: Vollbremsung

8.2.2 Kurvenfahrt

Bei fast allen Messpunkten konnte tendenziell eine Abnahme der Belastungen festgestellt werden. Durch die Tieferlegung und den Einbau eines anderen Stabilisators an der Vorderachse, dürfte sich die Wanktendenz vermindert haben. Dadurch ist es möglich, dass das kurveninnere Rad etwas mehr Querkräfte aufgenommen hat.
Erstaunlicherweise bewirkt auch die Spurverbreiterung ein zusätzliches Absenken der Belastungen am Schwenklager. Dies ist deutlich am DMS 2 und 4 zu erkennen.

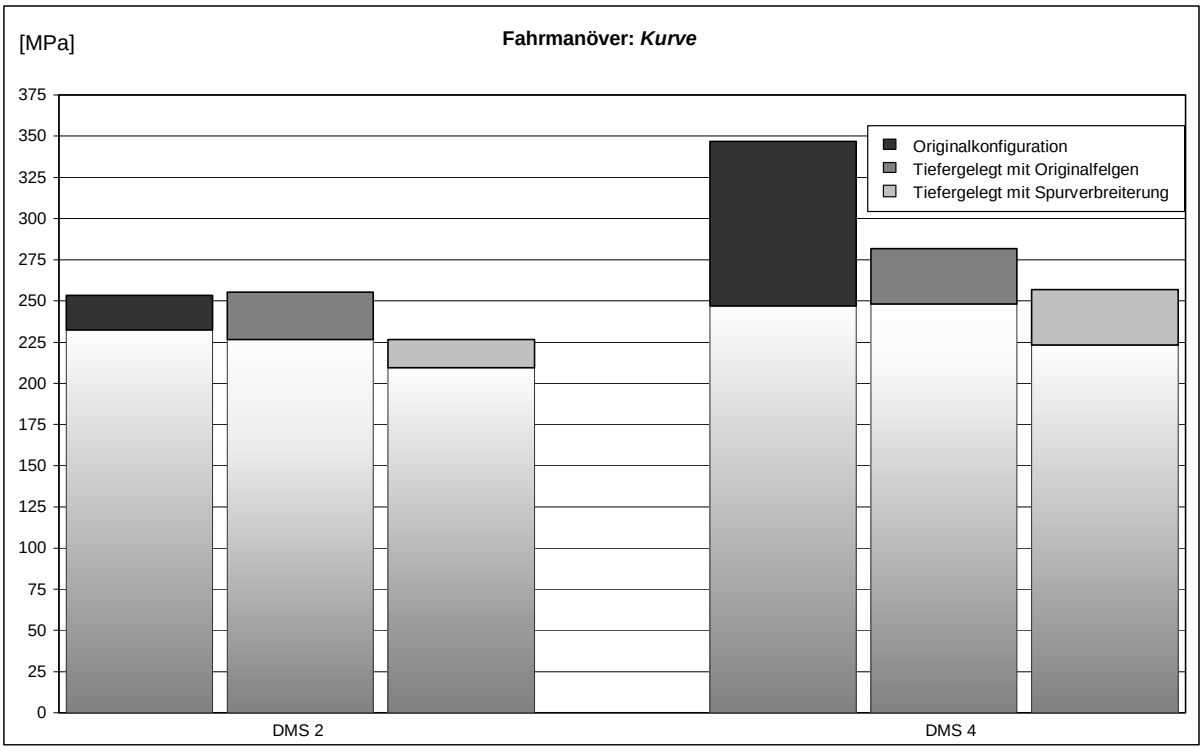

Abbildung 17: Kurvenfahrt

8.2.3 Slalom

Beim Slalom ergibt sich fast die gleiche Situation wie bei der Kurvenfahrt. Mit Ausnahme von DMS 12, ist die Tendenz der Belastung abnehmend. Die verminderte Wanktendenz dürfte auch hier massgebend beteiligt sein.

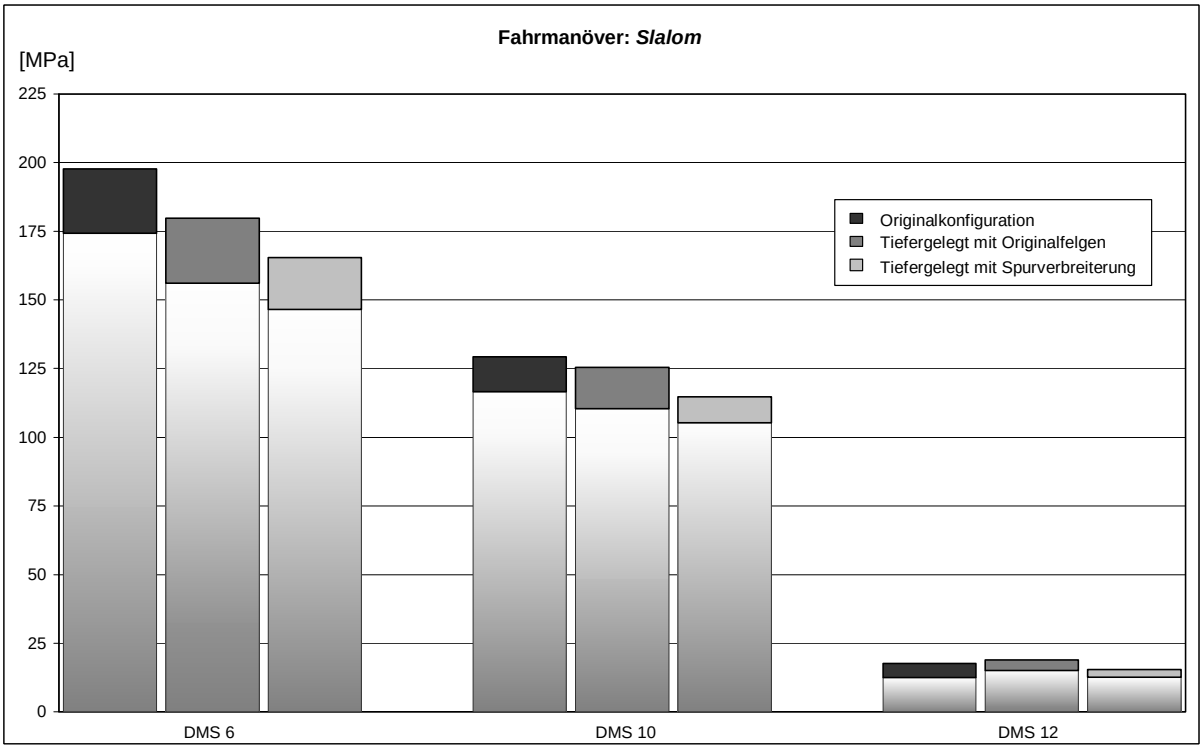

Abbildung 18: Slalom

8.2.4 Schwellenüberfahrt

Ein deutlich anderes Bild zeigt sich bei der Schwellenüberfahrt. Die Tieferlegung bewirkt gegenüber der Originalkonfiguration eine Abnahme der Belastung. Die später erfolgte Spurverbreiterung führte wiederum zu einer Erhöhung der Belastung, bei fast allen Messpunkten, auf das Niveau der Originalkonfiguration. Eine Ausnahme bildete der DMS 10, welcher schon mit der Tieferlegung einen Anstieg der Spannung aufzeigte.

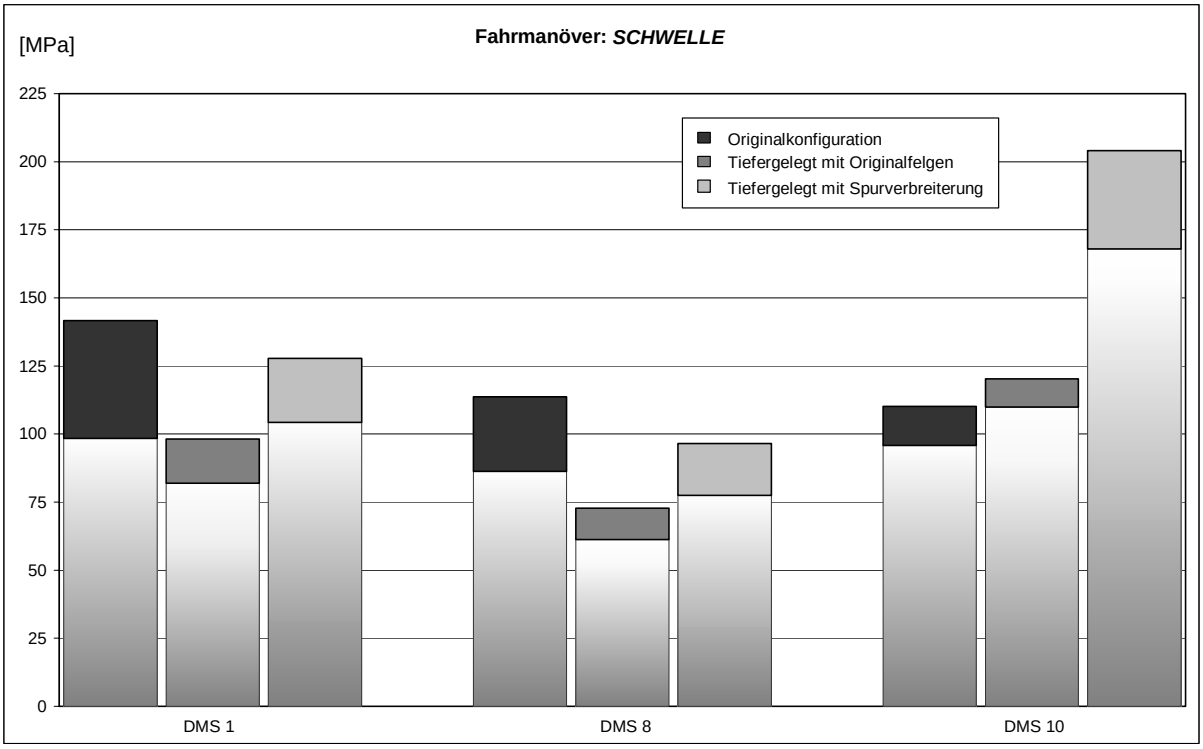

Abbildung 19: Schwellenüberfahrt

9 Schlussfolgerungen

Das Hauptziel dieser Projektarbeit, das Ermitteln der jeweiligen Betriebslastkollektive für das Schwenklager, darf als erreicht bezeichnet werden. Mit den Daten der vorliegenden Arbeit, sollte somit einem Fortführung des Projektes auf dem Hydropuls Prüfstand nichts mehr im Wege stehen.
Die gemessenen Werte entwickelten sich allerdings nicht immer in die erwartete Richtung. Desto Trotz muss man mit diesen Praxiswerten in Zukunft weiter arbeiten.

Für die folgende Arbeit ergeben sich zwei Empfehlungen:

- Bevor ein neues Schwenklager auf dem Prüfstand belastet wird, sollte man davor einige Vorversuche mit dem mit DMS ausgerüsteten Schwenklager durchführen. Es kann so kontrolliert werden, ob die von der Hydropulsanlage eingeleiteten Kräfte mit den Werten dieser Arbeit in etwa übereinstimmen. Gegebenenfalls muss die Prüfstand-Konstruktion der vorhergehenden Projektarbeit [1] abgeändert werden.

- Während diesen Vorversuchen muss die Temperatur am Radlager überwacht werden, damit eine erneute Beschädigung des Radlagers durch überhöhte Temperatur ausgeschlossen werden kann. Gegebenenfalls benötigt das Schwenklager bzw. das Radlager Kühlung durch ein Lüftergebläse. Ein maximales Temperaturniveau von ca. 50° C wäre demnach anzustreben.

10 Dankeswort

Ein Dank geht an die Firma Carex in Goldach, insbesondere an Herr Brunner, welche uns ein geeignetes Fahrzeug mit entsprechender Zubehörausrüstung zur Verfügung stellte.

Dank gilt ebenfalls der Firma Georg Fischer +GF+ Schaffhausen, speziell den Herren Mahnig und Müller, welche uns mit diversen Radlagergehäusen versorgten.

Gleichermassen möchte ichmich bei folgenden Personen für ihre tatkräftige Unterstützung vor Ort bedanken:

- Hr. U. Fecker, Assistent DTC Vauffelin
- Hr. M. Strub, Assistent DTC Vauffelin
- Hr. M. Eisele, Tech. Mitarbeiter DTC Vauffelin

Ohne ihre tolle Mitarbeit wäre dieses Projekt nicht in der vorgegebenen Zeit realisierbar gewesen.

11 Quellenverzeichnis

[1] Semesterarbeit WS 98/99, J. Rütter, Dauerfestigkeitsuntersuchung an Pkw-Schwenklager unter Variation der Einpresstiefe

[2] Semesterarbeit WS 97/98, R. Emmenegger, Erfassung und Auswertung eines Betriebslastenkollektives einer Anhängerkupplung

[3] Betriebsfestigkeitslehre, Heibach, VDI Verlag, ISBN 3-528-14010-0

[4] Tagungsband: Seminar Grundlagen der Betriebsfestigkeit 16/17. April 1997, EMPA, 8600 Dübendorf

[5] Georg Fischer +GF+, Postfach 8201, 8200 Schaffhausen, FEM Berechnungen und Bauteilschwingfestigkeit des VW Golf A4 Schwenklager. Bericht Nr: 7567, 7151, 7152

[6] Datron Messtechnik GmbH, Steinstr. 5, D-35641 Schöffengrund

[7] Verordnung über technische Anforderungen an Strassenfahrzeuge (VTS), SR 741.41, Bundeskanzlei 1999, EDMZ, 3000 Bern

12 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: VW GOLF 4 GTI 4
ABBILDUNG 2: BLOCKSCHEMA VERSUCHSANORDNUNG 5
ABBILDUNG 3: SCHWENKLAGER SEITLICH 6
ABBILDUNG 4: SCHWENKLAGER OBEN 6
ABBILDUNG 5: SCHWENKLAGER HINTEN 7
ABBILDUNG 6: SCHWENKLAGER HINTEN II 7
ABBILDUNG 7: DMS MESSBOX / EDS 8
ABBILDUNG 8: MIKROWELLEN SENSOR M3/ VEKTOR RAD SENSOR V2 9
ABBILDUNG 9: GESCHWINDIGKEITSVERTEILUNG 11
ABBILDUNG 10: SKIZZE SCHWELLE 12
ABBILDUNG 11: BLOCKSCHEMA DATENVERARBEITUNG 13
ABBILDUNG 12: BSP. EINES BETRIEBSLASTENKOLLEKTIV 15
ABBILDUNG 13: ANFANGSWERTE BETRIEBSLASTENKOLEKTIVE 16
ABBILDUNG 14: RECHTECK-ERSATZKOLLEKTIVE 16
ABBILDUNG 15: TEMPERATUR AM RADLAGER 17
ABBILDUNG 16: VOLLBREMSUNG 18
ABBILDUNG 17: KURVENFAHRT 19
ABBILDUNG 18: SLALOM 19
ABBILDUNG 19: SCHWELLENÜBERFAHRT 20

13 Persönliches Schlusswort

Nach der letzten Projektarbeit im Wintersemester betrat ich mit der 2. Aufgabe Neuland. Die Aufgabe gestaltete sich interessant und sehr abwechslungsreich. Einerseits waren da die praxisorientierten Arbeiten, wie das Kleben von DMS, der Einbau und Anschluss der Messinstallation oder das Ausbalancieren des Versuchsfahrzeuges.

Andererseits bestand ein Grossteil der Arbeit darin, die erhaltenen Messdaten auszuwerten. Dort war der Umgang mit dem Computer und den verschiedenen, zum Teil neuen, Programmen wiederum für mich eine Horizonterweiterung. Eindrücklich war sicherlich das die Verarbeitung der aufgenommenen Daten auch moderne und zeitgemässe Computersysteme ins „schwitzen“ brachten.

Gegen Ende der Projektarbeit zeigte sich immer wieder, wie wichtig korrekt ausgefüllte Messprotokolle sind. Für mich persönlich ein Hauptpunkt, den ich für meine spätere Berufstätigkeit sicherlich mitnehmen werde.

Im weiteren erlaubte mir die Aufgabe auch einen tieferen Einblick in einen Teilbereich der Dienstleistungen des Dynamic Test Center.

Vauffelin, 8. April 2005 Patrick Fluri