

Hannover, 13. Juni 2003

... \txt\2003\fnr3004.doc

Abschlußbericht

Titel: Einsatz von pflanzlichen Proteinen in Gummimischungen

FKZ: 97NR133 bzw. 22013397

Zielsetzung: Verbesserung der Haftung von Reifen auf Eis durch Zusatz von pflanzlichen Proteinen in Gummimischungen

Laufzeit: 01.09.1998 – 31.10.2002

Verbundpartner:

- 1 Continental AG
- 1.1 DMV International Nutritional
- 2 Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV) (FKZ 98NR043)
- 3 Universität Potsdam (FKZ 98NR044)
- 4 Universität Bayreuth (FKZ 98NR045)

KURZFASSUNG

Im Laufe der Projektarbeit wurden bei der Continental eine Vielzahl von Proteinen und -derivaten, die von den Projektpartnern in Zusammenarbeit entwickelt und hergestellt wurden, in Kautschukanwendungen unter systematischer Variation einer Vielzahl von Parametern eingesetzt und die erhaltenen Compounds charakterisiert. Vielversprechende Laboransätze, die in ausreichender Menge herstellbar waren, wurden anschließend in Reifenversuche übertragen. Dabei konnte durch den Einsatz von Proteinen eine Verbesserung der Wintereigenschaften von PKW-Reifen ohne Einbrüche im Abriebwiderstand erzielt werden.

Begleitend wurde versucht, mit Hilfe von Grundlagenuntersuchungen eine Korrelation zwischen charakteristischen Kennzahlen von Protein und Kautschukmischungen abzuleiten. Dieses ist aufgrund der großen Anzahl von Einflußparametern und ihrer Wechselwirkungen im System Kautschukmischung nur eingeschränkt gelungen, allerdings konnten wesentliche Parameter in ihrer Wirkrichtung identifiziert werden.

Die Aufgaben der DMV International Nutritionals umfaßten Bereitstellung von Proteinhydrolysaten unterschiedlicher Natur, wobei die Hydrolyse auch auf Lupinen- und Rapsproteine übertragen und optimiert wurde.

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangssituation und Problemstellung	3
2	Zieldefinitionen	4
2.1	Gesamtziel des Vorhabens	4
2.2	Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele.....	4
2.3	Struktur des Projektverbundes.....	6
3	Arbeitspakete der Continental AG.....	6
3.1	Arbeitspaket 1.....	6
3.2	Arbeitspaket 2.....	7
3.3	Arbeitspakete 3 und 4	7
3.4	Arbeitspaket 5.....	8
3.5	Arbeitspakete DMV International Nutritional	8
4	Ergebnisüberblick	9
4.1	AP 1: Screening und Validierung.....	9
4.2	Funktionalisierung.....	10
4.3	Compoundierung und Eigenschaftsprüfung.....	11
4.3.1	Rußmischungen	11
4.3.2	Silica-Mischungen	11
4.4	Emulsions- und Copolymerisation.....	12
4.5	Viskoelastisches Protein.....	12
5	Zusammenfassung und Fazit.....	12
6	Literatur	14
7	Anhang.....	14

1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die Haftung von Reifen ist auf Eis stark vermindert. Ursache hierfür ist bei Temperaturen nahe dem Gefrierpunkt eine hochviskose Wasserschicht, auch "liquid-like layer" genannt, von etwa $0,1 \mu\text{m}$ Dicke. Bei Temperaturen deutlich unter dem Gefrierpunkt ($T < -10 \text{ }^\circ\text{C}$) ist diese Wasserschicht fast nicht mehr vorhanden. Die Eisoberfläche verhält sich hinsichtlich des Reibungskoeffizienten wie eine trockene Glasoberfläche [1].

Möglichkeiten zur Verbesserung der Haftung bestehen z. B. im Einsatz von gespiketen Reifen, in der Verwendung einer weicheren Kautschukformulierung oder in der Realisierung einer vergrößerten Kontaktfläche. Speziell auf dem europäischen Markt sind diesen Ansätzen jedoch enge Grenzen gesetzt, die einerseits durch das Verbot von Spikereifen, andererseits durch einen deutlich erhöhten Abriebsverlust insbesondere auf schnee- und eisfreier Straße gegeben sind.

Durch Untersuchungen, die u. a. im Hause Continental durchgeführt wurden [2], konnte gezeigt werden, daß die Haftung auf kaltem Eis durch den Zusatz von Proteinen in Gummimischungen verbessert werden kann, jedoch ebenfalls verbunden mit deutlichen Einbußen im Abriebwiderstand. Die technischen Gebrauchseigenschaften neuer (Winter-)Reifenqualitäten und damit auch deren Marktdurchdringung werden hingegen wesentlich von den drei Faktoren Abrieb, Naßgriff und Eisgriff bestimmt.

Das Erschließen dieses Verwertungspotentials für Proteine aus nachwachsenden Rohstoffen erforderte daher zielgerichtete Maßnahmen. Als wesentliches Merkmal dieses Vorhabens ist die Evaluierung der Verbesserung des Eisgriffverhaltens proteinhaltiger Kautschukformulierungen im Kontext der Faktoren Abrieb, Naßgriff und technisch-ökonomische Realisierbarkeit zu sehen. Die Erarbeitung der Grundlagen der Wechselwirkungen Protein \leftrightarrow Kautschuk \leftrightarrow Gebrauchseigenschaften stand dabei im Vordergrund.

2 Zieldefinitionen

2.1 Gesamtziel des Vorhabens

Die Nutzung von Nachwachsenden Rohstoffen ist in den vergangenen Jahren zunehmend in den Mittelpunkt des Interesses gerückt, wobei für diese Entwicklung sowohl ökonomische als auch ökologische Gründe ausschlaggebend sind. Im Rahmen dieses Vorhabens sollten als Gesamtziel nun weitere Möglichkeiten eröffnet werden, die die begrenzte technische Verwendung von Proteinen aus pflanzlichen Nachwachsenden Rohstoffen, die bei bisheriger Nutzung als Nebenprodukt anfallen, zu erweitern. Damit können ggf. Auswege aus Massenbeschränkungen durch alternative Verwertungspfade von proteinreichen Nebenprodukten geschaffen werden, die zudem im Vergleich zu Futtermittelnutzungen einen Beitrag zur Verbesserung der Erlössituation leisten können.

2.2 Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele

Die wissenschaftlichen und technischen Arbeitsziele dieses Vorhabens sind, die Grundlagen zu erarbeiten, um

- das Potential von pflanzlichen Proteinen (vorzugsweise Raps, Lupine, Weizen, Leinsaat) in Laufstreifenformulierungen zu bewerten (technische Machbarkeit, wirtschaftliche Perspektive),
- geeignete Derivatisierungswege zur Hydrophobierung/Vernetzung und/oder Hydrolyse von Proteinen aufzuzeigen und sie einem industriellen Scale-up zugänglich zu machen (verfahrenstechnische Bewertung) sowie
- die Anbindung derivatisierter pflanzlicher Proteine und/oder geeigneter Hydrolysate an die Kautschukmatrix zu realisieren (reaktionstechnische Ermittlung von Parametern zur Basispolymermodifizierung).

Erst die Kenntnis dieser Grundlagen ermöglicht eine Entscheidung über einen zielführenden Einsatz von pflanzlichen Proteinen in Gummimischungen für Laufstreifen. Im Rahmen des Projektes soll daher ein experimenteller Machbarkeitsnachweis geführt werden, ohne daß eine konkrete Produktentwicklung Gegenstand des Vorhabens ist. Diese kann mit den damit verbundenen

Optimierungen im Rahmen dieses Vorhabens nicht geleistet werden und soll eventuellen Anschlußvorhaben vorbehalten sein.

Aufgrund der Komplexität der Zusammenhänge erscheint auf der Basis des derzeitigen Wissenstandes eine Zuordnung der verschiedenen Arbeiten zu folgenden Entwicklungsansätzen als aussichtsreich:

A) Protein als Füllstoff

Das Protein liegt in der Mischung als quasi-inerte und heterogene Phase vor. Physikochemische Wechselwirkungen, die durch Teilchengröße, Oberflächenstruktur, spez. Teilchenoberfläche, Molekulargewicht, aber auch durch den Einarbeitungsprozeß und/oder der Zugabe reaktiver Kopplungsreagenzien gesteuert werden können, bewirken die Bindung zwischen Protein und Polymer.

B) Kovalent gebundenes Protein ("Pfropfung")

Protein und/oder Kautschuk werden durch chemische Modifizierung (Einbau von funktionellen Gruppen, die miteinander reagieren können) derart verändert, daß eine Bindung der normalerweise unverträglichen Polymere (Protein und Kautschuk) ermöglicht wird.

C) Kautschuk-Protein-Blend ("Copolymerisation/Copräzipitation")

- a) Copolymerisation von Proteinen und Elastomeren führt dazu, daß Proteinkomponenten bereits in die Polymerkette eingebaut werden.
- b) Copräzipitation von Proteinen und Polymeren führt zu einem besseren Verblenden als das mechanische Mischen.
- c) Durch Quellen des Proteins in einem geeigneten Monomeren und anschließende Polymerisation wird ein Durchdringungsnetzwerk (IPN - interpenetrating polymer network) erzeugt.

D) Viskoelastisches Protein:

Einsatz des Proteins als Polymer: Das Protein dient als Teilsubstitut des Basispolymeren Kautschuk.

Aus der Aufstellung ist zu erkennen, daß eine enge Verknüpfung insbesondere der Teilprojekte B und C vorlag. Die Zuordnung der verschiedenen Arbeitspakete beruhte daher im wesentlichen auf den verschiedenen Prozessen, die für eine Realisierung eingesetzt wurden.

2.3 Struktur des Projektverbundes

Aus den o. g. Fragestellungen ergeben sich auch die Anforderungen an die verschiedenen Partner, die zusammen im Rahmen eines Forschungsverbundes die Grundlagen erarbeiten werden. Bild 3.1 verdeutlicht die Zuordnung der strategischen Teilprojekte zu den am Verbund beteiligten Partnern.

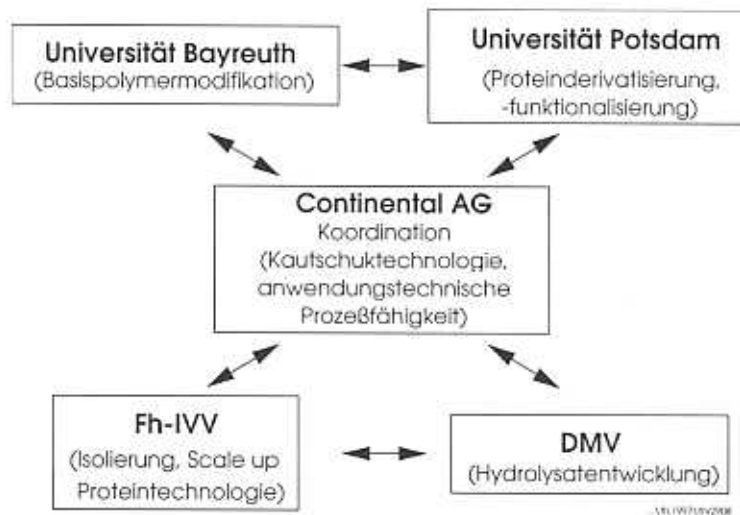


Bild 3.1: Struktur des Verbundvorhabens

Der vorliegende Abschlußbericht umfaßt ausschließlich eine Zusammenstellung der Ergebnisse aus dem Teilvorhaben der Continental AG. Bezüglich der detaillierten Ergebnisse wird auf die entsprechenden Zwischenberichte verwiesen.

3 Arbeitspakete der Continental AG

3.1 Arbeitspaket 1

Wesentliches Ziel der Screening- und Validierungsphase ist es, zu einer Korrelation der Protein-Compouneigenschaften auf Basis einer schnell verfügbaren

Rohstoffauswahl zu gelangen. Der Schwerpunkt der Aufgaben der Continental AG lag dabei in der Herstellung von Modellcompounds für die Methodenentwicklung und der Ermittlung des Eigenschaftsspektrums von proteinhaltigen Labor-mischungen (siehe Kap. 4.1) aus den ausgewählten Rohstoffen.

Als charakteristische Parameter der auszuwählenden Rohstoffe wurden die Partikelgröße (Einfluß des Vermahlungs- und Homogenisierungsprozesses), die Hydrophobie, Dispergierbarkeit, Quellvermögen und Molekulargewicht genannt gesehen. Weitere Summenparameter wie Stickstoffgehalt, Aminosäure-zusammensetzung wurden ebenfalls in die Eigenschaftskorrelation einbezogen.

3.2 Arbeitspaket 2

Der Beitrag der Continental AG innerhalb dieses Arbeitspaketes lag in der Entwicklung einer Mischermethode zur Hydrophilierung des Kautschukes in enger Zusammenarbeit und Abstimmung mit der Universität Bayreuth. Aufsetzend auf die Ergebnisse an der Universität Bayreuth war die Übertragung auf einen technisch relevanten Prozeß zu untersuchen.

3.3 Arbeitspakete 3 und 4

In diesen Teilen des Projektes lag der wesentliche Schwerpunkt der Arbeiten der Continental AG. Entsprechend der Lösungsansätze A bis C sind in umfangreichen Compoundingstudien Mischungen hergestellt, charakterisiert und die (reifen-)relevanten Eigenschaften mit Parametern der Proteinderivate in Beziehung gesetzt worden. Mit Hilfe der Methoden der statistischen Versuchsplanung ist im Rahmen der Mischungsstudien eine Zuordnung von Ursache und Wirkung in nicht einfachen Systemen möglich. Dennoch wurde aufgrund der sehr komplexen Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Mischungsbestandteilen in Multi-Polymer- bzw. Multi-Füllstoffblends der Einfluß der Proteine in zunächst vereinfachten Mischungssystemen untersucht, die aus praxisrelevanten Mischungen abgeleitet wurden. Entsprechend der verschiedenen Lösungsansätze sind verschiedene Mischungsverfahren und Substanzklassen (3.1: Phasenvermittler, Kopplungsreagenzien, 3.2: hydrophilierte Kautschuke, Protein(derivat)e, 3.3: Co-gefällte Kautschuk-Protein-Blends, 4.1: Co-gefällte Kautschuk-Protein-Blends, 4.2: Kautschuk-Protein-Copolymer) untersucht worden. Zu berücksichtigen waren

weiterhin Einflüsse durch und auf das Vernetzungssystem und die Vulkanisationsbedingungen.

Vor dem Bau und Test von Reifen sind grundlegende anwendungstechnische und polymerphysikalische Untersuchungen an den Modellvulkanisaten erfolgt, um die Eigenschaftsverbesserungen entsprechend der Zielsetzung frühestmöglich erkennen zu können und die Erfahrungen aus ersten Zyklen direkt auf die Weiterentwicklung der Arbeiten in vorgelagerten Prozeßschritten einfließen zu lassen.

Die am Ende der Untersuchungen stehenden Versuchsreifenprogramme konzentrierten sich auf die Ermittlung des Einflusses der Laufflächenmischung auf die Reifeneigenschaften. Dazu wurde jeweils ein einheitlicher Unterbau (Karkasse, Seitenwand, Gürtel) mit den verschiedenen Laufstreifenmischungen versehen. Entsprechend dem Projektziel standen bei der Untersuchung der Versuchsreifen Wintereigenschaften im Vordergrund. Die Wintereigenschaften wie Schneetraktion, und Eisbremsen müssen in einer eingehenden Charakterisierung der Reifen allerdings ergänzt werden durch die Bestimmung der Naßrutschfestigkeit und des Abriebes. Die Ermittlung der o. g. Reifeneigenschaften erfolgt mit Hilfe von Testfahrzeugen in definierten Testprozeduren mit objektiven und subjektiven Beurteilungen.

3.4 Arbeitspaket 5

Der Ansatz D nimmt in diesem Projekt eher eine untergeordnete Position ein, dennoch soll das Potential von plastifizierten Proteinen als (Teil-)Substitut für Kautschuke abgeschätzt werden. Wesentliche charakteristische Parameter sind hier in der Glasübergangstemperatur und der Vernetzbarkeit der Materialien im Anschluß an die Formgebung zu sehen. Die Rohstoffentwicklung und -bereitstellung erfolgt am Fh-IVV, wobei die Entwicklungsrichtungen durch das Anforderungsprofil der Reifencompounds vorgegeben werden. Die Aufgaben der Continental AG orientieren sich auch in diesem Arbeitspaket an dem in 3.3 geschilderten Vorgehen.

3.5 Arbeitspakete DMV International Nutritional

Die Aufgaben von DMV International Nutritional innerhalb des Projektes bestanden zunächst in der Bemusterung mit kommerziellen Weizenhydrolysaten und deren Charakterisierung. Im weiteren Verlauf sollten durch chemische Hydrolyse mittels Säuren und Basen bei erhöhten Temperaturen bzw. enzymatische Hydrolyse mit

industriell verfügbaren Enzymen möglicherweise geeignete Hydrolysate für Labor- und ggf. Reifenversuche entwickelt und hergestellt werden. Eingeschlossen war ebenfalls eine umfassende Charakterisierung der verschiedenen Produkte in Zusammenarbeit mit den übrigen Projektpartnern.

4 Ergebnisüberblick

4.1 AP 1: Screening und Validierung

Zur eindeutigen Charakterisierung der Protein-Kautschuk-Wechselwirkungen sind in Grundsatzprogrammen Untersuchungen zur Bestimmung der Füllstoffaktivität der verschiedenen bemusterten Proteine durchgeführt worden. Die Mischungen wurden zur Charakterisierung der Füllstoffaktivität durch physikalische und dynamisch-mechanische Untersuchungen charakterisiert. Ebenfalls mit einbezogen in die Untersuchungen wurden verschiedene Stärkederivate in Anlehnung an ein Patent der Goodyear [3], wonach Stärke-Weichmacher-Compounds als aktive Füllstoffe einsetzbar sein sollen.

Die Interpretation der Ergebnisse (Anlage 1 – 6) zeigte eindeutig, daß die eingesetzten Proteine und Stärkederivate als inaktive Füllstoffe zu klassifizieren sind. Leicht erhöhte Füllstoffaktivität zeigt sich für die Weizenhydrolysate im Vergleich zu nichthydrolysierten Proteinen. Die übrigen umfangreichen Parametervariationen haben im Vergleich zu üblichen Füllstoffen wenig Einfluß auf die Füllstoffeigenschaften, allerdings erscheint eine Erhöhung der Aktivität durch den Einsatz geeigneter Kopplungsreagenzien (Silane, reaktiv modifizierte niedrigmolekulare Polymere) möglich. Hingegen ist die Füllstoffverteilung in polaren Kautschuken bei Betrachtung von Glattschnitten gleichmäßiger im Vergleich zu unpolaren Matrices [4].

Im Projektverlauf sind für die Korrelation der verschiedenen Kennzahlen (Anlage 7) die folgenden qualitativen Zusammenhänge abgeleitet worden:

- Zu großes Molekulargewicht scheint negativen Einfluß zu haben.
- Die Verringerung des Molekulargewichtes eines Proteins hat positive Auswirkungen, insbes. bei Ausgangsproteinen mit hohem Molekulargewicht.
- Im Vergleich zu aktuellen realen Winter-Laufstreifenmischungen (Winter Ruß und Winter Silica) wird ein vergleichbares Niveau erzielt.
- Proteine aus Ölsaaten scheinen vorteilhaft, ein hoher Ölgehalt ist nicht schädlich.

- Die Partikelgröße / Konfektion der Protein(-derivate) muß eine gute Verteilbarkeit in der Kautschukmischung gewährleisten (kleine Partikel).
- Trotz erhöhter Härte zeigen die proteinhaltigen Mischungen im Vergleich zur proteinfreien Referenzmischung z. T. verbesserte Eigenschaften im signifikanten Bereich (Anlage 8, der Unterschied zwischen Winter Ruß und Winter Silica ist signifikant!).

Korrelationen zwischen dem Verhalten in Kautschukmischungen und weiteren proteinspezifischen Parametern konnten nicht identifiziert werden.

4.2 Funktionalisierung

Im Rahmen dieser Arbeitspakete sind insbesondere die Arbeiten zur Kautschukmodifikation an der Universität Bayreuth durchgeführt worden [10]. Auf Basis der entwickelten „Grafting-from“-Methode, bei dem einem modifizierten Protein im Polymerisationsprozess die Funktion des Initiators übertragen wird, sollte durch Einsatz des von der Uni Bayreuth zur Verfügung gestellten Proteininitiators in einer Kautschukmischung in einem Mischungsprogramm im Vergleich zu einem unmodifizierten Protein untersucht werden. Trotz umfangreicher Untersuchungen der Mischbedingungen wurde kein prozeßfähiger Compound erhalten, da in allen Fällen bereits während des Mischprozesses aufgrund der vorliegenden Temperaturbedingungen eine starke Vernetzung der Mischung einsetzte. Auf eine weiterführende Charakterisierung wurde daher verzichtet.

Ein weiterer Schwerpunkt in diesem Arbeitspaket waren neben den Arbeiten der Universität Potsdam [12] die Arbeiten der DMV International Nutritionals, die insbesondere die Hydrolyse von Raps- und Lupinenproteinen umfaßten. Dabei wurden zunächst in einem Screening die Hydrolysebedingungen auf Raps- und Lupinenproteine übertragen und die Produkte charakterisiert (Anlage 9 – 12). In einer zweiten Schleife wurden optimierte Proteinhydrolysate hergestellt (Anlage 13) und in die Compoundierung einbezogen (Kap. 4.3), ebenso wie in den abschließenden Reifenversuch (Anlage 14, Kap. 4.3.2).

Weiterhin wurden verschiedene Hydrolysate für die Universität Bayreuth bereitgestellt, die für die Anforderungen bzgl. weiterer chemischer Modifizierung besonders geeignet schienen [10].

4.3 Compoundierung und Eigenschaftsprüfung

4.3.1 Rußmischungen

Als erster Schritt wurden im Verlauf des Modellcompoundings [5, 6] die Versuche ausgewählten kommerziell erhältlichen Proteinqualitäten durchgeführt. Die Muster werden zunächst in einem Modellcompound untersucht, in dem zur Vermeidung unübersichtlicher Wechselwirkungen insbesondere auf das Verschneiden verschiedener Polymere und den Zusatz von Ölen verzichtet wurde (Anlage 15).

Die Untersuchung der einzelnen Proteinmuster erfolgte im wesentlichen auf Basis statistischer Versuchspläne, in denen ihr Einsatz in erster Linie als Füllstoff erfolgte, wobei übliche Aktivatoren für polare Füllstoffe in die Untersuchung eingebunden werden (Anlagen 16 – 22).

Eine übergreifende zufriedenstellende Korrelation von Proteinkennzahlen mit den Mischungseigenschaften ist dabei nicht gelungen (s. Kap. 4.1). Durch den Zusatz der Proteine zu den Kautschukmischungen wurde als einem wesentlichen Parameter die Härte des Compounds beeinflusst, die ihrerseits wiederum die griffbestimmenden Eigenschaften beeinflusst. Betrachtet man in den vorliegenden Ergebnissen in der statistischen Auswertung dementsprechend die Mischungshärte als Einflußfaktor, so dominiert sie alle anderen Proteinparameter in ihrer Signifikanz, d. h. es gibt aus diesen Untersuchungen keine signifikante Korrelation zwischen Protein- und Mischungsparametern bzgl. Griffeseigenschaften (beispielhaft Anlage 23). Allerdings zeigten trotz erhöhter Härte die proteinhaltigen Mischungen im Vergleich zur proteinfreien Referenzmischung z. T. verbesserte Laboreigenschaften im signifikanten Bereich (Der Unterschied zwischen Winter Ruß und Winter Silica ist signifikant!) (s. Anlage 8).

Abgeleitet aus diesen Untersuchungen wurden Mischungen mit angepaßter Härte, die auch die Grundlage für den ersten Reifenversuch bildeten [4, 7] (Anlage 24). Innerhalb dieses Versuchsprogrammes wurden die Ergebnisse der Laborversuche bzgl. Wintereigenschaften bestätigt (Anlage 25 – 28). Dabei ist zu berücksichtigen, daß, obwohl die Shore-Härte der Reifenmischungen leicht unterschiedlich war, proteinhaltige Mischungen vorteilhafte Winterperformance aufweisen (Anlage 27 u. 28).

4.3.2 Silica-Mischungen

Die Ergebnisse der ersten kompletten Versuchsschleife wurden anschließend in ein anwendungsnahes Mischungskonzept übertragen. Dazu wurde aufgrund der

Versuchsergebnisse auf verschiedenste Raps- und Lupinenproteinqualitäten fokussiert, die auch Hydrolysate umfaßten, in die Versuchsreihen einbezogen [8, 9] Als weiterer Parameter wurde die Korngrößenverteilung der Muster variiert, die analytischen Daten sind in [11] zusammengestellt (Anlagen 29 bis 33). Aus den umfangreichen Mischungsprogrammen wurden wiederum Compounds für den abschließenden Reifenversuch abgeleitet, die Ergebnisse sind in den Anlagen 34 und 35 zusammengestellt. Sie zeigen, daß es durch den Einsatz von Proteinen eine Verbesserung der Wintereigenschaften von PKW-Reifen ohne schwerwiegenden Einbruch des Abriebwiderstandes erzielt werden kann.

4.4 Emulsions- und Copolymerisation

Im Rahmen dieser Arbeitspakete sind zunächst die Arbeiten an der Universität Bayreuth durchgeführt worden. Aufgrund der stark unterschiedlichen Lösungseigenschaften ist eine erfolgreiche Copolymerisation von Proteinen mit Monomerbausteinen zur Elastomerherstellung nicht erfolgreich gewesen [10].

4.5 Viskoelastisches Protein

Die im Rahmen dieser Arbeitspakete hergestellten Muster seitens FhG-IVV hatten aufgrund ihres Thermoplast-Charakters keine Elastomereigenschaften und konnten daher nicht – wie ursprünglich vorgesehen – als Kautschuksubstitut in eine Kautschukmischung eingebracht werden. Die entsprechenden Protein-Weichmacher-Compounds wurden analog zu einem Ansatz von Goodyear [3] ebenfalls als modifizierter Füllstoff in Kautschukmischungen eingesetzt. Ein vollständiger Ersatz des Füllstoffes durch diese Derivate war nicht möglich [7], da eine homogene Verteilung nicht erzielt werden konnte. Die Bewertung der Laborergebnisse beim partiellen Füllstoffersatz zeigt im Vergleich zum nicht-plastifizierten Protein vergleichbare Ergebnisse [9] (Anlagen 33, 37 und 38).

5 Zusammenfassung und Fazit

Das Projekt ist angetreten, um als wissenschaftliches und technisches Arbeitsziele die Grundlagen zu erarbeiten, um

- das Potential von pflanzlichen Proteinen (vorzugsweise Raps, Lupine, Weizen, Leinsaat) in Laufstreifenformulierungen zu bewerten
- geeignete Derivatisierungswege zur Hydrophobierung/Vernetzung und/oder Hydrolyse von Proteinen aufzuzeigen und sie einem industriellen Scale-up zugänglich zu machen (verfahrenstechnische Bewertung) sowie
- die Anbindung derivatisierter pflanzlicher Proteine und/oder geeigneter Hydrolysate an die Kautschukmatrix zu realisieren.

Zur Zielerreichung wurden die folgenden vier Strategien entwickelt und evaluiert:

- A) Protein als Füllstoff
- B) Kovalent gebundenes Protein ("Pfropfung")
- C) Kautschuk-Protein-Blend ("Copolymerisation/Copräzipitation")
- D) Viskoelastisches Protein

Das Teilprojekt der Continental AG umfaßte dabei im wesentlichen den Einsatz der unterschiedlichen Proteinderivate in Kautschukmischungen zur Aufklärung der Wechselwirkungen zwischen Protein- und Compoundeigenschaften sowie die Validierung der Laborergebnisse in ersten Reifenversuchen.

Der Schwerpunkt der Arbeiten lag bei der Continental AG auf der Strategie A. Im vorliegenden Projekt konnte gezeigt werden, daß beim Einsatz von Proteinen als Füllstoff ein deutliches Potential zur Eigenschaftsverbesserung zu erkennen ist. Allerdings sind die Proteine in aller Regel als nicht-verstärkende Füllstoffe zu klassifizieren, eine Anbindung mit unterschiedlichen Kopplungsreagenzien in Anlehnung an die Silicatechnologie kann jedoch die Aktivität erhöhen. Die Industrialisierbarkeit ist bei Zugänglichkeit geeigneter Proteinqualitäten, die

- ein niedriges (natives) Molekulargewicht,
- ggf. eine Verringerung des Molekulargewichtes, insbes. bei Ausgangsproteinen mit hohem Molekulargewicht,
- eine Herkunft aus Ölsaaten (Raps, Lupine),
- ggf. einen höheren Ölgehalt,
- eine Partikelgröße / Konfektion der Protein(-derivate), die eine gute Verteilbarkeit in der Kautschukmischung gewährleistet (kleine Partikel)

aufweisen, aus heutiger Sicht durchaus relativ zeitnah möglich, allerdings sind dazu noch weitere Versuche und Anpassungen im konventionellen Reifenbauprozess erforderlich.

Der Schwerpunkt der Arbeiten bei DMV International Nutritionals lag in der Herstellung von geeigneten Hydrolysaten. Für die Hydrolyse von Raps- und Lupinenproteinen sind geeignete Prozeßbedingungen entwickelt worden und im Scale-up bis in den Technikumsmaßstab übertragen worden.

In den übrigen Strategien sind umfangreiche Arbeiten bei den Projektpartnern durchgeführt worden. Die abgeleiteten Erkenntnisse sind in den entsprechenden Abschlußberichten detailliert dargestellt. Der Versuch einer kovalenten Proteinanbindung durch einen Proteininitiator während des Mischprozesses ist leider nicht gelungen. Ebenso zeigen die Laboruntersuchungen der plastifizierten Proteine keine weiteren Vorteile gegenüber einem Einsatz entsprechend der Strategie A.

6 Literatur

- [1] Roberts: *Rubber Chem. Tech.* **54** (1981), 944.
- [2] Continental AG: Dt. Patentanmeldung 19610375.4, 1996.
- [3] Goodyear: *US 5672639*, 1997.
- [4] Zwischenbericht für den 3. Berichtszeitraum der Projektlaufzeit, FKZ 97NR133, 98NR043, 98NR044, 98NR045
- [5] Zwischenbericht für den 1. Berichtszeitraum der Projektlaufzeit, FKZ 97NR133, 98NR043, 98NR044, 98NR045.
- [6] Zwischenbericht für den 2. Berichtszeitraum der Projektlaufzeit, FKZ 97NR133, 98NR043, 98NR044, 98NR045.
- [7] Zwischenbericht für den 4. Berichtszeitraum der Projektlaufzeit, FKZ 97NR133, 98NR043, 98NR044, 98NR045.
- [8] Zwischenbericht für den 5. Berichtszeitraum der Projektlaufzeit, FKZ 97NR133, 98NR043, 98NR044, 98NR045.
- [9] Zwischenbericht für den 6. Berichtszeitraum der Projektlaufzeit, FKZ 97NR133, 98NR043, 98NR044, 98NR045.
- [10] Abschlußbericht Universität Bayreuth, FKZ 98NR045.
- [11] Abschlußbericht Fraunhofer Gesellschaft IVV, FKZ 98NR043.
- [12] Abschlußbericht Universität Potsdam, FKZ 98NR044.

7 Anhang

RESULT SHEET

S CODE	NAME/BEZEICHNUNG	CU 158	CU 158	CU 158	CU 158	CU 158	CU 158	CU 158	CU 158	CU 158	CU 158	CU 158	CU 158	CU 158	CU 158
		REF	REF	REF	PEA	PEA	PEA	SOJA1	SOJA1	SOJA1	SOJA1	SOJA1	SOJA1	SOJA2	SOJA2
100	SSBR 25S/24V	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
20	N 339	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1.5	6PPD	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
3	ZINC OXIDE INDIRECT	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1.5	STEARIC ACID	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
-	2 @CEN7930 SOJAPROTEINISOLAT 1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
-	2 @CEN7931 SOJAPROTEINISOLAT 2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
-	2 @CEN7965 ERBSEMPROTEINISOLAT	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
126	D(G/CM3) =	1,041	1,105	1,158	1,069	1,107	1,022	1,069	1,107	1,107	1,022	1,069	1,069	1,107	1,107
126	'2	126	146	166	146	166	126	146	166	166	126	146	146	166	166
0.5	DPG	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1.8	CBS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
1.8	SULFUR	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
130.1	D(G/CM3) =	1,051	1,113	1,165	1,077	1,114	1,033	1,077	1,114	1,114	1,033	1,077	1,077	1,114	1,114
1.072	RHEOMETER	1,072	1,259	1,78	0,899	1,088	0,771	0,899	1,088	1,088	0,658	0,635	0,635	0,635	0,759
1.06	MDR 2000/160 degree Caicius	1,06	1,8	4,06	1,3	1,72	0,94	1,3	1,72	1,72	0,96	1,37	1,81	1,81	1,73
14.42	ML	14,42	20,53	27,61	17,45	21,37	13,54	17,45	21,37	21,37	13,62	18,46	22,81	22,81	21,48
13.36	MHF	13,36	18,73	23,55	16,15	19,65	12,6	16,15	19,65	19,65	12,66	17,09	21	21	19,75
3.03	MHF - ML	3,03	0,03	0,05	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,05	0,05	0,05
5.96	tangens delta 100°C	5,96	1,65	0,59	4,22	3,61	5,22	4,22	3,61	3,61	6,92	6,56	5,72	5,72	5,54
7.02	T90%	7,02	4,08	2,14	8,59	7,24	8,59	7,24	8,59	8,59	10,87	10,76	9,52	9,52	9,41
12.9	T95%	12,9	5,01	2,89	9,88	8,31	9,88	8,31	9,88	9,88	12,21	12,17	10,73	10,73	10,63
16.86	T100%	16,86	9,79	10,85	12,57	10,46	15,58	12,57	10,46	10,46	17,32	17,06	14,84	14,84	15,22
21.14	T99R%	21,14	14,62	19,26	15,36	12,83	19,38	15,36	12,83	12,83	21,57	20,39	17,95	17,95	18,27
0	T98R%	0	0	0	17,07	14,35	21,54	17,07	14,35	14,35	24,63	22,33	19,75	19,75	20,07
0	T97R%	0	0	0	19,76	16,84	25,26	19,76	16,84	16,84	26,47	24,54	21,38	21,38	21,79
0	T95R%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,42	25,42	0
1.072	K30_90	1,072	1,259	1,78	0,899	1,088	0,771	0,899	1,088	1,088	0,658	0,635	0,744	0,744	0,759
J	MAX. TORQUE REACHED?	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
10	Optimal cured	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10	Curetime 160 Grad C	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1.046	Density (G/CM3)	1,046	1,106	1,157	1,02	1,041	0,998	1,02	1,041	1,041	1	1,019	1,033	1,033	1,035
6.2	Tensile Strength (MPa)	6,2	14	21	1,1	1	1,2	1,1	1	1	1,1	1	1	1	1
295	Elongation at Break (%)	295	291	263	89	67	140	89	67	67	112	84	66	66	104
1.5	M100% (MPa)	1,5	2,96	5,93	0	0	1,09	0	0	0	1,06	0	0	0,89	0,89
3.55	M200% (MPa)	3,55	8,91	16,62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.8	M300% (MPa)	6,8	15,1	21,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53.6	energy at brake	53,6	64,4	74,6	57,6	61,6	50,6	57,6	61,6	61,6	51,3	58	65,3	65,3	61,1
53.4	Hardness Shore A	53,4	63,5	72,7	57	60,4	51,2	57	60,4	60,4	51,5	58,2	62,1	62,1	60,3
57.2	Hardness Shore A - 70 Grad C	57,2	63,5	70,8	59,1	55	60,6	59,1	55	55	59,8	57,6	55,1	55,1	54,5
66.4	Resilience (%)	66,4	59,6	50,5	64,7	60,7	65,8	64,7	60,7	60,7	65,3	63,5	63	63	62,6
66.4	Resilience (%) - 70 Grad C	66,4	59,6	50,5	64,7	60,7	65,8	64,7	60,7	60,7	65,3	63,5	63	63	62,6

STAMMNR VAR		CU 322 100	CU 322 200	CU 322 300	CU 322 400	CU 322 500	CU 322 600	CU 322 700	CU 322 800	CU 322 900	CU 322 1000	CU 322 1100	CU 322 1200
ENR		149-1-1 REF	149-1-2 REF	149-1-3 REF	149-2-1	149-2-2	149-2-3	149-3-1	149-3-2	149-3-3	149-4-1	149-4-2	149-4-3
S CODE	NAME/BEZEICHNUNG												
26S24V		100	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
N 339		20	40	60									
ACTIVE SILICA GRAN.								27	55	80	27	55	80
6PPD		1.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE INDIRECT		3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
STEARIC ACID		1.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SILANÉ											2.1	4.29	6.25
WHITING					30	60	90						
		126	146	166	136	166	196	133	161	186	135.1	165.29	192.25
D(G/CM3) =		1.041	1.105	1.158	1.127	1.263	1.379	1.077	1.171	1.24	1.078	1.169	1.235
*2		126	146	166	136	166	196	133	161	186	135.1	165.29	192.25
DPG		0.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
CBS		1.8	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SULFUR		1.8	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
		130.1	150.1	170.1	140.1	170.1	200.1	137.1	165.1	190.1	139.2	169.39	196.95
D(G/CM3) =		1.051	1.113	1.165	1.136	1.269	1.382	1.087	1.178	1.245	1.087	1.176	1.24
RHEOMETER													
MDR 2000/160 degree Celsius													
ML		1.08	1.87	4.88	0.85	1.09	1.36	3.05	10.6	-	1.63	5.27	-
MHF		14.28	20.44	26.25	11.72	14.41	17.26	19.01	34.5	-	16.68	27.53	-
MHF - ML		13.2	18.57	21.37	10.87	13.32	15.9	15.96	23.9	-	15.05	22.26	-
tangens delta 100°C		0.01	0.03	0.1	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	-	0.02	0.05	-
T5%		2.86	1.39	0.58	8.13	6.78	5.64	1.4	0.24	-	7.03	1.09	-
T90%		5.94	3.6	2.04	12.77	10.92	9.36	31.17	53.17	-	14.12	51.82	-
T95%		6.96	4.44	2.53	14.41	12.42	10.8	55.85	75.03	-	16.1	75.83	-
T100%		12.94	8.34	5.22	22.08	18.9	18.81	119.76	119.85	-	25.06	119.82	-
T99R%		16.78	18.63	14.62	26.8	23.5	24.41	0	0	-	33.64	0	-
T98R%		22.31	0	0	29.52	26.01	27.01	0	0	-	0	0	-
T97R%		0	0	0	32.82	29.36	0	0	0	-	0	0	-
T95R%		0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	-
K30_90		1.047	1.404	1.908	0.601	0.677	0.733	0.08	0.038	-	0.494	0.041	-
MAX. TORQUE REACHED?		J	J	J	J	J	J	N	N	J	N	N	-
Optimal cured													
Curetime 160 Grad C		10	5	5	15	15	15	40	40	40	20	40	30
Density (G/CM3)		1.045	1.108	1.159	1.128	1.254	1.362	1.088	1.182	1.255	1.09	1.186	1.252
Tensile Strength (MPa)		5.8	17.2	19.7	1.7	1.9	2.1	8	12.7	12.8	5.2	19.5	10.1
Elongation at Break (%)		298	364	264	259	270	309	616	326	269	258	345	158
M100% (MPa)		1.47	2.79	5.17	1.08	1.32	1.48	1.2	2.62	5.71	1.7	2.95	5.83
M200% (MPa)		3.36	8.04	15.33	1.5	1.69	1.77	1.91	6.38	10.19	3.95	8.79	0
M300% (MPa)		0	14.86	0	0	0	2.16	2.95	12.32	0	17.87	0	0
energy at brake		6.6	23.9	20.1	2.6	3.3	4.4	19	15.5	17.8	5.5	23.9	6.8
Hardness Shore A		53.9	64.9	73.8	49	54	59.3	56.2	73.8	94.9	57.4	68.5	81.7
Hardness Shore A - 70 Grad C		54.3	63.7	71.7	49.7	54.1	58	53.6	71.7	94.2	57.2	66.4	80
Resilience (%)		59.9	50.3	41.1	61.6	60.6	57.2	53.6	48.2	40.9	60.5	50.4	37.6
Resilience (%) - 70 Grad C		68.3	62.6	52.1	67.9	66.7	63	69.7	52.7	44.5	67.6	59.7	52.6

EIVEICE - Korrelation Kennzahlen

Anlage 7

Kennzahlen Protein:

Protein / TS-Löslichkeit
Wasserbindevermögen
Ölbindevermögen
(Emulgierereigenschaften)
Schaumbildung
Gelbildung / -festigkeit
Viskosität
Oberflächenspannung
Korngrößenverteilung
(REM-Aufnahmen)
Benetzungseigenschaften
Riesefähigkeit
Adsorptionsverhalten
Kontaktwinkelbestimmung
 a_w -Wertbestimmung
Schüttgewicht
Farbe nach LAB

Korrelation mit:

Kennzahlen Compound:

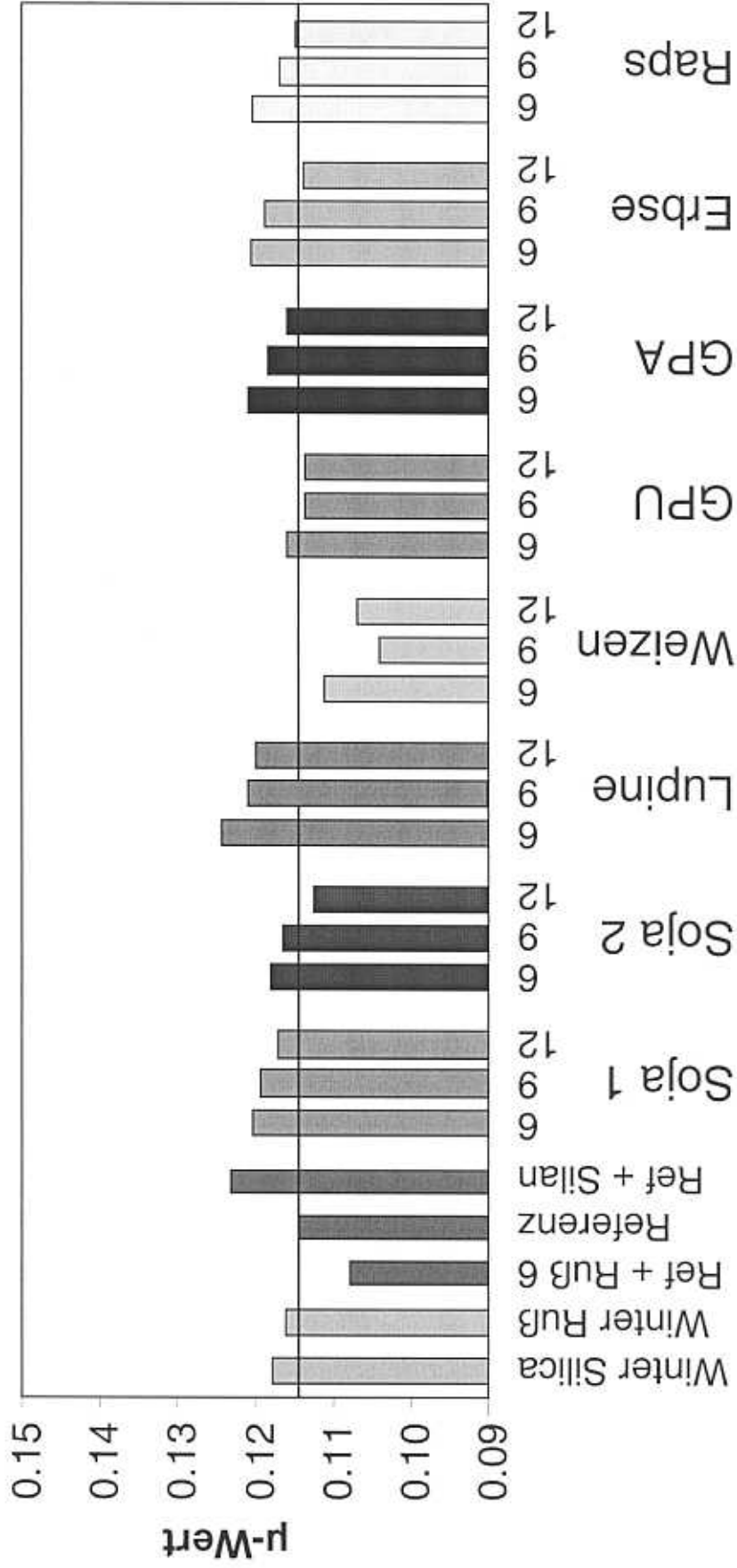
Mooney-Viskosität
Vulkanisationscharakteristik
Dichte
Shore A -Härte RT, 70 °C
Rückprallelastizität RT, 70 °C
Zugversuch Ring RT
DIN-Abrieb
BPST-Skid-Pendel
dyn.-mech. Charakterisierung
optional:
Grosch-Abrader
Wearmeter
Linearprüfstand
zus. dyn.-mech. Charakterisierung
DSC
Grenzflächenspannung

Code-Nr.: ppr1203/mr1306.ppt

Pflanzliche Proteine – Verwendung in Kautschukmischungen

Anlage 8

Erster Laborvergleich kommerzieller Rohstoffe
 Wintereigenschaften von Kautschukmischungen

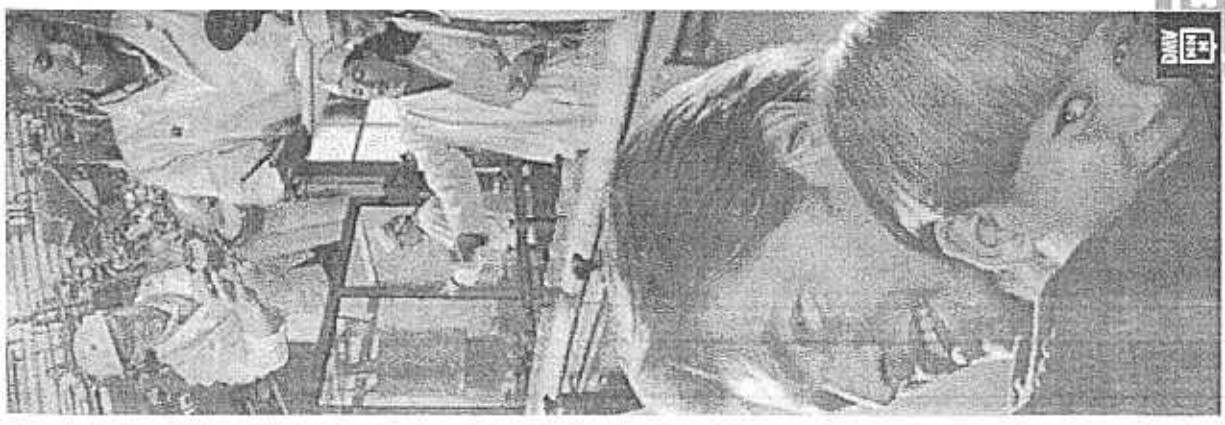


Code-Nr.: ppr2003/rnr1306.ppt

DMV Continental project

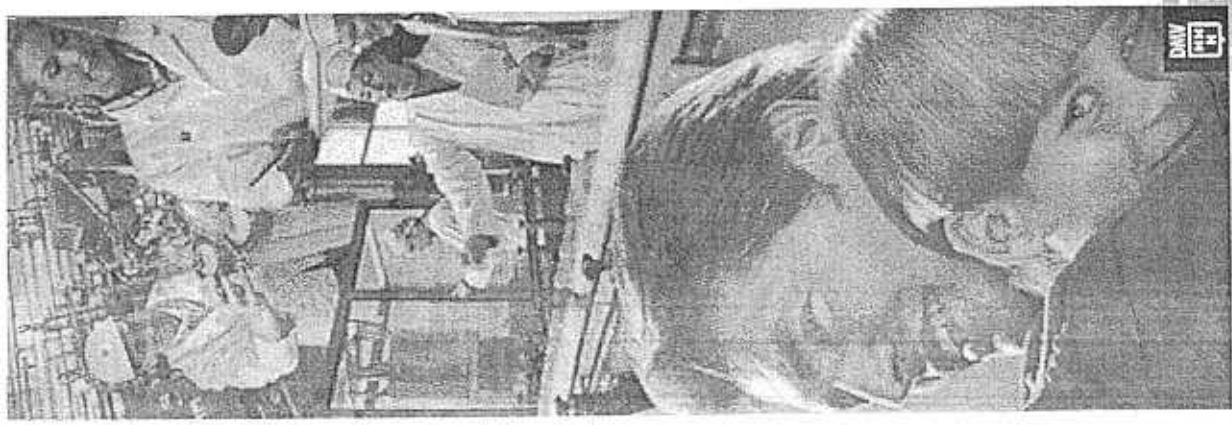
Hydrolysis/analysis conditions

- No pH stat
- Preliminary work with fungal protease f(time)
- MW distribution: GPC soluble fraction in 70:30, water:acetonitrile



DMV Continental project Initial hydrolysis rapeseed/lupin

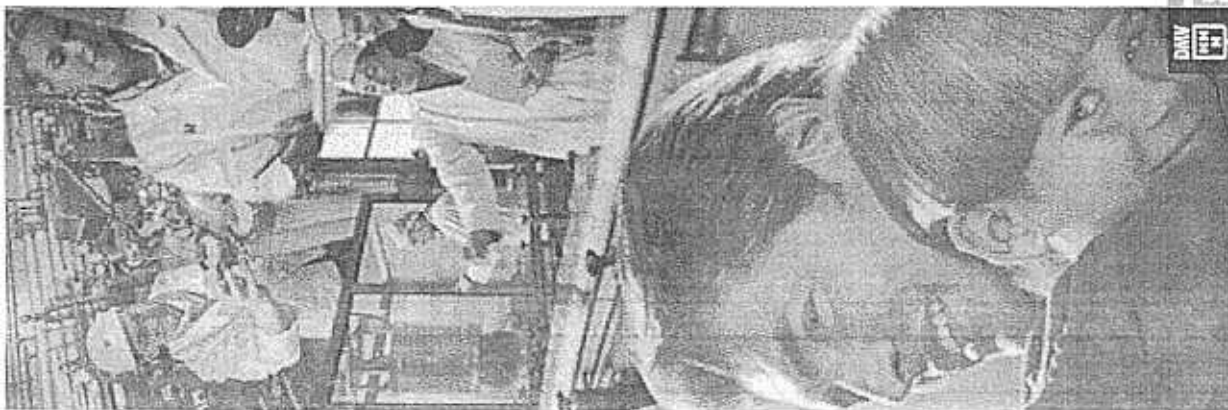
Sample	Raw Mat.	Enzyme/ Conc%/t	AN/DH%	Av. MW
EH08-83A	Lupin	Fungal 0.5%/3	1.22/6.85	5726
EH08-83B	Lupin	Fungal 2.0%/3	1.6/10.8	2518
EH08-84A	Rapeseed	Fungal 0.5%/3	1.15/5.9	7648
EH08-84B	Rapeseed	Fungal 2.0%/3	1.6/10.5	4134
EH08-93	Rapeseed	Plant 2.0%/4	0.88/5.1	5156
EH08-94	Lupin	Plant 2.0%/4	1.07/3.31	4970



DMV Continental project

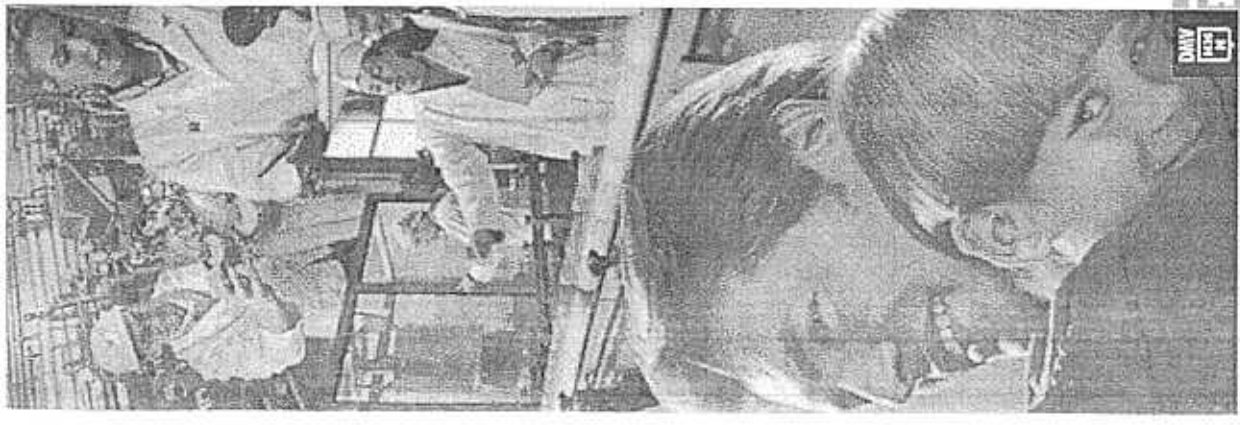
Recent hydrolysis rapeseed/lupin

Sample	Raw Mat.	Enzyme/ Conc%/t	AN/DH%	Av. MW
EH09-2A	Rapeseed Infused	Plant 2.0%/3	0.94/4.2	5125
EH09-2B	Rapeseed Infused	Fungal 2.0%/3	1.62/10.7	3455
EH09-5A	Lupin Infused	Plant 2.0%/3	0.9/3.52	4345
EH09-5B	Lupin Infused	Fungal 2.0%/3	1.7/12	1922
EH09-7	Rapeseed pH adjusted	Fungal + Micro 5%+2%/6	3.1/26	4294



DMV Continental project -SH samples

- Samples supplied in June
- LE80GF-US
 - Hydroxyl content: 44mg S/g protein;
66mg T/g protein
 - -SH content: 27mg C/g protein
 - 1-1.5%AN, 75% protein, Av MW 4600
- WE80BG
 - Hydroxyl content: 43mg S/g protein;
63mg T/g protein
 - -SH content: 33mg C/g protein
 - 3-3.6%AN, 78.5% protein, Av MW 570





DMV Continental project Hydrolysis/analysis conditions

- No pH stat, adds too much salt
- Combination of fungal proteases used, f(time), different enzyme combinations for rape and lupin seed. (Rape more resistant)
- MW distribution: GPC soluble fraction in 70:30, water:acetonitrile
- Conclusions:
 - High DH samples easier to handle
 - Low DH samples show some aggregation on heat inactivation of enzyme



DMV Continental project Optimized hydrolysates sent

Sample	Raw Mat.	Degree H	AN/DH%	Av. MW
EH09-14	Lupin	Low	1.2/7	6163
EH09-12A	Lupin	Med	2.3/15	1483
EH09-12B	Lupin	High	3.4/25	1153
EH09-24	Rapeseed	Low	1.4/9	7478
EH09-22	Rapeseed	Med	1.6/11	7067
EH09-25	Rapeseed	High	3.4/29	6972

STAMMNR VAR	107-1-1 REF 1	107-1-2 REF 2	107-1-3 REF 3	107-1-4 REF 4	107-2-1 SOJA	107-2-2 SOJA	107-2-3 SOJA	107-2-4 SOJA	107-2-5 SOJA	107-2-6 SOJA	107-2-7 SOJA
SSBR 25S/24V	100	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
N 339	40	46	39.4	38.8	40	<	39.4	<	39.4	<	<
6PPD	1.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE INDIRECT	3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
STEARIC ACID	1.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
X 50 S	-	-	1.2	2.4	-	-	1.2	2.4	1.2	<	2.4
SOJAPROTEINISOLAT 1	-	-	-	-	6	12	6	<	9	12	<
SOJAPROTEINISOLAT 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LUPINENPROTEINISOLAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Accel. 1	0.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Accel. 2	1.8	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SULFLUR	1.8	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
MDR 2000/160 degree Celcius											
ML	1.56	1.92	1.58	1.6	1.71	1.88	1.74	1.68	1.81	1.78	1.75
MHF	19.47	21.75	19.14	18.92	20.9	22.68	20.87	20.59	20.17	20.29	21.49
MHF - ML	17.91	19.83	17.56	17.32	19.19	20.8	19.13	18.9	18.36	18.51	19.74
langens delta 100°C	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03
T5%	2.2	1.91	1.78	1.66	1.96	1.77	1.57	1.61	1.25	1.31	1.62
T10%	2.54	2.23	2.11	1.99	2.3	2.09	1.88	1.92	1.5	1.56	1.92
T40%	3.14	2.81	2.71	2.59	2.88	2.65	2.42	2.48	1.96	2	2.46
T95%	5.62	5.31	5.46	6.4	5.27	4.94	5.09	6.18	4.75	4.67	6.5
T99R%	15.21	13.97	29.19	39.67	16.19	15.18	28.79	38.03	30.4	28.59	37.63
K30_90	1.238	1.224	1.194	0.964	1.28	1.324	1.241	0.942	1.324	1.239	0.919
Mooney ML 1+3 (100°C)	64.9	75	65.7	66.6	68.9	73	69.9	67.8	71.1	68.8	69.6
Optimal cured											
Curetime 160 Grad C	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Density (G/CM3)	1.099	1.116	1.1	1.101	1.105	1.11	1.106	1.105	1.106	1.108	1.11
Tensile Strength (MPa)	13.8	18	14.2	15.3	15.4	14.3	14.4	16.2	15.4	14.2	15.4
Elongation at Break (%)	316	335	315	327	352	342	325	358	355	342	366
M100% (MPa)	2.48	3.05	2.54	2.52	2.7	2.99	2.83	2.79	2.88	3.11	3.13
M200% (MPa)	7.48	9.38	7.79	7.82	7.25	7.14	7.62	7.44	7.18	7.06	6.98
M300% (MPa)	14.48	17.34	0	15.28	13.83	13.35	14.52	14.24	13.66	13.3	13.05
energy at brake	15.9	22.7	16.1	18.1	20.3	18.9	17.5	21.9	20.9	18.9	21.9
Hardness Shore A	61.6	65.3	62	61.7	63.8	66.7	64.1	63.2	64	64.6	65.8
Hardness Shore A - 70 Grad C	60.5	63.1	60.4	60.2	62.1	64	62.7	62.1	62.5	63.1	63.7
Resilience (%)	49.5	47.2	50.4	51.6	49	49.7	50.5	51.7	51.4	51.6	50.9
Resilience (%) - 70 Grad C	61.1	58.6	61.8	62	60.5	61	62.1	62.6	62.7	63	62.3
DIN-Abrasion mm3	116	101	110	108	129	145	121	128	134	151	149
Ice Lab Rating	100.0	88.3	102.9	95.6	90.1	92.3	96.7	96.7	96.0	100.4	101.5

Pflanzliche Proteine – Verwendung als Füllstoff in Kautschukmischungen

Anlage 15

Modellrezeptur (in phr)

L-SBR	100
Ruß	40
Protein	0 ... 12
Kopplungsreagenz	1,2
Alterungsschutzmittel	1,5
-----	-----
Beschleuniger	2,3
Schwefel	1,8

Code-Nr.: ppt2003/m1306.ppt

STAMMNR VAR	107-3-1 SOJA	107-3-2 SOJA	107-3-3 SOJA	107-3-4 SOJA	107-3-5 SOJA	107-3-6 SOJA	107-3-7 SOJA	107-4-1 LUIPI	107-4-2 LUIPI	107-4-3 LUIPI	107-4-4 LUIPI	107-4-5 LUIPI	107-4-6 LUIPI	107-4-7 LUIPI
SSBR 25S24V	<	<	<	<	<	<	100	<	<	<	<	<	<	<
N 339	40	<	39.4	36.8	39.4	<	38.8	40	<	39.6	38.8	39.4	<	<
6PPD	<	<	<	<	<	<	1.5	<	<	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE INDIRECT	<	<	<	<	<	<	3	<	<	<	<	<	<	<
STEARIC ACID	<	<	<	<	<	<	1.5	<	<	<	<	<	<	<
X 50 S	<	<	1.2	2.4	1.2	<	2.4	<	<	1.2	2.4	1.2	<	2.4
SOJAPROTEINISOLAT 1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SOJAPROTEINISOLAT 2	6	12	6	<	9	12	12	<	<	<	<	<	<	<
LUPINENPROTEINISOLAT	<	<	<	<	<	<	<	6	12	6	<	9	12	<
Accel. 1	<	<	<	<	<	<	0.5	<	<	<	<	<	<	<
Accel. 2	<	<	<	<	<	<	1.8	<	<	<	<	<	<	<
SULFUR	<	<	<	<	<	<	1.8	<	<	<	<	<	<	<
MDR 2000/160 degree Celcius														
ML	1.67	1.73	1.68	1.65	1.7	1.81	1.77	1.62	1.67	1.7	1.64	1.73	1.72	1.82
MHF	19.78	21.27	19.87	19.74	19.97	20.47	20.67	19.86	21.24	20.36	19.43	20.69	20.23	21.52
MHF - ML	18.11	19.54	18.19	18.09	18.27	18.66	18.9	18.24	19.57	18.66	17.79	18.96	18.51	19.7
tangens delta 100°C	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
T5%	1.51	1.64	1.4	1.45	1.46	1.27	1.34	1.68	1.82	1.42	1.44	1.45	1.46	1.34
T10%	1.81	1.97	1.67	1.74	1.75	1.51	1.59	2	2.15	1.7	1.72	1.73	1.74	1.58
T40%	2.32	2.62	2.16	2.25	2.24	1.96	2.06	2.54	2.71	2.21	2.25	2.23	2.24	2.07
T95%	4.51	5	4.75	5.84	4.81	4.54	5.42	4.82	5.04	4.87	5.93	5.04	4.94	5.73
T99R%	18.42	13.76	27.9	36.41	27.43	27.28	33.31	18.2	13.82	27.96	37.78	30.21	29.12	35.08
K30_90	1.419	1.231	1.29	1.037	1.312	1.347	1.103	1.364	1.334	1.268	0.975	1.225	1.202	1.013
Mooney ML 1+3 (100°C)	67.9	69.8	68	67.4	68.9	71	69.6	67	69	69.1	67.8	70.5	69.8	71.7
Optimal cured														
Curetime 160 Grad C	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Density (G/CM3)	1.104	1.109	1.105	1.104	1.104	1.11	1.112	1.104	1.107	1.109	1.103	1.111	1.109	1.113
Tensile Strength (MPa)	15.8	14.6	15.2	15.1	14.9	13.7	14.9	13.8	13.7	14	12.5	14.7	12.4	13.8
Elongation at Break (%)	363	368	342	343	349	332	339	327	334	318	306	335	314	323
M100% (MPa)	2.63	2.78	2.68	2.63	2.69	2.88	3.07	2.61	2.65	2.7	2.67	2.78	2.77	2.92
M200% (MPa)	7.07	6.78	7.39	7.25	7	7.05	7.5	7.26	6.91	7.63	7.11	7.41	6.88	7.41
M300% (MPa)	13.54	12.81	14.23	14.02	13.48	13.33	14.11	13.89	13.35	0	13.88	14.06	0	14.01
energy at brake	21.6	20.2	19.5	19.4	19.5	17.3	19.4	16.9	17.1	16.4	14.3	16.5	14.7	16.9
Hardness Shore A	62.9	64.6	62.8	62.7	63.3	64.1	64.5	62.8	64.3	63.6	62.2	64.5	64	65.9
Hardness Shore A - 70 Grad C	61.3	63	61.5	61.4	62	63	63.4	61.4	63	62.2	63.1	62.9	62.9	63.9
Resilience (%)	50.4	50.2	50.6	50.8	51.9	51.7	51.2	50.7	50.4	51.4	52	50.4	51.4	51.4
Resilience (%) - 70 Grad C	62.2	60.6	61.8	61.3	62.1	62.4	62	61.4	61.5	61.9	62	61.5	62.2	62.9
DIN-Abrasion mm3	125	153	124	125	132	143	146	130	143	123	123	134	140	147
Ice Lab Rating	98.2	98.9	98.9	103.3	101.1	98.5	98.2	95.2	97.8	97.8	99.6	98.9	98.9	96.7

Compound Var	121-1-1 REF1	121-1-2 REF2	121-1-3 REF3	121-1-4 REF4	T4953 REF5 Werk	T 827 REF6 Werk	121-5-1 WEIZ	121-5-2 WEIZ	121-5-3 WEIZ	121-5-4 WEIZ	121-5-5 WEIZ	121-5-6 WEIZ	121-5-7 WEIZ
SSBR 25S/24V	100	<	<	<	*	*	<	<	<	<	<	<	<
N 339	40	46	39.4	38.8	*	*	40	<	39.4	38.8	39.4	<	<
6PPD	1.5	<	<	<	*	*	<	<	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE INDIRECT	3	<	<	<	*	*	<	<	<	<	<	<	<
STEARIC ACID	1.5	<	<	<	*	*	<	<	<	<	<	<	<
X 50 S	-	-	1.2	2.4	-	-	-	-	1.2	2.4	1.2	<	2.4
WEIZEN	-	-	-	-	-	-	6	12	6	<	9	12	<
GPU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GPA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ERBSE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RAPS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Accel. 1	0.5	<	<	<	-	-	<	<	<	<	<	<	<
Accel. 2	1.8	<	<	<	-	-	<	<	<	<	<	<	<
SULFUR	1.8	<	<	<	-	-	<	<	<	<	<	<	<
MDR2000/160°C ML	1.63	1.96	1.6	1.61	1.7	2.52	1.72	1.85	1.76	1.76	1.74	1.91	1.93
MHF	19.24	21.12	18.99	18.79	14.15	14.54	20.01	21.26	19.53	20	19.24	20.44	20.37
MHF - ML	17.61	19.16	17.39	17.18	12.45	12.02	18.29	19.41	17.77	18.24	17.5	18.53	18.44
tan delta 100°C	0.03	0.03	0.02	0.03	0.07	0.08	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04
T5%	1.59	1.13	1.66	1.76	1.44	2.18	2.2	2.05	1.62	1.55	1.46	1.61	1.64
T40%	2.43	1.8	2.54	2.71	4.96	3.39	3.13	2.95	2.46	2.39	2.23	2.41	2.47
T95%	4.75	3.74	5.21	6.23	11.84	5.86	5.51	5.19	4.89	5.5	4.32	4.85	5.17
T99R%	14.66	16.29			30.08	11.53	12.79	11.78	21.27	12.34	12.34	11.26	11.25
K30_90	1.341	1.572	1.207	0.923	0.405	1.016	1.256	1.321	1.281	1.024	1.411	1.22	1.125
ML 1+3 (100°C)	69.2	77.4	68.7	67.5	46.3	52.9	68.7	73.7	71.8	70.6	70.6	75.8	74.5
Optimal cured													
Curetime 160 Grad C	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Density (G/CM3)	1.104	1.119	1.104	1.104	1.202	1.136	1.107	1.112	1.108	1.109	1.111	1.112	1.113
Tensile Strength (MPa)	11.8	14.6	14.4	15	13.7	16.4	15.3	14.6	14.4	14.7	15.5	15.3	15
Elongation at Break (%)	283	281	310	323	677	489	357	351	331	322	353	347	338
M100% (MPa)	2.57	3.19	2.62	2.53	1.39	1.95	2.96	3.41	3.18	3.35	3.39	3.8	3.89
M200% (MPa)	7.73	9.86	8.1	7.84	3.08	5.37	7.26	7.28	7.69	8.23	7.67	8.02	8.18
M300% (MPa)			15.62	15.46	5.36	9.94	13.51	13.19	14.27	14.95	13.86	14.15	14.34
energy at brake	12.2	15	16.3	17.5	38.2	32.4	21.3	20.7	18.8	18.6	22	21.9	20.9
Shore A	62.1	66.7	62.1	61.8	57.3	60.2	64.5	67.6	65.5	65.4	66.3	67.3	67.2
Shore A 70C	61.6	64.8	61.6	61.1	54.3	56.8	63.7	66.7	64.1	64.5	65	66.7	66.7
Resilience (%)	48.1	46	50.3	51	34.2	32.8	49	49.3	50.1	51	49.9	50.7	51
Resilience (%) 70C	61	58.5	62.2	62.7	44.7	46.4	61.2	60.8	62	63.6	62.2	63.4	64.2
Abrieb mm3	114	101	106	106	94	78	133	152	132	125	138	147	142
Ice Lab Rating	100.0	96.3	103.3	104.6	118.3	123.7	101.7	97.5	103.7	103.7	104.1	101.2	102.5

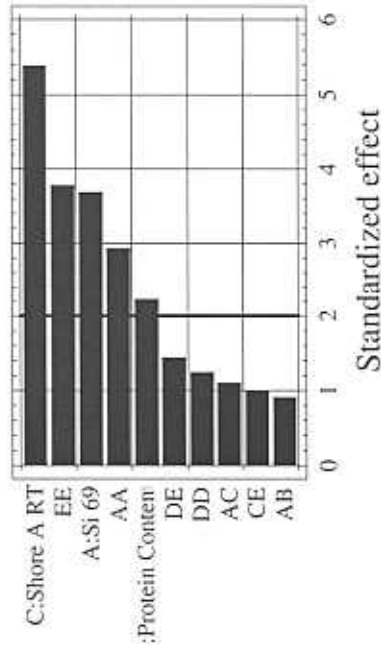
Compound Var	121-6-1 GPU	121-6-2 GPU	121-6-3 GPU	121-6-4 GPU	121-6-5 GPU	121-6-6 GPU	121-6-7 GPU	121-7-1 GPA	121-7-2 GPA	121-7-3 GPA	121-7-4 GPA	121-7-5 GPA	121-7-6 GPA	121-7-7 GPA
SSBR 25S/24V	<	<	<	<	<	<	100	<	<	<	<	<	<	<
N 339	40	39.4	39.4	38.8	39.4	<	38.8	40	<	39.6	38.8	39.4	<	38.8
BPPD	<	<	<	<	<	<	1.5	<	<	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE INDIRECT	<	<	<	<	<	<	3	<	<	<	<	<	<	<
STEARIC ACID	<	<	<	<	<	<	1.5	<	<	<	<	<	<	<
X 50 S	<	<	1.2	2.4	1.2	<	2.4	<	<	1.2	2.4	1.2	<	2.4
WEIZEN	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
GPU	6	12	6	<	9	12	12	<	<	<	<	<	<	<
GPA	<	<	<	<	<	<	<	6	12	6	<	9	12	<
ERBSE	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
RAPS	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Accel. 1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Accel. 2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SULFUR	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
MDR2000/160°C ML	1.7	1.08	1.92	2.03	2.13	2.36	2.43	1.66	1.76	1.82	2.01	2.25	2.38	3.2
MHF	18.84	18.27	18.84	18.73	18.7	18.67	18.78	15.81	13.82	15.56	16.6	15.51	14.85	16.27
MHF - ML	17.14	16.47	16.92	16.7	16.57	16.31	16.35	14.15	12.06	13.74	14.59	13.26	12.47	13.07
Ian delta 100°C	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.11	0.07	0.06	0.08	0.11	0.09
T5%	1.68	1.45	1.36	1.36	1.28	1.26	1.25	1.37	1.34	1.25	1.26	1.24	1.2	1.2
T40%	2.39	2.01	2.02	2.06	1.89	1.85	1.86	1.86	1.84	1.77	1.84	1.78	1.76	1.81
T95%	4.59	4.07	4.3	5.09	4.05	4.03	4.71	3.76	3.73	3.82	4.65	3.63	3.94	4.19
T99R%	10.83	10.02	1.385	1.134	1.436	1.402	1.183	11.18	11.03	1.478	1.195	1.486	1.277	1.174
K30_90	1.372	1.433	78	81.7	84.4	91.4	94.7	1.533	1.389	75.9	83.9	93.9	97.4	-
ML 1+3 (100°C)	70.6	73.8	78	81.7	84.4	91.4	94.7	69.2	73.2	75.9	83.9	93.9	97.4	-
Optimal cured	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Curetime	1,107	1,113	1,109	1,108	1,111	1,114	1,114	1,111	1,116	1,111	1,109	1,112	1,117	1,117
Density (G/CM3)	14.5	14.03	14.4	13.6	14.7	14.2	15.2	15.6	16.2	14.5	14.5	15.1	14.7	14.1
Tensile Strength (MPa)	344	362	319	300	322	316	318	422	484	376	339	380	381	312
Elongation at Break (%)	2.55	2.5	2.84	2.84	2.95	3.04	3.21	2.01	1.92	2.16	2.54	2.35	2.46	3.24
M100% (MPa)	7.32	7.02	8.25	8.39	8.49	8.69	9.2	5.52	5.05	6.15	7.4	6.63	6.72	8.75
M200% (MPa)	13.52	12.62	14.8	15.04	15.04	15.02	15.84	10.86	9.65	11.87	13.78	12.29	12.09	14.97
M300% (MPa)	18.9	20.7	17.5	15.3	18.3	17.8	19.2	24.7	30.9	20.9	18.6	22.2	22.9	17.7
energy at brake	62.9	63	63.3	62.9	64	64.6	64.8	61.1	60.1	60.5	61.6	61.7	62.1	63.7
Shore A	61.5	61.4	62.1	61.6	62.7	62.7	63	58.7	57.9	58.6	60.6	59.6	60.4	61.3
Shore A 70C	49.5	49.2	50.7	51.5	50.8	50.4	51	47.6	46.4	49.1	49.9	49.1	47.7	48.7
Resilience (%)	62.8	60.4	63.6	63.3	62.8	62.2	62.8	57.8	55	59.2	60.5	58.3	56.8	58.3
Resilience (%) 70C	131	131	119	113	120	121	120	123	123	118	113	113	116	107
Abrieb mm3	108.3	102.5	107.9	107.9	106.2	112.0	106.2	106.6	106.6	109.5	111.2	108.7	107.5	104.6
Ice Lab Railing	108.3	102.5	107.9	107.9	106.2	112.0	106.2	106.6	106.6	109.5	111.2	108.7	107.5	104.6

Compound Var	121-8-1 ERBS	121-8-2 ERBS	121-8-3 ERBS	121-8-4 ERBS	121-8-5 ERBS	121-8-6 ERBS	121-8-7 ERBS	121-9-1 RAPS	121-9-2 RAPS	121-9-3 RAPS	121-9-4 RAPS	121-9-5 RAPS	121-9-6 RAPS	121-9-7 RAPS
SSBR 25S/24V	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
N 339	40	<	39.6	38.8	39.4	<	38.8	40	<	39.6	38.8	39.4	<	<
6PPD	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE INDIRECT	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
STEARIC ACID	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
X 50 S	<	<	1.2	2.4	1.2	<	2.4	<	<	1.2	2.4	1.2	<	2.4
WEIZEN	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
GPU	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
GPA	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ERBSE	6	12	6	<	9	12	<	<	<	<	<	<	<	<
RAPS	<	<	<	<	<	<	<	6	12	6	<	9	12	<
Accel. 1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Accel. 2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SULFUR	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
MDR2000/160°C ML	1.7	1.83	1.72	1.72	1.77	1.88	1.89	1.75	1.86	1.78	1.75	1.73	1.8	1.85
MHF	20.07	21.05	19.7	19.98	19.85	20.52	20.55	20.64	21.96	20.26	20.19	19.74	20.96	21.02
MHF - ML	18.37	19.22	17.98	18.26	18.08	18.64	18.66	18.89	20.1	18.48	18.44	18.01	19.16	19.17
tan delta 100°C	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03
T5%	1.96	2.04	1.69	1.68	1.65	1.5	1.55	2.02	2.07	1.66	1.68	1.6	1.61	1.53
T40%	2.82	2.95	2.52	2.52	2.46	2.24	2.32	2.91	2.96	2.48	2.53	2.39	2.39	2.33
T95%	5.22	5.29	4.92	5.88	5.01	4.68	5.42	5.42	5.44	5.04	5.85	4.96	4.93	5.58
T99R%	12.5	12.31						12.72	12.54					
K30_90	1.264	1.285	1.326	0.997	1.258	1.315	1.078	1.209	1.201	1.231	1.021	1.207	1.213	1.028
ML 1+3 (100°C)	69.9	73.5	70.5	69.6	71.3	73.8	73.7	71.4	74.1	71.9	70.6	70	71.6	72.3
Optimal cured Curetime 160 Grad C														
Density (G/CM3)	1.107	1.112	1.108	1.111	1.11	1.111	1.112	1.108	1.114	1.11	1.109	1.111	1.116	1.115
Tensile Strength (MPa)	15	14.3	13.6	14.5	15.6	15.5	12.8	11.7	12.7	14.2	13.5	13.4	12.7	14.6
Elongation at Break (%)	346	352	315	328	358	363	312	284	313	317	306	317	302	332
M100% (MPa)	2.83	3.19	2.98	3.08	3.12	3.43	3.53	3.04	3.36	3.09	3.08	3.24	3.59	3.58
M200% (MPa)	7.39	7.13	7.65	7.78	7.36	7.49	7.68	7.81	7.53	8.03	8.01	7.72	7.96	8.03
M300% (MPa)	13.82	12.9	14.51	14.51	13.67	13.41	13.59	13.59	13.41	13.59	13.41	13.99	14.33	14.33
energy at brake	19.9	20.4	16.2	18.3	21.6	22.8	16.9	13	15.9	17.1	15.8	17.1	15.7	19.6
Shore A	64.2	66.3	64.4	64.2	64.2	65.7	66	64.3	66.7	63.8	64.2	64.3	66.7	65.5
Shore A 70C	62.7	64.7	63	63.2	63.4	65.2	65.2	63.5	65.2	63.2	63	63.4	65.2	64.6
Resilience (%)	49.6	49.3	50.4	50.7	50.4	49.5	50.4	49.1	49.1	49.8	50.2	49.9	50.2	50.5
Resilience (%) 70C	60.5	60.2	61.5	62.1	62.6	61.1	62.6	61.1	61	61.9	62.4	61.7	61.5	62.4
Abtrieb mm3	129	146	123	120	132	142	138	129	140	125	126	131	148	142
Ice Lab Rating	111.5	107.1	110.0	111.6	103.7	102.9	102.9	102.5	100.4	101.7	104.1	105.0	101.7	102.1

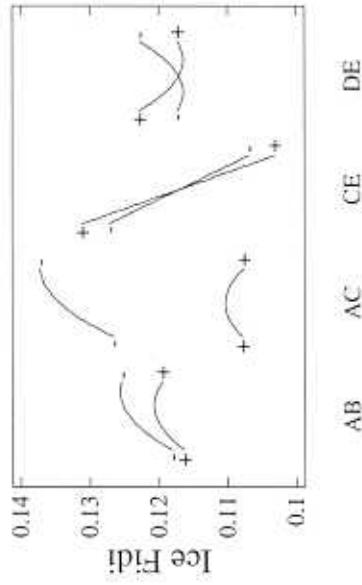
STAMMINR VAR	125-1-1 REF1	125-1-2 REF7	125-1-3 REF8	125-1-4 REF9	125-1-5 REF10	125-1-6 REF11	125-1-7 REF12	125-1-8 REF13	125-2-1 GPU	125-2-2 GPU	125-2-3 GPU	125-2-4 GPU	125-2-5 GPU	125-2-6 GPU	125-2-7 GPU	125-2-8 GPU	
VSL 2525-0	100.	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
N 339	40.	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
RICOBOND 1731	-	-	2.5	<	5.	-	-	2.5	-	5.	-	-	-	-	-	2.5	
RICO 131/MA-10	-	2.5	-	5.	-	-	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
RICON 131 MA-5	-	-	-	-	-	5.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6PPD	1.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
ZINC OXIDE INDIRECT	3.	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
STEARIC ACID	1.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
WGE 80 GPU	-	-	-	-	-	-	-	-	12.	<	<	<	<	<	<	<	
Accel. 1	0.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
Accel. 2	1.8	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
SULFUR	1.8	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	
MDR 2000/160 degree Celsius																	
ML	1.75	1.68	1.73	1.65	1.73	1.66	1.59	1.67	1.9	1.73	1.87	1.71	-	1.61	1.72	1.75	
MHF	19.36	18.06	17.87	16.17	15.65	16.95	18.02	17.98	16.42	16.46	16.05	14.95	-	14.94	15.83	15.7	
MHF - ML	17.61	16.38	16.14	14.52	13.92	15.39	16.43	16.31	14.52	14.73	14.18	13.24	-	13.33	14.11	13.95	
tangens delta 100°C	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.04	0.04	0.08	0.09	0.1	0.11	-	0.09	0.09	0.1	
T8%	1.46	1.95	2.62	2.84	3.44	2.7	2.61	2.58	0.95	1.21	1.34	1.53	-	1.37	1.15	1.19	
T40%	2.04	2.64	3.42	3.67	4.59	3.52	3.37	3.35	1.25	1.57	1.75	2.	-	1.77	1.5	1.54	
T95%	4.28	5.28	6.59	7.36	9.87	6.58	6.15	6.29	3.07	3.86	4.85	6.03	-	4.07	3.51	3.78	
T99%	16.35	17.33	17.68	21.72	0.	16.14	14.99	15.99	19.9	23.78	0.	0.	-	0.	15.45	0.	
K30_90	1.369	1.162	0.95	0.812	0.561	0.973	1.09	1.032	1.623	1.3	1.059	0.81	-	1.239	1.41	1.269	
Mooney ML 1+3 (100°C)	72.	72.7	73.5	72.2	74.9	69.1	69.	72.2	78.2	77.1	81.8	77.7	-	72.1	74.5	76.7	
Optimal cured																	
Curetime 160 Grad C	10.	10.	10.	10.	10.	10.	10.	10.	7.	7.	7.	7.	7.	7.	7.	7.	
Density (G/CM3)	1.105	1.101	1.102	1.098	1.1	1.097	1.099	1.101	1.115	1.112	1.115	1.109	1.111	1.108	1.111	1.113	
Tensile Strength (MPa)	14.4	12.6	13.7	13.6	14.2	16.4	14.2	15.6	16.3	16.	16.8	16.1	14.6	14.9	14.4	15.9	
Elongation at Break (%)	329.	341.	357.	404.	436.	440.	365.	394.	453.	456.	475.	554.	581.	497.	437.	467.	
M100% (MPa)	2.63	2.42	2.45	2.21	2.08	2.19	2.36	2.46	2.3	2.5	2.47	2.24	1.85	2.19	2.33	2.42	
M200% (MPa)	7.59	6.5	6.5	5.53	4.97	5.79	6.51	6.57	6.07	6.26	6.31	5.12	4.19	5.17	5.81	5.99	
M300% (MPa)	14.3	12.07	12.04	10.11	9.34	10.84	12.16	12.02	10.94	10.88	11.09	8.78	7.4	8.99	10.18	10.47	
energy at brake	17.9	16.8	18.8	21.7	23.8	28.	19.8	23.9	30.1	30.6	33.8	38.3	36.	31.	26.2	31.3	
Hardness Shore A	63.4	62.2	62.9	61.6	62.5	60.5	61.3	62.2	62.4	64.3	64.4	64.	61.	62.6	62.7	64.6	
Hardness Shore A - 70 Grad C	62.	60.7	61.1	59.3	59.4	58.9	59.9	60.3	60.4	62.	62.1	61.5	57.5	60.4	60.8	62.4	
Resilience (%)	48.5	49.2	47.9	48.5	47.5	50.3	50.1	49.6	47.9	46.9	46.6	47.1	47.	47.5	47.9	47.3	
Resilience (%) - 70 Grad C	59.2	59.1	57.3	56.8	54.8	59.2	59.9	59.3	57.8	56.9	55.8	53.8	51.8	54.4	54.6	55.4	
DIN-Abrasion mm3	115.	120.	130.	128.	130.	125.	123.	126.	135.	142.	136.	154.	146.	147.	148.	144.	

EIVEICE-Screening: Eis Fidi

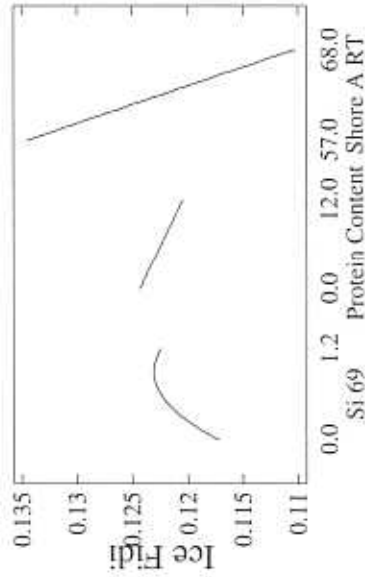
Standardized Pareto Chart for Ice Fidi



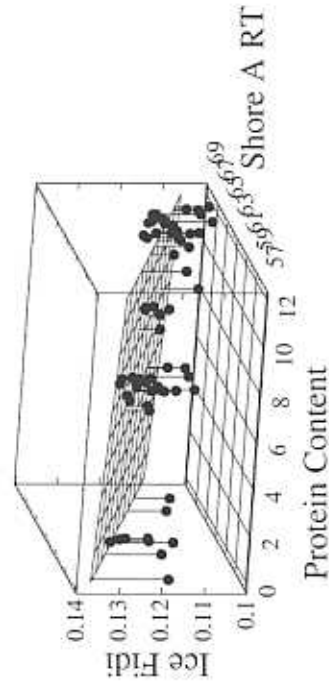
Interaction Plot for Ice Fidi



Main Effects Plot for Ice Fidi



Estimated Response Surface



Ergebnisübersicht

Proteinhydrolysate in K-Blend -Silica-System

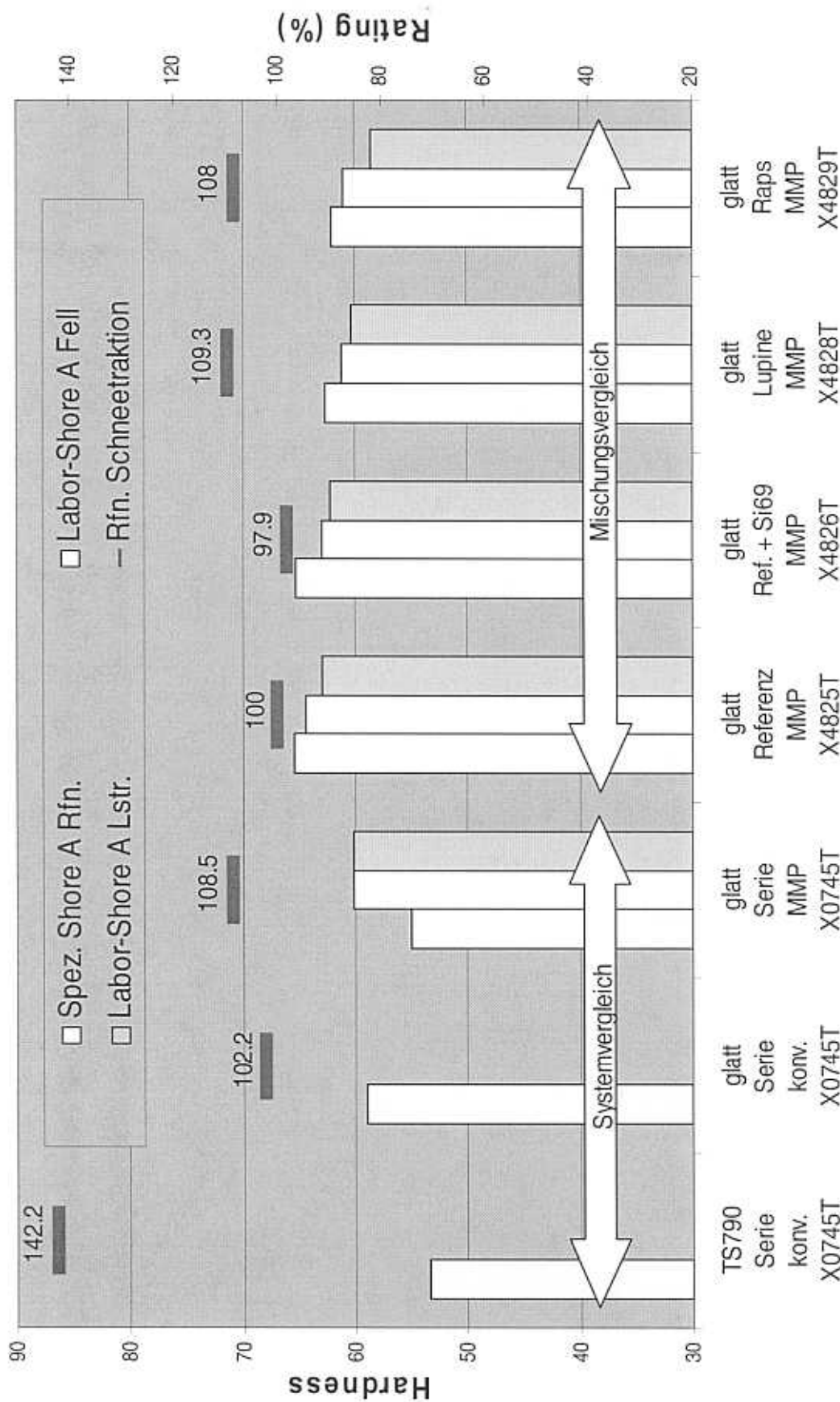
STAMMNR	185-1-1	185-1-2	185-1-3	185-2-1	185-2-2	185-3-1	185-3-2	185-4-1	185-4-2	185-5-1	185-5-2	185-6-1	185-6-2	185-7-1	185-7-2	185-8-1	185-8-2
VAR	REF	REF	REF	LUPI	LUPI	LUHY1	LUHY1	LUHY2	LUHY2	RAPS	RAPS	RAHY1	RAHY1	RAHY2	RAHY2	RAHY3	RAHY3
ENR																	
NAME/BEZEICHNUNG																	
TSR	20	50	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
HIGH CIS BR ND 45	50	20	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
BUNA VSL 5025-0	-	30	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
BUNA VSL 5025-1	41,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N.339	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACTIVE SILICA GRAN.	85	50	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
OIL	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RAPESEED OIL	5	-	6	6	6	6	6	6	6	4,5	4,5	6	6	6	6	6	6
BPPD	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
OZONE PROTECTING WA	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE	3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
STEARIC ACID	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
FATTY ACID ESTERS	5	3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SILANE	6	3,5	<	<	<	<	<	<	<	10	10	<	<	<	<	<	<
GEN8463 RAPEPROTEINKONZENTR.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GEN8464 LUPINISOLAT STAN.	-	-	9	9	9	9	9	9	9	-	-	-	-	-	-	-	-
GEN8568 EH09-5A LUPIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GEN8569 EH09-5B LUPIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GEN8570 EH09-2A RAPESEED	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9	-	-	-	-
GEN8571 EH09-7 RAPESEED	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GEN8572 EH09-2B RAPESEED	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	9
MBT	0,2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
DPG	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
CBS	1,6	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SOLUBLE SULFUR FINE	2,1	1,85	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
D(g/mL) =	1,196	1,141	1,132	1,155	1,145	1,155	1,146	1,155	1,146	1,157	1,15	1,155	1,146	1,155	1,146	1,155	1,146
RHEOMETER																	
MOR 2000 @ 160 °C																	
ML	4,21	1,73	1,32	1,9	1,5	2	1,65	1,89	1,56	1,75	1,39	1,84	1,54	1,94	1,57	1,95	1,59
MHF	22,54	20,57	18,18	21,58	18,29	23,41	19,76	21,54	18,84	18,69	17,63	22,54	18,72	22,38	19,57	22,28	20,41
MHF - ML	18,33	18,84	16,86	19,68	16,79	21,41	18,11	19,65	17,28	17,14	16,24	20,7	17,18	20,44	18	20,32	18,62
langens delta 100 °C	0,06	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06
T5%	2,16	1,75	1,96	1,72	1,67	1,01	1,05	1,15	0,9	1,08	1,25	1,16	1,59	0,82	0,79	0,69	0,86
T50%	3,79	2,54	2,84	2,55	2,43	1,6	1,6	1,76	1,41	1,7	1,89	1,78	2,34	1,36	1,29	1,15	1,42
T95%	7,34	4,63	5,34	4,64	4,32	5,13	4,17	3,78	3,62	3,65	4,89	4,27	4,62	4,94	4,58	4,07	5,57
K30_90	0,719	1,283	1,098	1,303	1,405	1,05	1,299	1,459	1,508	1,446	1,107	1,254	1,222	1,044	1,127	1,338	0,924
Optimal cure @ 160 °C	10	5	10	5	5	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10
Density (g/mL)	1,208	1,141	1,135	1,148	1,141	1,149	1,141	1,149	1,141	1,148	1,144	1,149	1,14	1,149	1,143	1,149	1,142
Tensile Strength (MPa)	14,9	16,2	17,4	16	15,6	12,8	16,9	18,3	16,4	16	16,2	15,4	16,2	17,8	16,3	17,4	14,1
Elongation at Break (%)	614	490	519	500	545	343	542	521	518	503	544	453	559	502	476	514	416
M100% (MPa)	1,71	2,15	2,08	2,64	2,22	3,01	2,21	2,63	2,31	2,68	2,53	2,7	2,12	2,74	2,33	2,69	2,62
M200% (MPa)	3,62	5,07	5,09	4,56	4,56	7,15	5,03	5,92	5,2	5,54	5,18	6,01	4,58	6,17	5,36	6,33	6,26
M300% (MPa)	6,56	9,03	9,04	8,99	7,57	12,03	8,52	9,92	8,79	8,98	8,27	10,01	7,62	10,21	9,01	10,72	10,46
Energy at Break (J/mL)	37,7	31	35,4	32,7	33,7	18,4	36,9	38,9	34,3	33,2	36,3	28,9	35,8	36,9	34,3	34	24,8
Hardness Shore A @ RT	66,1	66	63,5	67,7	63,8	70,5	66,8	66,8	64,2	66,6	64,4	66,7	64,5	66,8	66	67,7	66,8
Hardness Shore A @ 70 °C	60,5	61,8	60,4	64,4	60,6	67,7	62,2	64,2	61,1	62,9	60,9	66,7	61	66,7	62,5	66,1	65,2
Resilience @ RT (%)	31	48,7	50,6	47,8	50,5	50	51	50,1	52,8	49,5	50,9	48,1	49,9	50,4	51,6	50,3	49,3
Resilience @ 70 °C (%)	44,4	62,7	63,3	62,5	63,7	62,5	62,3	64,5	64,8	64,9	64,1	63,7	62,9	64,6	63,5	61,7	59,7
DIN-Abrasion (mm³)	86	116	109	134	134	150	143	136	136	136	146	133	145	138	136	138	120

MEDI
DATE: 00-09-24

RESULT SHEET

S CODE	NAME/BEZEICHNUNG	CU 1285		CU 1285		CU 1285		CU 1285		CU 1285		CU 1285		CU 1285		CU 1285		CU 1285		CU 1285	
		100	300	400	500	600	700	800	900	1000	1010	1010	1100	1300	1300	1300	1400	1400	1400	1400	1400
		Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail
SSBR 255/24V		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N 339		40	40	40	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8	38.8
RAPESEED / CANOLA O																					
EPDM		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
ZINC OXIDE		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
STEARIC ACID		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
X 50 S																					
Lipinproteinisolat																					
RAPSÖLÖZ 00013162																					
Accel. 1		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Accel. 2		1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
SULFUR		1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
RHEOMETER																					
MCR 2000/160 degree Celsius		1.8	1.86	1.81	1.84	1.84	1.84	1.84	1.75	1.75	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
MHF		21.05	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	20.12	20.12	20.12	20.12	20.12	20.12	20.12	20.12	20.12	20.12	20.12	20.12	20.12
MHF - ML		19.25	19.34	19.35	19.36	19.36	19.36	19.36	17.39	17.39	17.39	17.39	17.39	17.39	17.39	17.39	17.39	17.39	17.39	17.39	17.39
Sergens delta 100 C		0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
15%		2.06	2.28	2.21	2.2	2.2	2.2	2.2	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06
110%		2.44	2.68	2.6	2.59	2.59	2.59	2.59	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
150%		3.21	3.49	3.4	3.38	3.38	3.38	3.38	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27
190%		4.56	4.8	4.68	4.68	4.68	4.68	4.68	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56
195%		5.42	5.63	5.49	5.5	5.5	5.5	5.5	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.42
TBR%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K30_90		1.305	1.352	1.376	1.355	1.355	1.355	1.355	0.886	0.886	0.781	0.781	0.781	0.781	0.781	0.781	0.781	0.781	0.781	0.781	0.781
MAX. TORQUE REACHED:		69	70.2	70.4	70.6	70.6	70.6	70.6	67.6	67.6	68.5	68.5	68.5	68.5	68.5	68.5	68.5	68.5	68.5	68.5	68.5
Mooney ML 1+3 (100°C)																					
Optimal cure:																					
Curetime 160 Grad C		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Density (G/CM3)		1.106	1.105	1.106	1.106	1.106	1.106	1.106	1.105	1.105	1.105	1.105	1.105	1.105	1.105	1.105	1.105	1.105	1.105	1.105	1.105
Tensile Strength (MPa)		16.6	15.7	15.7	14.7	14.7	14.7	14.7	15.2	15.2	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
Elongation at Break (%)		357	325	325	316	316	316	316	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332	332
M100%		2.63	2.7	2.76	2.75	2.75	2.75	2.75	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62
M200%		7.77	8.08	8.18	8.25	8.25	8.25	8.25	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91	7.91
M300%		14.69	15.13	15.33	15.5	15.5	15.5	15.5	14.85	14.85	14.85	14.85	14.85	14.85	14.85	14.85	14.85	14.85	14.85	14.85	14.85
Energy at break		22.5	18.1	19.5	17.5	17.5	17.5	17.5	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3
Isaransa Shore A		64.1	64.4	64.4	64.4	64.4	64.4	64.4	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Isaransa Shore A - 70 Grad C		62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	59.2	59.2	59.2	59.2	59.2	59.2	59.2	59.2	59.2	59.2	59.2	59.2	59.2
Resistance (%) - 70 Grad C		47.4	48.6	48.6	48.2	48.2	48.2	48.2	50	50	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2	50.2
DIN Abrasion mm3		61.8	64	62.8	62.8	62.8	62.8	62.8	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4
Eplexor		111	109	110	109	109	109	109	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102
Eplexor - constant tension																					
Temperature ca. 0 degree C		-0.3	-0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.4	-0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
tan delta		0.265	0.285	0.277	0.277	0.277	0.277	0.277	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275	0.275
E*		11.744	12.418	11.953	11.268	11.268	11.268	11.268	11.323	11.323	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48	11.48
E'		11.293	11.941	11.918	10.858	10.858	10.858	10.858	10.918	10.918	10.918	10.918	10.918	10.918	10.918	10.918	10.918	10.918	10.918	10.918	10.918
E''		3.224	3.407	3.193	3.013	3.013	3.013	3.013	3.004	3.004	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12
C*		0.023	0.022	0.022	0.024	0.024	0.024	0.024	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
Temperature ca. 60 degree C		59.6	59.9	60.6	60.2	60.2	60.2	60.2	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
tan delta		0.116	0.114	0.11	0.112	0.112	0.112	0.112	0.107	0.107	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
E'		6.8	7.289	7.224	6.902	6.902	6.902	6.902	6.934	6.934	6.95	6.95	6.95	6.95	6.95	6.95	6.95	6.95	6.95	6.95	6.95
E''		6.754	7.242	7.182	6.858	6.858	6.858	6.858	6.894	6.894	6.908	6.908	6.908	6.908	6.908	6.908	6.908	6.908	6.908	6.908	6.908
E*		0.764	0.831	0.782	0.773	0.773	0.773	0.773	0.741	0.741	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762
C*		0.017	0.016	0.015	0.016	0.016	0.016	0.016	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Roll. resist. truck 60 km/h		3.41	3.37	3.35	3.38	3.38	3.38	3.38	3.32	3.32	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34
Roll. resist. truck 80 km/h		4.38	4.33	4.29	4.33	4.33	4.33	4.33	4.27	4.27	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31
Roll. resist. truck 100 km/h		5.35	5.3	5.26	5.31	5.31	5.31	5.31	5.25	5.25	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29	5.29
Slag Alpha nach (Skulptur)		21.5	20.7	20.7	21.2																

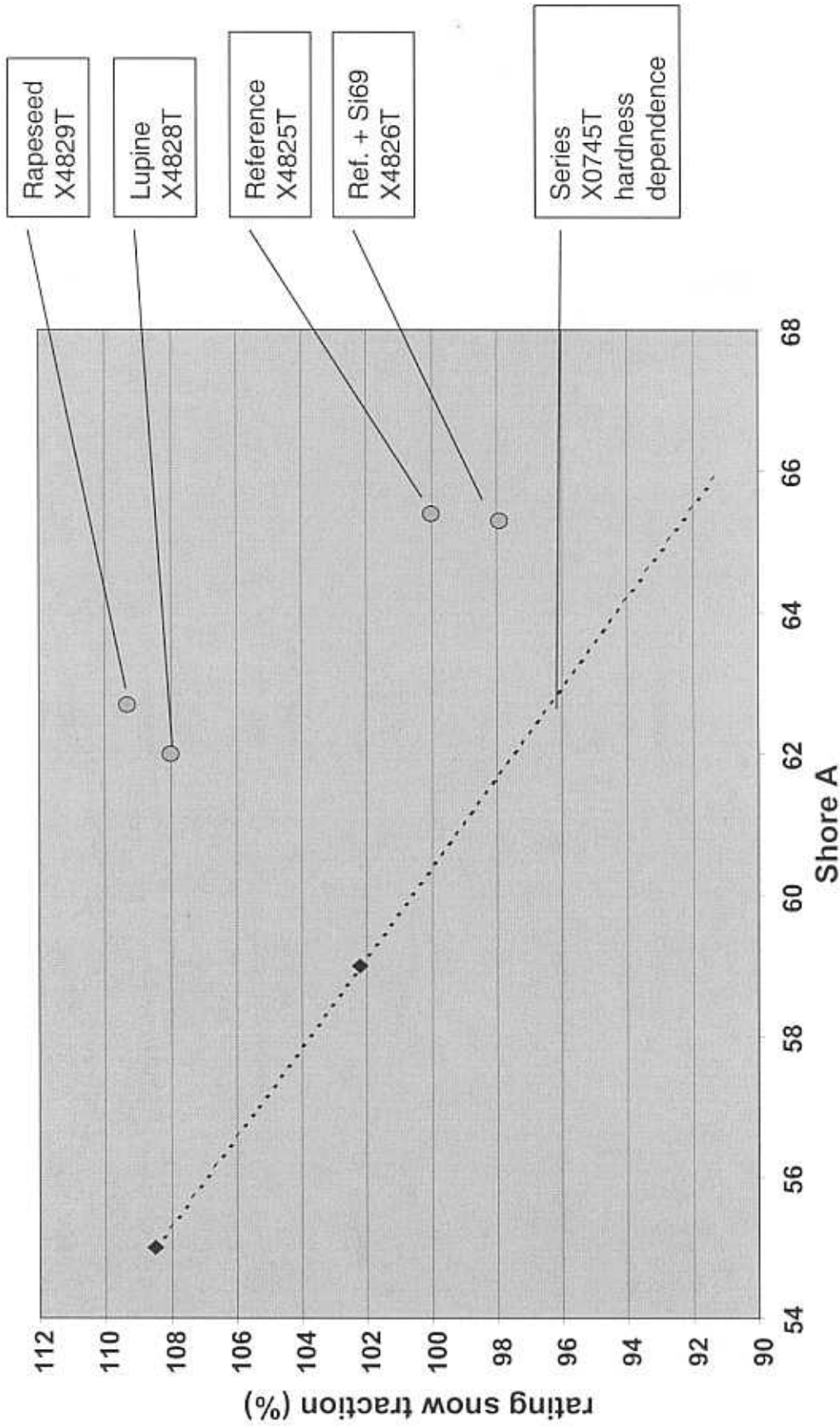
EIVEICE - Reifenbau Ergebnisse



Code-Nr.:...pp12035fmr1306.ppt



EIVEICE - Tire Test Results - Compound Comparison



Code-Nr.: \ppt2003\m1306.ppt

Ergebnisübersicht Proteinhydrolysate in SSBR-Ruß-System

STAMMNR VAR ENR	183-1-1 REF 1	183-1-2 REF 2	183-2-1 LUP1	183-2-2 LUP1	183-3-1 LUHY1	183-3-2 LUHY1	183-4-1 LUHY2	183-4-2 LUHY2	183-5-1 RAPS	183-5-2 RAPS	183-6-1 RAHY1	183-6-2 RAHY1	183-7-1 RAHY2	183-7-2 RAHY2	183-8-1 RAHY3	183-8-2 RAHY3
NAME/BEZEICHNUNG																
SSBR 25S/24V	100	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
N 339	40	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
RAPESEED OIL	-	3	-	6	-	6	-	6	-	4.5	-	6	-	6	-	6
6PPD	1.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE	3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
STEARIC ACID	1.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SI 69	1.2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
2 @CEN8463 RAPSPROTEINKONZENTR	-	-	-	-	-	-	-	-	10	<	-	-	-	-	-	-
2 @CEN8464 LUPINISOLAT STAN.	-	-	9	<	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 @CEN8568 EH09-5A LUPIN	-	-	-	-	9	<	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 @CEN8569 EH09-5B LUPIN	-	-	-	-	-	-	9	<	-	-	-	-	-	-	-	-
2 @CEN8570 EH09-2A RAPESEED	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	<	-	-	-	-
2 @CEN8571 EH09-7 RAPESEED	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	<	-	-
2 @CEN8572 EH09-2B RAPESEED	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	<	-
DPG	0.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
CBS	1.8	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SULFUR	1.8	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
D(g/mL) =	1.113	1.104	1.129	1.12	1.129	1.12	1.129	1.12	1.131	1.124	1.129	1.12	1.129	1.12	1.129	1.12
RHEOMETER																
MDR 2000 @ 160 °C																
ML	1.94	1.58	2.26	1.82	2.06	1.71	2.12	1.72	2.03	1.74	2.16	1.75	1.97	2.09	1.6	1.72
MHF	22.17	18.83	25.18	20.72	21.7	17.08	22.98	19.46	21.9	19.77	22.97	19.12	19.5	20.82	16.93	17.25
MHF - ML	20.23	17.25	22.92	18.9	19.64	15.37	20.86	17.74	19.87	18.03	20.81	17.37	17.53	18.73	15.33	15.53
langens delta 100 °C	0.03	0.03	0.04	0.04	0.07	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06	0.07	0.07
T5%	1.75	1.94	1.8	2.01	1.44	1.49	1.43	1.56	1.62	1.55	1.5	1.69	1.13	1.51	1.03	1.45
T10%	2.09	2.3	2.15	2.38	1.74	1.79	1.73	1.87	1.9	1.81	1.79	2	1.33	1.81	1.21	1.73
T50%	2.85	2.97	2.67	3.11	2.47	2.46	2.43	2.52	2.56	2.46	2.48	2.67	1.95	2.55	1.75	2.37
T95%	7.38	5.83	5.74	6.3	7.16	5.21	5.42	5.08	5.85	6.62	5.44	5.64	7.69	7.58	5.83	6.08
K30_90	0.735	1.095	1.077	0.992	0.769	1.146	1.08	1.214	0.995	0.854	1.077	1.081	0.729	0.777	0.957	0.954
Optimal cure @ 160 °C (min)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Density (g/mL)	1.111	1.102	1.118	1.108	1.12	1.109	1.118	1.11	1.117	1.112	1.118	1.11	1.118	1.117	1.112	1.109
Tensile Strength (MPa)	14.6	16.8	14.8	14.4	14.9	14.8	14.9	14.6	14.3	12.4	14.9	14.1	14.8	14.5	13.3	14
Elongation at Break (%)	307	420	329	414	337	442	338	400	344	354	337	405	364	354	390	416
M100% (MPa)	2.98	2.27	3.31	2.44	3.1	2.17	3.16	2.51	3.31	2.8	3.28	2.46	2.78	2.8	2.27	2.23
M200% (MPa)	8.69	6.4	8.26	5.75	8.21	5.46	8	6.17	7.68	6.43	8.18	5.91	7.23	7.44	5.85	5.77
M300% (MPa)	0	11.95	14.71	10.49	14.3	9.9	14.25	11.11	13.32	11.19	14.33	10.57	12.88	13.1	10.51	10.27
Energy at Break (J/mL)	16.7	27.3	19.3	23.7	20.1	25.9	20	23.2	20.1	18.2	20.3	22.8	21.5	20.6	20.7	23.4
Hardness Shore A @ RT	66.7	61.1	68.6	63.6	67	61.2	66.8	62.6	67.1	63.6	67.1	62.2	65.7	66.7	62.4	61
Hardness Shore A @ 70 °C	63.2	59.2	66.8	61.8	66	59.2	65.9	60.9	66	61.8	66	60.2	63.4	62.9	60	58.6
Resilience (%) @ RT	49.9	49.9	48.5	49.4	47.3	48.6	48.7	50.3	48.5	49	47.8	49.7	47.6	47.7	48.6	49.8
Resilience (%) @ 70 °C	62.6	60	62.1	60.5	59.1	57.4	60.7	60.4	59.7	61.1	61.8	60.4	57.2	59.7	59.7	58.9
DIN-Abrasion (mm³)	103	102	130	123	119	122	128	124	131	132	119	130	120	116	129	124

STAMMNR VAR	35-1-1 REF 1	35-1-2 REF 2	35-2-1 LU	35-2-2 LU190	35-2-6 LU H	35-3-1 TR	35-3-2 TR	35-4 RA	35-4-4 RAL	35-4-5 RAM	35-4-6 RAH
SSBR 25S/24V	100	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ACTIVE SILICA GRAN.	50	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
RAPESEED / CANOLA O	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-
6PPD	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
OZONE PROTECTING WA	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE INDIRECT	3	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
STEARIC ACID	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SILQUEST A-1589 SIL	3.5	4.4	<	<	<	<	<	<	<	<	<
EH 09-24	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-
EH09-12B	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-
EH 09-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-
EH 09-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
LUPINE 01041901	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-
BIERTREBER	-	-	-	-	-	9,3	9	-	-	-	-
LUPINE 19 µm	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-
RAPSKONZ. 01073101	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-
Accel. 1	0,1	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Accel. 2	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Accel. 3	1,8	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SULFUR	1,6	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
MDR 2000 @ 160 °C											
ML	2.04	1.93	2.17	2.12	2.06	1.67	2.08	2.01	2.16	2.11	2.11
MHF	21.98	23.28	24.69	23.8	25.57	16.61	19.54	23.32	25.87	25.77	25.15
MHF - ML	19.94	21.35	22.52	21.68	23.51	14.94	17.46	21.31	23.71	23.66	23.04
tangens δ @ 100 °C	0.04	0.03	0.04	0.05	0.04	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05
T5%	2.71	3	2.55	2.37	1.17	0.91	0.77	2.21	1.54	1.31	1.16
T10%	3.42	3.76	3.16	2.94	1.36	1	0.85	2.57	1.82	1.53	1.34
T40%	4.61	4.88	4.13	3.85	1.84	1.32	1.15	3.19	2.38	2.04	1.81
T90%	7.47	7.89	6.78	6.36	12.04	9.85	8.95	6.94	9.88	10.53	11.36
T95%	8.96	9.57	8.23	7.77	16.91	15.92	14.63	10.24	14.65	15.17	16.08
T99R%	24.21	25.89	0	40.69	0	0	0	40.25	0	0	0
Curetime @ 160 °C	10	10	10	10	20	20	15	15	15	20	20
Density (g/cm³)	1.16	1.159	1.164	1.166	1.166	1.159	1.168	1.165	1.164	1.166	1.166
Tensile Strength (MPa)	14.3	15.2	13.1	14.8	14.3	14.1	13.5	16.3	15.3	14.5	13.2
Elongation at Break (%)	401	406	359	389	352	526	429	402	384	348	334
M (100 %) (MPa)	2.22	2.37	3.69	3.76	3.14	2.15	2.64	3.65	3.14	3.34	3.2
M (200 %) (MPa)	5.52	5.62	7.18	7.42	7.58	4.33	5.41	7.67	7.4	7.97	7.62
M (300 %) (MPa)	10.51	10.94	11.61	11.9	12.99	7.26	9.22	12.65	12.5	13.42	12.93
Energy at Break (J/cm³)	21.7	23.6	20.8	25.2	20.8	29.9	23.9	28.1	24.5	21.1	18.4
Hardness Shore A @ RT	63	64.8	70.7	70.5	69.8	63	66.8	70.2	69	69.3	69.4
Hardness Shore A @ 70 °C	62.1	63.9	69.8	69.6	67.6	59.7	64.9	68.5	67.2	67.8	67
Resilience @ RT (%)	45.5	45	44.6	45.4	43.5	44.7	43.1	44.5	43.5	43.7	43.9
Resilience @ 70 °C (%)	59.5	59.2	59	59.6	58.9	53.8	55.6	59.5	58.1	57.4	58.5
Ice Rating Lab	100.0	101.6	99.5	100.1	100.6	101.2	95.9	99.5	100.8	101.5	99.1
DIN Abrasion (mm³)	121	116	149	152	122	102	119	139	128	125	137

STAMMNR VAR	19-1-1 REF 1	19-1-2 REF 2	19-2-1 LU190	19-2-2 LU190	19-3 LU 35	19-4-1 LU 80	19-5 LU265	19-6-1 LU	19-6-2 LU	19-7 TR
TSR	50	<	<	<	<	<	<	<	<	<
BR	20	<	<	<	<	<	<	<	<	<
VSL 5025-0	30	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ACTIVE SILICA GRAN.	50	<	<	<	<	<	<	<	<	<
RAPESEED / CANOLA O	-	-	-	6	-	-	-	-	6	<
6PPD	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<
OZONE PROTECTING WA	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE INDIRECT	3	<	<	<	<	<	<	<	<	<
STEARIC ACID	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SILQUEST A-1589 SIL	3.5	4.4	<	<	<	<	<	<	<	<
LUPINE 01041901	-	-	-	-	-	-	-	9	9.3	-
LUPINE 26.5 µm	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-
LUPINE 8 µm	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-
LUPINE 3.5 µm	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-
BIERTREBER	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.3
LUPINE 19 µm	-	-	9	9.3	-	-	-	-	-	-
Accel. 1	0.1	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Accel. 2	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Accel. 3	1.8	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SULFUR	1.6	<	<	<	<	<	<	<	<	<
MDR 2000 @ 160 °C										
ML	2.17	2.26	2.6	2.16	2.6	2.59	2.54	2.61	2.24	2.06
MHF	21.22	22.91	23.79	19.92	24.05	23.68	22.99	23.72	20.45	16.58
MHF - ML	19.05	20.65	21.19	17.76	21.45	21.09	20.45	21.11	18.21	14.5
tangens δ @ 100 °C	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06
T5%	1.21	1.29	1.07	1.1	1.04	1.03	1.09	1.08	1.35	0.61
T10%	1.52	1.64	1.34	1.36	1.26	1.27	1.34	1.34	1.7	0.69
T40%	2.02	2.17	1.8	1.81	1.69	1.71	1.78	1.81	2.22	0.89
T90%	3.25	3.66	3.12	3.14	3.01	2.95	3.09	3.07	3.61	2
T95%	3.9	4.46	3.85	3.95	3.81	3.65	3.82	3.77	4.36	3.13
T99R%	10.42	13.91	16.56	18.89	19.04	18.19	18.79	17.44	10.8	19.05
Curetime @ 160 °C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Density (g/cm³)	1.139	1.143	1.149	1.139	1.152	1.149	1.144	1.148	1.141	1.143
Tensile Strength (MPa)	15.2	16.5	15.6	15.1	14.8	14.7	15.1	14.9	14.4	14.9
Elongation at Break (%)	423	426	402	461	372	379	399	389	454	534
M (100 %) (MPa)	2.42	2.61	4.06	3.26	4.15	3.96	4.12	3.97	3.17	2.2
M (200 %) (MPa)	5.99	6.5	7.92	6.36	8.27	7.92	7.84	7.75	6.1	4.58
M (300 %) (MPa)	10.65	11.53	12.29	10.01	12.81	12.41	12.05	12.18	9.6	7.72
Energy at Break (J/cm²)	25.4	27.9	28.3	30.4	25.1	25	27.6	26	28.4	32.4
Hardness Shore A @ RT	63.9	66.7	71	67	71.1	70.2	70.8	70.9	67.1	62.5
Hardness Shore A @ 70 °C	63.4	64.4	70.3	66.7	70	69.6	69.2	69.8	66.7	59.8
Resilience @ RT (%)	55.6	52.7	55.7	56.5	55.4	56	56.2	55.9	56.5	52.2
Resilience @ 70 °C (%)	67.3	66.1	66.4	66.5	66	65.8	67.7	66.1	64.7	61.5
DIN Abrasion (mm²)	112	110	140	153	156	151	139	150	137	122
Ice Rating Lab	100.0	101.8	103.2	103.3	102.4	101.4	104.4	103.8	102.4	100.0

STAMMNR VAR	31-1-1 REF 1	31-1-2 REF 2	31-4-4 RA L	31-4-5 RA M	31-4-6 RA H	31-2-6 LU H
TSR	50	<	<	<	<	<
BR	20	<	<	<	<	<
VSL 5025-0	30	<	<	<	<	<
SILICA GRAN.	50	<	<	<	<	<
6PPD	2	<	<	<	<	<
OZONE PROTECTING WA	2	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE INDIRECT	3	<	<	<	<	<
STEARIC ACID	2	<	<	<	<	<
Silan	3.5	4.4	<	<	<	<
EH 09-24	-	-	9	-	-	-
EH09-12B	-	-	-	-	-	9
EH 09-22	-	-	-	9	-	-
EH 09-25	-	-	-	-	9	-
Accel. 1	0.1	<	<	<	<	<
Accel. 2	2	<	<	<	<	<
Accel. 3	1.8	<	<	<	<	<
SULFUR	1.6	<	<	<	<	<
MDR 2000 @ 160 °C						
ML	2.46	2.5	2.81	2.85	2.84	2.78
MHF	21.47	22.26	23.6	23.46	22.28	22.52
MHF - ML	19.01	19.76	20.79	20.61	19.44	19.74
tangens δ @ 100 °C	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04
T5%	1.37	1.37	0.82	0.83	0.75	0.78
T10%	1.69	1.72	1	1	0.89	0.92
T40%	2.25	2.27	1.35	1.34	1.19	1.23
T90%	3.56	3.83	3.86	3.91	3.57	4.2
T95%	4.26	4.74	6.39	6.61	6	6.9
T99R%	10.24	15.08	22.34	22.84	20.97	22.24
Curetime @ 160 °C	5	5	10	10	10	10
Density (g/cm ³)	1.143	1.144	1.153	1.153	1.152	1.154
Tensile Strength (MPa)	13.2	18	13.8	15.4	15.6	16.1
Elongation at Break (%)	387	475	349	391	406	411
M (100 %) (MPa)	2.38	2.55	3.43	3.4	3.17	3.12
M (200 %) (MPa)	5.87	6.26	7.91	7.71	7.41	7.46
M (300 %) (MPa)	10.35	10.94	12.89	12.47	12.1	12.32
Energy at Break (J/cm ³)	21.2	34.4	21.1	26	27.1	28.1
Hardness Shore A @ RT	63.6	65.5	68.2	68.1	67.5	68
Hardness Shore A @ 70 °C	62.6	63.7	67.8	67	66.5	66.7
Resilience @ RT (%)	57	56.8	55.6	56.1	56.8	55.1
Resilience @ 70 °C (%)	69.2	67.9	64.8	65.3	65.1	65.7
DIN Abrasion (mm ³)	121	107	137	124	122	118
Ice Rating Lab	100.0	101.4	102.1	103.1	103.1	101.3

STAMMNR VAR ENR	37-1-1 Ref.	37-1-2	37-2 LU	37-3 RA	37-4 LU190	37-5 LU H	37-6 TR	37-7 CAS	37-8 LUTER	37-9 MAT A
TSR	30	<	<	<	<	<	<	<	<	<
BR	40	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SSBR 25S/50V HM	30	<	<	<	<	<	<	<	<	<
N 339	14	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SILICA	87	78	<	<	<	<	<	<	<	<
Softener 1	32	29	<	<	<	<	<	<	<	<
Softener 2	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<
6PPD	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<
OZONE PROTECTING WAX	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE INDIRECT	3	<	<	<	<	<	<	<	<	<
STEARIC ACID	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<
AKTIPLAST ST	5	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Silan	7.4	6.6	7.4	<	<	<	<	<	<	<
EH09-12B	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-
MATER-BI A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
LUPINE 01041901	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-
CASEINAT GRANULAT PROTEIN/ZELLULOSE	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-
BIERTREBER	-	-	-	-	-	-	13	-	13	-
LUPINE 19 UM	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-
RAPSKONZ. 01073101	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-
Accel. 1	0.1	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Accel. 2	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Accel. 3	1.8	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SULFUR	1.6	<	<	<	<	<	<	<	<	<
D(g/cm³) =	1.192	1.18	1.192	<	<	<	<	<	<	<
MDR 2000 @ 160 °C										
ML	1.97	1.68	2.04	1.74	2.04	1.62	1.7	2.11	1.76	1.67
MHF	15.94	15.32	17.16	16.08	16.81	17.25	13.45	16.57	17.62	19.42
MHF - ML	13.97	13.64	15.12	14.34	14.77	15.63	11.75	14.46	15.86	17.75
tangens δ @ 100 °C	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.09	0.06	0.04	0.04
T5%	1.2	2.05	1.78	1.59	1.77	0.89	1	1.36	1.69	1.34
T10%	2.49	3.01	2.4	1.92	2.27	1.09	1.16	1.72	2.23	1.75
T40%	4.16	4.3	3.37	2.52	3.05	1.49	1.74	2.38	3.09	2.51
T90%	6.94	6.78	5.85	5.89	5.35	5.8	10.26	5.21	6.82	8.29
T95%	8.49	8.14	7.22	7.95	6.63	8.29	16.38	6.89	9.34	11.44
T99R%	19.32	17.96	17.31	24.46	20.64	21.11	59.31	22.38	29.46	29.24
Curetime @ 160 °C	10	10	10	10	10	10	20	10	10	15
Density (g/cm³)	1.197	1.184	1.189	1.188	1.19	1.19	1.191	1.188	1.187	1.188
Tensile Strength (MPa)	13.1	14.4	12.8	13.2	12.5	13.1	10.5	14.4	12.6	13.6
Elongation at Break (%)	670	667	546	562	518	558	658	561	642	511
M (100 %) (MPa)	1.43	1.53	2.73	2.6	2.84	2.02	1.47	2.48	2.56	2.38
M (200 %) (MPa)	3.12	3.41	5.01	5.04	5.25	4.57	2.85	5.17	4.73	5.4
M (300 %) (MPa)	5.35	5.86	7.51	7.66	7.86	7.35	4.6	8.2	7.27	8.68
Energy at Break (J/cm²)	36.7	39.8	32.4	34.7	30.5	32.4	30.1	36.7	31.1	31.5
Hardness Shore A @ RT	60.4	60.2	67.5	66.7	67.5	66	60.5	66.9	68.1	66.9
Hardness Shore A @ 70 °C	57.1	55.6	63.6	61.9	64.2	61.4	54.5	63.1	63.3	63.3
Resilience @ RT (%)	32.2	35	36.7	37.3	37.1	35.5	31.1	35.7	36.4	35.4
Resilience @ 70 °C (%)	42.3	47	48	47.7	47.9	44.7	38	45.9	48.1	46.5
Ice Rating Lab	100.0	96.4	100.7	101.2	101.6	102.1	96.0	99.9	103.1	99.4
DIN Abrasion (mm²)	103	103	159	127	144	97	131	101	134	97

EIVEICE
2nd Tire Test - Compound Data

	X5656T Ref. 1	71-1-1 X5348	71-1-2 X5349	71-1-3 X5350	T5208 Ref. 2	71-2-1 X5352	71-2-2 X5353
NR	30	<	<	<	35	<	<
BR	40	<	<	<	25	<	<
SSBR	30	<	<	<	40	<	<
Carbon Black	14	<	<	<	75	73	<
Silica	87	80	<	<	25	23	<
Softener 1	32	39	37	<	-	-	-
Softener 2	-	-	-	-	40	45	<
Softener 3	10	12	<	<	10	12	<
Processing Aid, Anti Ageing	9	<	<	<	4	<	<
Zink Oxide	3	3	<	<	3	<	<
Stearic Acid	2	2	<	<	1.5	<	<
Silane	7.4	7.4	<	<	2.1	3.2	<
Lupine Isolate	-	-	-	-	-	13	-
Rapeseed Concentrate	-	13	-	-	-	-	-
Lupine Isolate, hydrolysated	-	-	-	13	-	-	13
Rapeseed Concentrate, hydrolysated	-	-	13	-	-	-	-
Accelerator	3.8	<	<	<	2	3.8	<
Sulfur	1.6	<	<	<	1.7	1.6	<
MDR 2000 @ 160 °C							
ML	2.18	1.15	1.34	1.29	2.82	2.11	2.09
MHF	14.26	11.19	11.94	14.24	11.7	11.82	10.56
MHF - ML	12.08	10.04	10.6	12.95	8.88	9.71	8.47
tangens δ @ 100 °C	0.07	0.07	0.08	0.06	0.11	0.09	0.11
T5%	2.14	1.53	0.61	0.85	1.92	0.79	0.81
T10%	2.64	1.83	0.73	1.17	2.34	0.95	0.95
T40%	3.66	2.48	1.08	1.6	3.3	1.35	1.32
T90%	6.56	5.43	3.73	3.95	6.23	2.57	2.95
T95%	7.85	6.84	5.65	5.21	7.37	3.34	4.13
T99R%	16.86	0	17.42	16.43	14.62	22.04	25.17
Mooney ML 1+3 (100 °C)	57.5	33.4	33.4	33	63.4	46	44.4
opt. Curetime @ 160 °C	10	10	7	7	10	7	7
Density (g/cm ³)	1.201	1.178	1.18	1.181	1.154	1.143	1.145
Tensile Strength (MPa)	11.9	10.4	10.1	11.5	12	11.7	11.2
Elongation at Break (%)	587	596	666	622	547	453	536
M (100 %) (MPa)	1.46	1.79	1.08	1.4	1.31	1.93	1.3
M (200 %) (MPa)	3.15	3.49	2.34	3.17	3.12	4.47	3.26
M (300 %) (MPa)	5.55	5.41	4.13	5.4	6.01	7.83	6.15
Energy at Break (J/cm ³)	28.8	28	28.3	30.6	26.1	21.9	24.7
Hardness Shore A @ RT	60.4	58.8	56.9	61	56.3	59.6	56.5
Hardness Shore A @ 70 °C	54.2	53.7	51.2	55.6	51.1	55.9	51
Resilience @ RT (%)	31	33.2	30.9	31.2	26.5	29.3	27.2
Resilience @ 70 °C (%)	42.6	43.9	38	41.5	35.3	39.1	34.1
DIN-Abrasion (mm ³)	135	243	137	98	124	170	142
Ice Prediction Lab	100.0	101.2	98.7	97.0	94.0	95.9	95.5
Curetime @ 160 °C	20	20	20	20	20	20	20
Density (g/cm ³)	1.2	1.177	1.181	1.181	1.154	1.144	1.145
Tensile Strength (MPa)	12.7	11.4	10.3	12.4	12.2	11.6	11.9
Elongation at Break (%)	602	604	634	623	547	431	471
M (100 %) (MPa)	1.46	1.9	1.09	1.42	1.31	2.02	1.55
M (200 %) (MPa)	3.16	3.74	2.38	3.24	3.06	4.7	4.1
M (300 %) (MPa)	5.61	5.86	4.31	5.64	5.95	8.25	7.65
Energy at Break (J/cm ³)	31.1	31.1	26.8	32.5	26.2	20.6	22.8
Hardness Shore A @ RT	59.4	59.6	57.1	55.6	61.5	59.1	57.7
Hardness Shore A @ 70 °C	54.9	55.7	52.2	51.9	57.1	56.2	54.1
Resilience @ RT (%)	31.6	34.6	30.8	26.6	32.1	29.5	27.6
Resilience @ 70 °C (%)	40.3	41.9	35.8	32.4	39.1	37.3	35.3
DIN-Abrieb (mm ³)	93	161	96	77	128	116	113
Ice Prediction Lab	100.0	99.6	96.2	96.5	91.1	94.2	93.3
Grosch-Abrasion (mm/1000 km)							
E(Friction) = 1 kJ/km	0.8	1.29	0.97	0.89	0.66	1.08	0.74
E(Friction) = 2 kJ/km	1.57	2.64	1.76	1.73	1.23	2.23	1.35
E(Friction) = 4 kJ/km	3.73	6.47	3.63	4.03	2.52	5.14	2.77

EIVEICE

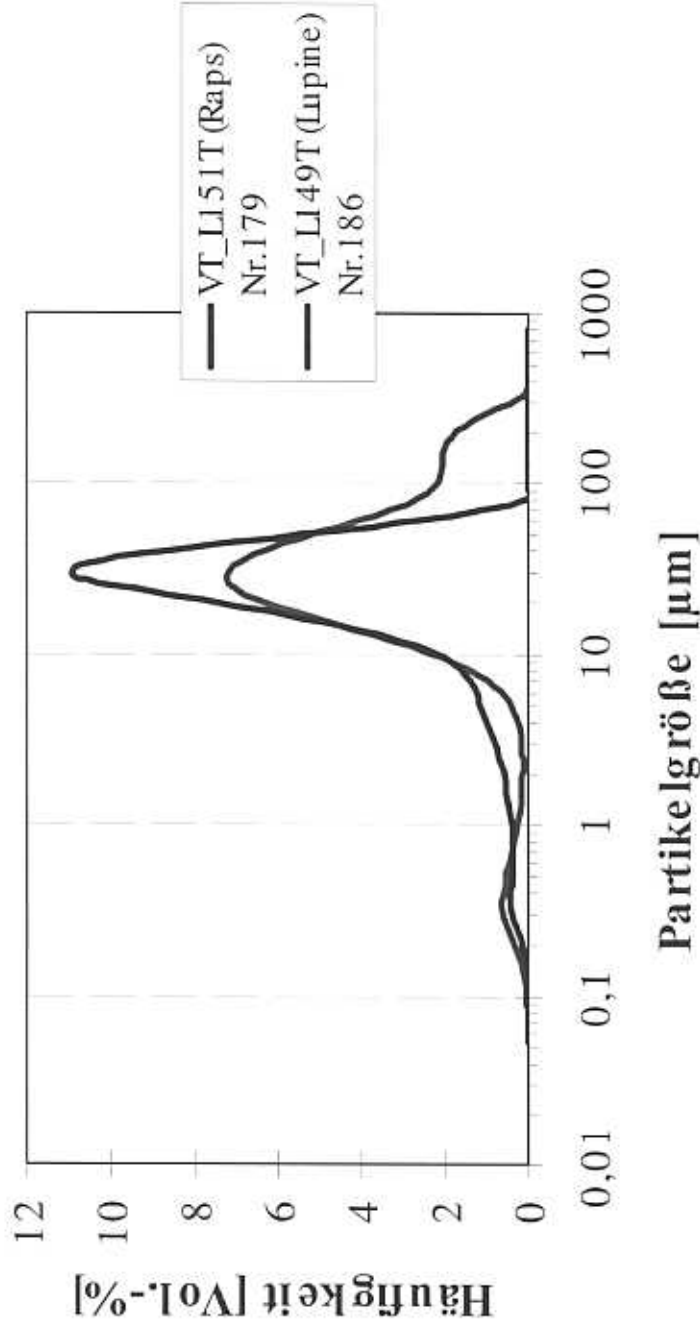
2nd Tire Test - Tire Results

	5656T Ref 1	71-1-1 X5348	71-1-2 X5349	71-1-3 X5350	T5208 Ref. 2	71-2-1 X5352	71-2-2 X5353
Rating							
Shore A	60.4	58.8	56.9	61	56.3	59.6	56.5
Eigenschaften auf Schnee	99	103	104	102	100	102	103
Eigenschaften auf Eis	96	91	96	100	100	102	100
ABS naß (Asphalt)	99	94	96	92	100	95	100
ABS naß (Beton)	103	99	99	98	100	99	99
Abrieb, angetriebene Achse	100		95	87			
Abrieb, mitlaufende Achse	100		112	85			
Abrieb, angetriebene Achse	100				94		84
Abrieb, mitlaufende Achse	100				89		83

Rating: Werte > 100 sind besser

EIVEICE - 2nd Tire Test - Protein Particle Sizes

Anlage 36



Code-Nr.: \epn2003\mr1306.ppt

Anmerkung: Das Protein wurde in 1-Butanol dispergiert. Alle Messungen einer Probe ergaben deckungsgleiche Kurven, weshalb nur eine Datenreihe für obige Darstellung verwendet wurde.

Strategic Technology - Materials Research
Dr. C. Recker



	15-1-1 REF	15-1-2 REF 1	15-2 MAT A	15-3 MAT Y	15-4 AC-ST	15-5 TP-ST	15-6-1 ST	15-6-2 ST	15-7-1 INU	15-7-2 INU
NR	10	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SBR	61.875	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SBR	61.875	<	<	<	<	<	<	<	<	<
N234	80	60	<	<	<	<	<	<	<	<
Softener	2.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Polyethylenglykol	-	-	-	-	-	-	-	4.8	-	4.8
6PPD	1.15	<	<	<	<	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE INDIRECT	4	<	<	<	<	<	<	<	<	<
STEARIC ACID	2	<	<	<	<	<	<	<	<	<
X 50 S	-	5	<	<	<	<	<	<	<	<
HP-INULIN	-	-	-	-	-	-	-	-	12	7.2
MAISSTAERKEMEHL	-	-	-	-	-	-	12	7.2	-	-
ACETYLIERTE STÄRKE	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-
STÄRKEGRANULAT	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-
MATER-BI Y	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-
MATER-BI A	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-
CBS	2.5	<	<	<	<	<	<	<	<	<
SULFUR	1.3	<	<	<	<	<	<	<	<	<
MDR 2000/160 degree Celcius										
ML	3.45	2.19	2.16	2.21	2.11	2.04	2.29	2.19	2.16	2.39
MHF	16.17	14.97	14.4	15.34	14.22	13.97	15.69	14.08	12.15	10.84
MHF - ML	12.72	12.78	12.24	13.13	12.11	11.93	13.4	11.89	9.99	8.45
tangens delta 100°C	0.09	0.06	0.08	0.07	0.1	0.07	0.06	0.06	0.09	0.07
T5%	2.69	2.63	2.41	2.96	3.08	2.24	2.76	1.44	2.37	1.09
T10%	3.87	3.59	3.27	3.89	4.17	3.02	3.63	1.88	3.2	1.34
T40%	5.18	5.19	4.68	5.42	6.02	4.42	5.12	2.96	4.48	2.03
T90%	8.14	12.21	10.62	12.12	12.48	12.38	11.51	10.08	8.93	4.46
T99R%	19.52	0	81.52	0	0	0	79.5	88.29	74.43	0
K30_90	0.62	0.284	0.336	0.293	0.297	0.258	0.305	0.294	0.428	0.814
MAX. TORQUE REACHED?	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Optimal cured										
Curetime 160 Grad C	10	20	20	20	20	20	20	20	15	10
Density (G/CM3)	1.163	1.136	1.144	1.144	1.143	1.143	1.148	1.143	1.148	1.145
Tensile Strength (MPa)	19.5	19.9	18.4	15.6	13.9	16.7	18.1	17.9	18.1	18.2
Elongation at Break (%)	536	529	496	474	458	478	514	529	576	524
M100% (MPa)	1.89	1.88	2.32	1.99	1.63	2.08	2.04	1.74	1.82	1.7
M200% (MPa)	5.06	5.29	6.29	4.83	4.23	5.36	5	4.64	4.71	4.72
M300% (MPa)	10.18	10.3	10.88	9.24	8.49	10.02	9.73	9.08	8.49	9.35
Energy at break	41.3	40.7	37.3	28.6	24.1	31.5	36.2	36.2	41.6	36.5
Hardness Shore A	63.4	59.7	62.8	62.8	60.1	62	61.3	58.7	60.1	57.4
Hardness Shore A - 70 Grad C	58.8	57.1	58.4	57.4	57.1	57.8	57.3	54.2	56.7	53.1
Resilience (%)	23.7	31.5	30.7	31.1	30.4	30.3	31.6	30.7	31.3	31.7
Resilience (%) - 70 Grad C	37.1	48.5	45.2	46.9	44.8	44.8	45.7	43.4	43.6	44.3
Ice-Rating Lab	91.8	100.0	97.1	98.5	99.3	98.5	98.4	97.1	99.0	102.9

STAMMNR VAR	17-1 X5443	17-2 MAT A	17-3 MAT Y	17-4 TP ST	17-5 AC ST	17-6 ST	17-7 INU	17-8 KR
NR	20	<	<	<	<	<	<	<
BR	50	<	<	<	<	<	<	<
SSBR	30	<	<	<	<	<	<	<
N 339	14	<	<	<	<	<	<	<
ACTIVE SILICA	87	72	<	<	<	<	<	<
Softener	31	<	<	<	<	<	<	<
Softener	10	<	<	<	<	<	<	<
6PPD	2	<	<	<	<	<	<	<
OZONE PROTECTING WAX	2	<	<	<	<	<	<	<
ZINC OXIDE	3	<	<	<	<	<	<	<
STEARIC ACID	2	<	<	<	<	<	<	<
Processing Aid	5	<	<	<	<	<	<	<
Silan	7.4	<	<	<	<	<	<	<
HP-INULIN	-	-	-	-	-	-	15	-
MAISSTAERKEMEHL	-	-	-	-	-	15	-	-
ACETYLIERTE STÄRKE	-	-	-	-	15	-	-	-
STÄRKEGRANULAT	-	-	-	15	-	-	-	-
MATER-BI Y	-	-	15	-	-	-	-	-
MATER-BI A	-	15	-	-	-	-	-	-
Kreide	-	-	-	-	-	-	-	15
Accelerators	3.9	<	<	<	<	<	<	<
SULFUR	1.6	<	<	<	<	<	<	<
MDR 2000/160 degree Celcius								
ML	2.21	1.32	1.08	1.18	1.33	1.4	1.21	1.37
MHF	17.81	18.77	15.15	15.38	13.77	16.51	14.36	15.73
MHF - ML	15.6	17.45	14.07	14.2	12.44	15.11	13.15	14.36
tangens delta 100°C	0.07	0.04	0.05	0.04	0.07	0.05	0.06	0.05
T5%	0.86	1.41	2.35	1.89	2.4	2.17	1.49	2.14
T10%	2.19	1.83	2.84	2.43	3.02	2.82	1.72	2.78
T40%	4.03	2.6	3.7	3.37	4.06	3.82	2.16	3.75
T90%	6.84	7.74	7.81	7.97	7.05	6.46	4.4	6.19
T99R%	21.04	29.23	0	0	0	21.59	19.66	19.42
K30_90	0.682	0.378	0.475	0.429	0.644	0.737	0.876	0.795
MAX. TORQUE REACHED?	J	J	J	J	J	J	J	J
Optimal cured								
Curetime 160 Grad C	10	15	15	15	10	10	10	10
Density (G/CM3)	1.19	1.168	1.154	1.169	1.169	1.174	1.175	1.196
Tensile Strength (MPa)	9.9	10.1	9.7	10.4	11.3	10	9.3	10.4
Elongation at Break (%)	548	366	466	447	533	479	504	518
M100% (MPa)	1.38	2.35	1.99	1.94	1.71	1.74	1.59	1.51
M200% (MPa)	2.87	5.37	3.83	4.34	3.73	3.89	3.64	3.24
M300% (MPa)	5.05	8.89	6.28	7.3	6.35	6.24	5.97	5.68
energy at brake	22.4	16	19.5	20.1	25.8	20.4	21.1	22.1
Hardness Shore A	60.9	66.7	63	64	61.7	61.4	58.9	59.2
Hardness Shore A - 70 Grad C	57.1	62.5	59.7	60.7	58.2	57.2	54.4	55.8
Resilience (%)	33.4	39.3	42.1	38	38	39.2	39.8	38.9
Resilience (%) - 70 Grad C	42.3	47.6	49.1	45.7	45.4	49.4	48.1	48.8
Ice Prediction Lab	100.0	100.1	105.1	101.1	103.6	105.5	106.7	107.0