



Rationalisierungs-Kuratorium
für Landwirtschaft

Industriebereifung zur Effizienzsteigerung der landwirtschaftlichen Straßentransporte



Niels Schäfer

Industriebereifung zur Effizienzsteigerung der landwirtschaftlichen Straßentransporte

Oktober 2013

Das vorliegende Heft ist die Abschlussarbeit von **Niels Schäfer** zu seinem Studium an der Fachhochschule Kiel, Fachbereich Landwirtschaft, 24783 Osterrönfeld. Herr Schäfer ist inzwischen Verwalter auf einem RKL-Betrieb.

Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL e.K.)

Albert Spreu

Grüner Kamp 15-17, 24768 Rendsburg, Tel. 04331-708110, Fax: 04331-7081120

Internet: www.rkl-info.de; Email: mail@rkl-info.de

Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung des Herausgebers

Was ist das RKL?

Das Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft ist ein bundesweit tätiges Beratungsunternehmen mit dem Ziel, Erfahrungen zu allen Fragen der Rationalisierung in der Landwirtschaft zu vermitteln. Dazu gibt das RKL Schriften heraus, die sich mit jeweils einem Schwerpunktthema befassen. In vertraulichen Rundschreiben werden Tipps und Erfahrungen von Praktikern weitergegeben. Auf Anforderung werden auch einzelbetriebliche Beratungen durchgeführt. Dem RKL sind fast 1400 Betriebe aus dem ganzen Bundesgebiet angeschlossen.

Wer mehr will als andere, muss zuerst mehr wissen. Das RKL gibt Ihnen wichtige Anregungen und Informationen.

Gliederung	Seite
1. Einleitung	405
2. Versuch	495
2.1 Bereifung	496
3. Ergebnisse	497
3.1 Verschleißverhalten	497
3.2 Kraftstoffverbrauch	499
3.3 Lärmpegelauswirkungen.....	505
3.3.1 Lärmpegelauswirkungen im unbelasteten Zustand.....	506
3.3.2 Lärmpegelauswirkungen im belasteten Zustand.....	507
3.4 Beurteilung der Reifen durch die Fahrer.....	507
3.5 Betriebswirtschaftlicher Ansatz.....	509
3.5.1 Wirtschaftlicher Vergleich mit zwei Schleppern	510
3.5.2 Wirtschaftlicher Vergleich mit einem Schlepper.....	512
4. Schlussfolgerungen	515

1. Einleitung

Um die Möglichkeit eines tatsächlichen Einsatzes eines Industriereifens in der landwirtschaftlichen Praxis zu diskutieren, müssen verschiedene Parameter bezüglich der Effizienz und Praxistauglichkeit untersucht werden. In einem Versuch wurden zwei Industriebereifungen einer Ackerschlepperbereifung gegenübergestellt. Ziel ist es, Einflussgrößen auf die Effizienz wie Verschleißverhalten und Kraftstoffverbrauch vergleichbar gegenüberzustellen. Zudem wird das Lärmverhalten näher untersucht. Eine Bewertung der Industriebereifung erfolgt durch eine qualitative Umfrage. Es folgt nach einer Darstellung der Wirtschaftlichkeit eine Schlussbetrachtung der Versuchsergebnisse

2. Versuch

In dem Versuch wird der Schlepperreifen „Nokian-TRI 2“ geprüft. Hierbei geht es vor allem um folgende Parameter:

- Verschleißverhalten
- Kraftstoffverbrauch bei verschiedenen Arbeiten
- Lärmpegelauswirkungen
- Beurteilung der Reifen durch die Fahrer

Dieser neu entwickelte Reifen mit speziellem Transportprofil wird im Vergleich zum klassischen AS-Profil betrachtet. Die Besonderheit dieses Schlepperreifens zeigt sich in

der bislang in der Landwirtschaft untypisch eingesetzten Profilart. Die Bereifung ist im Lohnunternehmen unter den normalen Alltagsarbeiten wie z. B. Grassiloabfuhr oder Getreidetransport eingesetzt worden. Die Vorzüge dieser Reifenart liegen nach Herstellerangaben im Transportbereich. Daher wurde der Einsatzbereich auf Transportarbeiten, sowie leichte Zugarbeiten auf dem Feld, wie z. B. „Schwaden“ oder „Pressen“, begrenzt. Schwere Bodenbearbeitungen fanden nicht statt.

2.1 Bereifung

Hinsichtlich der Bereifung bestehen zwischen dem herkömmlichen AS-Profil und der Industriebereifung (Typ: TRI 2) deutliche Unterschiede. Bei der AS-Bereifung handelt es sich um einen Reifen des Herstellers Trelleborg Typ: TM900-High Power. Dieser Reifentyp wird auch von Mitbewerbern wie Michelin oder Continental angeboten. Bei der Industriebereifung handelt es sich von der Profilierung her um ein Hybridprofil zwischen LKW- und Schlepper- (AS) Bereifung. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Vergleich beider Reifenarten bezüglich der Profilstruktur.

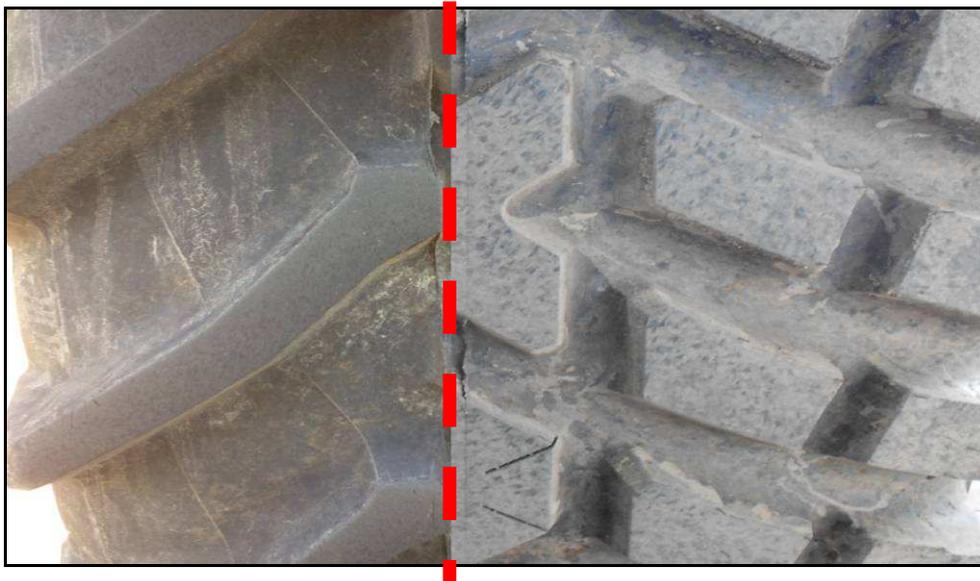


Abbildung 1: Vergleich von AS-Bereifung (links) und Industriebereifung (rechts)

Neben der Stollenstruktur unterscheiden sich die beiden Arten hinsichtlich der nutzbaren Stollenhöhe. So liegt die nutzbare Stollenhöhe bei einer neuen AS Bereifung zwischen 40 mm und 60 mm. Bei der Industriebereifung hingegen liegen die nutzbaren Stollenhöhen im Bereich zwischen 23 mm und 30 mm. Durch die engere Stollenstruktur ist bei der Industriebereifung der Kontaktflächenanteil bei hartem Untergrund deutlich größer. Der Hersteller hat den Reifen entwickelt, um ihn mit Hilfe des Blockprofils vielseitig zu nutzen. Der Industriereifen besitzt ein Verhältnis zwischen Positiv- und Negativanteil des Profils von 39 % : 61 %. Im Vergleich dazu stellt der AS-Reifen ein Verhältnis von 25 % : 75 % dar.

Die für den Versuch zur Verfügung stehenden Schlepper sind mit unterschiedlichen Reifengrößen ausgestattet. Eine Übersicht zeigt die nachfolgende Tabelle.

Tabelle 1: Übersicht der angewandten Reifengrößen

Schleppertyp	Vorderachsbereifung	Hinterachsbereifung	Kurzzeichen
Fendt-Vario 828 (ID-Nr. 231)	600/70/R30	710/70/R42	AS-Ber.
	(AS-Bereifung) Luftdruck: 1.4-1.8 Vorlauf: 3.43 %	(AS-Bereifung) Luftdruck: 1.2-2.2	
Fendt-Vario 828 (ID-Nr.224)	540/65/R30	650/65R42	Industr. A
	(Industriebereifung) Luftdruck: 1.6-2.0 Vorlauf: 1.0 %	(Industriebereifung) Luftdruck 1.6-2.2:	
Fendt-Vario 828 (ID-Nr. 237)	440/80/R34	620/80/R42	Industr. B
	(Industriebereifung) Luftdruck: 1.6-2.0 Vorlauf: 0.6 %	(Industriebereifung) Luftdruck: 1.6-2.2	

Die Unterschiede innerhalb der beiden Industriereifentypen liegen ausschließlich in den unterschiedlichen Abmaßen. Der Reifentyp mit dem Kurzzeichen „Industr. A“ charakterisiert einen eher breiteren Reifen, mit geringerem Durchmesser. Der Reifen mit dem Kurzzeichen „Industr. B“ fällt etwas schmaler aus und besitzt einen größeren Durchmesser. Die angegebenen Luftdruckbereiche variieren je nach Geschwindigkeitsbereich und Traglast.

3. Ergebnisse

Nachfolgend werden die verschiedenen Reifentypen zur besseren Unterscheidung farblich hervorgehoben (vgl. Tabelle1).

3.1 Verschleißverhalten

Die verschiedenen Bereifungstypen sind hinsichtlich des Profilabriebs verglichen worden. Um ein möglichst repräsentatives Ergebnis zu erhalten, wurden die Anfangswerte mit denen der letzten Messung des Versuchs verglichen. Ferner wird aufgrund unterschiedlicher Verschleißerscheinungen zwischen den Vorder- und Hinterreifen unterteilt. Um eine Aussage treffen zu können wie groß der relative Anteil des jeweiligen Verschleißes ist, sowie zur Festlegung der maximalen Nutzungsdauer, ist die nutzbare Stollenhöhe mit berücksichtigt worden.

Eine direkte Gegenüberstellung der drei Reifenvarianten bezüglich des Verschleißverhaltens pro Betriebsstunde zeigt die nachfolgende Abbildung.

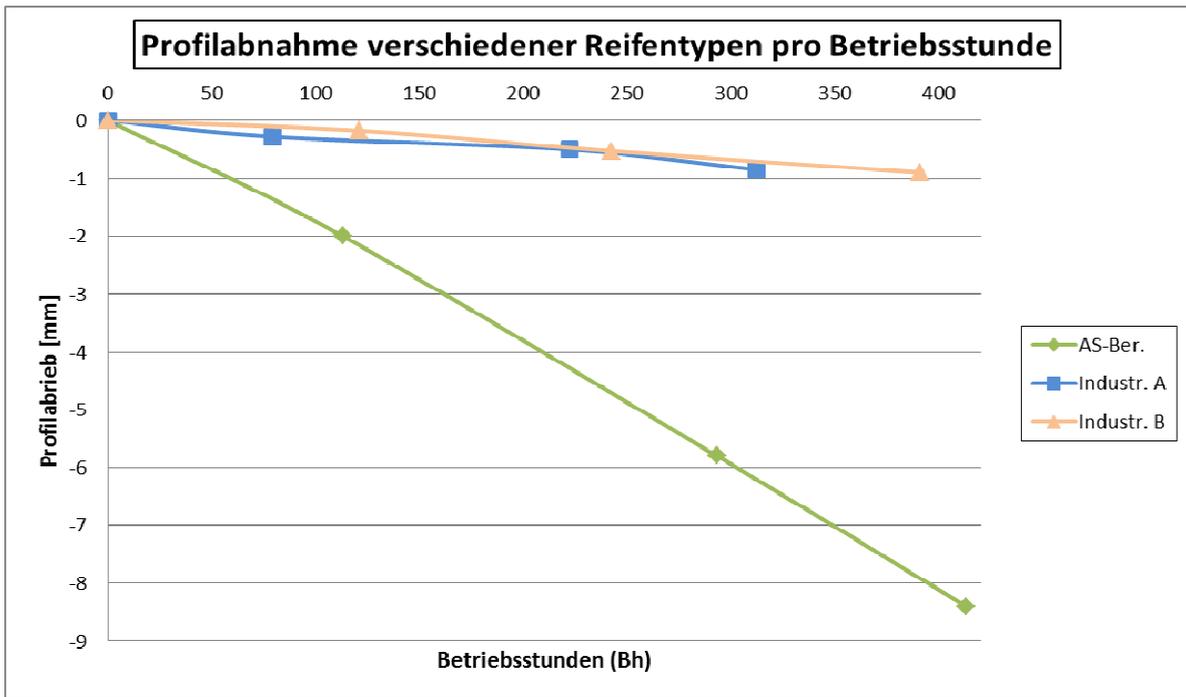


Abbildung 2: Reifenverschleiß der drei Reifenvarianten pro Betriebsstunde

Beim Vergleich der einzelnen Bereifungsvarianten in Abbildung 2 ist bei der AS-Bereifung der größte Verschleiß zu registrieren. Gleichzeitig besitzt die Bereifung aber auch die größte nutzbare Stollenhöhe. Die Industriebereifungen zeigen deutlich geringere Verschleißerscheinungen, weisen aber auch geringere nutzbare Stollenhöhen auf. Eine direkte Gegenüberstellung bezüglich der maximalen Nutzungsdauer stellt die nachfolgende Tabelle im horizontalen Vergleich der drei Varianten dar.

Tabelle 2: Horizontaler Vergleich der drei Bereifungsarten

Maximale Nutzungsdauer der unterschiedlichen Reifenarten						
	AS-Bereifung AS-Ber.		Industriebereifung Industr. A		Industriebereifung Industr. B	
	Vorderreifen	Hinterreifen	Vorderreifen	Hinterreifen	Vorderreifen	Hinterreifen
Nutzbare Stollenhöhe [mm]	53.4	60.4	23.4	26.4	21.4	28.4
Profilabrieb/1000 Bh [mm]	22.9	17.8	2.8	2.8	2.7	2.7
Max. Nutzungsdauer [Bh]	2 334	3 394	8 341	9 411	7 855	10 424
kombinierte Nutzungsdauer [Bh]	2 864		8 876		9 140	

Mit Hilfe der nutzbaren Stollenhöhe und des Profilabriebs pro 1.000 Bh ist in Tabelle 2 die maximal mögliche Nutzungsdauer der unterschiedlichen Bereifungsarten für Vorder- und Hinterreifen errechnet worden. Um für die spätere Wirtschaftlichkeitsberechnung

nur einen Wert pro Bereifung zu erhalten, wurden die Werte der Vorder- und Hinterbereifung kombiniert. Die AS-Bereifung weist eine kombinierte Nutzungsdauer von 2.864 Bh auf. Die Industriebereifung „Industr. A“ liegt hingegen bei 8.876 Bh. Am besten schneidet die Industriebereifung „Industr. B“ mit 9.140 Bh ab. Diese theoretisch prognostizierten Größen sind anhand der im Versuch erfassten Werte erstellt und können durch unterschiedliche Einflussgrößen variieren. Entscheidende Einflussgrößen sind z. B. die Verteilung zwischen Straßen- und Ackerfahrt, da der asphaltierte Untergrund höhere Verschleißeigenschaften besitzt. Auch die Beschleunigungs- bzw. Bremsintensität bestimmt die Nutzungsdauer des Reifens.

3.2 Kraftstoffverbrauch

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht anhand der unterschiedlichen Geschwindigkeitsanzahlen, in welchem Bereich der Großteil der Geschwindigkeiten liegt.

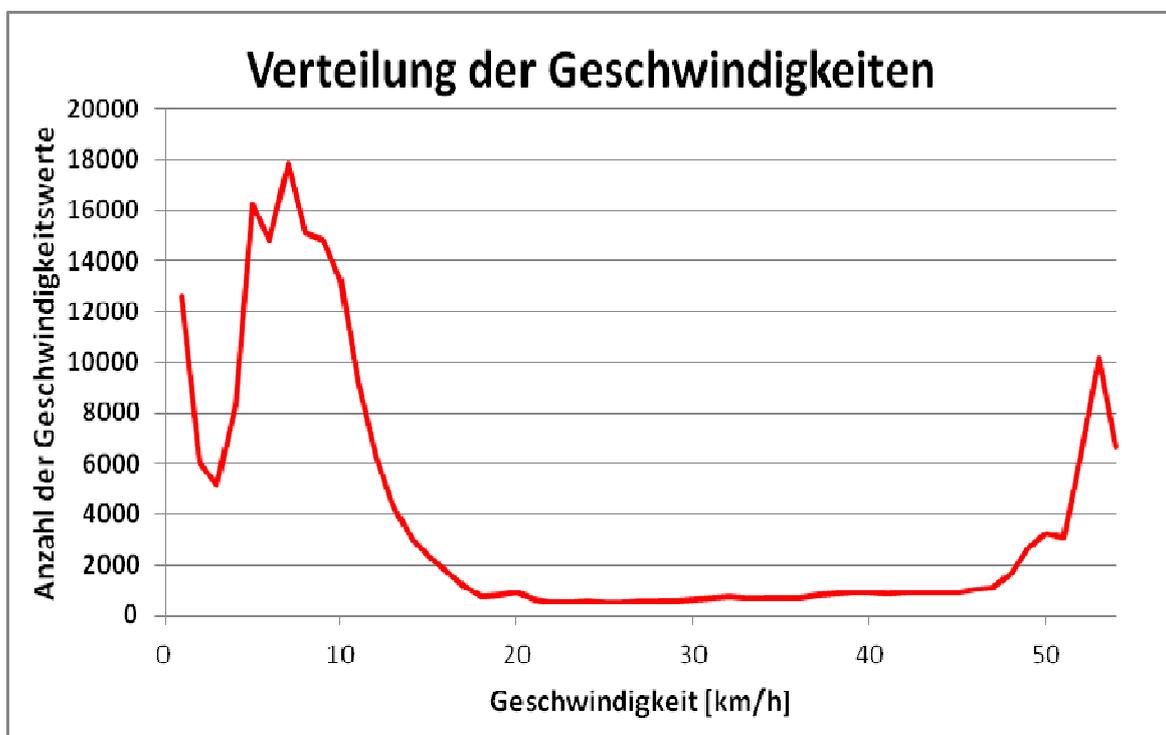


Abbildung 3: Verteilung der Geschwindigkeiten im Bereich von 2-54 km/h

In Anlehnung an Abbildung 3 ist das Acker-Straßen-Verhältnis wie folgt festgelegt worden:

- Ackergeschwindigkeit: 2-15 km/h
- Straßengeschwindigkeit: 15-54 km/h

Diese Unterteilung dient zur Aussagefähigkeit zwischen Acker- und Straßenanteil. Bei dieser Betrachtung werden Beschleunigungs- und Abbremsanteil im Bereich zwischen 2-15 km/h vernachlässigt. Dieser Geschwindigkeitsbereich würde den Straßenanteil tendenziell zusätzlich erhöhen. Der größte Anteil der Ackergeschwindigkeiten liegt bei

ca. 10 km/h. Bei Straßenfahrten liegt der Großteil der Geschwindigkeitsanzahlen bei ca. 50 km/h. Die Gesamtverteilung zwischen Acker- und Straßenanteil während des kompletten Versuchszeitraums zeigt die nachfolgende Abbildung.

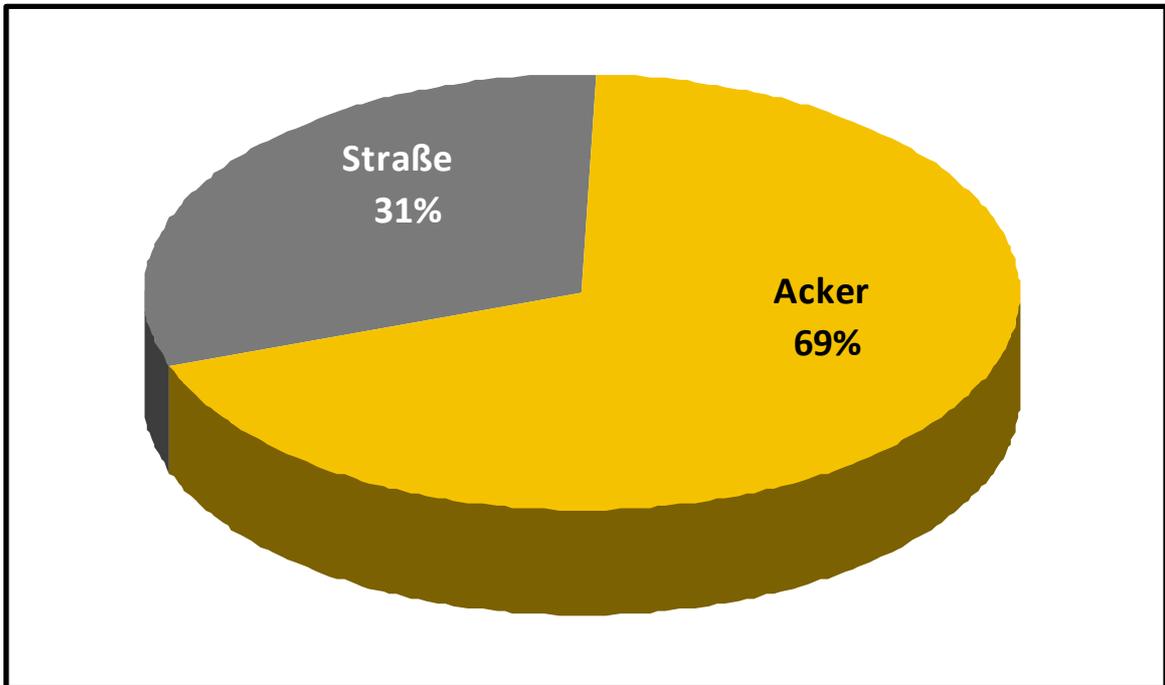


Abbildung 4: Verteilung der Arbeitsbereiche zwischen Acker- und Straßenfahrten

Die Abbildung 4 verdeutlicht, dass der Anteil der Straßenfahrten von Schleppern einen entscheidenden Anteil von rund einem Drittel beträgt.

Bei der Betrachtung der einzelnen Schlepper zeigen sich hinsichtlich der Acker-Straßen-Verteilung keine deutlichen Unterschiede. Dazu bietet die nachfolgende Tabelle einen detaillierten Überblick.

Tabelle 3: Verteilung des Acker-Straßenanteils der einzelnen Bereifungsarten

Verteilung des Acker/Straßenanteil					
Bereifungsart	Arbeitsbereich	relativer Anteil	Kraftstoffverbrauch [l/h]	Standardabweichung Kraftstoffverbrauch	Kraftstoffverbrauch kombiniert [l/h]
AS-Ber.	Acker	63%	18.15	11.28	22.29
	Straße	37%	29.21	15.06	
Industr. A	Acker	75%	16.16	10.18	18.84
	Straße	25%	27.03.	15.61	
Industr. B	Acker	70%	14.09.	7.85	17.33
	Straße	30%	24.84	13.92	
Gesamt-betrachtung	Acker	69%	16.07.	9,95	19.57
	Straße	31%	27.24	14.92	

Bei der Betrachtung der einzelnen Bereifungsarten in Tabelle 3 liegt der relative Anteil beider Industriebereifungen bezüglich des Straßenanteils knapp unter dem der AS-Bereifung. Dieses Verhältnis widerspricht dem eigentlichen Einsatzgebiet laut Hersteller. Danach ist die Industriebereifung primär für den Straßengebrauch und die AS-Bereifung in erster Linie auf dem Acker einzusetzen. Grundsätzlich unterscheiden sich die relativen Anteile pro Schlepper kaum, sodass sie alle annähernd im Acker-/ Straßen-Verhältnis von ca. 3:1 liegen.

Hinsichtlich der Kraftstoffverbräuche liegt die Industriebereifung „Industr. A“ sowohl im Acker- als auch im Straßenbereich ca. 2 l/h unter dem Verbrauch der AS-Bereifung. Bei dem Einsatz auf dem Acker sind jedoch nur leichte Zugarbeiten durchgeführt worden und somit fanden keine Einsätze schwerer Bodenbearbeitungen mit entsprechend hohem Schlupfpotenzial statt. Die Industriebereifung „Industr. B“ unterliegt der AS-Bereifung noch deutlicher mit ca. 4 l/h. Die entsprechenden Standardabweichungen zu den einzelnen Kraftstoffverbräuchen liegen jedoch recht hoch, sodass die angegebenen Mittelwerte aus stark schwankenden Einzelmessungen hervorgehen. In der kombinierten Kraftstoffbetrachtung unterliegen die Industriebereifungen ebenfalls deutlich der AS-Bereifung.

Begründet wird die sparsame Fahrweise der Industriebereifung im Vergleich zur AS-Bereifung durch den höheren Reifeninnendruck, der härteren Gummizusammensetzung, sowie dem höheren positiv Anteil des Industrieprofils.

Um noch genauere Aussagen bezüglich der Kraftstoffverbräuche der unterschiedlichen Schlepper bzw. Bereifungen treffen zu können, wird nunmehr der Verbrauch pro Tätigkeit betrachtet. Die Tätigkeitsunterteilung betrifft dabei folgende Bereiche:

- Gras schwaden
- Grassiloabfuhr
- Stroh pressen
- Allgemeine Transporte (Hackschnitzel, Getreide, Gärreste)

Die nachfolgende Tabelle gibt Aufschluss über den Acker-Straßenanteil der einzelnen Tätigkeitsbereiche.

Tabelle 4: Verteilung vom Acker-Straßen-Verhältnis pro Tätigkeit

Verteilung Acker-Straßen-Verhältnis					
Bereifungsart:	Tätigkeiten:	Gras schwaden	Grassilo-abfuhr	Stroh pressen	Allgemeine Transporte
AS-Ber.	Acker	81%	58%	73%	35%
	Straße	19%	42%	27%	65%
Industr. A	Acker	90%	66%	75%	31%
	Straße	10%	34%	25%	69%
Industr. B	Acker	78%	49%	79%	46%
	Straße	22%	51%	21%	54%
Gesamt-betrachtung	Acker	80%	60%	75%	41%
	Straße	20%	40%	25%	59%

In der Tabelle 4 wird deutlich, dass die verschiedenen Tätigkeiten unterschiedliche Acker-Straßen-Verhältnisse aufweisen. Beim „Gras schwaden“ und „Stroh pressen“ betrifft der Straßenanteil nur die An- und Abfahrt sowie das Übersetzen zur nächsten Fläche. Im Bereich der „Grassiloabfuhr“ und der „Allgemeinen Transporte“ wird ein Großteil der Tätigkeiten auf der Straße durchgeführt. Beim Vergleich der einzelnen Bereifungen bzw. Schlepper pro Tätigkeit zeigen sich unter Einbezug geringer Abweichungen weitestgehend konstante Werte. Entscheidendes Einflussparameter für die Verteilung zwischen Acker- und Straßenanteil ist die Hof-Feld-Entfernung.

Die nachfolgende Tabelle stellt die Kraftstoffverbräuche der unterschiedlichen Bereifungsarten bei der Tätigkeit „Gras schwaden“ dar.

Tabelle 5: Kraftstoffverbrauch der unterschiedlichen Bereifungsarten im Tätigkeitsbereich „Gras schwaden“

Tätigkeitsbereich: Gras schwaden					
Bereifungsart	Arbeitsbereich	Anzahl Datensätze [N]	Kraftstoffverbrauch [l/h]	Standardabweichung Kraftstoffverbrauch	Kraftstoffverbrauch kombiniert [l/h]
AS-Ber.	Acker	4264	14.44	8.07	16.67
	Straße	969	26.46	14.93	
Industr. A	Acker	7036	12.94	4.15	13.92
	Straße	770	22.91	12.70	
Industr. B	Acker	31093	15.90	7.42	17.90
	Straße	8601	25.13	13.93	
Gesamtbetrachtung		52733			17.19

In Tabelle 5 wird ersichtlich, dass im kombinierten Kraftstoffverbrauch (Acker und Straße) die Industriebereifung „Industr. B“ mit knapp 18 l/h den höchsten Verbrauch aufweist. Die AS-Bereifung hingegen verzeichnet einen Verbrauch von ca. 16,5 l/h. Der sparsamste Verbrauch zeigt sich mit knapp 14 l/h an dem Schlepper mit der Industriebereifung „Industr. A“. Unter Betrachtung der reinen Straßenanteile der jeweiligen Bereifungsart fallen die Verbräuche für die Industriebereifungen am geringsten aus. Der Gesamtverbrauch beim „Gras schwaden“ liegt bei rund 17 l/h. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein Teil des Verbrauchs zu Lasten der Zapfwellenarbeit geht, um den Schwader anzutreiben.

Tabelle 6 stellt die Kraftstoffverbräuche der unterschiedlichen Bereifungsarten bei der Tätigkeit „Grassiloabfuhr“ dar.

Tabelle 6: Kraftstoffverbrauch der unterschiedlichen Bereifungsarten im Tätigkeitsbereich „Grassiloabfuhr“

Tätigkeitsbereich: Grassiloabfuhr					
Bereifungsart	Arbeitsbereich	Anzahl Datensätze [N]	Kraftstoffverbrauch [l/h]	Standardabweichung Kraftstoffverbrauch	Kraftstoffverbrauch kombiniert [l/h]
AS-Ber.	Acker	5348	11.39	9.19	18.59
	Straße	3828	28.66	16.23	
Industr. A	Acker	7427	12.85	7.66	17.13
	Straße	3829	25.44	15.71	
Industr. B	Acker	2233	6.95	6.47	16.39
	Straße	2366	25.30	15.05	
Gesamtbetrachtung		25031			17.53

Im Tätigkeitsbereich Grassiloabfuhr findet in der kombinierten Betrachtungsweise der höchste Verbrauch mit ca. 18,5 l/h an der AS-Bereifung statt. Die Industriebereifung „Industr. A“ liegt bei einem Verbrauch von ca. 17 l/h, gefolgt von der Bereifungsart „Industr. B“ mit einem Verbrauch von 16,4 l/h. Zudem fällt der Anteil der Straßenfahrt bei der Grassiloabfuhr im Vergleich zum Gras schwaden deutlich höher aus. Der Verbrauch im Vergleich zur AS-Bereifung ist deutlich geringer.

Tabelle 7 gibt Aufschluss über den Kraftstoffverbrauch der unterschiedlichen Bereifungsarten im Tätigkeitsbereich „Stroh pressen“.

Tabelle 7: Kraftstoffverbrauch der unterschiedlichen Bereifungsarten im Tätigkeitsbereich „Stroh pressen“

Tätigkeitsbereich: Stroh pressen					
Bereifungsart	Arbeitsbereich	Anzahl Datensätze [N]	Kraftstoffverbrauch [l/h]	Standardabweichung Kraftstoffverbrauch	Kraftstoffverbrauch kombiniert [l/h]
AS-Ber.	Acker	37257	24.33	8.91	25.36
	Straße	12285	28.32	13.15	
Industr. A	Acker	12924	25.72	9.28	25.68
	Straße	4714	25.56	14.27	
Industr. B	Acker	3974	17.57	5.95	18.88
	Straße	1030	23.95	12.14	
Gesamtbetrachtung		72184			25.35

Im Tätigkeitsbereich „Stroh pressen“ wird ein Teil der Motorleistung und somit des Kraftstoffverbrauchs für den Zapfwellenantrieb der Presse benötigt. Der Einfluss der Bereifungsart ist nur bedingt darstellbar. In Tabelle 7 stellen die AS-Bereifung und die

Industriebereifung „Industr. A“ mit ca. 25,5 l/h eine nahezu gleiche Menge an Kraftstoffverbrauch dar. Die Bereifung „Industr. B“ verbraucht hingegen in der kombinierten Betrachtung nur knapp 19 l/h, weist aber anhand der eher geringen Anzahl an Datensätzen und der hohen Standardabweichung die größte Schwankungsbreite auf. Im Vergleich der reinen Straßenanteile der drei Bereifungsarten weisen die Industriebereifungen einen deutlich geringeren Verbrauch auf als die AS-Bereifung. Der Straßenanteil im Tätigkeitsbereich „Stroh pressen“ fällt mit ca. 25 % deutlich geringer aus als z. B. bei der „Grassiloabfuhr“.

In Tabelle 8 wird der Kraftstoffverbrauch im Tätigkeitsbereich „Allgemeine Transporte“ in Bezug auf die unterschiedlichen Bereifungsarten dargestellt.

Tabelle 8: Kraftstoffverbrauch der unterschiedlichen Bereifungsarten im Tätigkeitsbereich „Allgemeine Transporte“

Tätigkeitsbereich: Allgemeine Transporte					
Bereifungsart	Arbeitsbereich	Anzahl Datensätze [N]	Kraftstoffverbrauch [l/h]	Standardabweichung Kraftstoffverbrauch	Kraftstoffverbrauch kombiniert [l/h]
AS-Ber.	Acker	16354	16.76	12.84	22.95
	Straße	14623	29.86	15.45	
Industr. A	Acker	10218	8.71	5.65	15.10
	Straße	3853	32.04	15.81	
Industr. B	Acker	8934	8.06	5.91	15.82
	Straße	7987	24.50	13.75	
Gesamtbetrachtung		61969			19.22

Im Tätigkeitsbereich „Allgemeine Transporte“ liegt der Straßenanteil bei ca. 60 %. Dieser Wert liegt weit über dem der bereits vorgestellten Tätigkeitsbereiche. Die kombinierten Verbräuche zeigen in Tabelle 8 klare Unterschiede auf. Die Industriebereifungen „Industr. A & B“ haben durchschnittliche Kraftstoffverbräuche von ca. 15,5 l/h. Die AS-Bereifung hat mit ca. 23 l/h einen Mehrverbrauch von fast 8 l/h. Der Kraftstoffbedarf im Ackerbereich der Industriebereifungen fällt mit ca. 8,5 l/h eher gering aus. Zudem zeigt sich der Verbrauch der Industriebereifung „Industr. A“ auffällig hoch im Straßenbereich. Mit einem gemittelten Verbrauch von 32 l/h liegt dieser Wert über dem der AS-Bereifung im Straßenbereich.

Um einen Gesamtüberblick der einzelnen Tätigkeiten im Bezug auf den Verbrauch der unterschiedlichen Schlepper bzw. Bereifungsarten zu bekommen, stellt die Abbildung 5 diesen Vergleich grafisch dar.

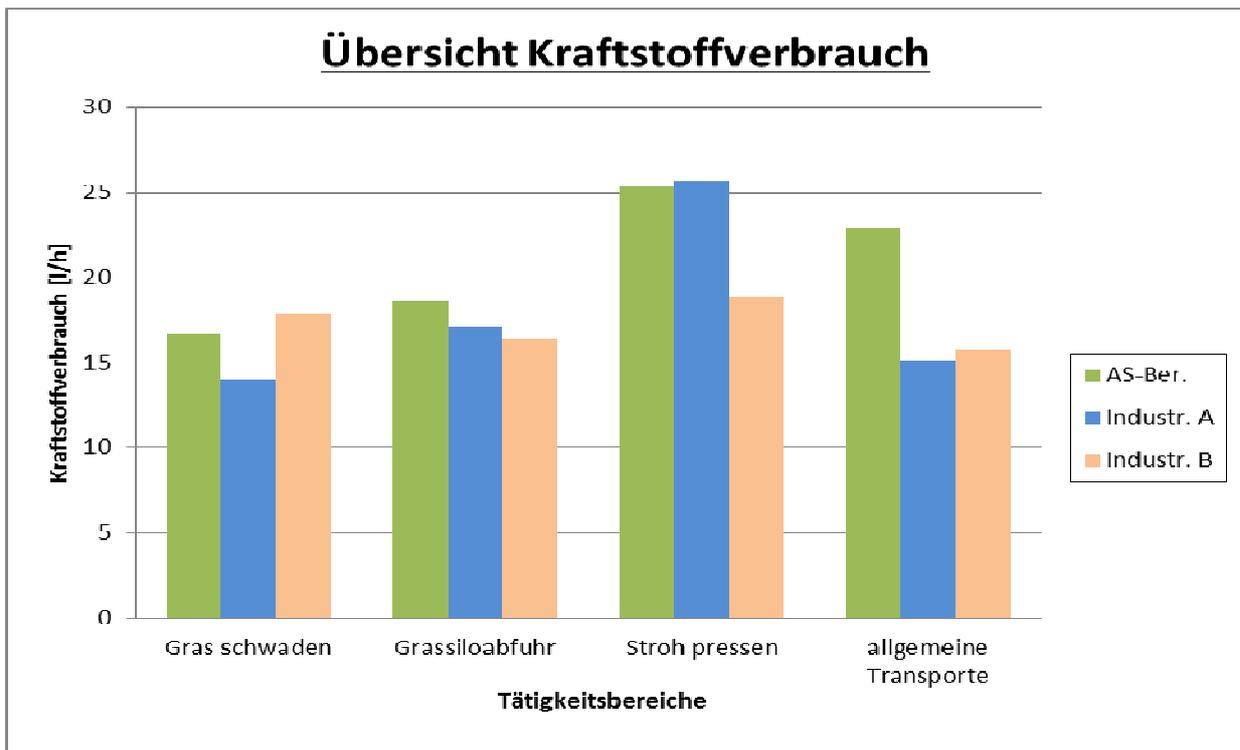


Abbildung 5: Übersicht der verschiedenen Kraftstoffverbräuche in den unterschiedlichen Tätigkeitsbereichen

Die Abbildung 5 verdeutlicht, dass die Industriebereifungen „Industr. A und Industr. B“ im Vergleich zur AS-Bereifung nicht in jedem Tätigkeitsbereich ein sparsameres Verhalten bezüglich des Kraftstoffverbrauchs aufweisen. Bei Tätigkeiten mit relativ hohen Ackeranteilen wie beim „Gras schwaden“ oder „Stroh pressen“ zeigen sich keine klaren Kraftstoffeinsparungen bei der Industriebereifung. Dieses Verhalten ist unter anderem auf die schmalere Abmaße der Industriebereifung zurückzuführen. Der Rollwiderstand erhöht sich, da der schmalere Reifen auf dem Acker durch den höheren Bodendruck tiefere Fahrspuren verursacht. Die Tätigkeitsbereiche mit hohem Straßenanteil und entsprechend geringem Ackeranteil weisen Einsparungen beim Verwenden der Industriebereifungen auf. Dieses Verhalten wird z. B. bei der „Grassiloabfuhr“ oder bei den „Allgemeinen Transporten“ deutlich. Dadurch wird die leichtläufige Fahreigenschaft der Industriebereifung bei Straßenfahrten verdeutlicht.

3.3 Lärmpegelwirkungen

Nach der Erfassung der Messwerte mit vierfacher Wiederholung sind durch Bilden der Mittelwerte die Daten jeweils für den belasteten und unbelasteten Teil zusammengefasst. Die nachfolgenden Unterkapitel stellen die Ergebnisse der unterschiedlichen Bereifungsarten für den unbelasteten und belasteten Zustand dar. Diese werden im Folgenden erläutert.

3.3.1 Lärmpegelauswirkungen im unbelasteten Zustand

Die Lärmzunahme in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der unterschiedlichen Bereifungsarten wird in der nachfolgenden Abbildung verdeutlicht.

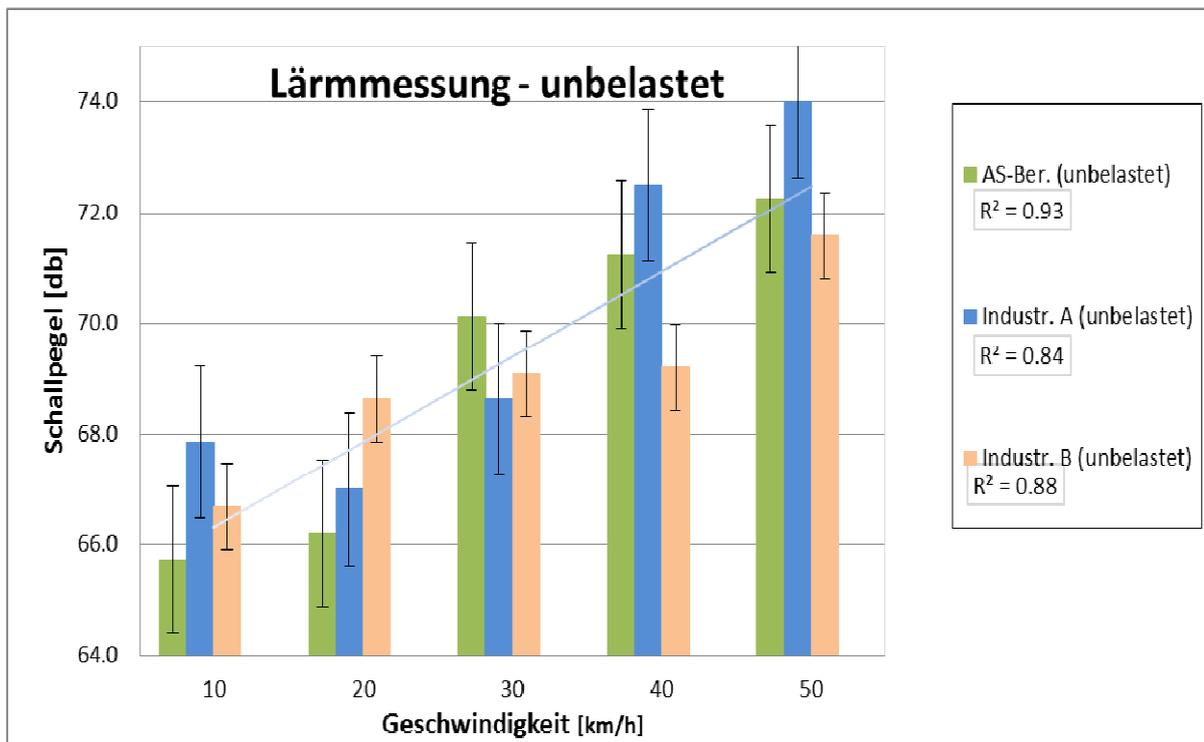


Abbildung 6: Messwerte der Lärmmessung im unbelasteten Zustand der unterschiedlichen Reifen

Aus der Abbildung 6 wird ersichtlich, dass in keiner Geschwindigkeitsklasse erkennbare Vorteile für einen Reifen zu erkennen sind. Die Fehlerindikatoren, welche die Streuung der Mittelwerte darstellen, überschneiden sich pro Geschwindigkeitsbereich und bestätigen dabei, dass keine signifikanten Unterschiede bestehen. Keine Bereifungsvariante über den gesamten Geschwindigkeitsbereich kann als besonders leise oder laut bewertet werden. Die Lautstärke der „AS-Ber.“ fällt im unteren Geschwindigkeitsbereich bis 20 km/h noch gering aus, steigt aber bei mittleren Geschwindigkeiten stark an. Die Lautstärken der beiden Industriebereifungen unterscheiden sich vorwiegend ab einer Geschwindigkeit von 40 km/h. Während die Bereifung „Industr. B“ bei 50 km/h einen Schallpegel von 71,6 db erreicht, ist die Lautstärke bei der Bereifung „Industr. A“ im Vergleich mit 74 db deutlich höher. Bedingt durch die größere Umfangsgeschwindigkeit der Bereifung „Industr. A“ lassen sich die lautereren Laufgeräusche im hohen Geschwindigkeitsbereich erklären.

Die kombinierte Trendlinie (grau) der drei Bereifungsarten zeigt das Ansteigen der Schallpegel mit steigender Geschwindigkeit. Diese Aussage wird durch die hoch ausfallenden Bestimmtheitsmaße der einzelnen Säulenpaare bestätigt.

3.3.2 Lärmpegelauswirkungen im belasteten Zustand

Im Vergleich zur Schallpegelmessung im unbelasteten Bereich steht die Untersuchung unter belasteten Bereifungsarten. Letzteres wird in der nachfolgenden Abbildung beschrieben.

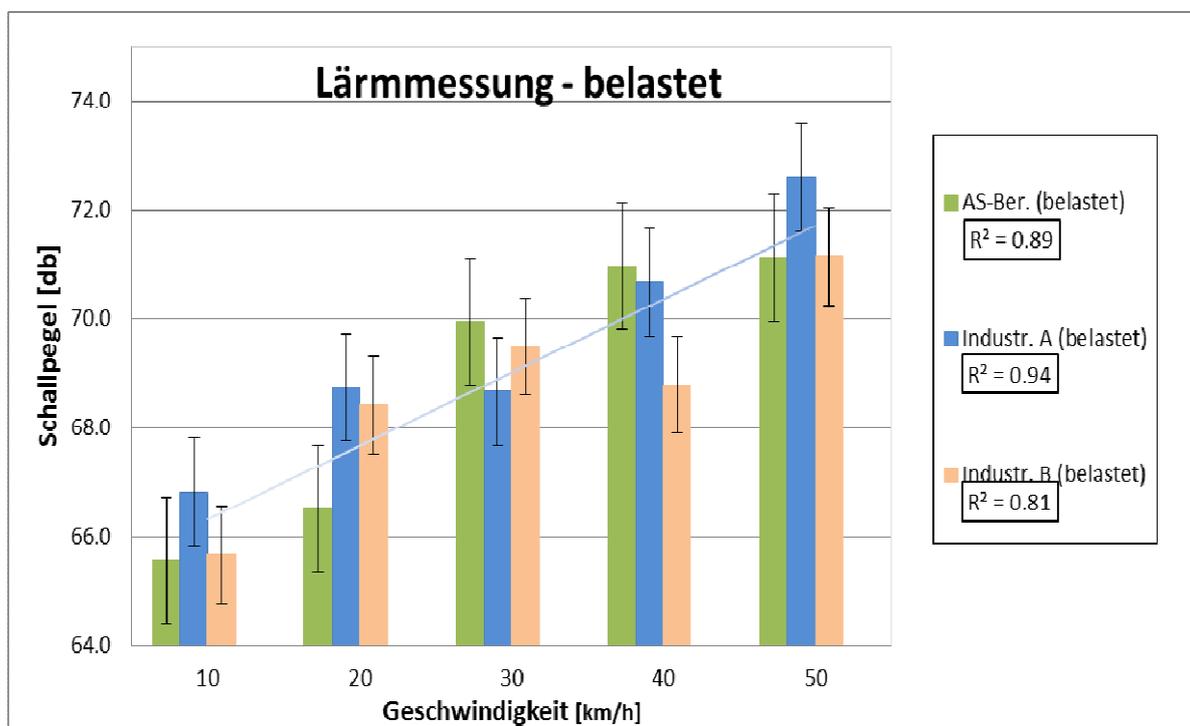


Abbildung 7: Messwerte der Lärmmessung im belasteten Zustand der unterschiedlichen Reifen

In der Abbildung 7 wird deutlich, dass sich der Trend der unbelasteten Messung der der belasteten Messung ähnelt. Die Überlappung der Fehlerindikatoren in den einzelnen Geschwindigkeitsbereichen bestätigt, dass keine erkennbaren Vorteile für einen dieser Reifen vorliegen. Die AS-Bereifung weist im Geschwindigkeitsbereich bis 20 km/h und ab 40 km/h im Vergleich zu den Industriebereifungen relativ geringe Werte auf. Bei mittleren Geschwindigkeiten (ca. 30 km/h) hingegen übertrifft die AS-Bereifung den Lärmpegel der Konkurrenz. Innerhalb der Industriebereifungen zeigt sich der größte Unterschied im Geschwindigkeitsbereich ab 40 km/h. Dabei weist die Bereifung „Industr. B“ geringere Lärmpegel auf als die Bereifung „Industr. A“. Grund dafür ist die bereits erläuterte Erklärung der erhöhten Umfangsgeschwindigkeit.

Die Trendlinie der Bereifungsarten sowie die hoch ausfallenden Bestimmtheitsmaße verdeutlichen, dass der Schallpegel mit zunehmender Geschwindigkeit zunimmt.

3.4 Beurteilung der Reifen durch die Fahrer

Die qualitative Befragung des Fachpersonals gibt Aufschluss über den Eindruck der Industriebereifungen. Abbildung 8 stellt die Bewertung der einzelnen Reifenkriterien dar. Die Bewertung erfolgt von „1 – 6“. Die Bewertung „1“ stellt dabei optimale Bedingungen dar. Gegensätzlich beschreibt die Bewertung „6“ eine Mangelerscheinung.

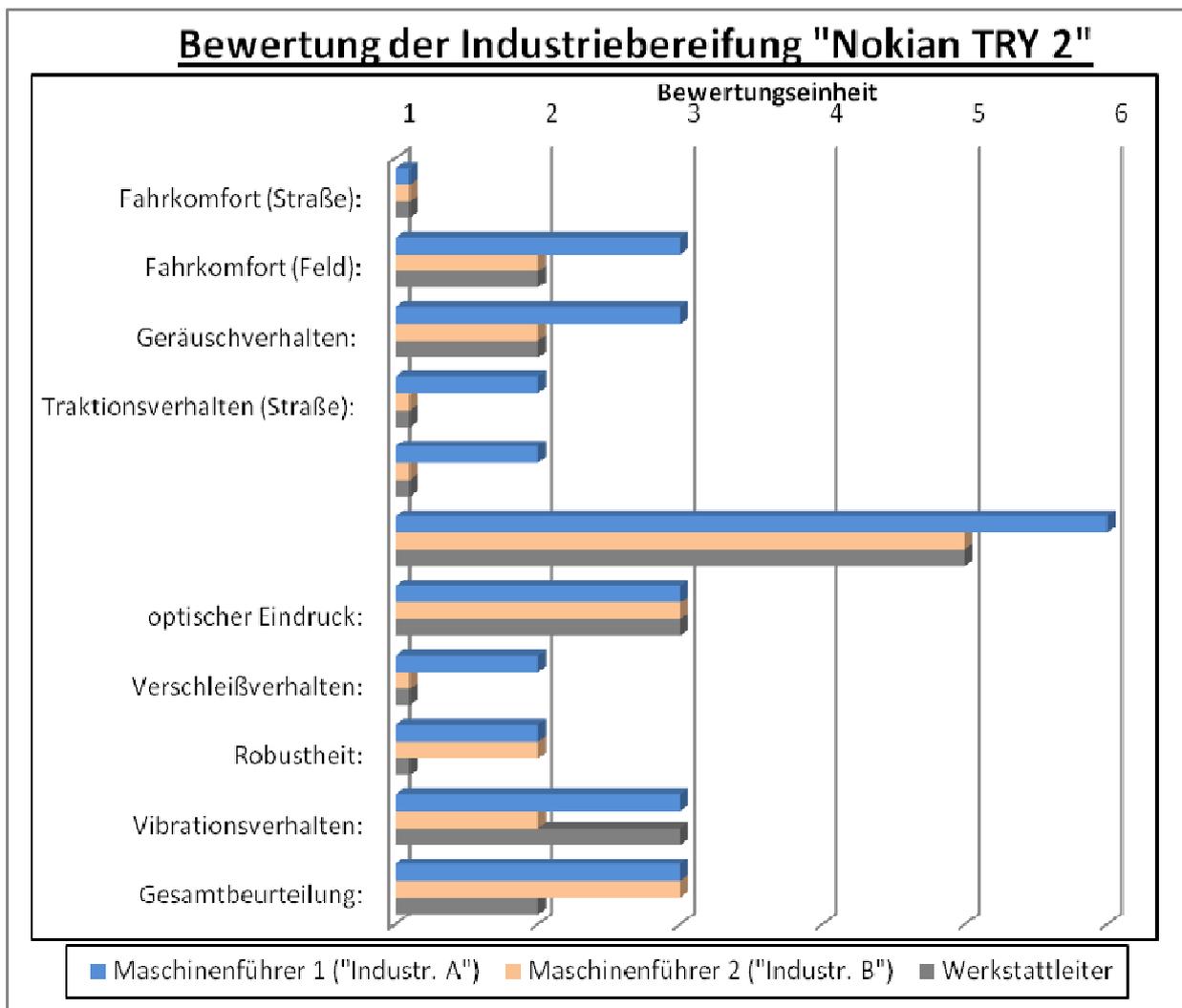


Abbildung 8: Bewertung der Industriebereifung durch die Fahrer

Der Durchschnitt aller 33 abgegebenen Bewertungen ergibt eine Durchschnittsnote von 2,3. Die von den Fachkräften abgegebenen Beurteilungen spiegeln größtenteils die Ergebnisse aus den durchgeführten Untersuchungen (Verschleißverhalten und Lärmpegelwirkungen) wieder. Demnach fallen die Beurteilungen bezüglich des Straßeneinsatzes sowie des Verschleißverhaltens sehr positiv aus. Negative Auffälligkeiten zeigen sich ausschließlich im Traktionsverhalten bei nassen Bedingungen auf dem Acker. Aufgrund des geringen Anteils negativer Stollenanteile im Profil der Industriebereifung fühlen sich diese „Rillen“ bei nassen und somit schlupfreichen Fahrbedingungen in kurzer Zeit mit losen Bodenanteilen. Der Reifen kann sich nicht mehr ausreichend mit dem Erdboden verzahnen, der Schlupfanteil erhöht sich und die Zugkräfte werden reduziert. Ein positiver Eindruck ergab sich generell beim Befahren von Grünland. Aufgrund des hohen Stollenanteils der Industriebereifungen zeigte sich eine sehr „grasnarbenschonende“ Überfahrt. Die AS-Bereifung hingegen hinterließ mit den hohen und geringen Stollenanteilen wesentlich prägenderere Eindrücke in der Grünlandnarbe.

Hinsichtlich der Einsatzmöglichkeiten haben die Praxiseinsätze gezeigt, dass die Industriebereifungen auf dem Acker im Vergleich zur AS-Bereifung nur eingeschränkt einsetzbar sind.

3.5 Betriebswirtschaftlicher Ansatz

Um die unterschiedlichen Bereifungsarten monetär zu bewerten, sind verschiedene Parameter zu berücksichtigen. Hierzu zählen der Anschaffungspreis, der Kraftstoffverbrauch, das Verschleißverhalten und die Einsatzmöglichkeiten. Die Einsatzmöglichkeiten sind grundsätzlich betriebsindividuell zu bewerten. In dieser konkreten Betrachtungsweise wird davon ausgegangen, dass die Schlepper auf einem vielseitig strukturierten Betrieb, wie es bei größeren deutschen Lohnunternehmern der Fall ist, eingesetzt werden.

Die Bandbreite der Einsatzgebiete für Industriebereifungen sowie für die AS-Bereifung zeigt die nachfolgende Tabelle.

Tabelle 9: Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlich eingesetzten Bereifungen

Einsatzmöglichkeiten unterschiedlicher Bereifungen			
Tätigkeit:	Industriebereifung A	Industriebereifung B	AS-Bereifung
Grünlandarbeiten (mähen, kehren, schwaden)	X	X	X
Silowagenabfuhr	X	X	X
Dünger streuen	X	X	X
PSM-Ausbringung	X	X	X
Stroh pressen		X	X
Getreideabfuhr	X	X	X
Substratzubringung	X	X	X
Allgemeine Transporte	X	X	X
Winterdienst	X	X	X
Knickpflege	X	X	X
Gülleausbringung			X
Bodenbearbeitung			X
Maissiloabfuhr			X
Mietenbau			X

In der Tabelle 9 wird ersichtlich, dass die AS-Bereifung bei jeder Tätigkeit eingesetzt werden kann. Die Industriebereifungen sind auf ein eingeschränktes Einsatzgebiet reduziert, zeigen dafür aber ihre Vorzüge im Verschleiß- und Kraftstoffverhalten. Die für die Berechnung angesetzten Anschaffungspreise werden in der nachfolgenden Tabelle veranschaulicht.

Tabelle 10: Angabe der Anschaffungspreise von Reifen und Felge

Anschaffungspreise von Reifen und Felge				
Bereifung	Reifentyp	Größe	Preis Reifen [€]	Preis Felge [€]
Industr. A	Nokian TRI 2	540/65 R30	1644	451
		650/65 R42	2846	754
Industr. B	Nokian TRI 2	440/80 R34	1576	420
		620/80 R42	3260	752
AS-Ber.	Trelleborg TM 900	600/70 R30	2050	435
		710/70 R42	4280	800

Bei den Preisen handelt es sich um Nettopreise. Die Preise werden vom Herstellern als empfohlene „Verkaufspreise“ für den Endverbraucher definiert.

Nachfolgend wird jeweils die AS-Bereifung mit einer Industriebereifung monetär gegenübergestellt.

3.5.1 Wirtschaftlicher Vergleich mit zwei Schleppern

Die nachfolgende Berechnung beruht auf der Annahme zwei Schlepper zu führen. Dabei ist ein Schlepper mit der AS-Bereifung und der zweite Schlepper mit einer der beiden Industriebereifungen ausgestattet. Die Berücksichtigung, dass der Tätigkeitsbereich der Industriebereifung im Vergleich zur AS-Bereifung eingeschränkt ist, bleibt unberücksichtigt.

Die Berechnung wird separat für jede Industriebereifung im Vergleich zur AS-Bereifung durchgeführt. Es werden dabei nur die anfallenden Kosten für die Bereifungen betrachtet. Unter der Annahme, dass es sich um zwei baugleiche Schlepper handelt, werden diese für die weitere Berechnung nicht berücksichtigt.

Nachfolgend sind die Annahmen zur Rechnungsgrundlage aufgeführt.

Tabelle 11: Annahmen zur Berechnung der Jahreskosten für die Bereifungen von zwei Schleppern

Annahmen			
Bereifungen	AS-Ber.	Industr. A	Industr. B
Anschaffungskosten [€]	12660	8980	9672
Zinssatz	6%	6%	6%
Betriebsstunden/Jahr [Std.]	800	800	800
Nutzungsdauer in Bh	2864	8876	9140
theor. Nutzungsdauer [a]	3.6	11.1	11.4
Nutzungsdauer max. [a]	3.6	6.0	6.0
Kraftstoffverbrauch [l/h]	22.29	18.84	17.33
Kraftstoffpreis [€]	1.19	1.19	1.19

Die in Tabelle 11 angesetzten Anschaffungskosten betreffen jeweils einen Satz Reifen (4 Stück). Die Felgen bleiben in dieser Berechnung unberücksichtigt, da die Felgenkosten für beide Bereifungen annähernd gleich sind und somit keine Auswirkungen auf die Jahreskostendifferenz haben. Die Nutzungsdauer ist in Abhängigkeit der anfallenden Betriebsstunden pro Jahr ermittelt worden. Abweichungen von der „theoretischen Nutzungsdauer in Jahren“ entstehen durch Überschreiten der vom Reifenhersteller maximal empfohlenen Reifennutzung von sechs Jahren. Die Betriebsstunden pro Jahr liegen bei 800 Stunden.

Tabelle 12 präsentiert den wirtschaftlichen Vergleich zwischen der AS-Bereifung und der jeweiligen Industriebereifung.

Tabelle 12: Wirtschaftlicher Vergleich zwischen AS- und Industriebereifung bei zwei Schleppern

Vergleich zwischen der AS-Bereifung und Industr. A			
Alle in [€]	<i>AS-Bereifung:</i>	<i>Industr. A:</i>	<i>Differenz:</i>
AfA:	3 536.31	1 496.67	2 039.65
Zinsen:	379.80	269.40	110.40
Kraftstoffkosten:	21 220.08	17 935.68	3 284.40
Summe:	25 136.19	19 701.75	5 434.45
Vergleich zwischen der AS-Bereifung und Industr. B			
Alle in [€]	<i>AS-Bereifung:</i>	<i>Industr. B:</i>	<i>Differenz:</i>
AfA:	3 536.31	1 612.00	1 924.31
Zinsen:	379.80	290.16	89.64
Kraftstoffkosten:	21 220.08	16 498.16	4 721.92
Summe:	25 136.19	18 400.32	6 735.87

In Tabelle 12 wird die Absetzung für Abnutzung (AfA) nach Nutzungsjahren berechnet, da die Abschreibungsschwelle (AfA-Schwelle-Schlepper: 833 Bh) unterschritten wurde. Zusammen mit den Zinsen und den Kraftstoffkosten ergibt sich für die AS-Bereifung jährlich eine Summe von ca. 25.136 €. Die Industriebereifung „Industr. A“ unterschreitet diesen Wert mit ca. 19.701 € deutlich, sodass bei Nutzung der Industriebereifung „Industr. A“ unter Berücksichtigung der jährlichen Kosten eine Einsparung von ca. 5.435 € ermöglicht wird.

Die Industriebereifung „Industr. B“ fällt mit Jahreskosten von ca. 18.400 € am günstigsten aus. Der Grund dafür liegt ausschließlich im geringeren Kraftstoffverhalten. Somit sind verglichen mit der AS-Bereifung sogar Einsparungen von ca. 6.736 € erreichbar. Praxiseinsätze während der Versuchsdurchführung haben jedoch gezeigt, dass es zu Tätigkeiten kommen kann, bei denen die Industriebereifung der AS-Bereifung stark unterlegen ist. Der Einsatz der Industriebereifungen muss also individuell mit den entsprechenden Tätigkeitsbereichen bewertet werden. Diese entscheidende Einflussgröße ist mit der wirtschaftlichen Betrachtung zu kombinieren.

3.5.2 Wirtschaftlicher Vergleich mit einem Schlepper

Um das Einsparpotenzial der Industriebereifungen zu nutzen und gleichzeitig den Tätigkeitsbereich nicht einzuschränken, wird in dieser Betrachtung ein Schlepper mit zwei Bereifungen ausgestattet. Abhängig von der auszuführenden Tätigkeit (vgl. Tab. 9) wird der Schlepper mit der ökonomisch sinnvolleren Bereifung versehen. Das bedeutet, dass vorwiegend die Industriebereifung zum Einsatz kommt, um das große Einsparpotenzial im Vergleich zur AS-Bereifung zu nutzen. In Tätigkeitsbereichen, bei denen sehr hohe Zugkräfte unter feuchten Bedingungen gefordert werden, wie z. B. in der Maissiloernte, kommt die AS-Bereifung zum Einsatz. Somit kann der Schlepper vielseitig eingesetzt und zugleich die Einsparpotenziale der Industriebereifung genutzt werden. Durch den Einsatz von zwei Reifensätzen verringert sich die Auslastung. Folglich steigt der theoretische Nutzungszeitraum pro Bereifung an. Die Felgenkosten sind in dieser Betrachtung zu berücksichtigen, da die jeweiligen Jahreskosten voneinander abweichen.

In Tabelle 13 werden die Annahmen für die oben beschriebene Betrachtungsweise dargestellt.

Tabelle 13: Annahmen zur Berechnung der Jahreskosten für die Bereifungen für einen Schlepper

Annahmen			
Bereifungen	AS-Ber	Industr. A	Industr. B
Anschaffungskosten [€]	12660	8980	9672
zusätzl. Kosten Felgensatz [€]	2470	2410	2344
Nutzungsdauer Felgen [a]	12.0	12.0	12.0
Zinssatz	0.06	0.06	0.06
Betriebsstunden/Jahr [std]	800	800	800
Lebensdauer in Bh	2864	8876	9140
theoretische Nutzungsdauer Reifen [a]	7.2	22.2	22.9
Nutzungsdauer Reifen max. [a]	6.0	6.0	6.0
Kraftstoffverbrauch [l/h]	22.29	18.84	17.33
Kraftstoffpreis [€]	1.19	1.19	1.19
Rüstintervalle		4	
Ak/h [€]		20	
Akh/Rüstintervall		2.5	
Anteil Bh AS-Bereifung/a		50%	

Die jährlichen Betriebsstunden des Schleppers liegen, wie auch in der Betrachtungsweise mit zwei Schleppern, bei 800 Bh. Im Vergleich zu Tabelle 11 ist die Tabelle 13 um die anfallenden Rüstkosten ergänzt. Da die Industriebereifung aufgrund der Tätigkeitseinschränkung des Öfteren gegen die AS-Bereifung gewechselt werden muss, wurden hierfür 2,5 Arbeitskraftstunden (Akh) pro Reifenwechsel angesetzt. Der Arbeitslohn liegt bei 20 €/Std. Zudem sind vier Reifenwechsel pro Jahr eingeplant. Tabelle 13 beschreibt in der untersten Zeile den relativen Jahresanteil der eingesetzten Betriebsstunden der AS-Bereifung. Dieser liegt bei 50 %. Infolgedessen werden die unterschied-

lich eingesetzten Bereifungen in diesem Szenario zu gleich großen Teilen eingesetzt. Die Nutzungsdauer der Felgen ist auf 12 Jahre kalkuliert. Folglich werden die Jahreskosten um den Kostenanteil der Felgen ergänzt.

In Tabelle 14 wird die wirtschaftliche Betrachtung bezüglich der Industriebereifung und der AS-Bereifung für einen Schlepper dargestellt und mit der Berechnung aus dem vorigen Kapitel seitens der AS-Bereifung verglichen.

Tabelle 14: Darstellung der Jahreskosten der kombinierten Bereifung im Vergleich zur einzelnen AS-Bereifung

Jahreskosten der kombinierten Bereifung (AS-Ber. + Industr. A)			
	AS-Bereifung	Industr. A	Summe:
Betriebsstunden [Bh]	400.00	400.00	800.00
AfA [€]	2 315.83	1 697.50	4 013.33
Zinsen [€]	453.90	341.70	795.60
Kraftstoffkosten [€]	10 610.04	8 967.84	19 577.88
Rüstkosten[€]	200.00		
Summe	25 386.81		
Vergleich der AS-Bereifung mit kombinierter Bereifung (AS-Ber.+Industr.A)			
	2 Satz Reifen	AS-Reifen	Differenz
Ersparnis [€]	25 386.81	25 416.13	<u>29.31</u>
Jahreskosten der kombinierten Bereifung (AS-Ber. + Industr. B)			
	AS-Bereifung	Industr. B	Summe:
Betriebsstunden [Bh]	400.00	400.00	800.00
AfA [€]	2 315.83	1 807.33	4 123.17
Zinsen [€]	453.90	360.48	814.38
Kraftstoffkosten [€]	10 610.04	8 249.08	18 859.12
Rüstkosten[€]	200.00		
Summe	24 796.67		
Vergleich der AS-Bereifung mit kombinierter Bereifung (AS-Ber.+Industr.B)			
	2 Satz Reifen	AS-Reifen	Differenz
Ersparnis [€]	24 796.67	25 416.13	<u>619.46</u>

In Tabelle 14 wird die AS-Bereifung und die Industriebereifungen jeweils 400 Bh im Jahr eingesetzt. Da beide Bereifungen (AS- und Industr.-Ber.) das gesamte Jahr vorgehalten werden müssen, sind die kompletten Jahreskosten für AfA und Zinsen anzusetzen. Die Kraftstoffkosten werden anhand eingesetzter Betriebsstunden anteilig berechnet. Das viermalige Umrüsten der Räder wird mit 200 € unter dem Punkt „Rüstkosten“ berücksichtigt. Nach dem Summieren aller Kostenpunkte ergeben sich für die Kombination AS-Bereifung und Industriebereifung „Industr. A“ Jahreskosten von ca. 25.386 €. Vergli-

chen mit den Jahreskosten die anfallen würden, wenn der Schlepper den gesamten Einsatzbereich mit der AS-Bereifung ausführen würde, ergibt sich eine Einsparung von ca. 30 € pro Jahr.

Unter dem kombinierten Reifeneinsatz von AS-Bereifung und Industriebereifung „Industr. B“ ergeben sich Jahreskosten in Höhe von ca. 24.796 €. In der Gegenüberstellung der Jahreskosten der ganzjährigen AS-Bereifung von ca. 25.416 € ergibt sich eine Einsparung von ca. 620 €.

Durch geringe Veränderungen der eingesetzten Parameter wie Kraftstoffkosten, Verschleißkosten oder die jährlichen Betriebsstunden wird das Einsparpotenzial der kombinierten Bereifung sprunghaft beeinflusst.

Bei vielen Lohnunternehmern sowie auf Großbetrieben (Betriebe > 1000 ha) liegen die Auslastung der Schlepper in der Regel deutlich über 800 Betriebsstunden. Abbildung 9 verdeutlicht die Entwicklung der Jahreskostendifferenz der kombinierten Bereifung im Vergleich zur ganzjährigen AS-Bereifung in Abhängigkeit zur Jahresauslastung.

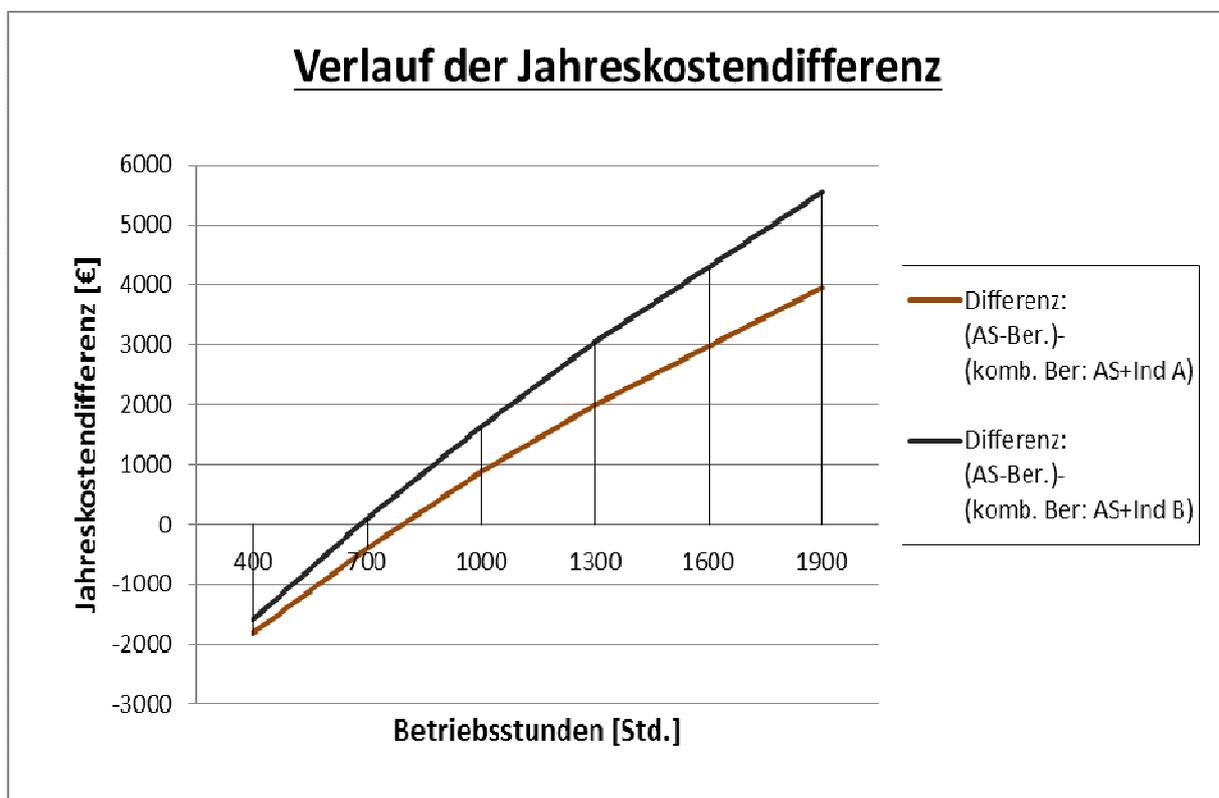


Abbildung 9: Entwicklung der Jahreskostendifferenz der unterschiedlichen Bereifungen im Bezug zur Auslastung

In Abbildung 9 wird deutlich, dass mit dem Anstieg der jährlichen Betriebsstunden die Jahreskostendifferenz zwischen der ganzjährigen AS-Bereifung und der Reifenkombinationen ansteigt. Somit ergeben sich bereits bei Jahresauslastungen von 1.600 Betriebsstunden Jahreskosteneinsparungen von ca. 3.000 € und 4.000 €. Die Wirtschaftlichkeit der Reifenkombinationen beginnen zwischen 700 und 800 Stunden Jahresauslastung.

4. Schlussfolgerungen

Diese Untersuchung zeigt auf, dass zwischen den drei verwendeten Bereifungen deutliche Unterschiede in den untersuchten Parametern vorliegen. In dem Versuchszeitraum von vier Monaten wurden eindeutige Ergebnisse im Bezug auf Verschleißverhalten, Kraftstoffverbrauch und qualitativer Bewertung der Fahrer erzielt. Die durchgeführte Lärmpegeluntersuchung brachte keine signifikanten Unterschiede. Da beide Industriebereifungen sich nicht von der Ackerschlepperbereifung unterscheiden, erfolgt durch die Verwendung einer Industriebereifung keine erhöhte Lärmbelastung. Für die Effizienzsteigerung ist dieser untersuchte Parameter nicht von Bedeutung.

Ein grundlegendes Ergebnis der Untersuchung zeigte das Acker-Straßen-Verhältnis auf. Es ergab sich, dass die Schlepper zu 69 % auf dem Acker und zu 31 % auf der Straße eingesetzt wurden. Dementsprechend liegt das Acker-Straßen-Verhältnis bei 2:1. Obwohl der Straßenanteil nur rund 1/3 beträgt, besteht gerade in diesem Bereich ein enormes Potenzial zur Effizienzsteigerung. Da in der Vergangenheit die Schlepperreifen ausschließlich für den optimalen Einsatz auf dem Feld angepasst wurden, sind verschiedene Eigenschaften der Schlepperreifen nicht an die Anforderungen des Straßentransportes wie Kraftstoffeinsparungen und geringer Verschleiß ausgelegt.

Der Reifenverschleiß zeigte, dass die AS-Bereifung eine Profilabnahme zwischen 30 % bis 40 % pro 1.000 Betriebsstunden erreichte. Die alternativen Industriebereifungen liegen im Bereich zwischen 10 bis 13 % pro 1.000 Betriebsstunden. Durch diesen eindeutigen Vorteil der Industriebereifung liegt die prognostizierte Nutzungsdauer mit ca. 9.000 Betriebsstunden rund 6.000 Betriebsstunden über der standardmäßigen Ackerschlepperbereifung. Da allerdings die Industriebereifung während des Versuchszeitraums nur rund 300 Betriebsstunden eingesetzt wurde, sind die errechneten 9.000 Betriebsstunden nur eine theoretische Maximalnutzung.

Zusätzlich verkürzt ein größerer Anteil an Straßenfahrten den Verschleiß. Ein nicht zu unterschätzender Parameter, der die maximale Nutzungsdauer von Reifen bestimmt, ist die vom Hersteller angegebene Haltbarkeit. Sowohl für Autoreifen als auch für Industrie- und Ackerschlepperreifen wird eine Haltbarkeit von sechs Jahren angegeben. Daraus ergibt sich, dass ein Schlepper mindestens 1500 Bh pro Jahr leisten muss, um innerhalb der sechs Jahre das maximale Verschleißpotenzial voll auszunutzen. Um eine konkrete Aussage über die tatsächliche maximale Nutzungsdauer treffen zu können, empfiehlt es sich die Untersuchung über einen längeren Zeitraum zu wiederholen.

Auch der Kraftstoffverbrauch hängt vom Acker-Straßen-Verhältnis ab. In der Betrachtung des gesamten Tätigkeitsbereiches, sowohl auf dem Acker als auch auf der Straße, verbraucht die Ackerschlepperbereifung mit 22 l/h rund drei Liter mehr als die Industriebereifung „Industr. A“. Die Industriebereifung „Industr. B“ stellt den geringsten Verbrauch mit 17 l/h dar. Diese Durchschnittsverbräuche sind mit stark schwankenden Einzelmesswerten behaftet. Durch die große Anzahl an Messwerten lassen sich dennoch klare Verbrauchstendenzen zwischen den Bereifungen aufzeigen.

Eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Tätigkeitsbereiche gibt einen genauen Aufschluss über die Kraftstoffverbräuche in diesen Bereichen. Dabei wird deutlich, dass bei Tätigkeiten wie „Gras schwaden“ oder „Stroh pressen“ die Industriebereifungen kein eindeutig sparsameres Verhalten aufweisen. In Tätigkeitsbereichen wie „Grassiloabfuhr“ oder „Allgemeine Transporte“, bei denen der Straßenanteil deutlich höher ausfällt, können die Industriebereifungen ihre Straßenleichtläufigkeit mit geringeren Kraftstoffverbräuchen belegen.

Die Befragung der Schlepperfahrer stellt deren Beurteilung zu der Industriebereifung eindeutig dar. Mit einer Gesamtnote von 2,3 ist die Bereifung grundsätzlich mit „gut“ zu bewerten.

Positive Eindrücke zeigen sich hinsichtlich des Fahrverhaltens auf der Straße sowie in Robustheit und Verschleißverhalten. Das Geräusch- und Vibrationsverhalten wurde im mittleren Bereich eingestuft. Allerdings zeigte die Befragung, dass deutliche Defizite im Traktionsverhalten bei feuchten Bedingungen vorliegen. Die AS-Bereifung wurde in dieser Befragung nicht berücksichtigt.

Bei der wirtschaftlichen Betrachtung wurden zwei Szenarien simuliert. Das erste Szenario beinhaltet die Gegenüberstellung eines Schleppers mit Industriebereifung und eines Schleppers mit Ackerschlepperbereifung. Es wird angenommen, dass seitens der Industriebereifung keine Tätigkeitseinschränkungen vorliegen. Mit der Industriebereifung können jährliche Einsparungen zwischen 5.400 € und 6.700 € erzielt werden. Um dieses Ergebnis in der Praxis sicherzustellen, ist es vor allem wichtig, dass die Betriebe eine jährliche Auslastung der Schleppers mit Industriebereifung von mind. 800 Bh aufweisen. Zudem müssen zum Großteil Tätigkeiten ausgeführt werden, die einen hohen Anteil an Straßenfahrten beinhalten. Auch darf die Anschaffung eines generell sehr ökonomisch fahrenden LKW in dieser Betriebsstruktur wirtschaftlich nicht sinnvoll sein. Das zweite Szenario zeigt die Anwendung beider Reifenvarianten auf einem Schlepper. Dabei wird ein vierfaches Umrüsten und eine 50 % Nutzung beider Bereifungen pro Jahr unterstellt. Bei einer Jahresauslastung zwischen 700-800 Bh werden die zusätzlichen Kosten der zweiten Bereifung gedeckt. Über 800 Bh können Einsparungen erreicht werden. Dementsprechend sind bei Jahresauslastungen von 1.600 Bh, abhängig von der jeweiligen Industriebereifung, Einsparungen zwischen 3.000 € und 4.000 € möglich.

Abschließend wird festgestellt, dass durch den Einsatz einer Industriebereifung ab einer Auslastung von jährlich 700 Bh eine Steigerung der Effizienz bei Straßentransporten erreicht werden kann. Die Industriebereifung zeigte hier eindeutige Vorteile beim Kraftstoffverbrauch und hat eine höhere Nutzungsdauer aufgrund des geringen Verschleißes.