

Bodenbearbeitung

Harte Teile halten länger durch

Ein Trend in der landtechnischen Entwicklung ist der zu höheren Flächenleistungen. Diese können in der Bodenbearbeitung durch größere Arbeitsbreiten oder höhere Geschwindigkeiten oder aber durch die Verlängerung der Standzeiten und damit verringerte Rüst-Zeiten erreicht werden. Hier ein Beispiel.



Abbildung 2: Vergleich der DuraMaxx- (links) und Dural-Teile.

Verschiedene Wege können zur Verlängerung der Standzeiten besprochen werden. Eine Möglichkeit, für die Bodenbearbeitung bereits genutzt, besteht darin die Werkzeuge mit zusätzlichen Verschleißschichten zu versehen und mit diesen dickeren Materialien eine längere Nutzungsdauer zu realisieren. Hier wurden in den letzten Jahren verschiedene Untersuchungen durchgeführt und veröffentlicht.

Eine weitere Möglichkeit für längere Nutzungsdauer ist die Verwendung anderer Stahlsorten. Diese wird bereits bei Futtermischwagen und seit einiger Zeit bei Pflügen der Firma Lemken eingesetzt, um den Verschleiß zu reduzieren. Diese verbesserten Stahlqualitäten weisen einen höheren Härtegrad auf und sind deshalb langlebiger, da so der Oberflächenabrieb reduziert wird.

Fazit

Die Wahl neuer härterer Metalle für die Verschleißteile am Pflug brachte im eigenen Versuch deutlich längere Einsatzzeiten von 250 %. Durch die Reduktion der Anzahl der Schrauben zur Befestigung der Verschleißteile am Körperrumpf wird die Rüstzeit deutlich verkürzt. Das neue Schnellwechselsystem zeigt hier deutliche Vorteile. Die Kostenvergleichsbetrachtung macht deutlich, dass das neue Material DuraMaxx bereits nach 932 ha günstiger ist als das Standard Material Dural.

■ Abbildung 1: Härteskala für Stahl nach Brinell und HRC Rockwell mit Beispielen

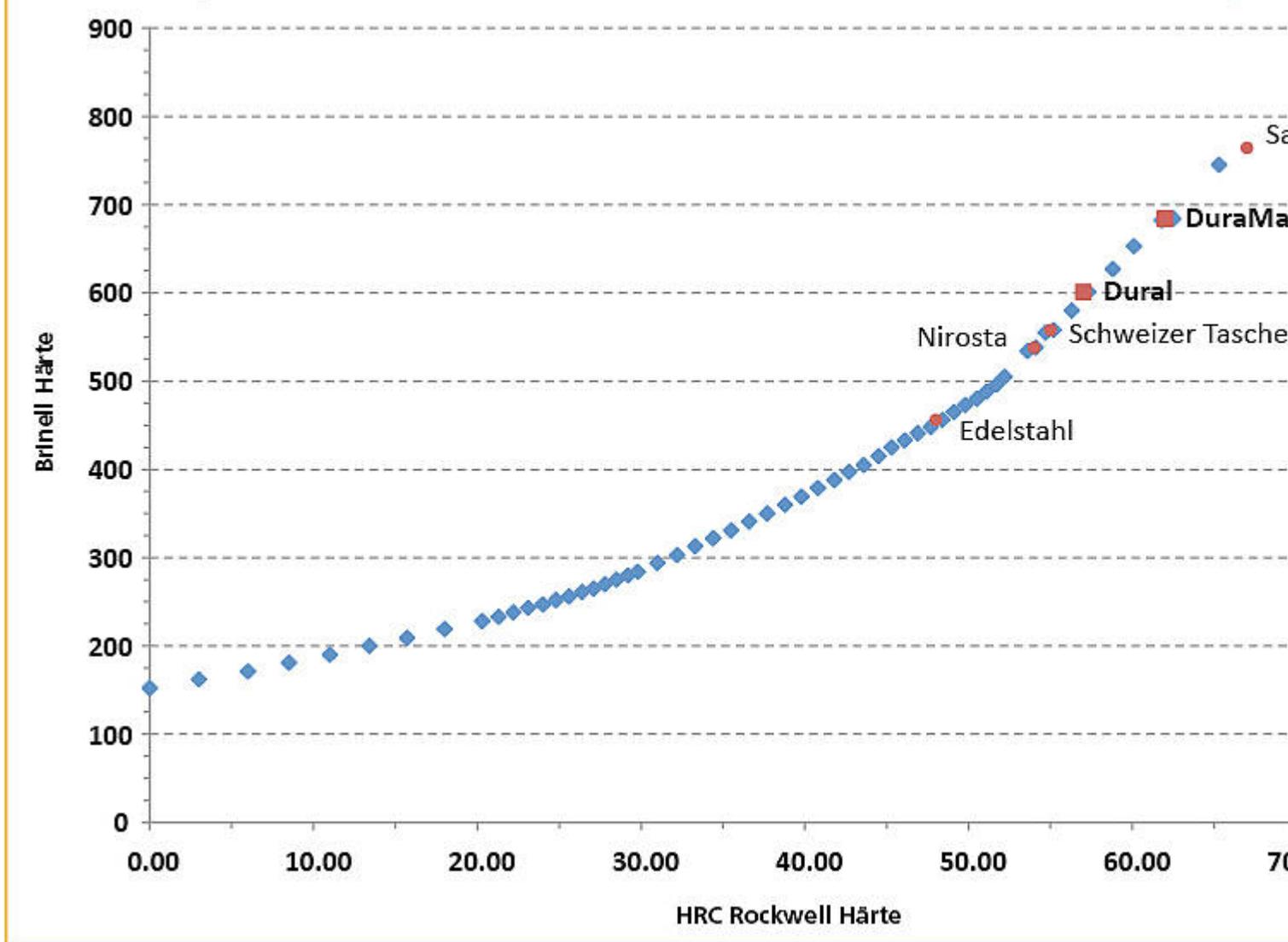


TABELLE 1

Anfangsgewichte aller Teile aus Dural und DuraMaxx am ersten Pflugkörper

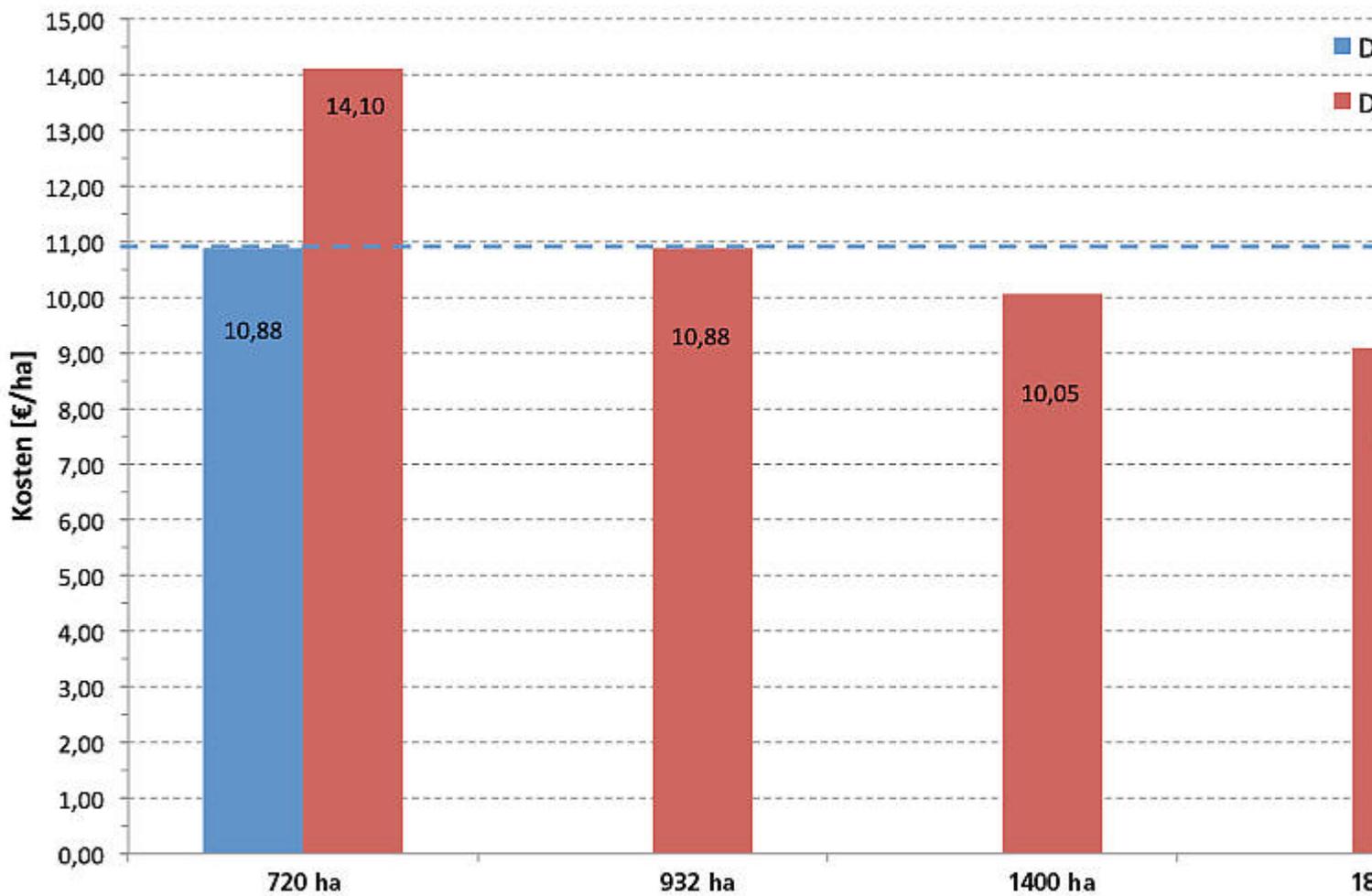
Pflugkörper		Dural	DuraMaxx
		[kg]	
Spitze	A	2,8	3,1
Schar	B	5,5	5,6
Dreieck	C	1,9	3,9
Streich- blechkante	H	4,8	6,1
	G	4,1	3,8
	F	3,5	3,4
	E	3,7	4,2
Anlagen	I	1,0	1,0
	J	4,6	6,1
Vorschäler	D	11,1	11,6

TABELLE 2

Materialdicken und Abnutzung nach 350 ha am Pflugkörperstreifen F des Lemken-Pfluges

Pflugkörper	Dural	DuraMaxx
	[mm]	
Dicke der Neuteile	11	10
Minimaldicke der Teile vor Wechsel/ nutzbare Verschleißdicke	5	2
nach 350 ha		
Materialdicke	9	8,5
Materialabnahme zum Neuteil	2	1,5

■ **Abbildung 4: Kostenvergleichsrechnung eines Fünfschar-Volldreh-Pfluges mit Pflugstreifen aus verschleißfestem DuraMaxx-Stahl und normaler Dural-Variante. Die Fläche der der Jewel 8 mit DuraMaxx-Teilen die gleichen Kosten wie der VariOpal mit DuraMaxx-Teilen verursacht, ist bei 932 ha erreicht (*gestrichelte Linie*).**



Festkosten: AfA (14 Jahre), Zinsen 4 %, jährliche Hektarleistung 500 ha, Wiederverkaufswert

Variable Kosten: Verschleißteile und Wechselkosten

* Prognostizierte Standzeit für die verwendeten DuraMaxx Teile

$$\text{Max. Fläche} = \frac{\text{Nutzbare Materialdicke}}{\text{Materialabnahme nach 3500 h}}$$

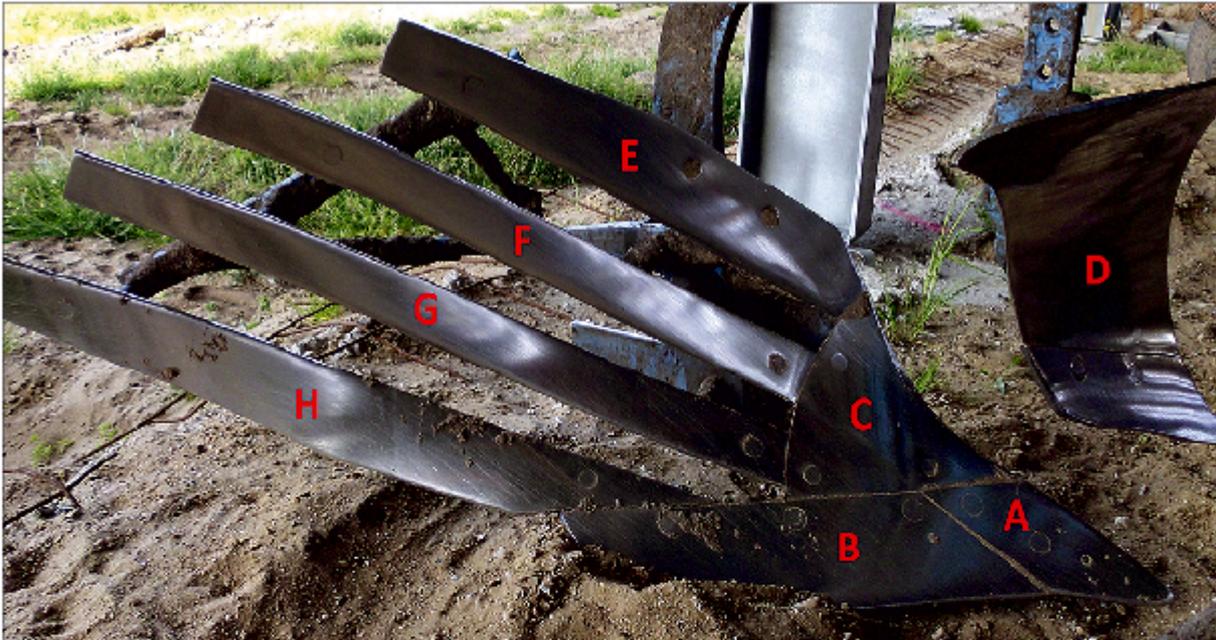


Abbildung 3: Bezeichnung der einzelnen Bauteile eines Pflugkörpers im Versuch.

Bodenbearbeitung und Aussaat nehmen mit über 30 % der Arbeiterledigungskosten neben der Ernte einen der Hauptkostenblöcke im Acker und Feldfutterbau ein. Verschiedene Bodenbearbeitungssysteme haben sich in der landwirtschaftlichen Praxis etabliert. Besonders die intensive wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug bewirkt hohe Verschleißraten.

Die Härte von Metallen wird je nach Prüfmethode und verwendeter Messtechnik angegeben. Für weichere Metalle (Aluminium) bis hin zum Feinkornstahl im Futtermischwagen wird häufig die Brinell Härteskala verwendet. Für härtere Metalle reicht die Brinell Skala oftmals nicht aus und es müssen andere Tests angewendet werden – wie zum Beispiel die Rockwell Skala C (HRC).

Für den Pflug wurde von Lemken ein neuer Körper entwickelt, der aus wesentlich härterem Stahl besteht (vgl. Abbildung 1). Die höhere Härte (HRC 62) des verwendeten Werkzeugstahls im DuraMaxx-System führt zu einer höheren Verschleißfestigkeit an der Materialoberfläche. Der bislang von Lemken verwendete Werkzeugstahl in den Dural-Körpern weist eine Härte von HRC 57 auf.

Ein Versuch einer allgemeinen Definition für den Verschleiß in Anlehnung lautet: Bezeichnung für den Vorgang des zunehmenden Materialverlustes aus der Oberfläche eines Körpers bedingt durch den Kontakt und die Relativbewegung zu einem festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörper.

Für einen Vergleich beider Materialien am Lemken Pflug wurde folgender Ansatz gewählt. Für den Versuch wurde ein Fünfschar-Juwel 8-Pflug zum einen mit den klassischen Dural-Teilen und zum anderen mit den neuen DuraMaxx-Teilen ausgestattet. Durch die Anbringung der Bauteile auf jeweils einer Seite wird eine gleichmäßige Verschleißbelastung sichergestellt.

Der Kraftstoffverbrauch wurde volumetrisch mit einem Ringkolbenzähler der Firma VDO-Kienzle im Vor- und Rücklauf gemessen und mit der GPS-Position auf dem Feld von einem Datenlogger aufgezeichnet. Zusätzlich wurde die Geschwindigkeit über Grund mit Hilfe der GPS-Position bestimmt.

Weitere Messwerte, die vom Datenlogger über die CAN-Busschnittstelle erfasst wurden, sind die Position der Unterlenker, die Zugkräfte an den Unterlenkermessbolzen, die Motordrehzahl, die Abgastemperatur und die Getriebegeschwindigkeit.

Der Versuch lief von Frühjahr 2011 bis 2016. Zunächst wurde das Anfangsgewicht aller Teile dokumentiert, wie in Tabelle 1 dargestellt.

Der neue Werkzeugstahl im DuraMaxx kommt ausschließlich bei den Streichblechkanten (E bis H), dem Dreieck C und dem Vorschäler zum Einsatz (vgl. Abbildung 3, Tabelle 1). Im Folgenden wurde dann die Bodenbearbeitung zu Mais damit begonnen und alle Auffälligkeiten vom Fahrer dokumentiert. Anlagen und Spitzen wurden vom Betriebsleiter in gleichem Turnus gedreht oder gewechselt. Zusätzlich wurde zunächst alle 100 ha jedes Teil erneut gewogen, um die Gewichtsabnahme zu dokumentieren.

Die DuraMaxx-Teile zeichnen sich, neben der erhöhten Stahlqualität, auch durch einfacheres und schnelleres Wechseln der Verschleißteile aus. Wie in der Abbildung 2 erkenntlich wird, sind für das Austauschen keine Schrauben mehr erforderlich. Lemken hat sein Pflugkörpersystem für die Anwendung der DuraMaxx Teile dahingehend weiterentwickelt, dass auf Bohrungen und Stanzungen bei den Werkstoffen verzichtet werden kann. Die Befestigung des Materials erfolgt ausschließlich über ein Stecksystem. Dabei werden Streichbleche und Streifen vollständig vom Körperrumpf getragen und sind nicht mehr tragender Teil des Pflugkörpers. Die Streifenkörper und die Streichblechkanten werden schraubenlos und zugleich spannungsfrei montiert. Gehalten werden diese Verschleißteile über das Einhängen am Pflugkörperrumpf. Dabei dient die Streichblechkante als Verriegelungselement für die Streifenstreichbleche. Die Scharspitzenbefestigung wird so bis auf eine Schraube reduziert, was verringerte Rüstzeiten erwarten lässt.

Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit wurde eine Kostenvergleichsrechnung durchgeführt.

Ausschlaggebend sind die Anschaffungskosten beider Pflüge, sowie die Verschleißteilkosten. Die Dural Teile mussten im eigenen Versuch nach 720 ha gewechselt werden. Zu diesem Zeitpunkt waren die Gesamtkosten für den DuraMaxx um 3,23 Euro/ha höher. Die notwendige Hektarzahl, bei dem der Juwel 8 mit DuraMaxx Teilen die gleichen Kosten wie der VariOpal 8 mit Dural Teilen verursacht ist bei 932 ha erreicht. Dieser Punkt wurde im eigenen Versuch bereits überschritten. Die Laufleistung der DuraMaxx Teile von 1.400 ha bedeutet einen Vorteil von 0,82 Euro/ha zugunsten des neuen Materials. Rechnet man diesen Vorteil bei 1.800 ha Laufleistung (die im eigenen Versuch erreicht wurde) der DuraMaxx Teile aus, so entsteht ein Vorteil von 1,79 Euro/ha. Für die in Abbildung 4 kalkulierte Gesamtleistung von 7.000 ha bedeutet das einen Vorteil von 12.530,99 Euro zugunsten des neuen Pfluges mit den DuraMaxx Verschleißteilen.

Durch diese Reduktion der Anzahl der Schrauben bei den in Abbildung 2 dargestellten Teilen, können die Rüstzeiten von der DuraMaxx-Variante zur herkömmlichen Dural-Variante (geschraubt) erheblich gesenkt werden, da das Klicksystem einen schnelleren Wechsel der Teile möglich macht.

Eine Zeitmessung beim Wechselintervall ergab eine Zeitdifferenz von 15 Minuten je Pflugkörper (Dural 24 min zu 9 min DuraMaxx) zugunsten der DuraMaxx-Baureihe bei Verwendung eines Druckluft Schraubers. Wird ein Ratschenschlüssel verwendet, so steigt die Wechselzeit um weitere 17 % beim Dural-Körper. Hierbei sind die Spitzen und Anlagen nicht betrachtet, da diese bei beiden Systemen aus dem gleichen Stahl bestehen und gleich oft geschraubt und gewechselt werden müssen.

Neben dem Vorteil der Rüstzeit ergibt sich aber insbesondere eine wesentliche Verbesserung der Haltbarkeit, gemessen in Gewichtsabnahme in Gramm je Verschleißteil. Für die weiterführende Analyse wird exemplarisch der Pflugkörperstreifen F weiter betrachtet, da hier die Anfangsgewichte trotz unterschiedlicher Stahlqualitäten nahezu gleich waren. Das aus härterem Stahl angefertigte DuraMaxx Bauteil weist einen um 61 % verringerten Verschleiß im Vergleich zur Dural-Variante auf. Der Verschleiß ist an dem mittleren Streifenstreichblech F wesentlich höher, als an den äußeren Pflugkörperstreifen, was auf eine erhöhte Reibkraft an diesen Teilen zurückzuführen ist.

Zu Beginn der Untersuchung wurde der größte Verschleiß festgestellt. Zu den darauffolgenden Wiegungen war die Verschleißgröße geringer. Dieser anfänglich hohe Verschleiß ergibt sich aus dem trockenen Frühjahr 2011 und der etwas geringeren Härtung der Kanten. Die Gewichtsabnahmen im Herbst 2011 und Herbst 2012 wiesen deutlich geringere Gewichtsabnahmen auf. Das kann zum einen an der späteren Einsatzzeit im Herbst liegen, und zum anderen an unterschiedlichen Bodenverhältnissen. Besonders die höheren Niederschläge zur späten Jahreszeit wirkten sich verschleißmindernd aus. Die Dural Teile wurden komplett bei 720 ha getauscht, da das Material an den Kanten nur noch hauchdünn war und die Bruchgefahr deutlich steigt. In allen Untersuchungen wurden aber gleiche Tendenzen bezüglich der Verhältnismäßigkeit zu den einzelnen Streifenkörpern festgestellt. Geringere Kraftstoffverbräuche zugunsten des DuraMaxx Bauteils konnten nicht festgestellt werden.

Für eine Prognose der Einsatzfläche wird nach folgender Gleichung 1 gerechnet:

Nach den Fachhochschul-Untersuchungen wird derzeit mit einer Einsatzfläche von max. 1.800 ha beim DuraMaxx gerechnet, dabei wird eine Rest-Materialdicke von 3 mm unterstellt.

Die Prognose mit der oben genannten Gleichung 1 lässt eine Einsatzfläche für die Dural Teile von 1.050 ha erwarten, die aber nicht erreicht werden konnte, da die Dural Streifen an den Kanten stark abnutzten, was sich negativ auf das Arbeitsbild auswirkte. Die DuraMaxx Teile ließen den Schluss zu, dass diese 1.860 ha halten, wenn man 1,5 mm Restmaterialdicke unterstellt. Die Messungen wurden bei 720 ha, bei 1.050 ha und 1.400 ha wiederholt. Am Ende haben die DuraMaxx Teile 1.820 ha gehalten. Die Einsatzgrenze der herkömmlichen Dural-Variante war bereits bei 720 ha erreicht, so dass sich eine höhere Einsatzfläche im eigenen Versuch von 250 % ergibt, wenn die auf steinreichen Geeststandorten gemessene Flächenleistung erreicht wird.