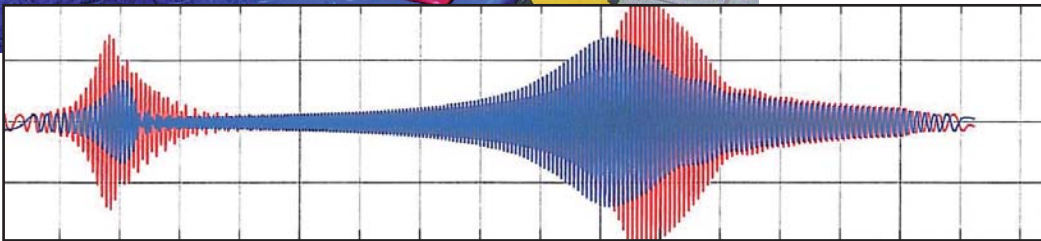




Achsdämpfungsprüfstand

Typ: MAHA-Shock-Diagnostic MSD 3000



NEUENTWICKLUNG

Zur einfachen und genauen Prüfung der Achsdämpfung -
Indirekte Stoßdämpferprüfung nach dem neuen Theta-Prinzip.

Premium Workshop
Equipment

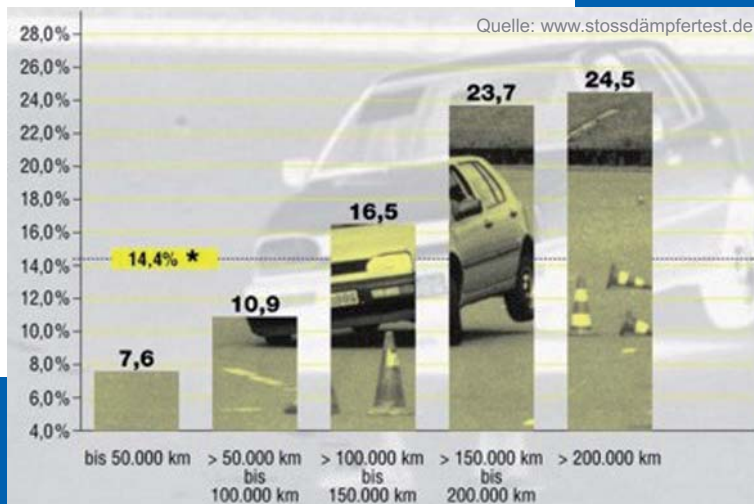
Achsdämpfung defekt?

Jedes siebte Auto in Deutschland ist mit mindestens einem defekten Stoßdämpfer unterwegs. Dies wurde schon mehrfach durch Untersuchungen verschiedener Prüforganisationen und Fahrzeuginstitutionen bestätigt. Besonders ab einer Laufleistung von 100.000 Kilometern erhöht sich die Mängelquote an den Stoßdämpfern drastisch. Hinzu kommen weitere verbrauchte und ausgeschlagene Dämpfungskomponenten wie z.B. Gummilager, die insgesamt einen negativen Beitrag zu einer schlechteren Achsdämpfung leisten.

Die Folge ist ein erhöhtes Unfallrisiko, denn die Qualität von Bremsweg, Kurvenlage, ABS und Antischleuderhilfen wie ESP hängen unmittelbar mit dem Zustand der Achsdämpfung zusammen.

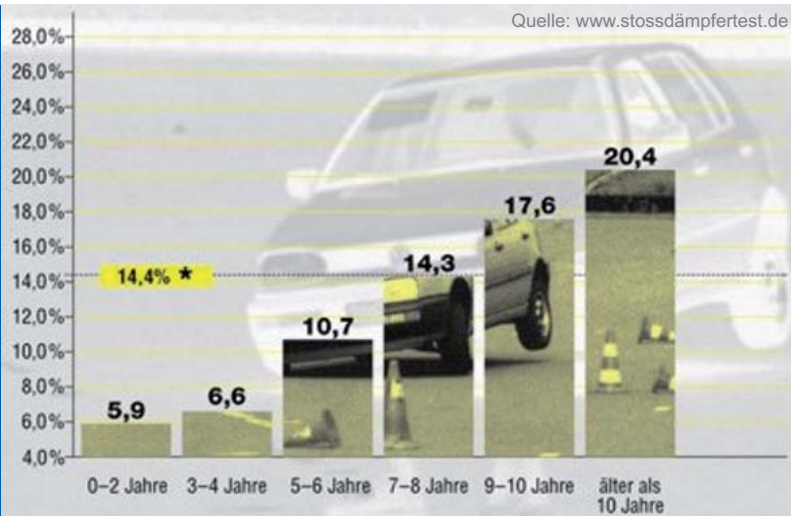
Sicherheitsrisiko defekte Achsdämpfung

Mit zunehmender Laufleistung nutzen sich die Dämpfungskomponenten wie Stoßdämpfer etc. infolge von Alter, Schmutz und Korrosion durch Salz und Nässe ab. Der Leistungsverlust vollzieht sich schleichend, sodass sich der Autofahrer an die schlechter werdende Dämpfungswirkung gewöhnt und der Schaden lange unentdeckt bleibt. In Gefahrensituationen können diese Defekte jedoch schwerwiegende Folgen haben.



Sicherheitsrisiko defekte Achsdämpfung

Nach Schätzungen von Experten ist bei ca. 14% der Fahrzeugen in Deutschland (bedeutet 5 bis 6 Mio. Fahrzeuge) mindestens ein Stoßdämpfer defekt. Die Auswirkungen des Verschleißes werden von vielen Autofahrern unterschätzt. Am häufigsten übersehen wird, dass auch bei fast neuen Fahrzeugen schon ein oder mehrere Stoßdämpfer defekt sein können.



Auswirkungen defekter Achsdämpfung

Abgenutzte oder defekte Stoßdämpfer stellen ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar! Der Bremsweg verlängert sich (siehe Tabelle); schon bei niedrigen Geschwindigkeiten tritt Aquaplaning auf. Reifen und Fahrwerk verschleißern schneller und die optimale Wirkung von modernen elektronischen Sicherheitssystemen, wie ABS, ESP oder ASR wird beeinträchtigt, da alle diese Systeme einen optimalen Bodenkontakt der Räder benötigen. Das Fahrverhalten des Fahrzeuges verschlechtert sich vor allem bei Seitenwind und in Kurven, wobei das Fahrzeug schneller ausbricht bzw. stark zum Untersteuern neigt.

Ausstattung	Bremsweg* bei einer Dämpferleistung von	
	100 %	50 %
ohne ABS	37,5 m	39,1 m = + 4,3 %
mit ABS	38,2 m	43,6 m = + 14,1 %

* Ausgangsgeschwindigkeit 80 km/h auf unebener Fahrbahn

(Quelle: TÜV Rheinland)

Warum die Achsdämpfung so wichtig für die Fahrsicherheit ist?

Prinzipiell besteht die Aufgabe der Achsdämpfung darin, während der Fahrt Stöße abzdämpfen und somit den bestmöglichen Kontakt der Räder mit der Fahrbahn herzustellen.

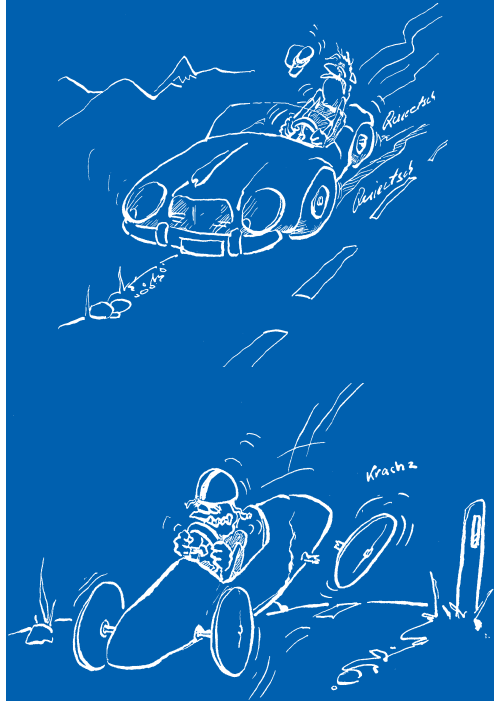
Bei einem nur gefederten Fahrzeug würden die Räder gegen die schwerere Karosserie schwingen und sich abhängig von der Fahrbahnoberfläche abheben.

Folge: Die Räder wären zeitweise in der Luft und der Bodenkontakt zwischen Reifen und Fahrbahn wäre aufgehoben.

Bei einem zu stark gedämpften Fahrzeug hingegen würde es die Stöße von der Fahrbahn auf die Insassen und Ladung übertragen.

Folge: Durch die Stöße wäre das Fahrzeug unkomfortabel und es würde zudem zu einem vorzeitigen Verschleiß von Karosserie und Achskomponenten kommen.

Die erforderliche Achsdämpfung ist somit ein Kompromiss zwischen Fahrkomfort (Federung) und Fahreigenschaft (Aufheben der Federschwingungen) zu einem besseren Fahrbahnkontakt.



Anforderungen und Wirkungsprinzip der Achsdämpfung

Die Anforderungen an die Achsdämpfung sind hoch:

Für ein komfortables Fahrverhalten ist so wenig Dämpfung wie möglich zu gebrauchen;
für ein sicheres Fahrverhalten so viel wie nötig.

Das Ziel ist eine ausgewogene Balance zwischen Komfort und Sicherheit.

Wirkung intakter Stoßdämpfer in Bezug auf...

...die Fahrsicherheit

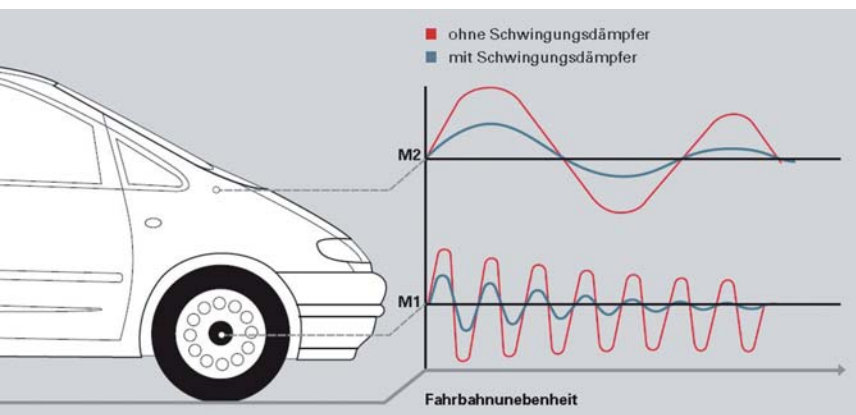
- > Kein Springen der Räder bereits auf normaler Fahrbahn
- > Kein Ausbrechen des Fahrzeugs beim Bremsen
- > Kein Schleudern durch mangelnde Spurhaltung bei Kurvenfahrten

...den Fahrkomfort

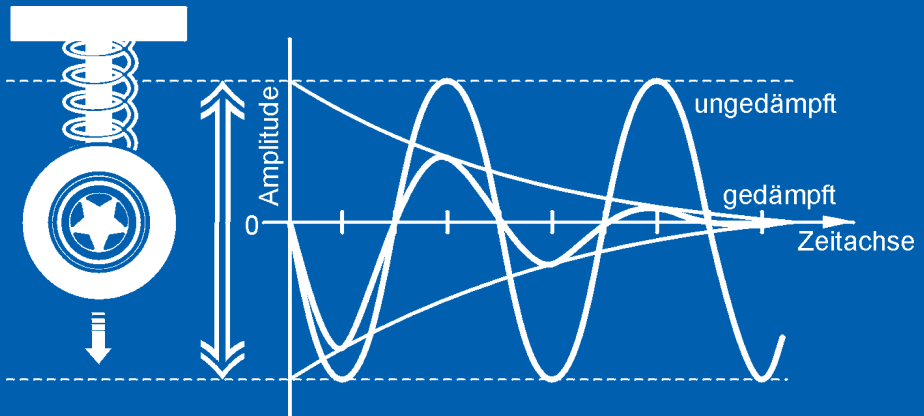
- > Kein langes Nachschwingen des Fahrzeugaufbaus
- > Kein Aufschaukeln des Fahrzeugs bei aufeinander folgenden Unebenheiten
- > Kein Aufbäumen des Fahrzeugaufbaus beim Beschleunigen bzw. kein starkes Eintauchen beim Bremsen

Wirkungsweise eines Schwingungsdämpfers

Beim Überfahren einer Unebenheit wird der einwirkende Stoß von der Federung aufgenommen. Sie verhindert, dass die gefederte Masse $M2$ = Fahrzeugaufbau + Zuladung mit der ungefederten Masse $M1$ = Achse + Räder in Berührung kommt. Nach dem Zusammendrücken haben die Federn das Bestreben, die gefederte Masse von der ungefederten Masse wegzudrücken. Die Stoßdämpfer bringen die so entstehenden Schwingungen von Achse und Aufbau zum Abklingen.



Die Achsdämpfung als Schwingungsdämpfung

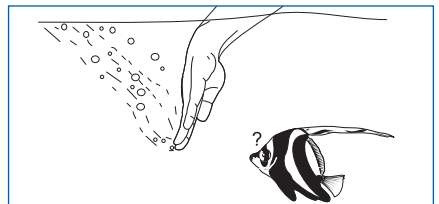


Das Abklingen des Schwingungsausschlages (= Amplitude, Schwingungsweite) bewirkt die Achsdämpfung; sie bremst die schwingende Radbewegung nach beiden Richtungen hin ab. Dazu entwickelt sie Gegen(Dämpfungs)-kräfte, die

- > **am größten sind, wenn sich das Rad am schnellsten bewegt**
→ beim Durchgang durch seine ursprüngliche Ruhelage.
- > **Null sind, wenn das Rad seine Schwingbewegung umkehrt**
→ an den Umkehrpunkten muss nicht abgebremst werden.
- > **von der jeweiligen Schwingungsgeschwindigkeit abhängen**
→ im einfachsten Fall proportional sind

Die Dämpfungskraft ist immer gegen die Bewegung gerichtet. Diese abbremsende Gegenkraft ist mit der vergleichbar, die eine Hand beim Durchfahren von Wasser spürt:

- > **langsam:** → kaum Gegenkraft
- > **schnell:** → viel Gegenkraft

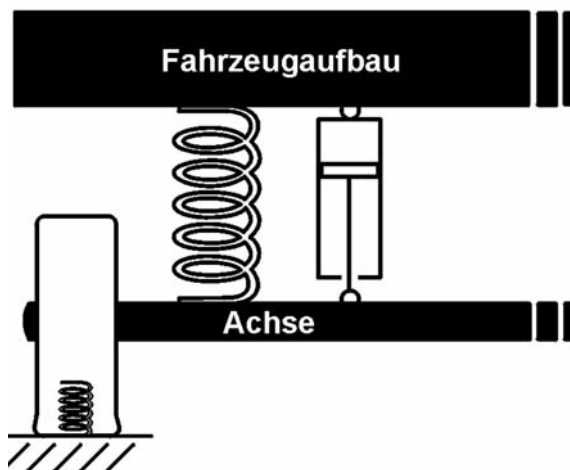


Es werden beim Schwingungsvorgang umso höhere Geschwindigkeiten erreicht, je größer die Schwingungshäufigkeiten pro Zeit (höhere Frequenz = häufigeres Pendeln zwischen den Umkehrpunkten) und/oder die Schwingungsweiten (größere Amplituden = weitere Wege des Schwingers in derselben Zeit) sind.

Messen der Achsdämpfung

Beim Messen der Achsdämpfung geht es darum, die Wirkung in Abhängigkeit zwischen Dämpfung einerseits sowie Fahrzeugmasse und Federkonstante andererseits zu beurteilen.

Betrachtet man das Fahrzeug in einem einfachen Schema, entsteht ein Gebilde, bestehend aus Fahrzeugaufbau, Fahrzeugfeder, Stoßdämpfer, Lagerungen, sowie Achsen und Räder. Dies erklärt auch, warum Bauteile wie Stoßdämpfer nicht als Einzelelemente im eingebauten Zustand überprüft werden können.



Es ist daher wichtig, die Achsdämpfung des Fahrzeuges als Gesamtkonzept zu messen und zu beurteilen, wie sie bereits während der Fahrzeugentwicklung vom Konstrukteur ausgelegt wurde.

Die Prüfmethode (Resonanzmethode nach BOGE)

Die Räder einer Achse stehen hierbei auf den horizontal gehaltenen Prüfplatten des MSD 3000, die zur Prüfung auf und ab bewegt werden können.

Mit dem Prüfablauf beginnen die Platten nun durch ihre Bewegungen die Räder samt deren dazugehörigen Achsmassen in erzwungene Schwingungen gegen die weit schwerere Fahrzeugmasse, die annähernd als ruhend angesehen werden kann, zu versetzen. Die sogenannte Erregungsfrequenz wird hierbei auf eine Frequenz von 10 Hz gesteuert, bevor sie wieder auf nahezu 0 Hz kontinuierlich zurück geregelt wird. Das System schwingt nun gegen den ruhenden Fahrzeugaufbau aus.

Beim Ausschwingen nimmt die Schwingungsfrequenz stetig ab und durchläuft dabei auch den Bereich der Resonanzfrequenz der an Fahrzeugfeder und Stoßdämpfer hängenden Massen. Die während der Erregung im Schwingungssystem gespeicherte Energie treibt die Massen bei Annäherung an die Resonanzstelle zu immer weiteren Ausschlägen; das Maximum wird bei der Resonanzfrequenz erreicht - siehe folgende Abbildung:



Die an der Resonanzstelle entstehenden Geschwindigkeiten entsprechen den bei einer gewöhnlichen Straßenfahrt vorhandenen, weshalb die Resonanzmethode den durchschnittlichen Fahrgegebenheiten recht nahe kommt.

Die Schwingungsausschläge werden über die Bewegung der dem Rad folgenden Prüfplatte erfasst, elektronisch aufgezeichnet und ausgewertet.

Die maximale Resonanzamplitude, deren Größe auch maßgeblich durch die Achsdämpfung bestimmt ist, wird gemessen und mit dem zeitlichen Abklingverlauf der Schwingung verglichen.

Beurteilung der Achsdämpfung – Die Physik

Unter der physikalischen Betrachtung am Beispiel von einem Personenkraftwagen kann durch eine Differentialgleichung der dimensionslose **Dämpfungsgrad** „D“ oder das **Lehrsches Dämpfungsmaß** ermittelt werden.

Die Gleichung dafür lautet:

$$D = \frac{d}{2\sqrt{c * m}}$$

Hierbei sind:

- D = Dämpfungsgrad oder Dämpfungsmaß (einheitenlos)
- d = Dämpfungskonstante (kg/s)
- c = Federkonstante (N/m)
- m = Masse (kg)

Der Dämpfungsgrad liegt theoretisch zwischen 0 und 1 und gibt die Qualität der geprüften Achsdämpfung bzw. „der gedämpften Schwingung“ als Zahl an. Dieser Wert wird im Prüfstand aus dem Ergebnis verschiedener physikalischen Größen wie z.B. dem Fahrzeuggewicht, der Federkonstante sowie der Dämpfungskonstante errechnet und dargestellt.

Bereits während der Fahrzeugentwicklung findet das Dämpfungsmaß eine besondere Bedeutung: Je nach Herstellerphilosophie kann hier ein Kraftfahrzeug entweder "komfortabel" oder "sportlich" ausgelegt werden. Definition: $D = 0,2 \leq \delta \leq 0,35$ (Soll). Je kleiner D ist, desto "komfortabler" ist die Dämpfung.

Die **Dämpfungskonstante**, auch bekannt unter **Abklingkonstante** mit der Bezeichnung **Theta** (δ), beschreibt den zeitlichen Abklingverlauf der Schwingungen und wird wie folgt definiert:

$$d(\delta) = \frac{(C_{Ges} * r)}{2\pi * f_{Messung} * X_1} - d_{Prüfstand}$$

Hierbei sind:

- d (δ) = Dämpfungskonstante in Theta (Ns/m)
- CGes = Summe der Federraten, die im Prüfstand eingebaut sind (N/m)
- r = Hub der Prüfplatte/n am Prüfstand bei langsamem Durchdrehen des Kurbeltriebs von UT nach OT (mm)
- f_{Messung} = Frequenz, bei der die Plattenamplitude maximal ist (1/s)
- x₁ = doppelte Plattenamplitude bei Plattenresonanzfrequenz (mm)
- d_{Prüfstand} = Dämpfungskonstante des Prüfstands (Eigendämpfung). Diese wird durch den Ausschwingversuch ermittelt (Ns/m)

Beurteilung der Achsdämpfung – Die Physik

Durch Veränderung der Erregerfrequenz im Prüfstand (schwingende Prüfstandsplatte, von höherer zu niedrigerer Frequenz) lassen sich drei wesentliche Eigenfrequenzbereiche unterscheiden:

- **Bereich 1**

bei höherer Frequenz, gilt als Eigenfrequenz des Rades/Reifens und beträgt 12-20 Hz. Ist für die Ermittlung der Achsdämpfungsqualität nicht wesentlich.

- **Bereich 2**

betrifft die Resonanzfrequenz des Prüfstandes mit Fahrzeug, bei der die Amplituden ausgewertet werden. Sie liegt etwa bei 6-7 Hz. Das ist die Frequenz, bei der die Prüfstandsplatte sowie die wesentlichen Fahrzeug-Baugruppen mit Rad und unmittelbar dazugehörenden Massen die größte Amplitude zeigt. Diese wird als Rechengröße benutzt.

- **Bereich 3**

bei der Eigenfrequenz der Karosserie, die dann mitschwingt (ca. 1,2-1,6 Hz). Diese ist für die Ermittlung der Achsdämpfungsqualität nicht wesentlich. Würde auch das erwünschte Ergebnis, das sich nur auf ein Rad oder eine Achse (zwei Räder) beziehen soll, verfälschen.

Da diese drei Eigenfrequenzbereiche ausreichend differenziert auseinander liegen, ist die Bestimmungsgenauigkeit (= Reproduzierbarkeit) hoch. Das bedeutet aber auch, dass die Parameter von Rad/Reifen und die Parameter der Karosserie einen verschwindend geringen Einfluss auf das Messergebnis beim relevanten Frequenzbereich 2 haben.

Fazit

Der neue MSD 3000 von MAHA ist in der Lage, einen physikalisch klar definierten Wert zu ermitteln und zeigt so genau auf, wann der Austausch diverser Dämpfungskomponenten nötig ist.

Der neue MSD 3000 ist ein technologischer Fortschritt.

Weitere Vorteile:

- **Eindeutige Messergebnisse, da diese als physikalische Größe darstellbar sind.**
- **Einfache und genaue Prüfung.**
- **Vergleichbarkeit für alle nach diesem Prinzip ermittelten Messergebnisse.**
- **Ein klar definierter Wert ist Grundlage für die Austauschnotwendigkeit verschlissener Dämpfungskomponenten.**

Somit sind ideale Vorraussetzungen geschaffen, wenn eine Untersuchungspflicht für KFZ-Achsdämpfung bzw. der Stoßdämpferqualität eingeführt werden sollte - denn dann muss ein einheitliches Prüfprinzip entwickelt sein.

Die Anforderungen dafür sind erfüllt: Ein Verfahren zur wertemäßigen Qualitätsangabe der Achsdämpfung (Lehrsches Dämpfungsmaß oder Dämpfungsgrad) ist geschaffen, ebenso die dazu erforderliche Prüfeinrichtung, welche diese Größe ermittelt - der MSD 3000.

Technische Daten

Bodengruppe	MSD 3000
Achslast prüfbar	2,5 t
Achslast überfahrbar	2,5 t / 13 t (Option)
Antriebsleistung	(2 x) 1,1 kW
Erregerhub	6,5 mm
Erregerfrequenz (geregelt)	ca. 2 - 10 Hz
Maximaler Plattenhub	ca. 70 mm
Spurbreite	min. 800 mm max. 2.200 mm
Messbereich Dämpfungsmaß „D“	0,02 – 0,3 (einheitenlos)
Spannungsversorgung / Absicherung	230 V, 1 Phase, 50/60 Hz / 16 A träge
Start des Prüfstandes	automatisch bei beidseitiger Belastung mit mehr als 60 kg (einstellbar)
Anzeigegegenauigkeit	2 % vom Messbereichsendwert 2 % Differenz zwischen linker und rechter Seite
Maße Bodengruppe (L x B x H)	2.320 x 800 x 280 mm
Maße Verpackung (L x B x H)	2.400 x 1.000 x 700 mm
Gesamtgewicht	ca. 650 kg
Anzeige/Steuerung	Kommunikationspult 3000
Anzeigeeinheit	digital über Bildschirm
Steuerung	vollautomatisch durch Kommunikationspult
Messwerte	Dämpfungsmaß „D“, Differenz rechts/links, Befund, Achsgewicht
Maße Kommunikationspult (H x B x T)	1.400 x 800 x 670 mm

Weiteres Zubehör entnehmen Sie bitte der aktuellen Preisliste!



MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG

Hoyen 20 · 87490 Haldenwang · Germany

Tel. +49 (0)8374 585-0 · Fax +49 (0)8374 585-497

sales@maha.de

www.maha.de