



Starter

Schadensbilder
Ursachen, Abhilfe und Vermeidung

Vorwort

MAHLE ist einer der bedeutendsten Entwicklungspartner und Hersteller von Motorkomponenten und -systemen in der Automobilindustrie.

Die Ingenieure von MAHLE entwickeln gemeinsam mit den Motoren- und Fahrzeugherstellern weltweit Produkte von höchster Qualität.

Dieselben hohen Qualitätsrichtlinien kommen auch bei den Ersatzteilen für den Aftermarket zur Anwendung.

Vielfache Kontrollen während und nach der Fertigung sichern das gleichbleibend hohe Qualitätsniveau der MAHLE Produkte. Sollte es im Praxisbetrieb doch einmal zu unerwarteten Ausfällen kommen, liegen die Ursachen zumeist im motorischen Umfeld. Auch Bedien- oder Montagefehler bzw. ungeeignete Betriebsmittel zählen zu den Ausfallursachen.

In dieser Broschüre wurden typische Schadensbilder zusammengestellt. Sie zeigt deren Ursachen und gibt Tipps, um solche Schäden künftig zu vermeiden. Damit soll die Suche nach möglichen Schadensursachen erleichtert werden. Diese Hinweise tragen zu einer langen und zuverlässigen Funktion unserer Produkte und damit zu entsprechender Motorlebensdauer bei.

Darüber hinaus werden unsere Experten auch mit komplexen Schadensverläufen konfrontiert, deren Erläuterung jedoch den Rahmen dieser Broschüre überschreiten würde. Bei unklaren Schadensfällen an unseren Produkten sind wir gerne bereit, diese bei uns im Hause zu untersuchen und Ihnen eine Schadensexpertise zu erstellen. Bitte wenden Sie sich an den zuständigen Vertriebspartner in Ihrer Nähe.



Infos unter:

www.mahle-aftermarket.com

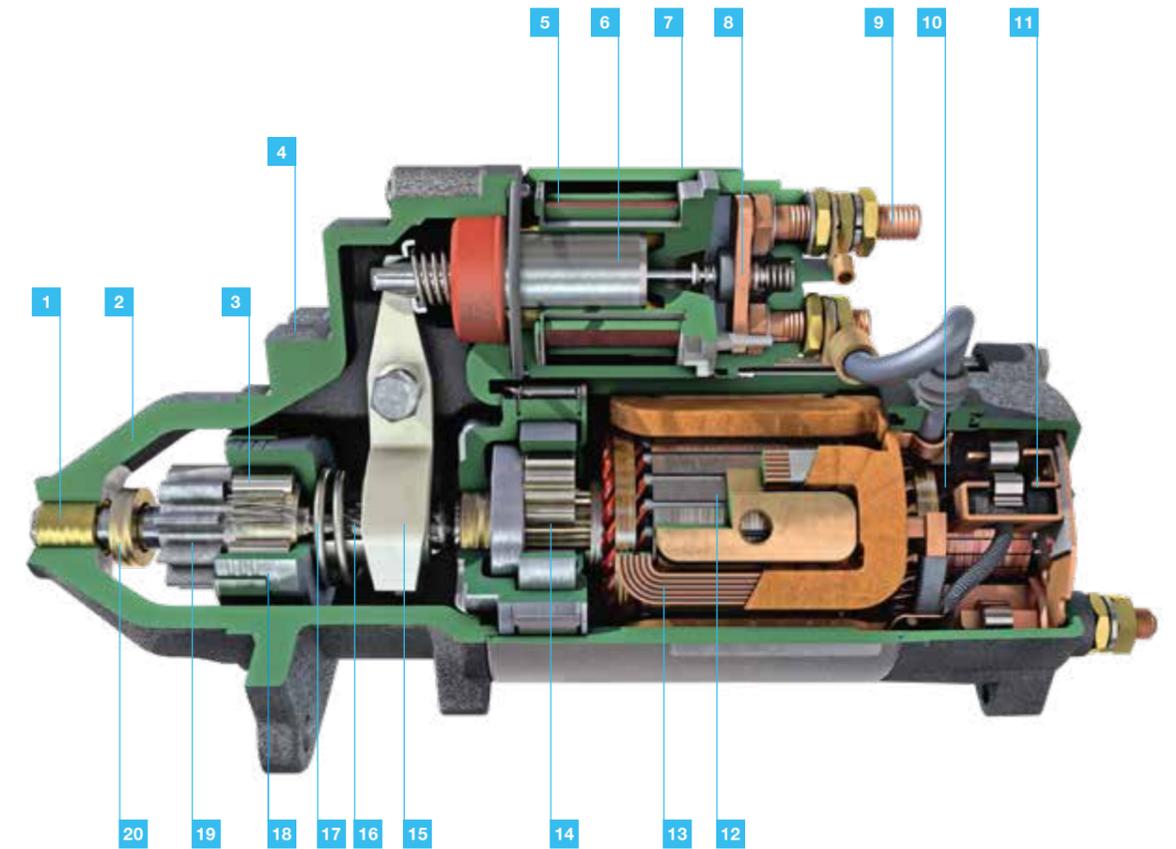
Inhalt

Aufbau und Funktionsweise des Starters	04	5 Starter	
1 Magnetschalter		5.1 Starter ausgeschleudert I	44
1.1 Fehlfunktion I	06	5.2 Starter ausgeschleudert II	46
1.2 Fehlfunktion II	08	6 Polwicklungen und Anker verbrannt	48
1.3 Fehlfunktion III	10	7 Korrosion im Starter	50
1.4 Elektrische Anschlüsse verschmort	12	8 Kraftstoff oder Öl im Startermotor	52
1.5 Gehäuse angeschmolzen	14	9 Funktionsstörung des Starters	54
1.6 Kupferschraube beschädigt	16	Glossar	56
1.7 Elektrische Anschlüsse gebrochen	18	Unser Produkt-Portfolio	58
2 Starterritzel		Unsere Info-Services	59
2.1 Alle Zähne stirnseitig abgeschliffen	20		
2.2 Teilweise stirnseitig abgeschliffen	22		
2.3 Zähne ausgebrochen	24		
2.4 Zahn ausgebrochen	26		
2.5 Starterritzel und Welle verfärbt	28		
3 Startergehäuse			
3.1 Startergehäuse gebrochen	30		
3.2 Startergehäuse gebrochen oder deformiert	32		
4 Freilaufkupplung			
4.1 Schleifspuren am Verschlussblech	34		
4.2 Freilaufkraft ungleichmäßig	36		
4.3 Freilaufkupplung schwergängig bis blockiert	38		
4.4 Freilaufkupplung nicht mehr kraftschlüssig I	40		
4.5 Freilaufkupplung nicht mehr kraftschlüssig II	42		

Aufbau und Funktionsweise des Starters

Der Starter hat die Aufgabe, den Verbrennungsmotor zu starten. Dazu wird der Magnetschalter vom Zündschalter bestromt. Der Magnetschalter zieht den Eisenkern (Plunger) an, der über eine Mechanik (Einrückgabel) das Ritzel des Starters in Eingriff mit dem Zahnkranz der Schwungscheibe bringt. Gleichzeitig schließt der Eisenkern am Ende seiner Hubbewegung die Kontaktbrücke, die den Startermotor einschaltet. Der Startermotor dreht dann, bei den meisten Startertypen über ein Reduktionsgetriebe, den Motor durch. Sobald der Verbrennungsmotor seine Startdrehzahl erreicht und zündet, wird der Startvorgang beendet. Dazu wird

der Magnetschalter vom Zündschalter nicht mehr mit Strom versorgt. Der Eisenkern wird nun über eine Feder wieder in die Ausgangsstellung zurückgebracht. Dabei öffnet die Kontaktbrücke, was dafür sorgt, dass auch der Startermotor keinen Strom mehr erhält. Das Starterritzel geht ebenfalls in seine Ausgangsposition zurück. Da während des Beendens des Startvorgangs die Motordrehzahl auf Leerlaufniveau ansteigt, das Ritzel aber noch im Eingriff mit der Schwungscheibe ist, verhindert die Freilaufkupplung zwischen Ritzel und Welle des Starters ein Überdrehen des Startermotors.



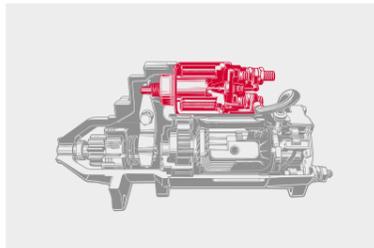
Technische Daten

Notwendige Drehzahl am Verbrennungsmotor, um in den Selbstlauf zu gelangen	ca. 70 – 120 min ⁻¹
Drehzahl des Starterankers bei Startdrehzahl des Verbrennungsmotors	ca. 3.000 – 6.000 min ⁻¹
Leerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors	ca. 700 – 1.200 min ⁻¹
Stromaufnahme Magnetschalter	ca. 50 – 250 A
Stromaufnahme Haltespule Magnetschalter	ca. 20 – 80 A
Stromaufnahme Startermotor	ca. 200 – 2.500 A
Leistung des Starters	0,8 – 9,0 KW

- | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 Lager der Ritzelwelle | 8 Kontaktbrücke | 15 Einrückgabel |
| 2 Glocke | 9 Anschluss Batterie KL30 | 16 Helix (Steilgewinde) |
| 3 Wälzkörper der Freilaufkupplung | 10 Kommutator | 17 Einspurfeder |
| 4 Befestigungsflansch | 11 Kohlebürste | 18 Freilaufkupplung |
| 5 Magnetspule | 12 Anker | 19 Ritzel |
| 6 Plunger | 13 Polwicklung | 20 Anschlagring |
| 7 Magnetschalter | 14 Reduktionsgetriebe | |

1.1 Magnetschalter

Fehlfunktion I



Kontakte verbrannt



Kontaktschraube überhitzt und in Deckel eingeschmolzen



Korrosion an Kontakten

Befund:

- Keine Überhitzung der Spule im Magnetschalter
- Magnetschalter zieht kurzzeitig an, aber Startermotor dreht nicht durch
- Teilweise zieht der Magnetschalter an und löst unmittelbar danach wieder. Es ist ein Klackern zu hören.
- Magnetschalter reagiert nicht, wenn er bestromt wird

Ursache(n):

- Verbrennungsmotor oder Nebenaggregat sitzen fest
- Starterbatterie zu schwach: Beim Einschalten des Startermotors bricht die Spannung zusammen
- Kontaktbrücke im Magnetschalter verbrannt
- Kontaktbrücke korrodiert
- Schlechter Kontakt der Anschlusskabel am Starter und an der Batterie
- Defekte Massekabel oder Korrosion an einer der Verschraubungen

Abhilfe/Vermeidung:

- Batterie laden oder gegebenenfalls ersetzen
- Prüfen, ob sich Verbrennungsmotor und Nebenaggregate mechanisch durchdrehen lassen
- Prüfung aller Leitungen auf Beschädigungen und der Anschlüsse auf Korrosion
- Bei durchgebranntem Magnetschalter: Zündschalter und Leitung zum Starter überprüfen
- Bei Korrosion prüfen, an welcher Stelle Wasser in den Starter eingedrungen ist
- Bei defektem Magnetschalter: Starter erneuern
- Strahl von Hochdruckreiniger nie direkt auf Starter und Leitungen richten
- Starter nur im Notfall zum Bewegen des Fahrzeuges nutzen



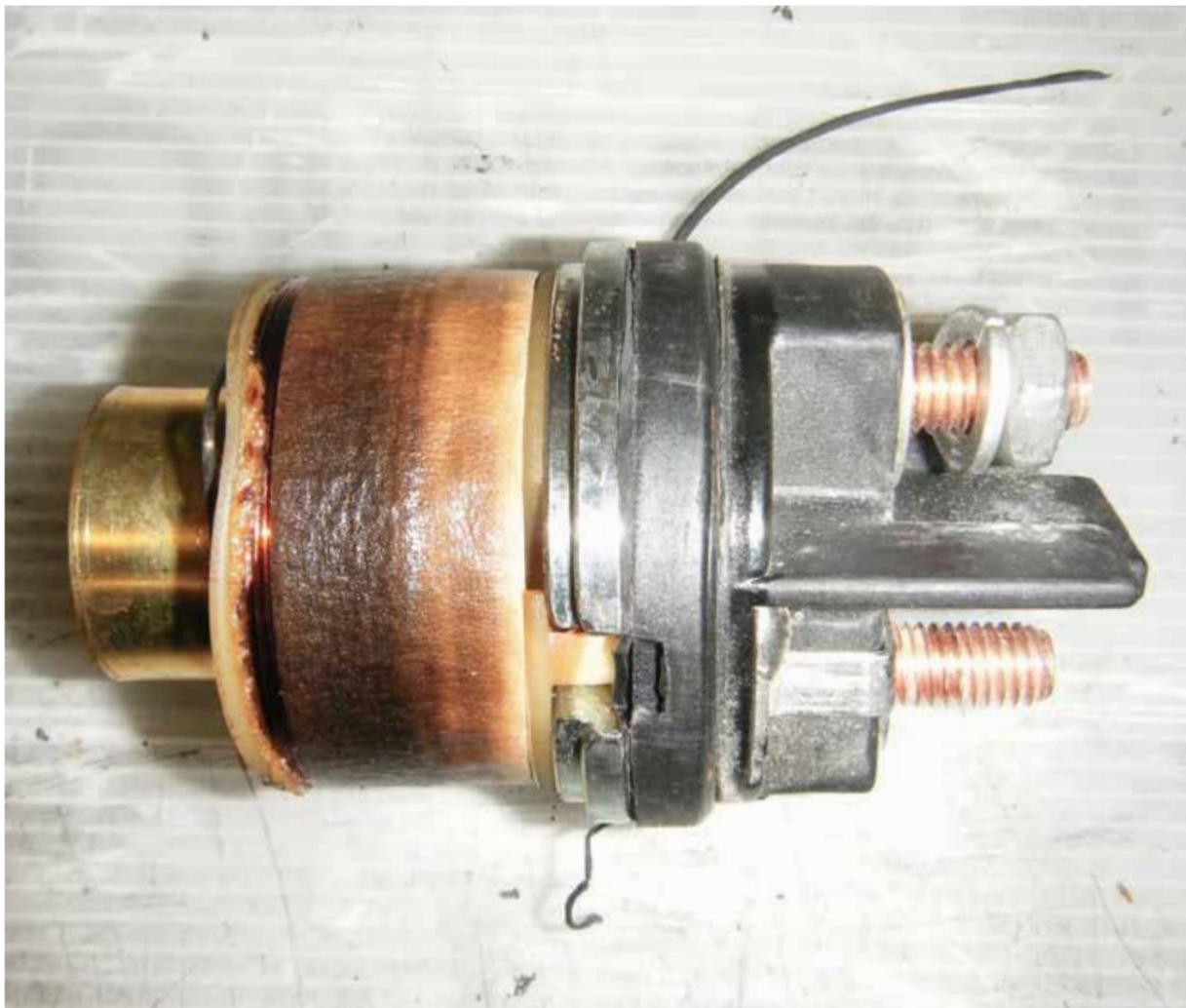
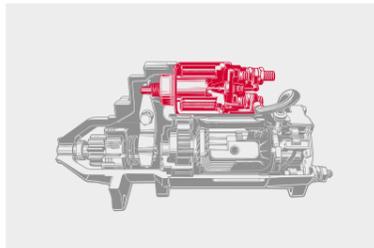
Korrodiertes Masseband



Magnetschalter (geöffnet) nicht überhitzt

1.2 Magnetschalter

Fehlfunktion II



Magnetschalter überhitzt, Indikatorband stark verfärbt

Befund:

- Indikatorband verfärbt
- Spule in Magnetschalter überhitzt
- Magnetschalter reagiert nicht, wenn er bestromt wird
- Indikatorband im Inneren des Magnetschalters ist schwarz verfärbt
- Schmorgeruch im Bereich des Magnetschalters

Ursache(n):

- Spule im Magnetschalter durchgebrannt oder Kurzschluss in den Windungen
- Zu lange Betätigung des Starters
- Starter blockiert (Motor oder Nebenaggregate blockieren)
- Starter überlastet (Bewegen des Fahrzeugs mittels Starter)

- Bei größeren Startern wird der Startermotor bereits über den in Reihe geschalteten Magnetschalter mit reduziertem Strom in Rotation versetzt. Bei Zahn-auf-Zahn-Position schaltet der Magnetschalter nicht, dies führt nach kurzer Zeit zur Überhitzung.

Abhilfe/Vermeidung:

- Starter maximal 30 Sekunden betätigen, danach vor dem nächsten Startversuch mindesten zwei Minuten abkühlen lassen
- Beispielsweise nach Wechsel des Kraftstofffilters das System nicht durch langes Starten entlüften. Es ist sinnvoller, das System mit einer Pumpe blasenfrei zu entlüften.
- Fahrzeug nur in Notfällen mit dem Starter bewegen (z. B. wenn das Fahrzeug auf einem Bahnübergang liegen bleibt)
- Bei stärkeren Startern den Startvorgang sofort abbrechen, wenn der Motor nicht durchdreht (Zahn-auf-Zahn-Position)



Magnetschalter überhitzt, Indikatorband leicht verfärbt



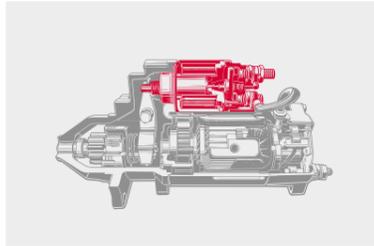
Magnetschalter stark überhitzt und verbrannt



Befestigungsschraube des Magnetschalters mit Brandspuren von überhitzter Magnetspule

1.3 Magnetschalter

Fehlfunktion III



Schmutz im Inneren des Magnetschalters

Befund:

- Starter funktioniert nicht
- Magnetschalter rückt das Ritzel aus, schaltet aber nicht in den Startermotor
- Magnetschalter rückt das Ritzel nicht aus

Ursache(n):

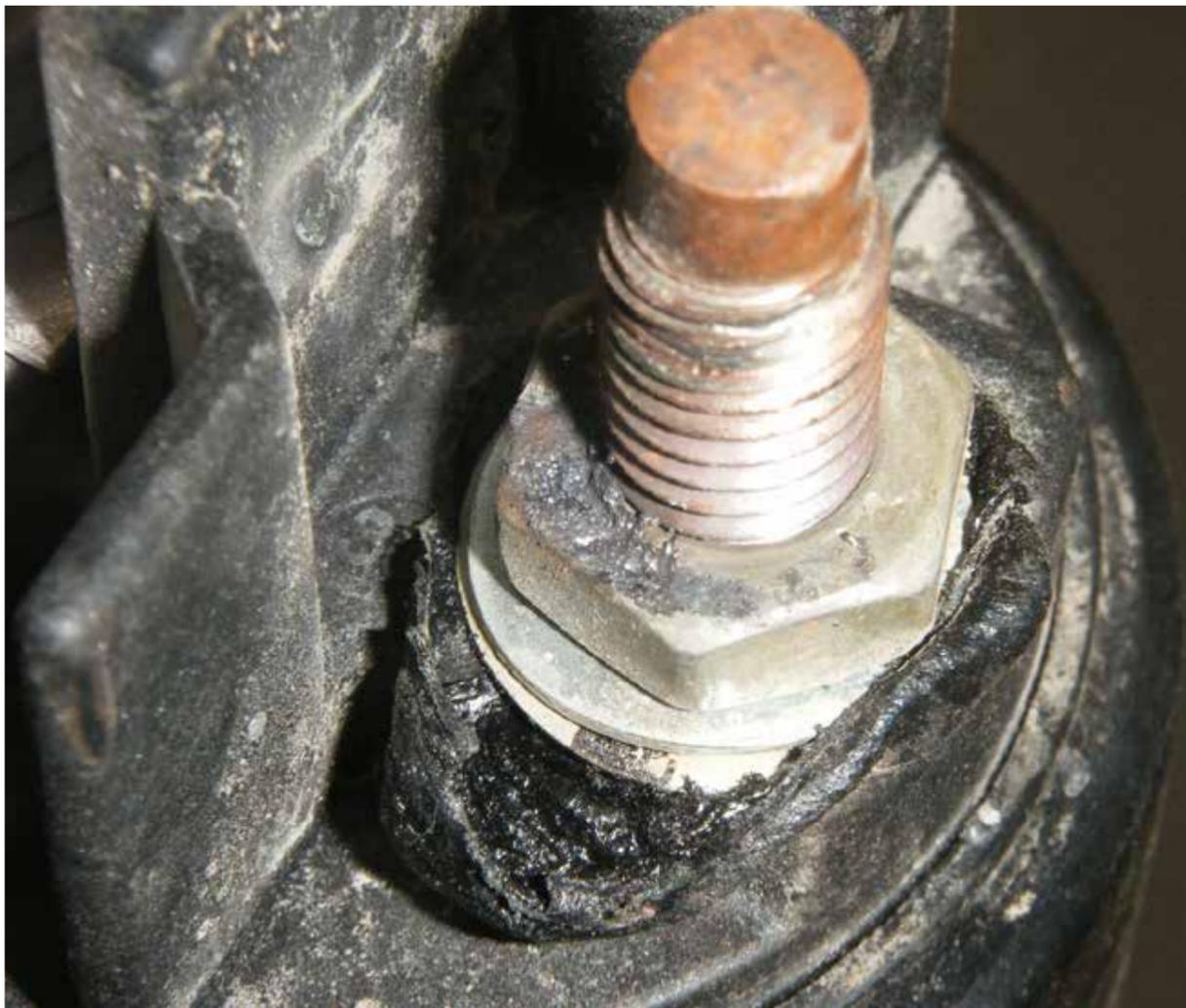
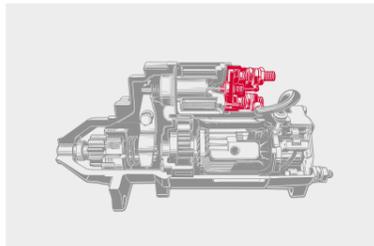
- Starke Verschmutzung im Magnetschalter verhindert die Bewegung des Plungers. Dadurch wird weder das Ritzel eingespurt noch der Startermotor eingeschaltet.
- Starke Verschmutzung im Magnetschalter wurde im hinteren Bereich des Magnetschalters vom Plunger verdichtet. Dicke Schmutzablagerung verhindert, dass der Plunger bis zum Ende gezogen werden kann. Weg ist nicht mehr ausreichend, Kontaktbrücke wird nicht geschlossen.

Abhilfe/Vermeidung:

- Neuen Starter einbauen
- Ursache der Verschmutzung klären (starke Verunreinigungen in der Getriebeglocke können ein Hinweis auf eine verschlissene Fahrzeugkupplung sein)
- Getriebeglocke sorgfältig reinigen

1.4 Magnetschalter

Elektrische Anschlüsse verschmort



Gelöster Anschluss hat Schraube überhitzt (Gehäuse geschmolzen)

Befund:

- Deckel des Magnetschalters geschmolzen
- Anschlussschraube im Deckel verschmort
- Brandspuren an Anschlussleitung und Schraube

Ursache(n):

- Anschlussleitung lose. Erhöhter Übergangswiderstand und Lichtbogen an Verbindungsleitung erzeugen lokale Überhitzung.
- Anschlusschraube unzulässigerweise als „Stromverteiler“ für andere Verbraucher genutzt
- Zu hohe Stromaufnahme, da Massenanschluss am Startermotor
- Anschlussleitungen nicht ausreichend am Fahrzeug befestigt. Wenn die elektrischen Leitungen ins Schwingen geraten, kann sich dadurch die Mutter am Anschluss lösen.

Abhilfe/Vermeidung:

- Befestigungsmutter der elektrischen Anschlüsse mit dem vorgeschriebenen Drehmoment anziehen
- Auf richtige Position der Anschlüsse achten
- Sicherstellen, dass die Leitungen vorschriftsmäßig verlegt sind und die Isolierung nicht durchgeschuert werden kann
- Elektrische Leitung nach Herstellerangaben fixieren, um ein freies Schwingen der Leitung zu verhindern. Eine schwingende Leitung kann die Isolierung beschädigen und zum Lösen der Mutter führen. Bei loser Mutter erhöht sich der elektrische Übergangswiderstand, was zu hohen Temperaturen und Lichtbögen führt.
- Anschlüsse des Starters nicht als Knotenpunkt für andere elektrische Bauteile missbrauchen. Zusätzliche Leitungen an der KL 30 des Starters können zu elektrischen Übergangswiderständen führen.



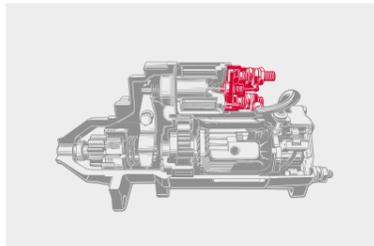
Gelöster Anschluss hat Schraube überhitzt (Gehäuse geschmolzen)



Kurzschluss an Magnetschalter

1.5 Magnetschalter

Gehäuse angeschmolzen



Kurzschluss (Brandspuren an Gehäuse)



Kurzschluss (Brandspuren an Gehäuse)

Befund:

- Brandspuren und angeschmolzene Stellen am Gehäuse des Magnetschalters oder Starters
- Anschlussschraube +Pol (KL 30) an Magnetschalter verfärbt
- Brandspuren und Kunststoffdeckel des Magnetschalters geschmolzen
- Isolierung an Zuleitung zum Starter verschmort
- Magnetschalter ohne Funktion, Ritzel spurt nicht ein, aber Startermotor dreht sich
- Magnetschalter ohne Funktion, Ritzel spurt nicht ein und Starter dreht nur kurzzeitig

Ursache(n):

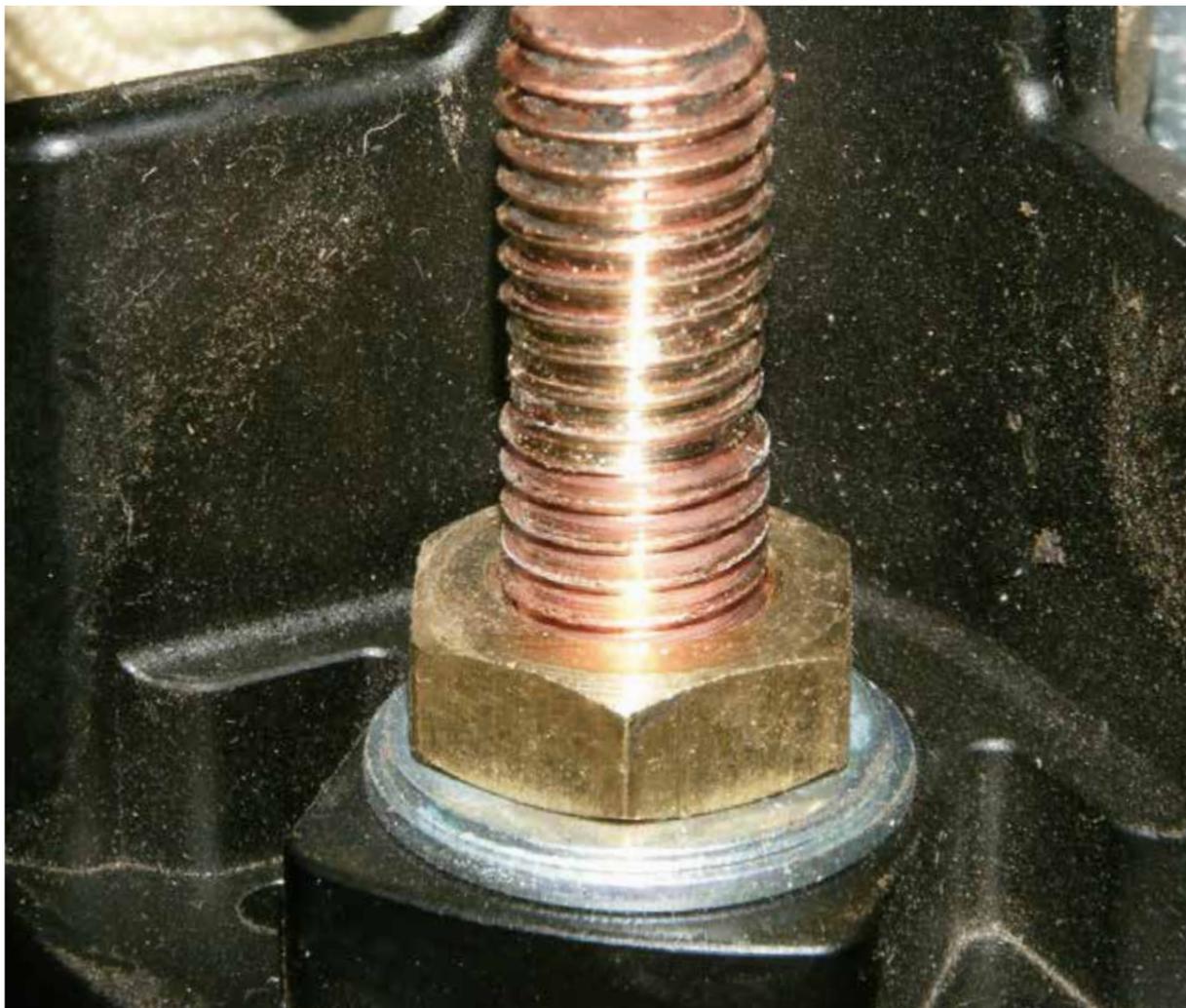
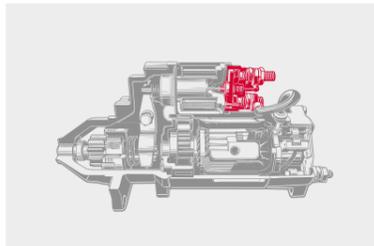
- Isolierung der Zuleitung +Pol (KL 30) durchgescheuert. Kurzschluss zur Masse des Magnetschaltergehäuses.
- Befestigungsmutter von Anschluss KL 30 gelöst. Entweder war die Mutter nicht korrekt angezogen oder die Mutter hat sich gelöst.
- Zuleitung +Pol (KL 30) nicht entsprechend des Herstellers befestigt. Durch Schwingungen des schweren Kupferkabels hat sich die Befestigungsmutter gelöst.
- Anschlussleitung KL 50 (vom Zündschalter kommend) versehentlich an Zuleitung zu Startermotor (KL 30) angeschlossen
- Fehlendes Massekabel (KL 31) zum Motor und/oder Getriebe
- Korrosion an Massekabel. Bei stehendem Motor besteht elektrische Masseverbindung vom Motorblock über Gleitlager, Kurbelwelle, Schwungscheibe und Zahnkranz zum Ritzel des Starters. Wird während des Startvorgangs ein Ölfilm in den Kurbelwellenlagern aufgebaut, ist die Masseverbindung unterbrochen. Die Starterdrehzahl fällt deutlich ab und es kann ein starker Abrissfunke entstehen, der auch die Lagerschalen beschädigen kann.

Abhilfe/Vermeidung:

- Alle elektrischen Leitungen, Isolierungen, Kabelschuhe und Anschlüsse auf Beschädigungen prüfen
- Beim Ausbau des Starters Leitungen und Anschlüsse markieren
- Korrosion an Anschlüssen beseitigen
- Alle Massekabel am Fahrzeug und am Triebwerk auf korrekte Verbindung prüfen. Korrosion an den Anschlüssen sorgfältig entfernen.
- Befestigungsmuttern der elektrischen Anschlüsse mit dem vorgeschriebenen Drehmoment anziehen
- Auf richtige Position der Anschlüsse achten
- Sicherstellen, dass die Leitungen vorschriftsmäßig verlegt sind. Anschlüsse des Starters nicht als Knotenpunkt für andere elektrische Bauteile missbrauchen.

1.6 Magnetschalter

Kupferschraube beschädigt



Mutter an Anschluss zu fest angezogen und Gewinde beschädigt

Befund:

- Gewinde an Anschlussschraube beschädigt
- Anschlussschraube gedehnt, teilweise ist sogar eine Einschnürung im Gewinde sichtbar
- Anschlussschraube abgerissen

Ursache(n):

- Anschlussmutter zu stark angezogen

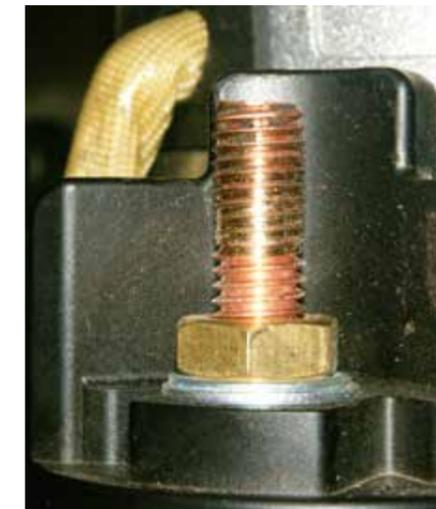
Abhilfe/Vermeidung:

- Mutter an der Kupferschraube nur mit zulässigem Drehmoment anziehen:

M8: 10 Nm +/- 2 Nm
M10: 15 Nm +/- 3 Nm
M12: 21 Nm +/- 3 Nm



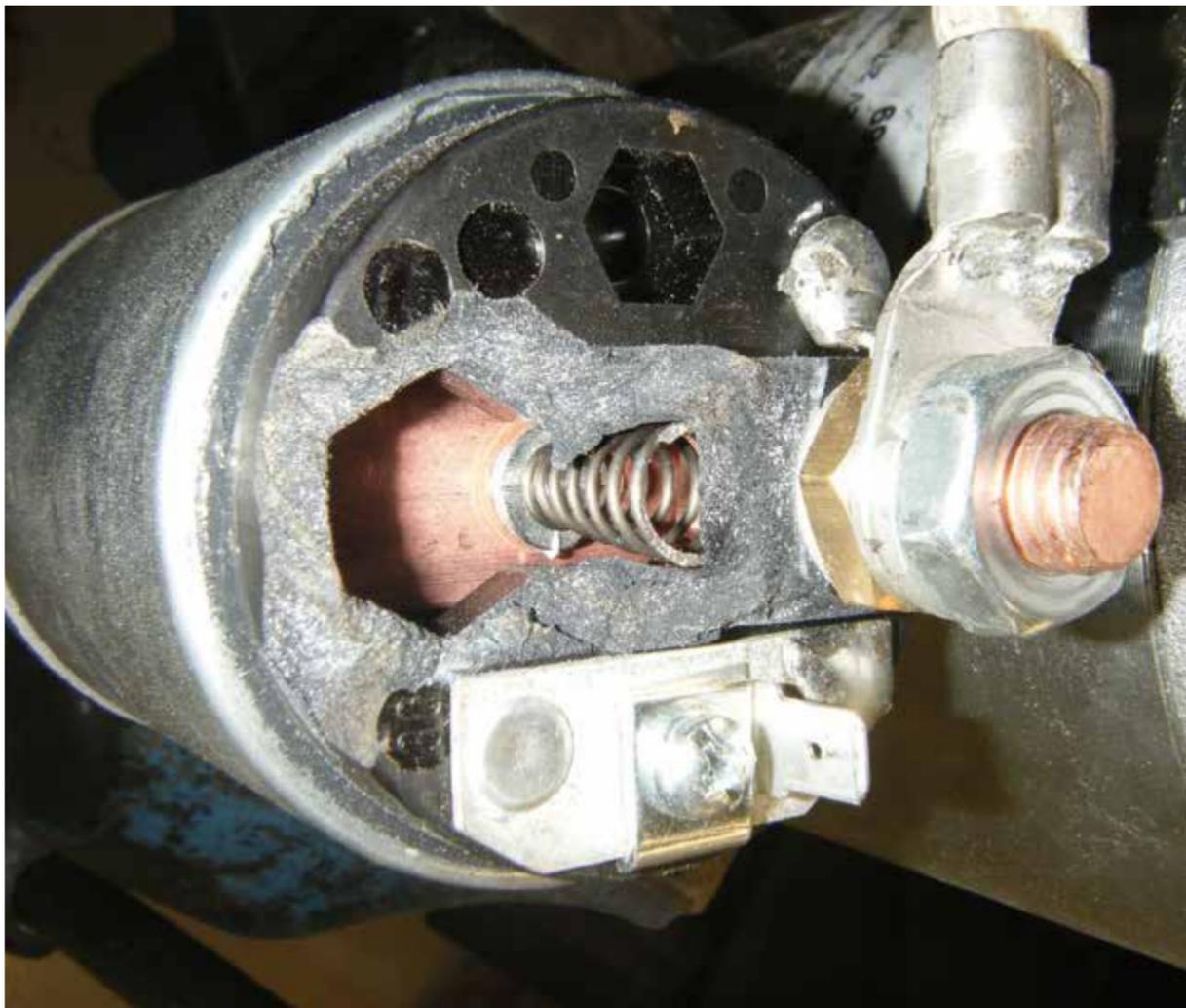
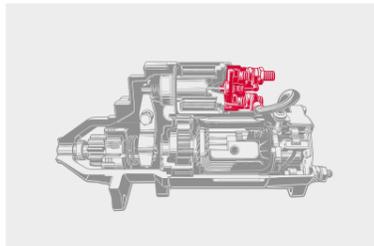
Mutter an Anschluss zu fest angezogen und Schraube abgerissen



Gewinde der Schraube überdreht

1.7 Magnetschalter

Elektrische Anschlüsse gebrochen



Anschluss KL30 herausgebrochen

Befund:

- Deckel von Magnetschalter angerissen
- Deckel von Magnetschalter gebrochen
- Anschlussschraube komplett herausgebrochen

Ursache(n):

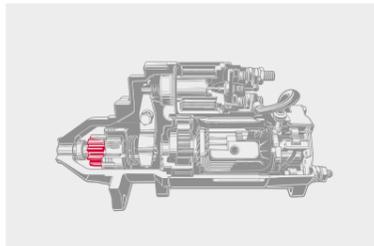
- Transportschaden
- Anschlussschraube beim Einbau des Starters angeschlagen
- Wenn der Starter noch einige Male funktioniert hat, war das Kunststoffgehäuse nur angerissen. Durch die Betätigung des Starters hat sich der Anriss vergrößert.
- Nicht ausreichend befestigtes Batteriekabel in Verbindung mit starken Schwingungen

Abhilfe/Vermeidung:

- Starter nicht fallen lassen oder werfen
- Beim Einbau des Starters nicht an Teile im Motorraum stoßen
- Starter tauschen
- Kabel befestigen, um Vibrationen zu beseitigen/vermeiden

2.1 Starterritzel

Alle Zähne stirnseitig abgeschliffen



Alle Zähne an der Stirnseite des Ritzels abgenutzt

Befund:

- Alle Zähne sind an der Stirnseite des Ritzels abgenutzt oder abgeschliffen
- Starke Verschmutzung an Starterwelle und Ritzel
- Alle Zähne sind an der Stirnseite des Ritzels abgenutzt oder abgeschliffen und Magnetschalter thermisch beschädigt

Ursache(n):

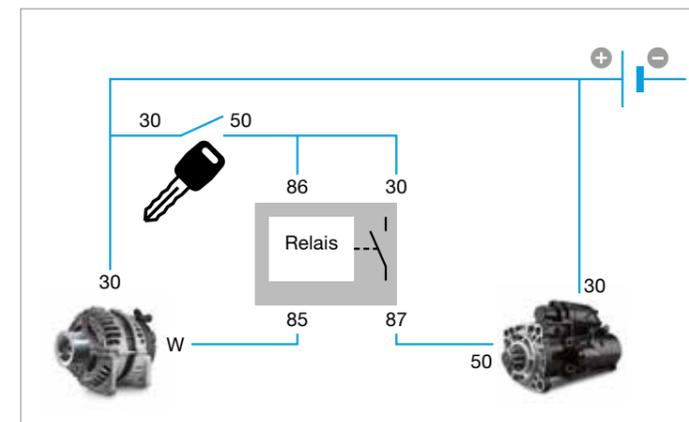
- Starter wurde in den laufenden Motor gestartet. Ritzel kann nicht in den Zahnkranz eingreifen. Dadurch werden die Stirnseiten aller Zähne des Ritzels durch den Zahnkranz beschädigt (Bedienfehler).
- Starter greift selbsttätig in den laufenden Motor ein. Bei starker Verschmutzung kann das Ritzel in

ausgefahrener Position verbleiben und wird langsam vom rotierenden Verbrennungsmotor in die Ausgangsposition zurückgeschoben.

- Wird der Magnetschalter zu lange über die Klemme 50 angesteuert, steigt die Temperatur und damit auch der interne Widerstand. Dadurch verliert der Magnetschalter an Kraft, weshalb das Ritzel vom rotierenden Verbrennungsmotor in die Ausgangsposition zurückgeschoben wird.

Abhilfe/Vermeidung:

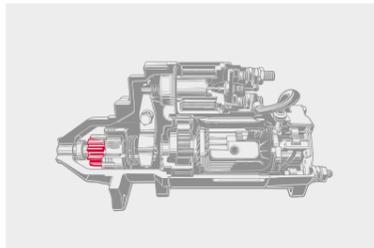
- Starterritzel und Zahnkranz auf Beschädigungen prüfen und gegebenenfalls erneuern
- Zündschalter auf einwandfreie Funktion prüfen, gegebenenfalls ersetzen
- Anschlussleitung vom Zündschalter auf Beschädigung der Isolierung prüfen
- Falls der Starter über ein Relais geschaltet wird, das Relais unbedingt ersetzen
- Einbau eines Start-Sperr-Relais, um ein unbeabsichtigtes Starten in den laufenden Motor zu verhindern



Zusätzliches Start-Sperr-Relais verhindert das Starten in den laufenden Motor

2.2 Starterritzel

Teilweise stirnseitig abgeschliffen



Einzelne Zähne des Ritzels sind abgenutzt

Befund:

- Einer oder mehrere Zähne des Ritzels an der Stirnseite abgeschliffen
- Häufig sind die beschädigten Bereiche blau verfärbt
- Startermotor ist meist blockiert (lässt sich in keine Richtung drehen)

Ursache(n):

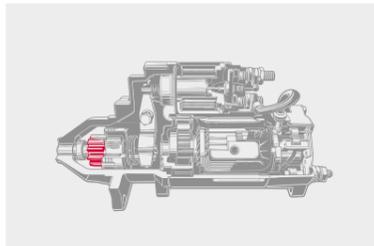
- Startermotor und Freilaufkupplung sind blockiert, Ritzel sitzt dadurch ebenfalls fest. Beim Ausspuren werden am Ritzel nur ein bis zwei Zähne angeschliffen.

Abhilfe/Vermeidung:

- Ausfallursache des Starters klären (siehe Schadensbild „Starter ausgeschleudert“) und Starter ersetzen
- Zahnkranz an Schwungscheibe am gesamten Umfang auf Beschädigungen prüfen und gegebenenfalls ersetzen
- Kupplungsgehäuse reinigen und sämtliche Fremdkörper entfernen
- Zündschloss und Zuleitungen kontrollieren

2.3 Starterritzel

Zähne ausgebrochen



Ausgebrochener Zahn an Starterritzel (mechanische Überlastung)

Befund:

- Ausbrüche an einem oder mehreren Zähnen des Ritzels (Gewaltbruch)
- Einer oder mehrere Zähne komplett ausgebrochen (Gewaltbruch)
- Ritzel zerbrochen
- Teilweise ist zusätzlich auch die Welle und/oder die Glocke gebrochen

Ursache(n):

- Mechanische Überlastung durch Fehlzündungen des Motors
- Mechanische Überlastung durch Starten in den auspendelnden Motor
- Mechanische Überlastung durch Verwendung einer zu großen oder zweiten Batterie

Abhilfe/Vermeidung:

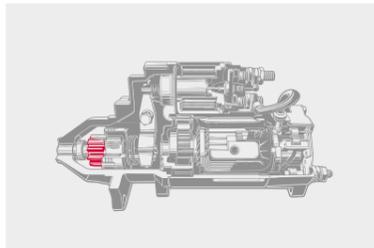
- Steuerzeiten und Gemisch-aufbereitung prüfen und gegebenenfalls korrekt einstellen
- Nach einem erfolglosen Startversuch warten, bis der Motor vollständig zum Stillstand gekommen ist
- Ein Start-Sperr-Relais mit einer auf den Anwendungsfall angepassten Zeitverzögerung einbauen
- Batteriegröße entsprechend der Vorgaben des Fahrzeugherstellers verwenden



Zerbrochenes Starterritzel (mechanische Überlastung)

2.4 Starterritzel

Zahn ausgebrochen



Fremdkörperschaden an Ritzel

Befund:

- Einer oder mehrere Zähne des Ritzels in der Mitte beschädigt (Gewaltbruch)
- Starterwelle gebrochen (Gewaltbruch)
- Zahnkranz mechanisch beschädigt

Ursache(n):

- Fremdkörper (Schraube, Feder, Teile der Kupplung) haben sich gelöst und sind während des Startvorgangs zwischen Zahnkranz und Ritzel gelangt. Dadurch sind Starter und Zahnkranz mechanisch überlastet worden.

Abhilfe/Vermeidung:

- Starter ersetzen
- Zahnkranz ersetzen, da hier massive Beschädigungen an mindestens zwei Zähnen vorhanden sein werden
- Ursache beheben (Fahrzeugkupplung, Druckplatte und/oder Drucklager erneuern)



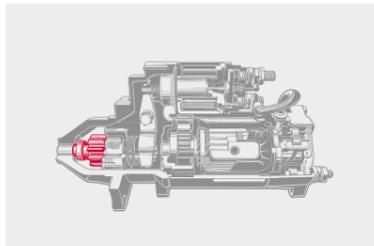
Ausgebrochenes Ritzel



Fremdkörperschaden an Ritzel, Starterwelle gebrochen

2.5 Starterritzel

Starterritzel und Welle verfärbt



Starterwelle thermisch blau verfärbt

Befund:

- Starterwelle und Ritzel blau verfärbt
- Deutliche Laufspuren an der Vorder- und Rückseite der Zahnflanken
- Lagerbuchse des Ritzels verschlissen
- Starke Verschmutzung im Bereich des Startermauls
- Freilaufkupplung schwergängig, blockiert oder kraftlos

Ursache(n):

- Ritzel nach dem Start nicht wieder ausgespurt und mitgelaufen
- Starke Verunreinigung durch Schmutz und Staub an Starterwelle, Ritzel und/oder der Helix
- Elektrischer Defekt an der Ansteuerung des Magnetschalters
- Zu lange Betätigung des Starters (Startschwierigkeiten, unsachgemäße Entlüftung des Kraftstoffsystems etc.)
- Freilaufkupplung durch Starten in den auspendelnden Motor beschädigt
- Freilaufkupplung verschmutzt oder überhitzt (Fett ausgetreten)

Abhilfe/Vermeidung:

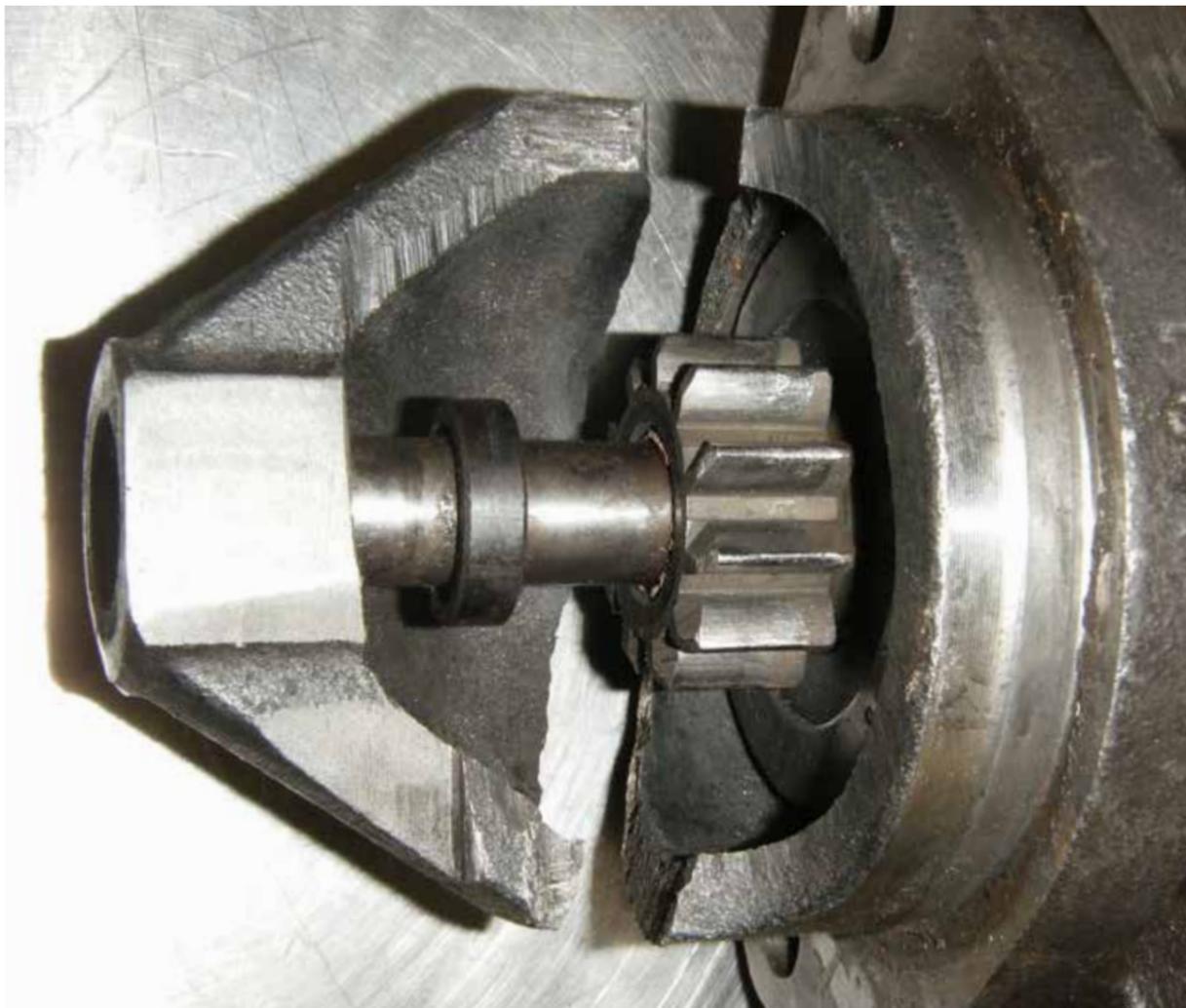
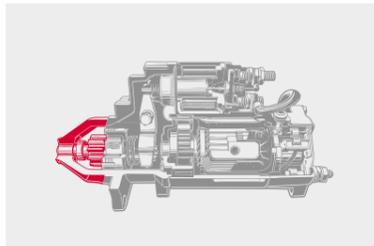
- Neuen Starter montieren, Zahnkranz auf Verschleiß prüfen und gegebenenfalls ersetzen
- Elektrische Ansteuerung des Starters (Zündschloss, Leitungen, Relais) prüfen
- Auf kurze Betätigungsdauer des Starters achten. Es ist ratsam, den Starter maximal 30 Sekunden zu betätigen und ihn danach zwei Minuten abkühlen zu lassen.
- Getriebeglocke sorgfältig reinigen
- Ursache der Verschmutzung klären (starke Verunreinigungen in der Getriebeglocke können ein Hinweis auf eine verschlissene Fahrzeugkupplung sein)



Starke Laufspuren an Ritzel (Vorder- und Rückseite)

3.1 Startergehäuse

Startergehäuse gebrochen



Lagerdeckel am Starter durch mechanische Überlastung gebrochen

Befund:

- Starterglocke gebrochen (Gewaltbruch)
- Welle gebrochen (Gewaltbruch)
- Ausbrüche an einem oder mehreren Zähnen des Ritzels (Gewaltbruch)

Ursache(n):

- Mechanische Überlastung durch Fehlzündungen des Motors
- Starten in den auspendelnden Motor

Abhilfe/Vermeidung:

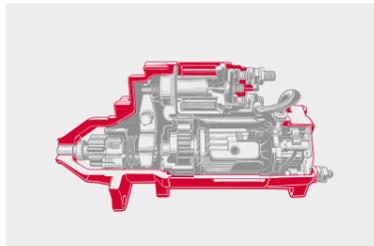
- Steuerzeiten und Gemisch-aufbereitung prüfen und gegebenenfalls korrekt einstellen
- Nach einem erfolglosen Startversuch warten, bis der Motor vollständig zum Stillstand gekommen ist
- Ein Start-Sperr-Relais mit einer auf den Anwendungsfall angepassten Zeitverzögerung einbauen



Starterwelle durch mechanische Überlastung gebrochen

3.2 Startergehäuse

Startergehäuse gebrochen oder deformiert



Transportschaden an Startergehäuse

Befund:

- Mechanische Beschädigungen am Gehäuse
- Mechanische Beschädigungen am hinteren Lagerdeckel

Ursache(n):

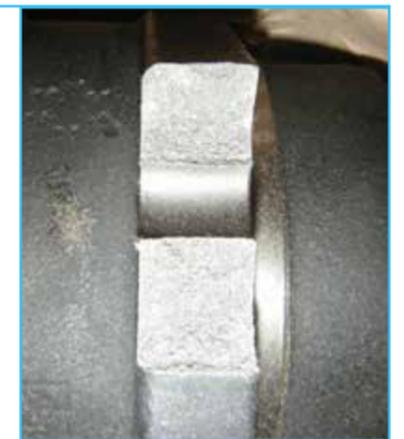
- Transportschaden
- Starter beim Einbau beschädigt
- Starter bei Montage verkantet
- Starter heruntergefallen

Abhilfe/Vermeidung:

- Starter (auch wenn er noch verpackt ist) nicht fallen lassen oder werfen
- Starter sorgfältig montieren und nicht versuchen, mit den Befestigungsschrauben in Position zu ziehen



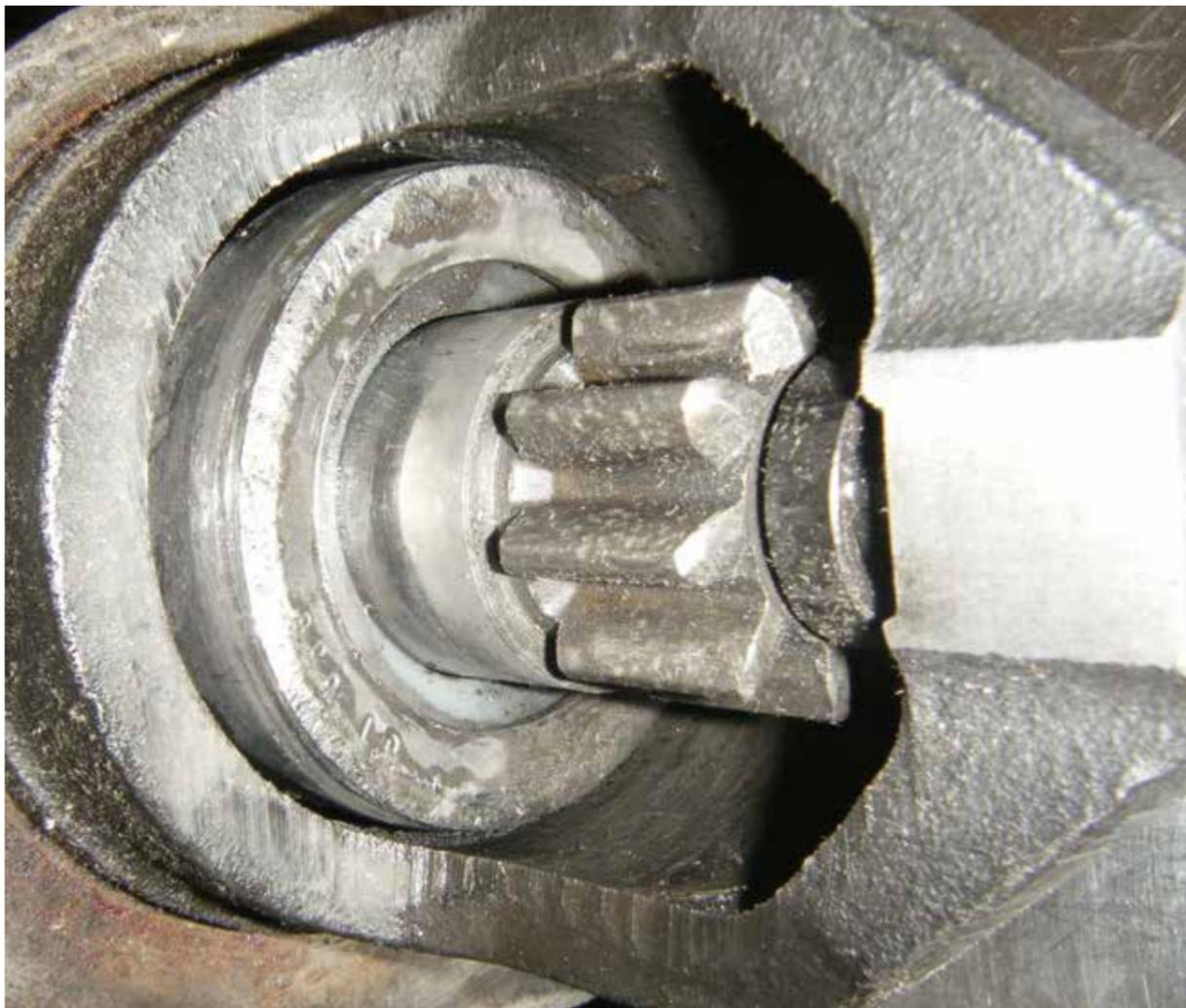
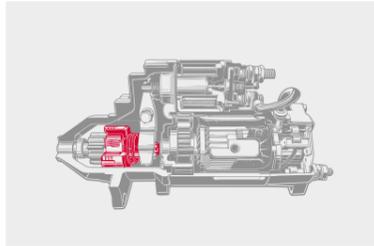
Transportschaden an Flansch



Transportschaden an Flansch

4.1 Freilaufkupplung

Schleifspuren am Verschlussblech



Schleifspuren von Schwungrad an Schutzblech der Freilaufkupplung

Befund:

- Schleifende Geräusche beim Startvorgang
- Kontaktschleifen der Schwungscheibe/des Zahnkranks an der Stirnseite der Freilaufkupplung
- Das Verschlussblech ist abgeschliffen, dadurch sind die Rollen und Federn aus der Freilaufkupplung herausgefallen

Ursache(n):

- Starter passt nicht zum Fahrzeug. Ritzel des Starters fährt für diesen Motor zu weit aus. Freilaufkupplung kommt in Kontakt mit dem Zahnkranz der Schwungscheibe.
- Zahnkranz hat sich von der Schwungscheibe gelöst oder wurde inkorrekt auf der Schwungscheibe montiert
- Schwungscheibe ist stark verzogen oder taumelt (Montagefehler)

Abhilfe/Vermeidung:

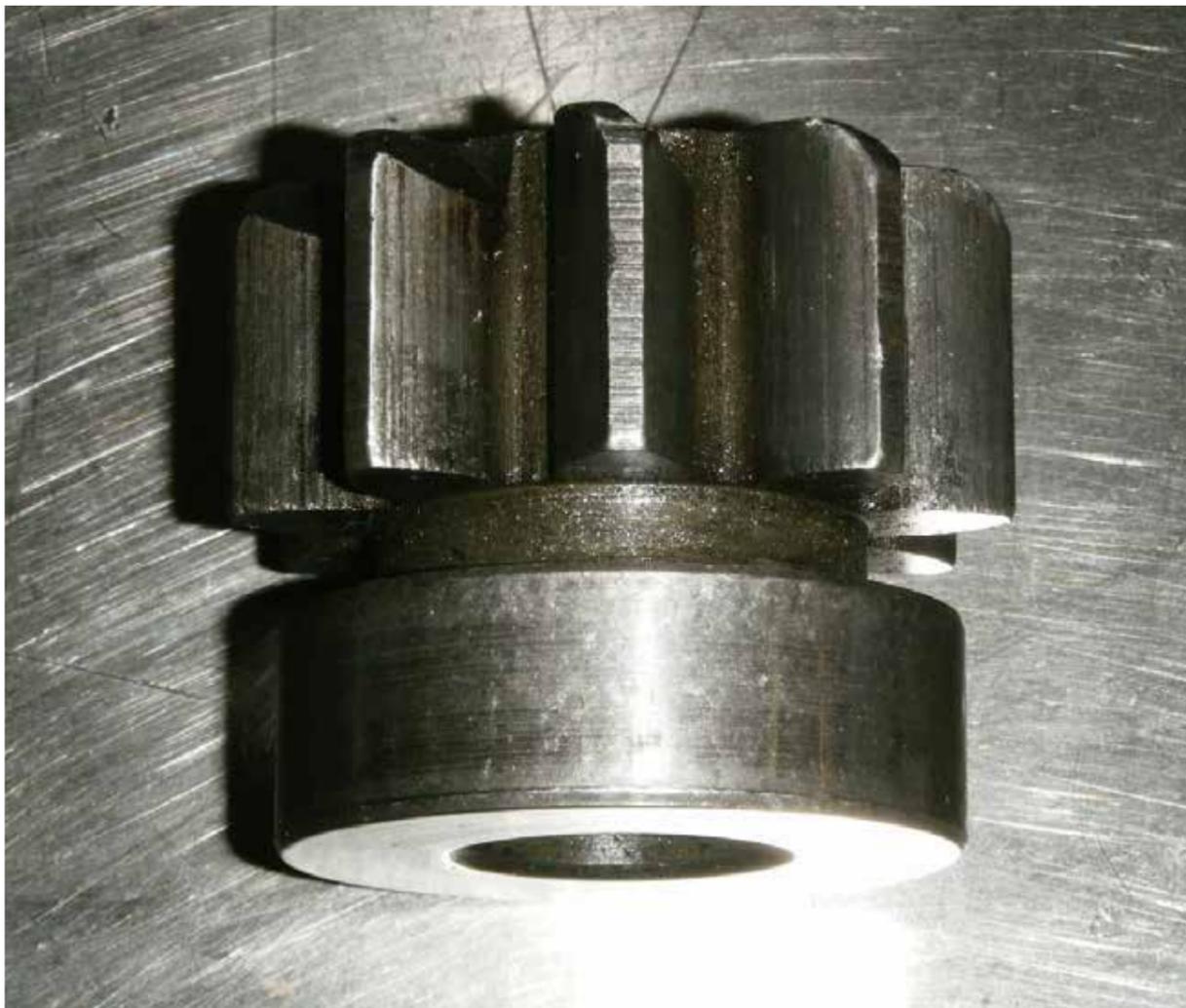
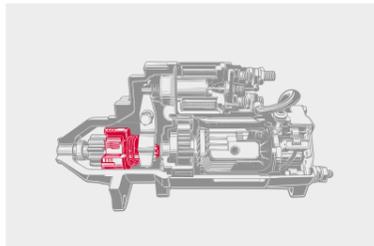
- Nur den für die Anwendung vorgesehenen Starter verwenden
- Korrekten Sitz des Zahnkranks auf der Schwungscheibe prüfen
- Falls keine eindeutige Zuordnung eines Starters zur Anwendung möglich ist, alle Abmessungen des alten Starters und Hub der Freilaufkupplung (mit Ritzel) mit dem neuen Starter vergleichen



Schleifspuren von Schwungrad an Schutzblech der Freilaufkupplung

4.2 Freilaufkupplung

Freilaufkraft ungleichmäßig



Abdrücke auf dem zylindrischen Teil des Ritzels von den Rollen der Freilaufkupplung

Befund:

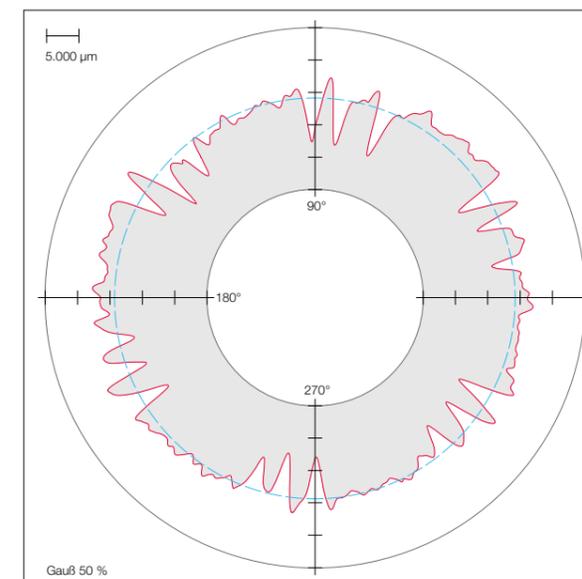
- Ausbrüche an einem oder mehreren Zähnen des Ritzels (Gewaltbruch)
- Einer oder mehrere Zähne komplett ausgebrochen (Gewaltbruch)
- Ritzel zerbrochen
- Freilaufkraft ungleichmäßig

Ursache(n):

- Mechanische Überlastung durch Fehlzündungen des Motors
- Mechanische Überlastung durch Starten in den auspendelnden Motor

Abhilfe/Vermeidung:

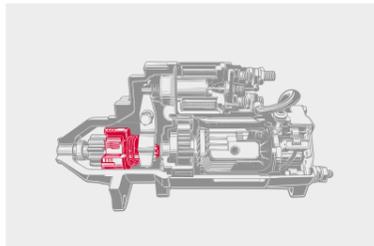
- Steuerzeiten und Gemisch-aufbereitung prüfen und gegebenenfalls korrekt einstellen
- Nach einem erfolglosen Startversuch warten, bis der Motor vollständig zum Stillstand gekommen ist
- Ein Start-Sperr-Relais mit einer auf den Anwendungsfall angepassten Zeitverzögerung einbauen



Rundheitsmessung am zylindrischen Teil des Ritzels

4.3 Freilaufkupplung

Freilaufkupplung schwergängig bis blockiert



Ritzel mit Freilaufkupplung überhitzt, Wälzkörperkäfing geschmolzen

Befund:

- Freilaufkupplung ist blockiert
- Deutliche Tragspuren an Vorderseite und Rückseite der Zahnflanken des Ritzels
- Starke Verunreinigungen in der Freilaufkupplung
- Fett in der Freilaufkupplung verharzt und mit Schmutz und Staub versetzt

Ursache(n):

- Verunreinigungen und Staub verdicken das Fett in der Kupplung. Wälzkörper und Federn sind verkeilt und blockiert.
- Freilaufkupplung wurde beispielsweise durch zu lang eingespurtes Ritzel thermisch überlastet. Dadurch ist die Fettfüllung verharzt und hat Wälzkörper und Federn verklebt.
- Freilaufkupplung wurde thermisch überlastet. Dadurch ist der Wälzkörperkäfing aus Kunststoff geschmolzen und hat sich beim Abkühlen mit Federn und Wälzkörper verbunden.

Abhilfe/Vermeidung:

- Starter erneuern
- Zu langes Mitlaufen des Ritzels verhindern
- Zusätzlicher Einbau eines Start-Sperr-Relais
- Getriebeglocke sorgfältig reinigen
- Ursache der Verschmutzung klären (starke Verunreinigungen in der Getriebeglocke können ein Hinweis auf eine verschlissene Fahrzeugkupplung sein)



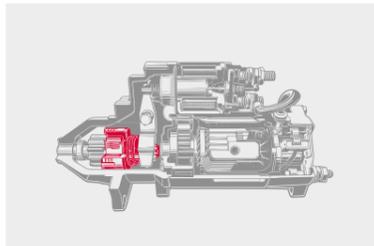
Starke Laufspuren an Ritzel (Vorder- und Rückseite)



Freilaufkupplung stark verschmutzt

4.4 Freilaufkupplung

Freilaufkupplung nicht mehr kraftschlüssig I



Gehäuse von Freilaufkupplung überlastet und gerissen

Befund:

- Verbrennungsmotor wird beim Startvorgang nicht durchgedreht, obwohl das Ritzel einspurt und der Startermotor dreht
- Ritzel lässt sich in beide Richtungen verdrehen
- Verschlussblech der Freilaufkupplung ist lose oder abgefallen
- Wälzkörper und Federn fehlen komplett oder teilweise

Ursache(n):

- Mechanische Überlastung durch Fehlzündungen des Motors
- Freilauf mechanisch überlastet durch Starten in den auspendelnden Motor
- Bei Betätigung des Startes in den auspendelnden Motor können von den Wälzkörpern in den Führungsbahnen so große radiale Kräfte erzeugt werden, dass das Gehäuse der Freilaufkupplung gesprengt wird. Dadurch können die Wälzkörper nicht mehr ausreichend Kraft übertragen. Gleichzeitig wird das verpresste Verschlussblech geweitet und löst sich vom Gehäuse. Im weiteren Verlauf fallen die Wälzkörper und Federn heraus.

Abhilfe/Vermeidung:

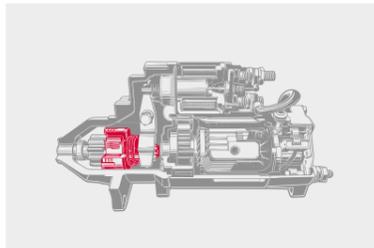
- Neuen Starter montieren, Zahnkranz auf Verschleiß prüfen und gegebenenfalls ersetzen
- Steuerzeiten und Gemischaufbereitung prüfen und gegebenenfalls korrekt einstellen
- Nach erfolglosem Startversuch unbedingt abwarten, bis der Motor vollständig zum Stillstand gekommen ist. Erst danach erneuten Startversuch unternehmen.
- Ein Start-Sperr-Relais mit einer auf den Anwendungsfall angepassten Zeitverzögerung einbauen
- Elektrische Ansteuerung des Starters (Zündschloss, Leitungen, Relais) prüfen



Gehäuse von Freilaufkupplung überlastet und gerissen

4.5 Freilaufkupplung

Freilaufkupplung nicht mehr kraftschlüssig II



Starter und Freilaufkupplung stark verschmutzt

Befund:

- Verbrennungsmotor wird nicht bei jedem Startvorgang durchgedreht, obwohl das Ritzel einspurt und der Startermotor dreht
- Ritzel lässt sich in beide Richtungen verdrehen
- Starke Verunreinigung im Bereich Ritzel, Freilaufkupplung und Helix (Steilgewinde)
- Staub, Kupplungsabrieb, Öl und Fett bilden eine klebrige Paste im Bereich von Ritzel, Welle und Freilaufkupplung
- Ritzel bleibt lange eingespurt, obwohl Startvorgang beendet wurde

Ursache(n):

- Austretendes Motoren- oder Getriebeöl bildet zusammen mit Verunreinigungen eine klebrige Paste. Die Axialbewegung des Ritzels auf der Welle wird behindert. Die Feder des unbestromten Magnetschalters zieht die Mechanik nicht oder nur langsamer zurück. Ritzel bleibt längere Zeit eingespurt und läuft an der Schwungscheibe des Verbrennungsmotors mit.
- Mechanik der Ausrückgabel ist schwergängig
- Freilaufkupplung wird durch den längeren Eingriff von Ritzel in Zahnkranz überbeansprucht
- Fettaustritt aus dem Freilauf durch thermische Überlastung. Wälzkörper und Federn sind zeitweise verkeilt, blockiert oder verschlissen.

Abhilfe/Vermeidung:

- Neuen Starter montieren und Zahnkranz auf Verschleiß prüfen und gegebenenfalls ersetzen
- Ursache für Ölaustritt lokalisieren und beheben (Wellendichtringe an Motor und Getriebe, Kurbelgehäusesentlüftung am Motor zugesetzt)
- Ursache der Verschmutzung klären (starke Verunreinigungen in der Getriebeblocke können ein Hinweis auf eine verschlissene Fahrzeugkupplung sein)
- Getriebeblocke sorgfältig reinigen

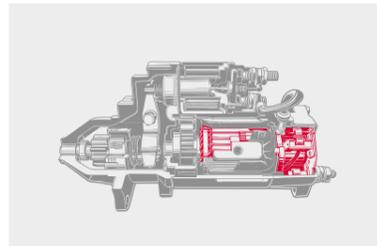


Freilaufkupplung und Helix stark verschmutzt



5.1 Starter

Starter ausgeschleudert I



Hinterer Lagerdeckel gegenüber dem Flansch verdreht



Blick in die Entwässerungsbohrung



Hinterer Lagerdeckel gebrochen, Rotor und Kommutator ausgeschleudert



Kommutator hat begonnen, sich zu zerlegen

Befund:

- Hinterer Lagerdeckel zum vorderen Flansch des Starters verdreht (deutlich zu erkennen an den beiden Gehäuse-schrauben)
- Blick durch die Bohrung des Entwässerungsschlauchs: Fasern und zerstörte Bauteile im Inneren des Starters sichtbar
- Hinterer Lagerdeckel zerstört
- Glasfaserring zur Verstärkung der Ankerwicklungen ist zerstört (hinterer Lagerdeckel ist voll mit Glasfasern)
- Einzelne Kupferelemente des Kommutators haben sich aus dem Verbund gelöst, Bürsten sind stark abgenutzt

Ursache(n):

- Kommutator hat sich in seine Einzelteile zerlegt
- Bürstenhalter und Kohlen sind zertrümmert
- Schüttelt man den Starter, sind im hinteren Bereich Rasselgeräusche zu hören
- Überdrehzahlen am Anker des Starters durch Beschädigung der Freilaufkupplung. Wenn die Freilaufkupplung blockiert ist und der Motor von Anlassdrehzahl auf Leerlauf geht, steigt die Starterdrehzahl ebenfalls auf den etwa zehnfachen Wert. Wird der

Verbrennungsmotor dann noch auf Betriebsdrehzahl gebracht, erhöhen sich die Ankerdrehzahlen auf weit über 100.000 min^{-1} (statt 5.000 min^{-1}). Dabei herrschen so starke Fliehkräfte, dass sich der Anker und der Kommutator in ihre Einzelteile zerlegen.

- Freilaufkupplung blockiert. Mechanische Beschädigung durch Starten in den auspendelnden Motor.
- Freilaufkupplung blockiert. Mechanische Beschädigung durch zu langes Mitlaufen des Ritzels im Zahnkranz.
- Starke Verschmutzung im Bereich von Ritzel und Welle

Abhilfe/Vermeidung:

- Neuen Starter montieren, Zahnkranz auf Verschleiß prüfen und gegebenenfalls ersetzen
- Nach erfolglosem Startversuch unbedingt abwarten, bis der Motor vollständig zum Stillstand gekommen ist. Erst danach erneuten Startversuch unternehmen.
- Elektrische Ansteuerung des Starters (Zündschloss, Leitungen, Relais) prüfen
- Auf kurze Betätigungsdauer des Starters achten. Es ist ratsam, den Starter maximal 30 Sekunden zu betätigen und ihn danach zwei Minuten abkühlen zu lassen.
- Start-Sperr-Relais einbauen, um eine unbeabsichtigte Betätigung des Starters zu verhindern



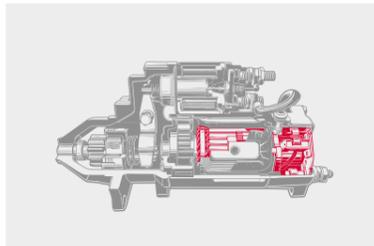
Ankerwicklung und Glasfaserring von Anker ausgeschleudert, Kommutator und Bürsten zerstört



Neuer Starter zum Vergleich

5.2 Starter

Starter ausgeschleudert II



Hinterer Lagerdeckel des Starters durch Ausschleudern gebrochen und durch Kontakt mit der Bürste geschmolzen



Zerstörter Bürstenhalter durch Ausschleudern (Überdrehzahlen) des Ankers



Kommutator total zerstört (extreme Überdrehzahlen)



Hinterer Lagerdeckel des Starters durch Kontakt mit Bürste geschmolzen

Befund:

- Hinterer Lagerdeckel zum vorderen Flansch verdreht (deutlich zu erkennen an den beiden schrägen Gehäuse-schrauben)
- Abschmelzungen am Lagerdeckel durch Lichtbogen (Kurzschluss zwischen Bürsten und Lagerdeckel)
- Glasfaserring zur Verstärkung der Ankerwicklungen ist zerstört (hinterer Lagerdeckel ist voll mit Glasfasern)
- Bürstenhalter und Kohlen sind zertrümmert

- Kommutator hat sich in seine Einzelteile zerlegt
- Hinterer Lagerdeckel zerstört
- Ankerwicklungen stark thermisch verfärbt
- Starke thermische Verfärbungen am Kommutator

Ursache(n):

- Defekt an Zündschloss oder Zuleitung, dadurch permanente Bestromung des Starters

- Überdrehzahlen am Anker des Starters durch Beschädigung der Freilaufkupplung
- Freilaufkupplung blockiert. Mechanische Beschädigung durch Starten in den auspendelnden Motor.
- Freilaufkupplung blockiert. Mechanische Beschädigung durch zu langen Startvorgang.
- Zum Zeitpunkt der Beschädigung durch Überdrehzahlen war der Starter noch bestromt. Dadurch kam es womöglich zum Kurzschluss zwischen Bürstenhalter und Gehäusedeckel.

Abhilfe/Vermeidung:

- Neuen Starter montieren, Zahnkranz auf Verschleiß prüfen und gegebenenfalls ersetzen
- Elektrische Ansteuerung des Starters (Zündschloss, Leitungen, Relais) prüfen

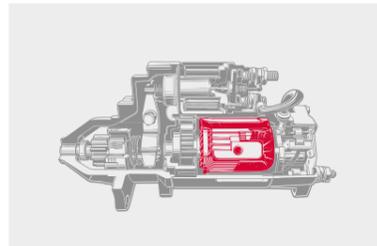
- Auf kurze Betätigungsdauer des Starters achten. Es ist ratsam, den Starter maximal 30 Sekunden zu betätigen und ihn danach zwei Minuten abkühlen zu lassen.
- Starter mit vom Hersteller vorgegebener Leistung verwenden

- Prüfen, ob Motor und alle angeschlossenen Aggregate sich entsprechend leichtgängig durchdrehen lassen
- Start-Sperr-Relais einbauen, um eine unbeabsichtigte und zu lang dauernde Betätigung des Starters zu verhindern



Hinterer Lagerdeckel gegenüber dem Flansch verdreht

6. Polwicklungen und Anker verbrannt



Isolierung der Polwicklung braun verfärbt (Überhitzung der Polwicklungen)

Befund:

- Isolierung der Polwicklungen dunkel verfärbt oder verbrannt
- Anker verfärbt (Anlassfarben)
- Lackisolierung der Kupferwindungen im Anker dunkel verfärbt oder verbrannt
- Kommutator thermisch verfärbt
- Brandspuren an der Oberfläche des Kommutators

Ursache(n):

- Zu lange Betätigung des Starters (Startschwierigkeiten, unsachgemäße Entlüftung des Kraftstoffsystems)
 - Keine oder deutlich zu geringe Rotation des Starters während des Startens (Motor blockiert oder schwergängig)
 - Fahrzeug wurde mit dem Starter bewegt
- Bei zu großer Kraftabnahme am Starter sinken die Starterdrehzahlen und gleichzeitig steigt die Stromaufnahme des Starters auf ein Mehrfaches des normalen Wertes. Folge ist extreme Hitzeentwicklung im Bauteil.
 - Schadensablauf: Starter überhitzt, Lackisolierung verbrannt, Windungschluss und Masseschluss

Abhilfe/Vermeidung:

- Starter erneuern
- Ursache für Schwergängigkeit des Verbrennungsmotors und der angeschlossenen Aggregate klären und beheben
- Prüfen, ob Zündschloss, Relais und Leitungen in Mitleidenschaft gezogen wurden
- Auf kurze Betriebsdauer des Starters achten. Es ist ratsam, den Starter maximal 30 Sekunden zu betätigen und ihn danach zwei Minuten abkühlen zu lassen. Nach dem dritten erfolglosen Startversuch benötigt der Starter eine Abkühlphase von 30 Minuten.
- Fahrzeug nur in Notfällen mit dem Starter bewegen (z. B. wenn das Fahrzeug auf einem Bahnübergang liegen bleibt)
- Nach Wechsel des Kraftstofffilters das System nicht durch langes Starten, sondern mit einer Pumpe blasenfrei entlüften

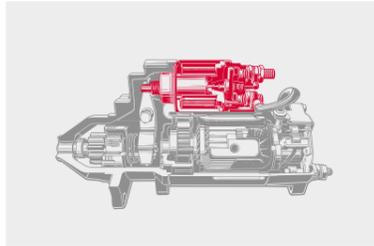


Anker des Starters thermisch überlastet (Verfärbungen)



Brandspuren am Kommutator des Starters

7. Korrosion im Starter



Korrosion am Magnetschalter

Befund:

- Magnetschalter zieht nicht an
- Magnetschalter zieht an, aber der Hauptstrom für den Startermotor wird nicht geschaltet
- Reduzierte Starterdrehzahl
- Leistungsmangel des Starters
- Korrosion im Magnetschalter, an Rückholfeder, Plunger und an der Kontaktbrücke

- Korrosion im Starter (Anker, Kommutator, Bürstenhalter etc.)

- Entwässerungsschlauch fehlt oder ist defekt

Ursache(n):

- Starter war unter Wasser (Starter sind nur spritzwassergeschützt!)

- Starter wurde unter Wasser betätigt. Bewegung des Magnetschalters und des Ritzels verursachen eine Pumpbewegung.

- Falsche Einbaulage des Starters (Entwässerungsschlauch nach oben)

- Wassereintritt durch unsachgemäße Motorwäsche mit Hochdruckreiniger

- Beschädigungen an Dichtungen des Starters

Abhilfe/Vermeidung:

- Starter erneuern

- Bei Fahrzeug- oder Motorreinigung den Wasserstrahl nie direkt auf elektrische Bauteile richten

- Auf korrekte Einbaulage achten (Entwässerungsschläuche müssen immer nach unten zeigen)

- Auf korrekten Sitz des Entwässerungsschlauchs achten

- Fahrten durch tiefe Wasseransammlungen vermeiden

- Motor auf jeden Fall nicht starten, falls sich der Starter unterhalb der Wasserlinie befindet

- Bei sporadischem Ausfall des Starters: neuen Starter einbauen

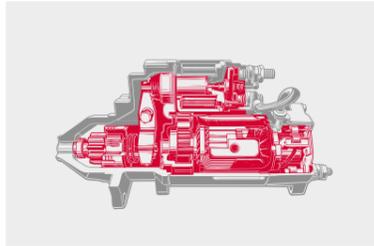


Korrosion am Starter



Korrosion im Inneren des Starters

8. Kraftstoff oder Öl im Startermotor



Abrieb der Kohlebürsten auf dem Kommutator

Befund:

- Leistungsmangel des Starters
- Reduzierte Starterdrehzahl
- Überbrückte Kupfersegmente des Kommutators (Kohlestaub)
- Kommutator zeigt Brandspuren und Verfärbungen
- Bürsten mit Kraftstoff oder Öl getränkt
- Anhaftungen von Abrieb der Kohlebürsten seitlich an Bürsten und Bürstenhaltern sichtbar

- Trotz geringer Laufleistung sehr starker Verschleiß der Kohlebürsten

Ursache(n):

- Eintritt von Kraftstoff oder Motoröl in den Starter
- Bürsten saugen sich mit Kraftstoff oder Öl voll, dadurch entsteht erhöhtes Bürstenfeuer und großer Abrieb

- Abrieb wird pastös (statt staubig) und verursacht Brücken und Kurzschlüsse am Kommutator
- Abrieb wird pastös (statt staubig) und kann Masseschluss an den Bürstenhaltern verursachen
- Undichtheiten an Kraftstofffilter und -leitungen
- Ölverlust am Motor oder Getriebe
- Ölverlust am Hydrauliksystem

Abhilfe/Vermeidung:

- Starter erneuern
- Undichtheiten am Motor lokalisieren und beheben
- Motor und Getriebe sorgfältig reinigen
- Hydraulikpumpe, -leitungen und -zylinder prüfen und ersetzen oder abdichten



Öl im Starter



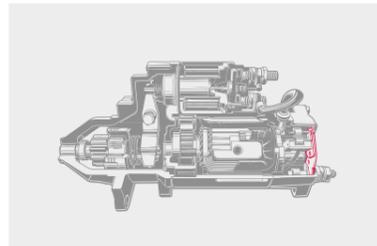
Klebriger Abrieb der Kohlebürsten rings um die Bürsten



Gemisch aus Öl und Grafitstaub im Lagerdeckel

9. Funktionsstörung des Starters

Direkttriebener Starter (ohne Reduktionsgetriebe)



Haltescheibe im Lagerdeckel stark angelaufen

Befund:

- Verbrennungsmotor springt nicht an
- Starter dreht zu langsam
- Starter dreht schwergängig
- Fettaustritt an Schutzkappe am hinteren Lagerdeckel
- Anlaufscheibe am hinteren Lagerdeckel verklemmt
- Starke Schleifspuren an Stirnseite des Kommutators
- Starke Schleifspuren am hinteren Lagerdeckel

- Haltescheibe eingeklemmt
- Verschleißspuren an der Haltescheibe und an der Unterlegscheibe
- Starker Grat/Aufwurf an der Wellennut

Ursache(n):

- Es wurde eine zu starke Batterie verbaut
- Es wurde nachträglich eine Zusatzbatterie ins Fahrzeug eingebaut
- Anschlussleitung von Batterie zu Starter wurde durch eine zu stark dimensionierte Leitung ersetzt

- Folge:
Magnetschalter spurt das Ritzel zu stark aus.
Zu kräftiger Schlagimpuls von Ritzel gegen den Anschlagring zieht die Welle samt Kommutator stückweise aus dem Anker.
- Anlaufscheibe am hinteren Ende der Welle wird eingeklemmt und bremst dadurch den Startermotor.

Abhilfe/Vermeidung:

- Starter erneuern
- Starterbatterie entsprechend der Angaben des Motorenherstellers verwenden
- Keinesfalls eine Starterbatterie mit zu großer Leistungsstufe einsetzen
- Querschnitt der Anschlussleitung entsprechend der Spezifikation verwenden
- Falls möglich, den direktgetriebenen Starter durch einen Starter mit Reduktionsgetriebe ersetzen. Hier sind Ritzelwelle und Ankerwelle durch das Reduktionsgetriebe mechanisch voneinander getrennt.



Haltescheibe im Lagerdeckel stark angelaufen



Haltescheibe im Lagerdeckel stark angelaufen

Glossar

Begriff	Erklärung
Anker	Rotor des Startermotors.
Anschlagring	Metallring am vorderen Ende der Starterwelle, um den Einspurweg des Ritzels zu begrenzen.
Befestigungsflansch	Vorderes Gehäuse, mit dem der Starter am Verbrennungsmotor oder am Getriebe befestigt wird.
Betriebsdauer	Ein Starter ist konstruktiv auf eine Betätigung von maximal 30 Sekunden pro Start ausgelegt. Bei längerer Betätigung droht Überhitzung.
Brandspuren	Abschmelzungen an metallischen Bauteilen durch einen Lichtbogen.
Direktgetriebener Starter	Starter ohne Reduktionsgetriebe, die Welle ist durchgängig aus einem Stück.
Drehmoment Kupferschraube	M8: 10 Nm +/- 2 Nm, M10: 15 Nm +/- 3 Nm, M12: 21 Nm +/- 3 Nm
Einrückhebel	Drehbar gelagerter Hebel, über den der Magnetschalter das Ritzel mit dem Zahnkranz der Schwungscheibe in Eingriff bringt.
Einspuren	Die Verzahnung des Ritzels rutscht in die Verzahnung des Zahnkranzes.
Einspurfeder	Das Ritzel ist mit der Einspurfeder elastisch gelagert. Dies dient als Schutz, falls Ritzel und Zahnkranz "Zahn-auf-Zahn" stehen.
Einzugwicklung	Spule im Magnetschalter, die den Plunger beim Startvorgang in den Magnetschalter zieht.
Freilaufkupplung	Der Startermotor treibt das Ritzel kraftschlüssig an. Sobald der Motor in den Selbstlauf kommt, steigen die Motordrehzahlen. Die Freilaufkupplung unterbricht die Kraftübertragung rückwärts vom Motor auf den Starter.
Glasfaserring	Die Kupferspulen im Anker werden zusätzlich mit einem Ring aus glasfaserverstärktem Kunststoff fixiert. Der Glasfaserring verhindert, dass die Windungen durch Fliehkräfte aus dem Anker geschleudert werden.
Glocke	Spezielle Starterkonstruktion, bei der die Welle des Ritzels am vorderen Ende zusätzlich fixiert und gelagert wird.
Haltewicklung	Spule im Magnetschalter, die den Plunger beim Startvorgang in den Magnetschalter zieht und während dem gesamten Vorgang dort hält.
Helix	Steilgewinde an der Ritzelwelle. Ziel ist, das Ritzel beim Einrücken leicht in Rotation zu versetzen, um das Einspuren zu erleichtern. Eine "Zahn-auf-Zahn"-Stellung wird damit weitestgehend verhindert.
Indikatorband	Ein spezielles Papierband, das um die Spulen des Magnetschalters gewickelt ist. Wurde der Magnetschalter thermisch überlastet (zu lange Betätigung), verfärbt sich das Indikatorband. So kann eine Überlastung nachgewiesen werden.
Kohlebürste	Überträgt die Ströme auf die Schleifkontakte (Kommutator) des rotierenden Ankers.
Kommutator	Schleifkontakte am Anker, die den Strom von den Kohlebürsten an die entsprechenden Ankerwindungen (Spulen) leiten.
Kontaktbrücke	Elektrischer Schalter im Magnetschalter. Da beim Starter sehr hohe Arbeitsströme von mehreren Hundert Ampere geschaltet werden müssen, besteht die Kontaktbrücke aus einer dicken Kupferplatte.
Lackisolierung	Isolierung von Kupferdrähten aus Kunstharz. Hauptsächlich werden Kupferdrähte für Spulen mit Lackisolierung versehen. Da die Isolierung sehr dünn ist, können mehr Windungen in kleinem Bauraum untergebracht werden.
Lagerdeckel	Hinterer Deckel am Starter. In diesem Deckel wird die Welle des Starters gelagert und der Starter vor Eintritt vor Staub und Flüssigkeiten geschützt.
Leistung	Bei Gleichstrom ist die tatsächliche elektrische Leistung P das Produkt der elektrischen Spannung U und der elektrischen Stromstärke I.
Magnetschalter	Elektromagnet, der beim Startvorgang das Ritzel mit dem Zahnkranz in Eingriff bringt und dann den Startermotor einschaltet.

Glossar

Begriff	Erklärung
Masseanschluss	Der Starter bekommt in der Regel die Masse über das Gehäuse. Bei einigen Anwendungen (z. B. Bootsmotoren) verfügt der Starter über einen separaten Masseanschluss.
Permanentmagnet	Die meisten Starter haben als Stator elektromagnetische Spulen. Bei einigen Anwendungen sind im Statorgehäuse statt Spulen Permanentmagnete verbaut.
Plunger	Plunger ist der Eisenkern im Magnetschalter. Bei der Bestromung der Magnetspulen bewegt der Eisenkern sowohl über den Einrückhebel das Ritzel als auch die federnd gelagerte Kontaktbrücke.
Polwicklung	Elektromagnetische Spulen im Statorgehäuse des Startermotors.
Reduktionsgetriebe	Das Reduktionsgetriebe (Planetengeräte) reduziert die Ritzeldrehzahl und erhöht entsprechend das Drehmoment. Dank der Übersetzung hat der Starter bei gleicher Leistung eine kleinere Bauform im Vergleich zu einem direktgetriebenen Starter.
Relais	Elektromagnetischer Schalter, der mit kleinen Steuerströmen große Arbeitsströme schalten kann.
Ritzel	Das Ritzel ist ein kleines Zahnrad am Starter. Beim Startvorgang greift es in den Zahnkranz des Verbrennungsmotors ein und dreht ihn durch.
Schwungscheibe	Die Schwungscheibe (auch Schwungmasse) dient als Energiespeicher für die Rotationsenergie des Verbrennungsmotors. Die Schwungscheibe kompensiert die ungleichmäßigen Beschleunigungen der Pleuellwelle. An der Schwungscheibe ist der Zahnkranz befestigt, über den der Motor vom Starter angelassen wird.
Selbstlaufdrehzahl	Die Drehzahl eines Verbrennungsmotors, die notwendig ist, damit der Motor in den Selbstlauf kommt. In der Regel ist das etwa 1/10 der Leerlaufdrehzahl.
Starter freiausstoßend	Starter ohne Glocke. Die Starterwelle ist vorne nicht gegengelagert.
Starter mit Glocke	Starterkonstruktion, bei der die Welle des Ritzels am vorderen Ende zusätzlich fixiert und gelagert wird.
Starterkennlinie	Leistungskennlinie (Drehmoment, Drehzahl) und Stromaufnahme eines Startermotors.
Start-Sperr-Relais	Ein Relais, das einen Startvorgang bei laufendem Verbrennungsmotor verhindert.
Staubdicht	Konstruktive Beschaffenheit, dass bei sehr staubreicher Umgebung keine Verunreinigungen in das Starterinnere gelangen können.
Staubgeschützt	Konstruktive Beschaffenheit, dass bei staubreicher Umgebung kaum Verunreinigungen in das Starterinnere gelangen können.
Stromaufnahme	Die Menge an Strom, die ein Starter aus der Batterie zieht. Die Stromaufnahme ist abhängig von gefordertem Drehmoment, Starterdrehzahl und Kapazität der Batterie.
Transportschaden	Äußere Beschädigungen am Bauteil, die durch unsachgemäßes Handling entstanden sind.
Wasserablauf	Am Lagerdeckel ist an unterster Position (Einbaulage beachten) eine Bohrung. Falls sich Kondenswasser im Starter ansammelt, kann es hier ablaufen.
Wasserablauf, Entwässerungsschlauch	Um zu verhindern dass Spritzwasser über den Wasserablauf in das Innere des Starters gelangt, knickt dieser bei einem Wasserstrahl ab.
Zahnkranz	Der Zahnkranz ist ein Teil der Schwungscheibe. Während des Startvorgangs greift das Ritzel in den Zahnkranz ein.
Zündschalter	Mit dem Zündschalter wird der Starter an Klemme 50 am Magnetschalter betätigt.

Unser Produkt-Portfolio

Motorenteile 	Qualität, die sich durchsetzt – passgenau und langlebig <ul style="list-style-type: none"> Kolben Kolbenringe Zylinderlaufbuchsen Gleitlager Ventiltriebkomponenten Assemblies Turbolader & Nachrüstungs-/Spezialsätze
Dichtungen 	Weltweites Dichtungsangebot – für über 1 Mio. Anwendungen <ul style="list-style-type: none"> Öldichtungen Kopfbolzen Dichtstoffe
Filter 	Unser Filterprogramm – eine saubere Sache <ul style="list-style-type: none"> Luftfilter Ölfiler Kraftstofffilter Innenraumfilter Lufttrocknerpatronen Getriebeölfilter Harnstofffilter
Kühlung & Klimatisierung 	Spürbarer Komfort – heute und morgen <ul style="list-style-type: none"> Kühlmittelkühler, Ladeluftkühler Lüfter & Kupplungen, Kondensator-/Kühlmittelkühler-Lüfter Ausgleichsbehälter, Innenraumwärmetauscher Abgasrückführungskühler, Ölkühler Wasserpumpen & Kits Thermostate, Theroschalter A/C-Kompressoren, A/C-Kondensatoren Filter-Trockner & Akkumulatoren, A/C-Kompressor-Öle Verdampfer, Expansionsventile, Orifice Tubes Innenraumgebläse, A/C-Schalter A/C-Gebläseregler & Widerstände, Elektrische Stellelemente für Mischklappen Sensoren
Starter & Generatoren 	Leistungsstark & effizient – für einen optimalen Start <ul style="list-style-type: none"> Starter Generatoren
E-Mobilität & Elektronik 	Innovative Lösungen – für die Mobilität der Zukunft <ul style="list-style-type: none"> Aktuatoren & Schalter Hochleistungselektronik Verschiedene Sensoren Elektrische Antriebssysteme
Werkstattausrüstung & Diagnose 	Effiziente Lösungen – für Wartung und Service <ul style="list-style-type: none"> Diagnose TechPRO® TechPRO® Digital ADAS Klimaservice ArcticPRO® Automatik-Getriebespülung FluidPRO® Professionelle hygienische Reinigung OzonePRO Abgasuntersuchungs-Messgerät EmissionPRO® Software-Tool LogiqPRO®

Unsere Info-Services

- Technical Messenger**
 Wissenswerte technische Informationen und aktuelle Tipps rund um Wartung und Reparatur aller Produkte von MAHLE (siehe „Services“ auf unserer Homepage)
- Technische Poster**
- Schadensbroschüren**
- Einbauvideos und Animationen**
- Füllmengenhandbuch Klimakältemittel und Klimakompressoröl**
- Kunden-Magazin MPULSE**



- CustomerCare Portal**
customer-care.mahle-aftermarket.com
- Homepage**
mahle-aftermarket.com
- Online-Katalog**
catalog.mahle-aftermarket.com
- MAHLE E-Shop**
eshop.mahle-aftermarket.com
- Digitales Kunden-Magazin**
mpulse.mahle.com
- mahlempulse bei Instagram**

- MAHLE YouTube-Kanal**

- MAHLE Facebook-Seite**
