



Pro-Cut PFM 9.2 BOSS – für perfekten  
Bremscheiben-Service direkt am Fahrzeug

## Dieser Trainingsleitfaden behandelt die Grundlagen für einen korrekten Bremscheiben-Service und die richtige Handhabung des Pro-Cut PFM 9.2 BOSS Bremscheiben-Optimierungssystems.

Wie jedes Präzisionsinstrument erfordert dieses Bremscheiben-Optimierungssystem von Pro-Cut eine gewisse Fertigkeit und Erfahrung in der Anwendung. Nur so können Sie die überzeugenden Ergebnisse erzielen, die Sie zu Recht erwarten. In diesem Dokument finden Sie nützliche Hintergrundinformationen und Grundlagen für eine korrekte Bremscheiben-Optimierung.

### Was sind die zu erwartenden Ergebnisse?

Grundsätzlich gibt es drei Ziele bei der Bremscheiben-Optimierung:

- A** ● Reduzieren des Seitenschlags auf weniger als 25 Mikrometer, gemessen außen an der Kontaktfläche der Bremscheibe. Die Bremscheibe wird im eingebauten Zustand bearbeitet und damit an die Nabe des Fahrzeugs angeglichen.
- B** ● Eine plane (also dickenschwankungsfreie), glatte, saubere Oberfläche der Bremscheibe mit einer Oberflächenrauheit zwischen 0,76 und 1,52 Mikrometern. So passt die Bremscheibe optimal auf die Bremsbeläge und sorgt für einen vollen, gleichmäßigen Kontakt mit den Bremsbelägen – die Grundlage für die bestmögliche Bremskraft.
- C** ● Die Dicke der Bremscheibe liegt über der Minstdicke. Dies können Sie mit einem Mikrometer oder dem optional erhältlichen, eingebauten elektronischen Mikrometer G2X ermitteln.

**Was passiert**, wenn der Seitenschlag nicht reduziert wird oder keine plane, saubere und glatte Oberfläche vorliegt?

- A** • Ein Seitenschlag von über 50 Mikrometern ist auf lange Sicht die Ursache für Dickenschwankungen der Bremsscheibe, die wiederum der Grund für ein pulsierendes Bremspedal sind.
- B** • Eine raue Oberfläche verursacht Bremsgeräusche und verlängert möglicherweise den Bremsweg.
- C** • Ein Bremsen-Service gilt oft fälschlicherweise als erfolgreich abgeschlossen, weil bei der Probefahrt kein Pulsieren im Bremspedal mehr festgestellt werden kann. Das Pulsieren tritt jedoch erst nach ca. 5.000 bis 15.000 gefahrenen Kilometern auf.

**SMARTTIP**

Dickeschwankungen sind grundsätzlich das Ergebnis eines übermäßigen Seitenschlags („Eiern“), der dazu führt, dass die Bremsscheibe bei jeder Umdrehung an der „erhöhten Stelle“ die Bremsbeläge berührt. Die heutigen aggressiven, halbmatalischen Belagmaterialien wetzen im Lauf der Zeit die Oberfläche der Bremsscheibe an dieser erhöhten Stelle ab (üblicherweise zwischen 5.000 und 15.000 gefahrenen Kilometern), bis die Dickeschwankung so groß ist, dass man sie im Bremspedal als Pulsieren fühlen kann.

**Begriffsklärung**

**Seitenschlag:** „Eiern“ oder seitliche Bewegung der Bremsscheibe, während die Bremsscheibe eine Umdrehung vollführt. Für eine korrekte Messung muss die Bremsscheibe gleichmäßig an der Nabe befestigt sein. Alle Kontaktflächen müssen sauber und frei von Fremdkörpern sein.

**50 Mikrometer:** Moderne Fahrzeuge verlangen eine Reduzierung des Seitenschlags auf weniger als die Dicke eines menschlichen Haares, gemessen an der Außenseite der Bremsscheibe – auf weniger als 50 Mikrometer!

**Dickenschwankung:** Um diesen Wert variiert die Stärke der Bremsscheibe, gemessen mit einem Mikrometer an mehreren (üblicherweise vier bis sechs) verschiedenen Punkten rund um die Bremsscheibe. Dickeschwankungen sind grundsätzlich das Ergebnis eines übermäßigen Seitenschlags („Eiern“), der dazu führt, dass die Bremsscheibe bei jeder Umdrehung an der „erhöhten Stelle“ die Bremsbeläge berührt. Die heutigen aggressiven, halbmatalischen Belagmaterialien wetzen im Lauf der Zeit die Oberfläche der Bremsscheibe an dieser erhöhten Stelle ab (üblicherweise zwischen 5.000 und 15.000 gefahrenen Kilometern), bis die Dickeschwankung so groß ist, dass man sie im Bremspedal als Pulsieren fühlen kann. Manche der neuen Keramikbeläge erzeugen auch eine Dickenschwankung, weil sie bei jeder Umdrehung der Bremsscheibe Reibmaterialien übertragen. Diese Variante der Dickenschwankung kann ebenfalls durch das Pro-Cut Bremsscheiben-Optimierungssystem beseitigt werden.

**Oberflächenrauheit (gemittelte Rautiefe):** Maß für die Rauheit der Oberfläche nach der Bearbeitung, ausgedrückt in Mikrometern. Berechnet wird der arithmetische Mittelwert zwischen den Gipfeln und Tälern auf der Oberfläche der Bremsscheibe nach der Bearbeitung. Grundsätzlich kann ein gut gewartetes Pro-Cut Bremsscheiben-Optimierungssystem mit scharfen Schneidköpfen eine Bremsscheibe ohne zusätzliches Schmirgeln oder Säubern bis zu einer Oberflächenrauheit zwischen 0,76 und 1,52 Mikrometern abdrehen.

## Anbringen des Systems an das Fahrzeug

Hier eine kurze Einführung zu Fahrzeugachsen und weitere Punkte, die Sie ggf. vor dem Anbringen des Geräts an das Fahrzeug berücksichtigen sollten. Beim Bearbeiten von angetriebenen Rädern schalten Sie in den Leerlauf und deaktivieren alle Fahrassistenzsysteme (bspw. Traktionskontrolle, ASR).

Ziel ist es, ein Gerät an einer Radnabe zu befestigen, das diese bei kontinuierlichen 123 Umdrehungen pro Minute dreht. Die Achsen mancher Fahrzeuge lassen sich aufgrund eines starken Widerstands entweder gar nicht drehen, oder sie drehen sich anfangs und werden dann von einer geschwindigkeitssensiblen Achsarretierung gestoppt. Solche Probleme ergeben sich fast ausnahmslos an den Hinterachsen von Trucks (z. B. Pick-ups), können aber auch bei manchen allradgetriebenen Fahrzeugen auftreten.

**Einen starken Widerstand** können Sie erkennen, wenn Sie versuchen, die Nabe mit der Hand zu drehen. Wenn dies nicht gelingt, müssen Sie möglicherweise die Antriebswelle am Differenzial lösen. Dies dauert nur wenige Minuten, reduziert aber den Widerstand und stellt sicher, dass das Bremsscheiben-Optimierungssystem fehlerlos funktioniert. Bei allradgetriebenen Fahrzeugen müssen Sie alle Fahrassistenzsysteme deaktivieren – schlagen Sie ggf. unter „Abschleppen“ in der Betriebsanleitung des Fahrzeugs nach.

**Bei allradgetriebenen Fahrzeugen**, die über diese Option nicht verfügen, und besonders bei Umgebungstemperaturen unter dem Gefrierpunkt müssen Sie das Fahrzeug ggf. zuerst „warmfahren“, um das Getriebeöl in der Viskokupplung zu erwärmen und so den Widerstand zu reduzieren.

**Falls das Fahrzeug eine Hinterachssperre hat**, schalten Sie diese aus. Falls dies nicht möglich ist, bauen Sie diese gegebenenfalls aus, um eine mögliche Arretierung zu verhindern. Dies kann beispielsweise bei einigen GM-Trucks eintreten. Sobald der Freilauf gewährleistet ist, dreht sich die Nabe ohne Widerstand, und das Gerät funktioniert fehlerlos. Die zusätzlich benötigte Zeit ist minimal (üblicherweise zwei bis vier Minuten). Achtung: wenn die Achse blockiert, kann das Gerät dadurch beschädigt werden.

### SMARTTIP

Beim Arbeiten an allradgetriebenen Fahrzeugen drehen Sie den Zündschlüssel auf Stellung „1“ (Einschalten aller Stromverbraucher), schalten Sie in den Leerlauf (gilt für alle Fahrzeuge) und deaktivieren Sie die Traktionskontrolle. Belassen Sie den Zündschlüssel in Stellung „1“, bis der Bremsen-Service abgeschlossen ist.

## Korrektes Einrichten des Systems

Wenn alle Vorarbeiten abgeschlossen sind, kann das System eingerichtet werden.

Stellen Sie sicher, dass alle Kontaktflächen von Nabe, Bremsscheibe und Pro-Cut-Adapter vollkommen sauber sind. Denken Sie daran: Ziel ist ein Seitenschlag von unter 25 Mikrometern! Kleine Rost- oder Schmutzpartikel können das Ergebnis Ihrer Arbeit stark beeinflussen.

### Wenn alle Oberflächen gesäubert und bereit sind:

1. Entfernen Sie alle ggf. werkseitig verbauten Halteklammern von der Bremsscheibe und den Radbolzen, da das Gerät sich sonst nicht korrekt einstellen lässt. Demontieren Sie die Bremssättel auf beiden Seiten der Achse und hängen diese bspw. mit den mitgelieferten Haken an dem Federbein hoch, so dass sie keine beweglichen Teile mehr berühren können.
2. Montieren Sie den passenden Adapter und ziehen Sie alle Schrauben mit maximal 27 bis 43 Nm an. Wichtig ist hier ein gleichmäßiger Klemm- bzw. Anpressdruck.
3. Wenn Sie das System am Adapter befestigen, sollten sowohl die Vorderseite des Adapters als auch die des Drehflanschs ohne Spielraum plan aufeinander liegen. Der Drehknopf der Zentralbefestigung muss sich mit der Hand frei drehen lassen, ähnlich wie bei einem Ölfilter. Ziehen Sie den Drehknopf der Zentralbefestigung mit der Hand leicht an (ein festes Anziehen ist nicht notwendig!).
4. Platzieren Sie den Schneidkopf folgendermaßen mittig über der Bremsscheibe: Lockern Sie die Befestigungsschraube (1). Verschieben Sie den Schneidkopf, bis der Anzeiger (2) in der Mitte der Scheibe steht. Drehen Sie die Befestigungsschraube fest. Der Schneidkopf ist nun für diese Bremsscheibe (und die Scheibe auf der anderen Fahrzeugseite) eingestellt.
5. Schalten Sie das System ein (starten Sie den Motor) und drücken Sie den START-Knopf, um den Seitenschlag des Systems auszugleichen. Ein korrekt eingestelltes und funktionierendes PFM 9.2 BOSS Brems-scheiben-Optimierungssystem sollte innerhalb 60 Sekunden betriebsbereit sein, oft dauert der Vorgang weniger als 30 Sekunden. Falls am System nach 90 Sekunden nicht ein oder zwei LEDs grün aufleuchten, beenden Sie den Vorgang und prüfen Sie die vorgenommenen Einstellungen:

### SMARTTIP

Ziel ist es, ein Gerät an einer Radnabe zu befestigen, das diese bei kontinuierlichen 123 Umdrehungen pro Minute dreht. Die Achsen mancher Fahrzeuge lassen sich aufgrund eines starken Widerstands entweder gar nicht drehen, oder sie drehen sich anfangs und werden dann von einer geschwindigkeitssensiblen Achsarretierung gestoppt. Solche Probleme ergeben sich fast ausnahmslos an den Hinterachsen von Trucks (z. B. Pick-ups), können aber auch bei manchen allradgetriebenen Fahrzeugen auftreten.



## Stellen Sie sicher, dass...

- ... der Adapter richtig montiert ist
- ... die Radmuttern korrekt und gleichmäßig angezogen sind
- ... kein Gang eingelegt ist
- ... Sie die ggf. werkseitigen Halteklammern und sonstige Befestigungselemente entfernt haben
- ... die Bremssättel, also auch auf der gegenüberliegenden Seite entfernt wurden und dass die gegenüberliegende Bremsscheibe gleichmäßig an der Nabe befestigt oder entfernt wurde
- Drehen Sie ggf. den Adapter um 180 Grad, so dass die Mitnehmerschraube des Adapters in die gegenüberliegende Bohrung auf den Aufnehmer des Abdreheräts passt.

## Abdrehvorgang

Wenn das System den Seitenschlag ausgeglichen hat (ein oder zwei LEDs leuchten grün auf, sobald dieser Vorgang erfolgreich beendet ist), können Sie mit der eigentlichen Bremsscheiben-Optimierung beginnen. Bei der PFM 9.2 BOSS wird der Seitenschlag in Tausendstel und Zehntausendstel Mikrometer angezeigt.

Nachdem der Schneidkopf mittig über der Bremsscheibe platziert ist, bewegen Sie die Schenkel auseinander, so dass die Bremsscheibe nicht berührt wird. Bei verrosteten Bremsscheiben sollten Sie so vorher viel Rost wie möglich entfernen, bevor Sie mit den Einstellungen fortfahren. Bewegen Sie nun den Schneidkopf über die Bremsfläche – bei Furchenbildung über die tiefste Furche. Drehen Sie dann zunächst mit den Stellschrauben (3) den Schenkel auf der Rückseite in Richtung der Bremsscheibe, so dass Sie einen kleinen Schnitt erzeugen. Anschließend tun Sie das Gleiche an der Vorderseite der Bremsscheibe. Drehen Sie jetzt die Befestigungsschraube (4) fest. Bewegen Sie nun den Schneidkopf in Richtung Innenseite der Bremsscheibe bis zum Ende der Bremsfläche. Zum Starten der Bremsscheibenoptimierung drücken Sie einfach den Drehknopf des Schneidkopfes hinein.

**ACHTUNG:** Die Schneidplättchen dürfen den Bremsscheibenrand (vorne wie hinten) oder still stehende Brems- und Achsteile nicht berühren. Beschädigungen am Schneidgerät und/oder an der Bremsscheibe könnten die Folge sein.

### SMARTTIP

Pro-Cut PFM Bremsscheiben-Optimierungssysteme werden als sog. Single-Pass-Geräte bezeichnet, benötigen also nur einen einzigen Arbeitsgang. Es ist nicht nötig, erst einen Grobschnitt und danach einen anschließenden Feinschnitt vorzunehmen, wie es bei älteren Abdreheräten der Fall war.

**Pro-Cut PFM Bremsscheiben-Optimierungssysteme** werden als sog. Single-Pass-Geräte bezeichnet, benötigen also nur einen einzigen Arbeitsgang. Es ist nicht nötig, erst einen Grobschnitt und danach einen anschließenden Feinschnitt vorzunehmen, wie es bei älteren Abdrehgeräten der Fall war. Die Schneidköpfe werden in elliptische Bewegungen versetzt. Ein geringer Höhenschlag wird bewusst eingesetzt, um einer charakteristischen Tendenz von Drehmaschinen entgegenzuwirken: Sie schneiden eine „Schallplatten-Rille“, also ein kontinuierliches Muster, in die Bremsscheibe.

Das Pro-Cut PFM Bremsscheiben-Optimierungssystem verfügt über Hartmetall-Schneideplättchen. Pro-Cut Schneideplättchen können bei korrekter Handhabung für 7 bis 25 Schnitte pro Ecke verwendet werden. Sie sind nicht umgedreht einsetzbar.

Wegen der außermittigen Position des Mittelochs des Pro-Cut-Adapters benötigt die bearbeitete Oberfläche KEINE nachträgliche Bearbeitung.

Beste Ergebnisse werden bei einer Schneidtiefe von mindestens 0,025 mm und maximal 0,5 mm pro Seite erzielt. Für die meisten belüfteten Bremsscheiben liegt der optimale Bereich zur Erzeugung einer bestmöglichen Oberfläche zwischen 0,1 mm und 0,25 mm Schneidtiefe.

Es gibt allerdings drei Ausnahmen von dieser Regel: massive, dünne Hinterradbremsscheiben, größere Doppel-Hinterradbremsscheiben an Lastwagen und gelochte und/oder geschlitzte Bremsscheiben sollten auf jeder Seite maximal 0,1 mm tief abgedreht werden.

Weil das System große Mengen Material abtragen kann und nur einen Arbeitsgang benötigt, ist es wichtig, beim Schnitt nicht zu zaghaft vorzugehen, um möglichst effizient zu arbeiten.

Die Schnitttiefe wird u. a. durch die folgenden Faktoren definiert:

- Stärke des Seitenschlags
- Neigung der Bremsscheibe
- Rostbelastung
- Furchen in der Scheiben-Oberfläche
- Minimalstärke der Scheibe lt. Hersteller-Spezifikationen



#### SMARTTIP

Pro-Cut Schneideplättchen können bei korrekter Handhabung für 7 bis 25 Schnitte pro Ecke verwendet werden. Sie sind nicht umgedreht einsetzbar.

Nach Abschluss des Schnitvorgangs kann ein Nachschleifen die Oberflächenrauheit um bis zu 25 % auf 0,76 bis 1,14 Mikrometer reduzieren (Schleifpapier P150 auf einem flachen Schleifblock, 60 Sekunden pro Seite). Je glatter die Oberfläche, desto weniger potenzielles Quietschen oder andere unerwünschte Bremsgeräusche.

Sobald die Oberflächenrauheit optimiert ist, müssen die Kontaktflächen der Bremsscheibe gründlich gereinigt werden. Verwenden Sie bitte keine lösungsmittelbasierten Bremsenreiniger. Lösungsmittel eignen sich sehr gut, um Fett zu lösen. Hier soll jedoch Metallstaub von der Bremsscheibe und aus den winzigen „Tälern“ ihrer Oberfläche abgelöst werden. Das beste Mittel zur Reinigung behandelter Eisengussteile ist Seife und (am besten: warmes) Wasser. Ein Esslöffel Spülmittel in einer mit Wasser gefüllten Sprühflasche hat sich bewährt.

Einige Hersteller produzieren spezielle Seifen ohne Duft- und Farbstoffe, um mögliche Ablagerungen weitestgehend zu vermeiden. Die Seifenlauge wirkt als Tensid und befördert den Abrieb aus den Tälern heraus, und entfernt ihn damit von der Bremsscheibe.

Sparen Sie nicht an Seifenlauge. Wenn der Waschvorgang beendet ist, trocknen Sie mit einem sauberen Tuch oder mit weißen Papierhandtüchern nach, bis das Trockentuch vollständig weiß bleibt. (Benutzen Sie keinen Werkstattlumpen. Selbst gewaschene Lumpen enthalten oft noch Reste von Öl und Schmutz.)

### **Sie haben nun zwei entscheidende Arbeitsschritte hinter sich gebracht:**

- Sie haben die Bremsscheibenbeschaffenheit am Fahrzeug optimiert, wobei Sie sowohl die Toleranzen der Bremsscheibe, der Radnabe und anderer Fahrwerkskomponenten berücksichtigt haben.
- Sie haben eine neue, plane und saubere Bremsfläche geschaffen, die perfekt mit den Bremsbelägen harmoniert.

#### SMARTTIP

Sobald die Oberflächenrauheit optimiert ist, müssen die Kontaktflächen der Bremsscheibe gründlich gereinigt werden. Das beste Mittel zur Reinigung ist Seife und (am besten: warmes) Wasser.

Machen Sie jetzt Ihre gute Arbeit nicht wieder zunichte! Um den Prozess abzuschließen, führen Sie die folgenden Schritte gewissenhaft aus:

1. Falls Sie die Bremsscheibe nach der Optimierung aus irgendeinem Grund ausbauen müssen, markieren Sie die Bremsscheibe und die Nabe mit einem Bleistift o. ä. und bauen Sie die Bremsscheibe in exakt derselben Position wieder ein. Wenn dies nicht erfolgt, wird die Korrektur des Seitenschlags wieder zunichte gemacht. Daher sollte die Bremsscheiben-Optimierung vorzugsweise immer nach allen anderen Arbeiten an der Federung, an der Nabe und der Achse erfolgen, wenn die Räder wieder ans Fahrzeug montiert werden können.
2. Ziehen Sie die Radmuttern gemäß der Hersteller-Spezifikationen an. Benutzen Sie KEINEN Schlagschrauber! Verwenden Sie einen Drehmomentschlüssel. Durch ein ungleichmäßiges Drehmoment wird die Bremsscheibe verzogen und erzeugt einen Seitenschlag. Dadurch wird der perfekte Bremsenservice, den Sie mit dem PFM 9.2 BOSS Bremsscheiben-Optimierungssystem nun schon fast abgeschlossen haben, wieder zerstört.

