

## Reifenmontage

### Demontage des Altreifens

Nachdem der Reifen auf sein Abriebbild kontrolliert und eventuelle Schäden markiert wurden, kann der Altreifen demontiert werden.

Zunächst wird der Ventileinsatz aus dem Radventil ausgeschraubt, wodurch die Luft aus dem Reifen entweicht. Der Reifen sollte auf keinen Fall durch die Abdrückmaschine entlüftet werden.

Anschließend wird der Reifen an der Schulter von der Felge abgedrückt. Zuerst kommt die lange Felgenschulter an die Reihe, das Rad wird mit der Innenseite gegen die Montiermaschine gestellt.

Es ist zweckmäßig, beim Eintauchen der Abdrückschaufel den frei werdenden Teil der Felge und des Reifenwulstes mit Montagepaste zu bestreichen, da dies den Reifen und die Felge später bei der Demontage schont.

Die Abdrückschaufel sollte möglichst nahe am Felgenhorn positioniert und der Reifen mehrmals über den Umfang versetzt abgedrückt werden.

TD-Reifen müssen in besonders vielen kleinen Schritten abgedrückt werden. Dabei ist viel Schmiermittel zu verwenden und darauf zu achten, daß die TD-Lippe nicht gequetscht wird.

Nach dem Abdrücken des Reifens werden alte Ausgleichgewichte und eventuell anhaftender Schmutz entfernt.

Nun kann das Rad auf den Spannteller aufgespannt werden. Meist wird Außenzentrierung angewendet, d.h. die Spannklaue greifen von außen an das Felgenhorn.

Der Montierkopf wird jetzt vorsichtig an die Felge herangeführt. Er darf dabei die Felge nicht berühren, sondern muß nach oben und außen 2 bis 3 mm Luft haben, damit bei der Demontage das Felgenhorn nicht beschädigt wird.

Das Rad ist so zu drehen, daß das Ventil etwa 10 cm rechts (im Uhrzeigersinn) vom Montierkopf steht.

Der Reifen wird auf der dem Montierkopf gegenüberliegenden Seite mit der Hand in das Felgenbett gedrückt. Nur so kann der Wulst mit Hilfe des Montiereisens auf den Montierkopf aufgehebelt werden.

Die Wulstzehe darf dabei nicht abgeknickt werden; gegebenenfalls wird das Montiereisen etwas hin- und herbewegt.

Der Rest läuft fast von alleine ab:

Innerhalb einer halben Umdrehung wird der Reifenwulst über das Felgenhorn gehoben.

Anschließend ist der untere Wulst an der Reihe. Er wird von innen auf den Montierfinger angehoben.

Es ist vorgeschrieben, das Rad nun auf Felgenhornverschleiß zu prüfen. Vor allem bei Leichtmetallfelgen kann es zu Gummiablagerungen in der Felge kommen. Diese müssen entfernt werden.

Soll der Reifen weiterverwendet werden, ist er auf innere Verletzungen zu untersuchen.

### Untersuchung und Reinigung des Scheibenrades

Nach der Demontage des Altreifens soll das Scheibenrad in der Regel wiederverwendet werden.

Das Scheibenrad wird gereinigt, weil festsitzende Schmutzschichten aus Bremsenabrieb und Staub eine Unwucht ergeben könnten oder zu einer falschen Zentrierung führen.

Der anhaftende Schmutz kann auch wie ein Ausgleichgewicht wirken. Sobald das Rad später gewaschen ist, würde durch das Fehlen des Schmutzgewichtes" erneut eine Unwucht auftreten.

Die Felge wird auf Beschädigungen geprüft, insbesondere im Bereich des Felgenhorns. Diese können durch unsanfte Berührungen mit dem Bordstein entstanden sein. Wird eine Beschädigung gefunden, muß das Rad auf Seiten- und Höhengschlag kontrolliert werden. Nur wenn sich diese innerhalb der zulässigen Grenzen befinden, kann das Scheibenrad wieder verwendet werden.

Das Rad wird im Bereich der Radzentrierung und der Radschrauben kontrolliert. Die jeweiligen Vorschriften und Maßtoleranzen sind zu beachten.

Der Sitz des Reifenwulstes und das Felgenhorn dürfen keine Rostnarben aufweisen. Sonstige Roststellen können entfernt und neu lackiert werden.

Die Scheibenräder sind auf Verschleiß zu prüfen. Besonders bei Leichtmetall-Scheibenrädern zeigt sich auf der Innenseite des Felgenhorns ein Abrieb. Es wird daher empfohlen, bei gebrauchten Leichtmetallscheibenrädern vor jeder Reifenmontage an den Felgenhörnern die Verschleißbahnbreite zu überprüfen.

- Max. Verschleißbahnbreite c" vor der Montage von Neureifen: 6 mm
- Oberste Grenze der Verschleißbahnbreite: 8 mm

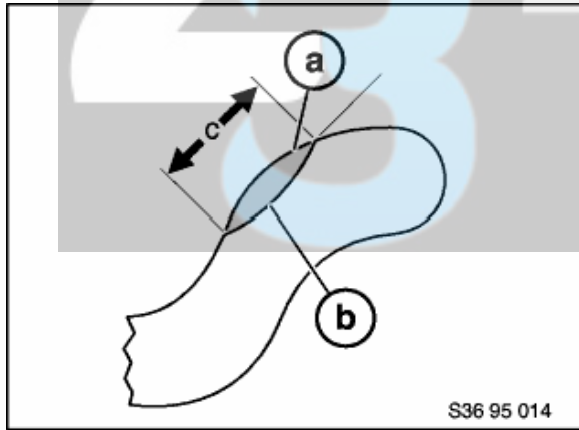


Abb. 15: Messen der Verschleißbahnbreite am Leichtmetall-Rad

a = Neuzustand  
b = Verschleißzustand  
c = Verschleißbahnbreite

Wenn das Scheibenrad einwandfrei ist, wird das alte Ventil entfernt, da Ventile nie länger als der Reifen benutzt werden sollten. Ein altes poröses Ventil stellt wegen des schleichenden Luftverlustes eine Gefahr dar.

Die Anlagefläche des Ventils muß gereinigt werden, bevor das neue Ventil eingesetzt wird.

### Montage des Neureifens

Beide Reifenwülste müssen auf der Innen- und Außenseite sorgfältig mit Montagepaste bestrichen sein.

Das Scheibenrad wird an beiden Felgenhörnern und -schultern ebenso vorbereitet. Die Montagepaste muß ausreichend vorhanden und gleichmäßig verteilt sein.

Die Reifen müssen eine Temperatur von mindestens 5° C haben.

Das Rad ist so zu drehen, daß das Radventil dem Montierkopf gegenüber steht. Der Reifen wird über das Rad gestülpt, der untere Wulst liegt beim Montierkopf bereits unter der Felge.

Es ist unbedingt auf Laufrichtungsangabe auf den Reifen zu achten. Bei asymmetrischen Reifen ist auf die Seitenkennzeichnung für innen und außen zu achten. In der Regel gilt: DOT-Nr. außen.

Der Reifen wird so zurechtgerückt, daß der untere Reifenwulst von unterhalb der Montiernase hoch über den Führungsbund der Wulstführung verläuft. Es ist darauf zu achten, daß der Wulst glatt in die Felge einläuft.

Der obere Wulst wird genauso zurechtgelegt wie der untere; 10 bis 15 cm des Wulstes in die Felge einlaufen lassen und dann das Rad stoppen.

Um den Wulst nicht durch eine zu hohe Spannung zu beschädigen, muß der bereits montierte Teil des Wulstes in das Felgentiefbett gleiten. Dazu wird die Reifenflanke niedergedrückt.

Bei Breitreifen oder sehr großen Reifen ist es evtl. nicht möglich, den Reifenwulst von Hand in das Felgentiefbett zu drücken. In diesem Fall ist ein Wulstniederhalter hilfreich. Er wird am Felgenhorn angesetzt. Durch den Hebelarm läßt sich der Wulst leichter in das Felgentiefbett drücken.

Wird der Wulst nicht richtig in das Tiefbett gedrückt, entsteht an ihm eine hohe Spannung. Es muß ein erneuter Versuch unternommen werden. Dabei wird der Spannteller ein Stück zurückgesetzt und der Wulst mit dem Wulstniederhalter eingedrückt.

Bevor das Fahrzeug die Werkstatt verläßt, sind die Reifen unbedingt auf Betriebsluftdruck einzustellen, Reserverad nicht vergessen.

Nach einem Reifentausch sollte der Kunde darauf hingewiesen werden, die ersten 200 km nicht voll zu beschleunigen oder zu bremsen. Der Reifen könnte sich auf der Felge drehen und das Wuchten wäre damit umsonst gewesen.

### Reifenmontage bei Modellen mit 17" Rädern:

Die 17" Bereifungen werden auf Rädern mit asymmetrischer Felgenkontur montiert. Diese Kontur unterscheidet sich in der Lage des Tiefbettes und bestimmt die Montageseite des Reifens.

Durch die unterschiedlich lange Außenschulter ist die Reifenmontageseite unterschiedlich zu wählen. Wird ein Reifen von der unzulässigen Radseite her montiert kann er dabei beschädigt werden (unsichtbarer Wulstkabelriß). Während des Betriebes ist dann ein schlagartiger Reifenschaden möglich.

Bei der Montage (Demontage) ist zunächst festzustellen, von welcher Seite der Reifen auf das Rad zu montieren ist.

Entscheidend ist das Maß von der Humpkante (Reifensitz) bis zur tiefsten Stelle des Tiefbettes. Zu montieren ist grundsätzlich von der Seite der kürzeren Strecke aus (Maß "+").

Zusätzliche Hinweise:

- Bei Rädern, die von der Radinnenseite her zu spannen sind, müssen Kunststoffschutzkappen an den Klauen der Montiermaschine verwendet werden. Sie vermeiden Beschädigungen und sorgen für festen Sitz.
- Bei der Montage wird ein werkstattüblicher Wulstniederhalter und ein mit einem Schutzbezug versehenes Montiereisen verwendet.
- Die Reifenmontage (-demontage) ist grundsätzlich am Ventil zu beginnen.

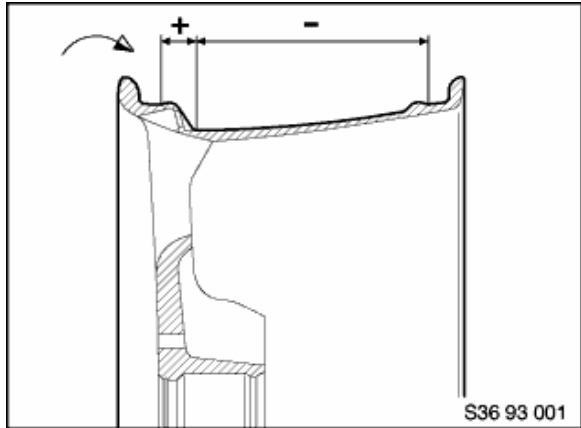


Abb. 21: Rad mit flacher Außenschulter

Kürzere Strecke (+) an der Radaußenseite liegend, Montage des Reifens von der Radaußenseite her, dazu Rad von der Innenseite spannen.

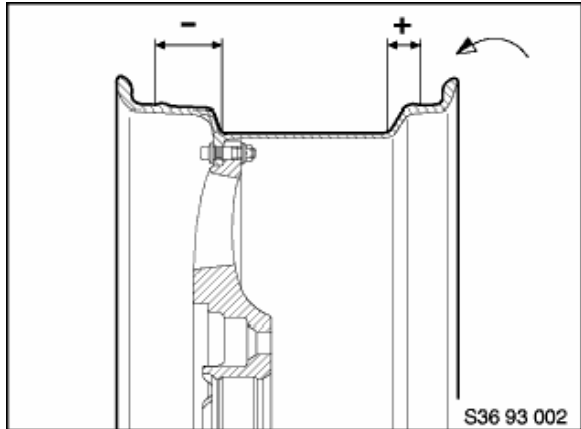


Abb. 22: Rad mit langer Außenschulter

Kürzere Strecke (+) an der Radinnenseite liegend, Montage des Reifens von der Radinnenseite her, dazu Rad von der Außenseite spannen.

### Springdruck und Setzdruck

In der Regel wird der Reifen über das Ventil aufgepumpt. Nur wenn die Maulweite der Felge und die Breite des Reifens schlecht übereinstimmen, empfiehlt sich der Einsatz einer Füllanlage, die Luft in den Spalt zwischen Reifenwulst und Felgenhorn einbläst.

Durch die Befülleinrichtung legt sich der Reifen an den Hump an. Der Fülldruck wird über das Ventil weiter erhöht. Wird versehentlich zu viel Luft eingeblasen, muß Luft abgelassen und nach Kontrolle und Schmierung ein erneuter Versuch unternommen werden.

Bei ca. 0,8 bis 2 bar (Springdruck) springen die Wülste über den Hump, es gibt zwei Knallgeräusche.

Nachdem der Reifenwulst in die Felgenschulter eingesprungen ist, wird er durch das Felgenhorn abgestützt. Der Druck wird langsam erhöht, damit sich der Reifen weiter auf die Felge setzt.

Der maximale Setzdruck beträgt 3,5 bar.

Es ist zu kontrollieren, ob die Zentrierringe auf der Reifenflanke konzentrisch zum Felgenhorn verlaufen.

Abschließend wird der vom Kfz-Hersteller angegebene Betriebsdruck eingestellt.

### **Demontage und Montage bei Spezialfelgen und -reifen**

Bei schlagartigem Luftdruckverlust eines Reifens kann der Reifenwulst über den Hump in das Felgentiefbett tauchen und damit völlig zerstört werden. Das Fahrzeug könnte zum Schleudern kommen.

Mit Spezialfelgen und -reifen wird versucht, den Reifenwulst auch bei Druckverlust in der Felgenschulter zu halten und damit die Stabilität des Fahrzeugs zu wahren.

Bei diesen Spezialfelgen und -reifen sind einige Besonderheiten bei der Montage zu beachten.

Drei von mehreren Systemen werden hier dargestellt.

#### **1. AH2-Felgen-System**

Bei der Felge mit asymmetrischem Doppel-Hump, der sog. AH2-Felge, ist der Hump im Verlauf des Umfangs unterschiedlich geformt. Dadurch wirkt er wie ein Schraubgewinde, das den Reifenwulst immer wieder in die Reifenschulter zurückdrängt.

Die AH2-Felge kann mit Standardreifen kombiniert werden.

Bei der Felgenmontage wird auf der Außen- und Innenseite beim Ventil angesetzt.

#### **2. TD-System**

Das zweite System ist das von Dunlop entwickelte Denloc-System, auch TD-System genannt.

Die Spezialfelge besitzt im Wulstsitz eine umlaufende Rille und der Spezialreifen eine entsprechend geformte Wulstzehe. Bei Druckverlust verkeilt sich die Zehe in der Denloc-Rille und verhindert das Abtauchen des Wulstes in das Felgentiefbett.

TD-Räder dürfen nur mit TD-Reifen bestückt werden und umgekehrt dürfen TD-Reifen nur auf TD-Rädern montiert werden. TD-Reifen sind prinzipiell schlauchlos zu montieren.

Bei der Demontage des TD-Systemes muß die Abdrückschaufel fixiert werden, damit sie sich nicht in der Denloc-Rille verhakt und das Rad beschädigt.

In einem ersten Umlauf wird zunächst nur der Reifenwulst angehoben, um Montagepaste zwischen Felgenschulter und Reifenwulst einzubringen. Erst im zweiten Umlauf wird der Reifen abgedrückt.

Die empfindliche Wulstzehe darf bei der Demontage und Montage nicht abgeknickt oder beschädigt werden. Die Verwendung kunststoffummantelter Montierhebel und besonders sorgfältiger Einsatz der Montagepaste werden empfohlen.

Durch Ziehen am Montierhebel oder vorsichtigen Rücklauf des Spanntellers um einige Zentimeter wird erreicht, daß bei der Demontage und Montage die Wulstzehe nach außen gerichtet ist und glatt über den Montierkopf läuft.

#### **3. Runflat-Reifen auf EH2-Felgen**

Bei dem dritten System ist die Montage wie folgt durchzuführen:

- Auf den Reifen ist über den gesamten Wulstbereich bis zur Felgeschutzrippe Montagepaste (Bezugsnachweis BMW Teiledienst) aufzutragen.
- Auf das Rad ist im gesamten Wulstsitzbereich (Horn, Hump und Vorzentrierung) Montagepaste (Bezugsnachweis BMW Teiledienst) aufzutragen.
- Den Reifen auf das Rad nur mit Centuro-Montiermaschinen (siehe BMW Werkstatteinrichtungskatalog) montieren.

##### Hinweis:

Die Demontage darf ebenfalls nur auf Centuro-Montiermaschinen (siehe BMW Werkstatteinrichtungskatalog) durchgeführt werden.

- Wenn die Felge mit Matchpunkt" versehen ist, das Rad matchen".
- Reifen (mit eingebautem Vertileinsatz) aufspringen lassen und bis 3,5 bar mit Luft befüllen.
- Reifen komplett entlüften und erneut (mit eingebautem Vertileinsatz) bis 3,5 bar mit Luft befüllen.
- Gewünschten Fülldruck einstellen.

## Stationäres Auswuchten

Vor dem Auswuchten müssen Steine aus dem Reifenprofil entfernt und das Rad komplett gereinigt werden.

Bei jedem neu montierten Kompletttrad muß die statische und dynamische Unwucht ausgeglichen werden.

Wichtig ist das richtige Spannen des Rads auf der Auswuchtmaschine. Es muß genauso zentriert werden, wie es auch am Fahrzeug zentriert wird.

BMW Fahrzeuge besitzen eine Mittenzentrierung, d.h. Zentrierung über das Mittelloch des Rads. Die Mittenzentrierung darf nicht beschädigt oder verschmutzt sein.

Auf die Genauigkeit der Zentrierung muß geachtet werden. Ein Zentrierfehler von nur 1/10 mm entspricht einem Unwuchtfehler von 10 Gramm. Das bedeutet Kräfte im Kilogrammbereich, die bei Autobahngeschwindigkeiten an der Radaufhängung zerren.

Als Spannmittel für Wuchtmaschinen empfiehlt BMW Spreizdorne, da sie spielfrei zentrieren. Sie sind nur für einen Durchmesser ausgelegt. Auch Spannringe und Stufenzylinder können verwendet werden, wenn sie nicht verschlissen sind und eng auf der Welle sitzen. Von der Verwendung eines Konus rät BMW ab, da die Zentriersicherheit nicht gewährleistet ist.

Die Auswuchtmaschine mißt nach dem Start die Kräfte, die die Unwucht auf die Maschinenachse ausübt. Damit allerdings der Computer in der Auswuchtmaschine aus den Kräften die Größe der Ausgleichgewichte berechnen kann, müssen deren mögliche Positionen am Rad und der Felgentyp bekannt sein.

Die Eingabe der Positionen erfolgt unterschiedlich. Wird z.B. ein Stahlrad verwendet, wo die Ausgleichgewichte fast immer am Felgenhorn befestigt werden, so genügt es, Felgendurchmesser und Maulweite laut Radbezeichnung einzugeben. Dazu kommt noch der Abstand des Rades von der Auswuchtmaschine, da dieser nach Art der Zentrierung unterschiedlich sein kann.

Bei Rädern, die außen keine Ausgleichgewichte zulassen, wird zuerst mit einem Meßband die Radmittenebene ermittelt (= Felgenhornabstand/2). Dann ist die äußere Wuchtebene genau in Radmittenebene zu legen.

### Anbringen der Ausgleichgewichte:

BMW spricht generell von Ausgleichen. Die Ausgleichgewichte für Leichtmetall-Räder werden als Sicherheitsgewichte bezeichnet, die entsprechenden Klammern heißen Einheitshaltefedern.

Zum Ausgleich einer Unwucht wird an Stahlfelgen ein mit einer Klammer versehenes Ausgleichgewicht an das Felgenhorn angeschlagen.

Aus Gründen der Paßform dürfen bei Leichtmetall-Rädern nur die von BMW freigegebenen 2-teiligen Ausgleichgewichte verwendet werden.

Die Gewichte sollten aus statischen Gründen außen montiert werden. Besteht der Kunde aus optischen Gründen auf einem innenseitigen Anbringen der Gewichte, müssen wesentlich mehr Gewichte verwendet werden. In jedem Fall ist die Freigängigkeit zum Bremssattel zu beachten.

Nach Abschluß der Unwuchtmessung werden die Ausgleichgewichte zunächst auf der Radaußenseite befestigt. Dazu wird das Rad gedreht, bis die dazugehörige Anzeige der Auswuchtmaschine die richtige Stellung meldet. Dies kann durch Lampen oder Leuchtdioden geschehen.

Danach wird das erforderliche Ausgleichgewicht an jener Stelle des Felgenhorns angeschlagen, die genau über der Maschinenachse liegt.

Die Position für das Ausgleichgewicht an der Radinnenseite wird ebenso wie die erste eingedreht. Danach wird das zweite Gewicht angebracht.

Jedes Auswuchten wird mit einem Kontrolllauf abgeschlossen. Wenn kein Fehler gemacht wurde, hat das Rad jetzt keine Unwucht mehr. Dies wird durch die OK-Anzeige bestätigt.

Wurde das Ausgleichgewicht ungenau angebracht, kann eine Restunwucht statt der OK-Meldung angezeigt werden. In diesem Fall wird kein zweites Gewicht eingeschlagen, sondern die Position des vorhandenen Gewichtes verändert bzw. ein neues Gewicht verwendet.

Die Restunwucht darf nach BMW Vorschrift max. 10 g betragen.

Stahl-Scheibenrad: Ausgleichgewicht mit Klammer am Felgenhorn.

Leichtmetallräder mit J-Horn: Nur 2-teilige BMW Ausgleichgewichte (Sicherheitsgewichte) verwenden. Nicht mit Hammer aufschlagen, sondern Reifen mit Spezialzange örtlich abdrücken und Klammer per Hand aufdrücken.

Klammer mit Spezialwerkzeug anheben, Gewicht unterschieben.

Leichtmetallräder mit glattem Felgenhorn (BMW M GmbH):

Nur Klebegewichte verwenden, Rad örtlich Klebe"-säubern (Kaltreiniger verwenden, keine Lösungsmittel). Gewichte während des ersten Wuchtvorganges nur mit Klebestreifen fixieren, erst nach Abschlußpositionierung endgültig ankleben.

Der Neigungswinkel der Klebestelle sollte weniger als 15 Grad betragen, da an steilen Stellen der Felgenkontur das Ausgleichgewicht aufgrund der Fliehkräfte beim Fahren wegfiegen könnte.

Neben dem Platzbedarf der Bremse muß auch beachtet werden, daß in der Nähe der Bremse erhöhte Temperaturen auftreten. Deshalb ist auf die Temperaturklasse der Klebegewichte zu achten.

### Montage des Rads am Fahrzeug

Nach dem Auswuchten wird das Kompletttrad am Fahrzeug befestigt.

Die Mittenzentrierung muß rostfrei, sauber und leicht gefettet, die Anlageflächen an Rad und Nabe müssen sauber und fettfrei sein.

Das Rad wird auf die Zentrierung gedrückt, das Ventil sollte dabei unten stehen.

Die **Radschrauben** sollen sauber sein, dürfen aber **niemals geölt oder gefettet** werden. Sie werden zunächst von Hand festgeschraubt, damit sich das Rad gut zentrieren kann (1/10 mm Zentrierfehler entspricht 10 g Ausgleichgewicht).

Bei vielen Fahrzeugen wird eine Diebstahlschutzmutter eingesetzt. BMW verwendet 2 verschiedene Typen:

- a) Radschraubenschloß mit Schlüssel; hat höheres Gewicht als normale Radschraube
- b) Radschraubenschloß mit Adapter; Gewicht entspricht dem der normalen Radschraube

Nur bei Typ a) sollte das Radschraubenschloß bei der Montage des Kompletttrades am Fahrzeug oben positioniert werden, um dem Gewichtsunterschied durch Exzentrizität entgegenzuwirken. Bei Typ b) hat die Positionierung keinen Einfluß.

Die **Radschrauben** werden mit dem **Drehmomentschlüssel** auf **100 ± 10 Nm** angezogen. Das Anziehdrehmoment muß eingehalten werden, da bei Überschreiten des Wertes die Gefahr der plastischen Verformung der Bremsscheibe, der Radanlagefläche (Stahlfelgen) und an den Schrauben besteht.

Reihenfolge des Anziehens: bei Vierlochrädern über Kreuz, bei Fünflochrädern jeweils eine Position überspringend.

Beim Anziehen sollte das Fahrzeug noch nicht auf den Rädern stehen, damit die Zentrierung, wie an der Auswuchtmaschine, ohne Belastung erfolgt.

Unter Umständen kann nach einer Montage bei entsprechender Belastung die Felge im Reifen rutschen. Um dies prüfen zu können, sollte an der Innenseite des Kompletttrades eine Markierung (z.B. mit Wachskreide) über Reifenwulst und Felgenhorn angebracht werden. Der Kunde ist darauf hinzuweisen, die ersten 200 km besonders vorsichtig zu fahren.

### Auswuchten am Fahrzeug (Finish Balancer)

Bei BMW Fahrzeugen genügt normalerweise das stationäre Auswuchten der Kompletträder. Ein Einsatz des Finish Balancers ist normalerweise nicht notwendig, um eine gute Laufruhe zu erreichen.

Wenn jedoch nach dem stationären Auswuchten immer noch eine Laufunruhe verbleibt (max. 10 g Restunwucht), kann dies entweder an der Unwucht weiterer drehender Teile der jeweiligen Halbachse liegen (Radabdeckung, Radnabe, Bremsscheibe bzw. Bremstrommel und Abtriebswelle) oder an einem Zentrierfehler der Radnabe. Diese verbleibenden Unwuchten können durch Auswuchten am Fahrzeug beseitigt werden.

Auswuchten am Fahrzeug darf stationäres Auswuchten nicht ersetzen, sondern kann nur als Korrekturmaßnahme verstanden werden. Wenn Unwuchten von mehr als 20 Gramm auftreten, muß das stationäre Auswuchten wiederholt und die Ursache der Unwucht ermittelt werden. Dem Kunden muß klar sein, daß das Auswuchten am Fahrzeug durch Demontage des Kompletttrades, z.B. beim Reifentausch, zunichte gemacht wird.

Beim Auswuchten am Fahrzeug wird die betroffene Radachse angehoben und die Achsführung auf einem Unterstellbock mit Meßwertaufnehmer abgesenkt.

Der Abgasschlauch darf bei der Messung nicht an der Karosserie anliegen.

Allradgetriebene Fahrzeuge müssen beim Finish Balancer an Vorder- und Hinterachse aufgebockt werden. Die

Verteilergetriebe sind stabil am Gehäuse abzustützen.

Bei Fahrzeugen mit elektronisch geregelter Antriebskraftverteilung (Elektronisches Sperrdifferential, Antriebs-Schlupf-Regelung, usw.) muß ggf. der Eingriff der Elektronik unterbunden werden (siehe Hinweise der Fahrzeughersteller).

Das System Anti-Schlupf-Control (ASC) kann bei BMW Fahrzeugen abgeschaltet werden. Das Auswuchten am Fahrzeug stellt daher kein Problem dar.

Da das Rad nicht starr mit der Auswuchtmaschine verbunden ist, erhält es einen Reflexstreifen. Dieser wird von der Lichtschranke im Auswuchtgerät erkannt.

### Messung der nicht angetriebenen Achse

Das Reibrad des Auswuchtgeräts wird zum Beschleunigen an den Reifen angesetzt, anschließend wieder zurückgezogen. Die entstehenden Vibrationen werden vom Meßbock registriert und vom Computer im Auswuchtgerät verrechnet.

Das Anbringen des Ausgleichgewichtes geschieht ähnlich wie beim stationären Auswuchten. Das Rad wird so gedreht, daß der Reflexstreifen in die vom Display angegebene Richtung zeigt. Dann wird das zusätzliche Gewicht an der Radinnenseite befestigt.

Nach Messung der Unwucht kann schon folgende Maßnahme eine Verbesserung bringen:

- Leichteste Stelle des Rades nach unten drehen
- Radschrauben lösen und wieder fest anziehen

Dadurch kann sich eine exzentrische Radaufnahme bereits ausgeglichen haben.

### Messung an der Antriebsachse

Beide Fahrzeugseiten müssen aufgebockt sein, denn die Drehzahldifferenz würde das Ausgleichgetriebe zerstören.

Das Auswuchtgerät kann beide Räder gleichzeitig messen, wenn auf der gegenüberliegenden Fahrzeugseite ebenfalls eine Lichtschranke aufgestellt ist. Der Antrieb erfolgt durch den Motor des Fahrzeugs bei einer Geschwindigkeit von etwa 120 km/h.

Bei einigen Geräten wird mit Hilfe des Reibrades ein Rad geringfügig beschleunigt, das andere durch das Ausgleichgetriebe entsprechend abgebremst. Dadurch werden Beeinflussungen durch die gegenüberliegende Seite von der Elektronik erkannt und eliminiert. Das Auswuchtgerät erfaßt die Unwuchten beider Einzelräder und zeigt sie getrennt an.

Tip:

Wird beim Auswuchten am Fahrzeug ein zusätzliches Ausgleichgewicht erforderlich, so sollte nicht das durch das stationäre Auswuchten bereits vorhandene Gewicht korrigiert werden. Vielmehr sollte ein zusätzliches Gewicht montiert und farblich gekennzeichnet werden. Werden die Räder kurze Zeit später umgesetzt, genügt es, das markierte Gewicht zu entfernen und erneut am Fahrzeug auszuwuchten. Das Rad bleibt stationär ausgewuchtet.

### Matchen

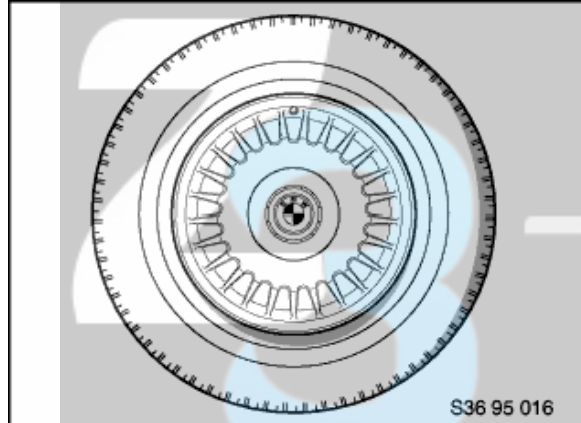
Prinzipiell ist kein Rad und kein Reifen frei von Maßschwankungen in der Produktion.

Treffen z.B. der Höchstpunkt des Rades und der Höchstpunkt des Reifens aufeinander, addiert sich der Schlag zu einem besonders großen Wert, der eine störende Laufunruhe verursacht. Stehen sie sich jedoch gegenüber, wird der Schlag bestmöglich verringert.

Unter Matchen versteht man das Verdrehen des Reifens auf dem Rad, um eine möglichst günstige Kompensation der Fehler zu erzielen. Im Prinzip müssen also die Matchpunkte zur Deckung gebracht werden. Ein **weißer Punkt** am **Reifen** entspricht der weichsten Stelle des Reifens, ein **Körnerpunkt am Stahlrad** dem höchsten Punkt der Felge. Diese Zuordnung ist nur bei der Erstausrüstung möglich.

Dabei gibt es verschiedene Strategien:

Beim **klassischen (geometrischen) Matchen** werden - wie zuvor beschrieben - die Formfehler von Reifen und Rad kompensiert. Dazu wird der Höhengschlag des Komplettrads in verschiedenen Stellungen des Reifens gemessen.



-forum.de

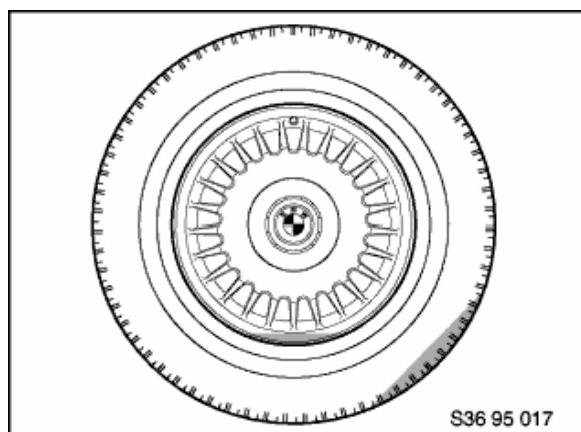
## Vorgehensweise:

Die ursprünglich beim Ventil befindliche Reifenposition wird der Reihe nach aus dieser 12-Uhr-Position in die 6-Uhr-, 9-Uhr- und 3-Uhr-Position gedreht, bis die Position mit geringstem Höhengschlag gefunden ist. Anschließend wird das Komplettrad ausgewuchtet.

Bei der **Unwuchtminimierung** werden Unwucht von Rad und Reifen kompensiert. Dazu wird die Unwucht des Komplettrads in verschiedenen Stellungen des Reifens gemessen.

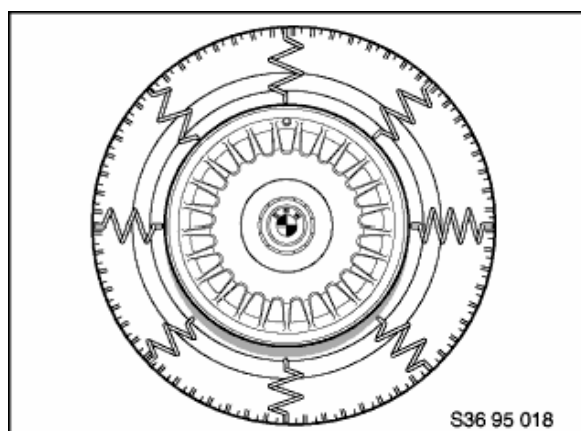
Vorgehensweise ähnlich wie beim klassischen Matchen. Rad und Reifen werden in der Stellung minimaler Unwucht zueinander positioniert und anschließend ausgewuchtet.

Die Unwuchtminimierung behebt nicht die Formfehler, jedoch verringert sich die Größe der Ausgleichgewichte.



## Unwuchtminimierung

Bei der **Laufuheverbesserung** in der Erstausrüstung wird der Hochpunkt der Felge mit der Stelle kleinster Radialkraft zusammengebracht, denn an der Stelle kleinster Radialkraft federt der Reifen am stärksten. Dieses Verfahren ist aber nur in der Kfz-Industrie anwendbar, wo die Radialkraft der Reifen in automatischen Rollenprüfständen gemessen werden.



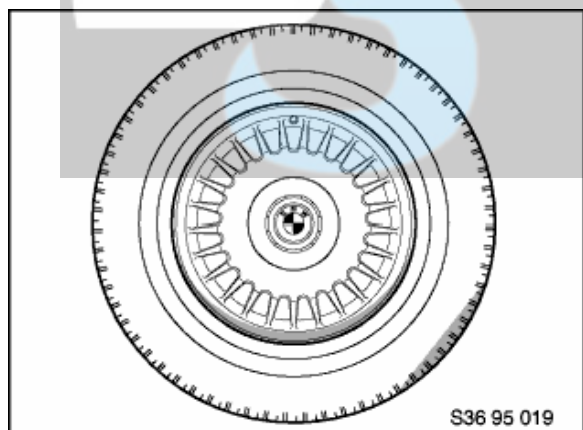
## Laufuheverbesserung

Bei der **Laufuheoptimierung** wird der Tiefpunkt des Rads mit der Schwerestelle des Reifens zusammengebracht. Auf den ersten Blick scheinen die beiden Eigenschaften von Rad und Reifen nichts miteinander zu tun haben. Die Erfahrung zeigt jedoch, daß die Schwerestelle des Reifens häufig auch die Stelle größter Radialkraft ist, weil Materialverdickungen die Ursache beider Effekte sind.

Bei der Laufruheoptimierung wird der Formfehler des Rads durch eine Unwuchtmessung des ungleichförmig aufgespannten Reifens bestimmt. Da Rad und Reifen jedoch jeweils noch eigene Unwuchten besitzen, sind drei Messungen notwendig: einmal das Rad alleine und zweimal das Komplettrad, wobei dazwischen Rad und Reifen um 180 Grad verdreht werden.

Danach berechnet die Elektronik des Auswuchtgeräts den endgültigen Verdrehwinkel zwischen Reifen und Rad. In dieser Stellung wird abschließend das Komplettrad ausgewuchtet.

Bei Problemrädern kann auch schon ein Verdrehen um 180 Grad Abhilfe schaffen (nur Stahlräder).



Laufruheoptimierung