

## Fahrwerke perfekt einstellen.

Stellschrauben und Rädchen an allen Ecken und Enden, doch kaum jemand traut sich ran an Gabel oder Stoßdämpfer. **MOTORRAD** erklärt, wie man auch ohne Maschinenbau - Studium gezielt und individuell seinem Motorradfahrwerk Beine macht.

Da spendieren die Konstrukteure modernen Maschinen alle erdenklichen Einstellmöglichkeiten, doch nur die wenigsten Biker nutzen das Potenzial.

In der Hoffnung, die Abstimmung wird schon irgendwie passen, lassen viele einfach die Finger von den Stellschraubchen am Fahrwerk.

Doch keine Angst, jede Technik ist beherrschbar, so lassen sich auch Federung und Dämpfung mit einem konkreten Plan und dem „Gewusst wie“ in die gewünschte Richtung optimieren.

## Schritt eins

beginnt mit dem Blick ins Fahrerhandbuch und der Einstellung der dort angegebenen Werte. In der Regel taugen diese als Grundabstimmung für einen ambitionierten 75-Kilo-Kradler.

Sollten sie nicht in dieses Raster passen oder gar ihr Handbüchlein verschlampt haben, kein Drama: einfach wie folgt weitermachen.

Helm auf, Motor an, Abfahrt! Maschine warm fahren.

Warum?

**Weil sich das Hydrauliköl in Gabel und Stoßdämpfer durch die Federbewegung verändert.**

In der Gabel vermischt sich das Öl mit der Luft, was zu einer Emulsion führt, die etwas weniger Dämpfungskraft aufweist, als ein nicht aufgeschäumtes, kaltes Öl. Am Federbein ist das Öl zwar meist vom Gasdruckpolster getrennt, erwärmt sich aber beim Fahren durch die Dämpferarbeit und die Abwärme des Motors und verliert somit ebenfalls leicht an Dämpfungskraft.

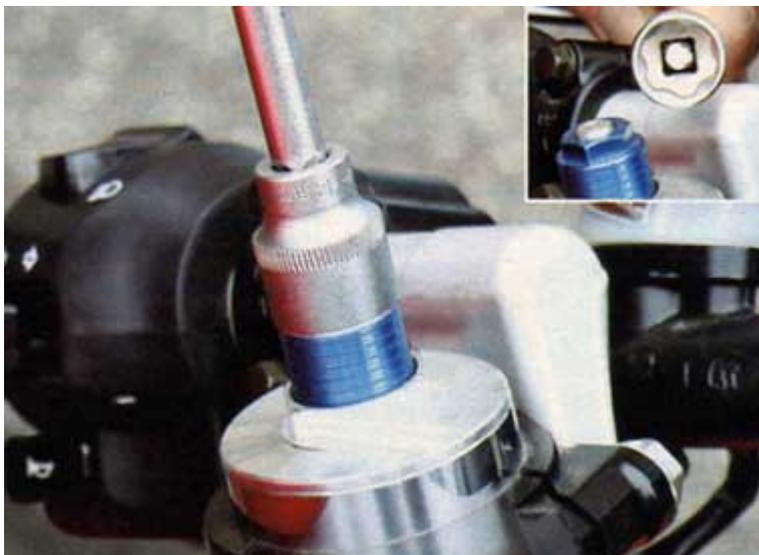


Bild 1

Die Federvorspannung an der Telegabel wird über Gewindespindeln (blau) eingestellt. Eine Nuss mit gerundetem Sechskant (kleines Foto) schützt dabei die empfindliche, eloxierte Oberfläche. Zwischen Stand- und Tauchrohr lassen sich die Anteile des Negativfederwegs vermessen. Die kleineren Werte (-5 mm) gelten für schwere Fahrer, die größeren (+5 mm) für leichte.



Bild 2

N I = Negativfederweg I: Messung ohne Fahrer  
N II = Negativfederweg II: Messung mit Fahrer  
Blau = Gesamtfederweg

## Schritt zwei:

Einstellung der so genannten Fahrhöhe.

Dies geschieht über die Vorspannung der Federn (Federbasis). Vorn an den Sechskant - Gewindespindeln in zwei Gabelholmen, hinten meist über zwei gekonterte Nutmuttern oder eine Rastermechanik. Nur wenige Maschinen besitzen eine hydraulische Verstellung per Handrad.

Je stärker die Federn vorgespannt werden, desto höher stehen Front- beziehungsweise Heckpartie.

**Als Faustformel gilt**, dass die Gabel durch Aufsitzen des Fahrers um etwa ein Drittel, das Heck um etwa ein Viertel des Gesamtfederweges (Herstellerangabe) abtaucht (Negativfederweg II).

Nur so lässt sich die Gefahr minimieren, dass die Federelemente beim Einfedern durchschlagen und die Räder beim Ausfedern den Bodenkontakt verlieren.

Nun beeinflusst die Fahrhöhe nicht nur den Anteil der Negativ- und Positivfederwege, sondern auch die Lenk- und Rahmengenometrie.

Hängt zum Beispiel ein Motorrad hinten 25 Millimeter zu tief in der Federung, steht der Lenkkopf ein Grad zu flach, was den Nachlauf um rund 6 Millimeter verlängert.

Folge: schlechtes Handling, indifferentes Lenkverhalten und in langen Kurven die Tendenz zu einem großen Radius.

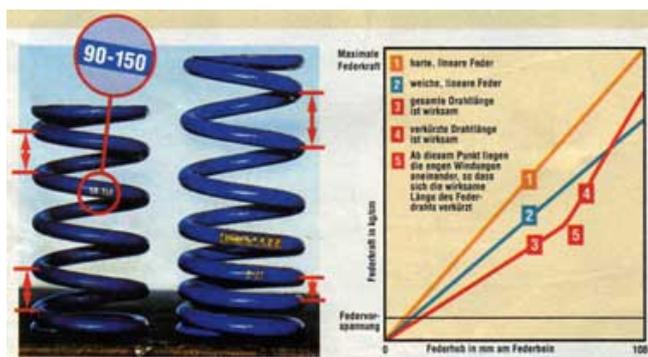


Bild 3

Lineare Feder (links) mit gleichbleibender Wicklung. Die Zahlen bedeuten: 90 Kilogramm Federkraft pro Zentimeter Federweg und 150 mm freie Länge. Die rechte Feder ist progressiv gewickelt, was an den unterschiedlich großen Abständen des Federdrahtes zu erkennen ist.

## Also ran jetzt.

Wir beginnen vorn:

Der Meßwert bei vollständig ausgefederter Gabel ist die Grundlage.

Dazu zwei Meßpunkte festlegen, dann das Motorrad mit einem Helfer über den Seitenständer kippen (bis das Vorderrad frei hängt), Meterstab anlegen, Wert notieren.

*Hier hilft ein Kabelbinder bestens den eingefederten Weg zu markieren. Den angezogenen Kabelbinder bei frei hängendem Vorderrad gegen die Staubkappe schieben, beim folgenden Einfedern wird dieser verschoben und man kann leicht den Weg messen, den die Gabel vollzogen hat.*

Danach wird das Motorrad mehrmals durchgefедert und die Messung (Motorrad ausbalanciert stehend) wiederholt. Die Differenz der beiden Werte ergibt den Negativfederweg I (NI).

Die dritte Messung erfolgt mit dem Fahrer, der das Motorrad in korrekter Fahrhaltung neutral in der Balance hält. Auch dieser Wert wird von der Messung eins abgezogen und als Negativfederweg II (NII) notiert.

Das ganze Prozedere wird nun hinten wiederholt. Und zwar mit Messungen zwischen Hinterradachse und Rahmenheck. Der fixe Messpunkt am Rahmenheck sollte in einem leichten Winkel (etwa 15 Grad) mit Klebestreifen oder einem wasserlöslichem Marker angebracht werden.

Anschließend werden die Meßwerte mit den Sollwerten verglichen.

Sind sie kleiner, muss Vorspannung heraus genommen werden, fallen die Werte höher aus, gilt es, die Vorspannung zu vergrößern.

Unsere Beispiele beziehen sich auf einen Gesamtfederweg von 120 Millimetern, der bei allen aktuellen Straßenmaschinen nahezu identisch ist.

Bei längeren Federwegen, etwa bei Reise - Enduros, erhöhen sich die Negativanteile logischerweise prozentual.

**Achtung:** Für BMW – Telelever - Systeme gelten andere Gesetze, da diese durch den Bremsnickausgleich mit extrem weichen Federn bestückt sein können.

Wenn vorne und hinten überhaupt nichts stimmt, haben sie ein Problem: nämlich zu weiche oder zu harte Federn.

Und an der Federhärte – im Fachjargon Federrate – lässt sich, Vorspannung hin oder her, nichts drehen (siehe Diagramm).

In welche Richtung die Federrate abweicht, errechnet sich aus der Differenz aus NI zu NII. Übersteigt diese an unserem Beispiel-Heck 35 Millimeter, ist sie zu hart. Effektive Abhilfe schafft dann nur der Einsatz einer neuen Feder.

An der Gabel hingegen federn nicht nur die Schraubenfedern, sondern zusätzlich die Luftkammern in den beiden Gabelholmen. Diese haben eine progressive Wirkung und sorgen für mehr Durchschlagsicherheit beim Bremsen.

Dieses Luftpolster wird über die Ölmenge einjustiert und ohne Feder gemessen.

Wer nun den Gabelölstand verändern will, muss jedoch nicht in jedem Fall die Feder entfernen. Mit einer Spritze kann Öl eingefüllt (härter), manchmal auch abgesaugt (weicher) gemacht werden.

Dazu muss man wissen, dass sich das Volumen für 10 Millimeter Ölstand aus der Fläche des Standrohr - Innendurchmessers mal zehn Millimeter errechnet.

**Beim Experimentieren bitte nur in kleinen Schritten und maximal zehn Millimeter Füllhöhe vorgehen.**

**Achtung:**

**Wird zuviel Öl eingefüllt, kann es zu einem gefährlichen Abblocken der Federung kommen.**



Bild 4



Bild 5

Zwischen Fixpunkt und Rahmenheck (Pfeil) und Achse werden die Federwegsanteile am Hinterrad festgelegt. Schlimmstenfalls müssen unzugängliche Federbeine mit Umlenkensystemen zur Veränderung der Vorspannung ausgebaut werden. Soll das Rahmenheck um zehn Millimeter höher stehen, muss die Federvorspannung mittels Hakenschlüssel (kleines Foto) um rund fünf Millimeter erhöht werden. Warum? Da Umlenkungen in der Regel mit einem Übersetzungsverhältnis von 2:1 arbeiten.

Die Toleranz des Negativfederweges erlaubt es, das Motorrad auch über die Vorspannung auf gewisse fahrdynamische Eigenschaften zu trimmen.

Wer mehr Fahrstabilität wünscht, kann an der Gabel den kleineren Wert von NII einstellen, am Federbein dagegen den größeren Wert.

Damit kippt die Maschine um insgesamt zehn Millimeter, das entspricht etwa 20 Winkelminuten, also einem knappen halben Grad nach hinten, was Lenkkopfwinkel und Nachlauf auf eher „stabile“ Werte trimmt.

Bei der Suche nach einer besseren Handlichkeit geht man den umgekehrten Weg: also vorne tiefer einsacken lassen (größerer Wert N II).

Die Praxis zeugt, dass die Kombination aus Absenken/Anheben besser ist, als nur Front- und Heckhöhe zu verändern.

## Technischer Fahrwerkscheck

1. Alle Schraubenverbindungen an Rahmen- und Motorlagern kontrollieren.
2. Freigängigkeit und Spiel im Lenkkopflager überprüfen
3. Gabel und Federbein auf Ölverlust an Standrohren oder Dämpferstange prüfen.
4. Hinterradfederung und Umlenkssystem auf Höhenspiel überprüfen.
5. Schwingenlagerung und Radlager auf Spiel überprüfen.
6. Luftdruck der Reifen prüfen, gegebenenfalls aus die Angaben des Herstellers korrigieren.
7. Hinterrad auf korrekt eingespurten Einbau prüfen. Kettenspanner müssen links und rechts gleiche Markierungen aufweisen. Zur Nachprüfung können zwei gerade Messlatten links und rechts parallel zum Hinterrad angelegt werden.
8. Federung und Dämpfung sollten zunächst den Herstellerangaben entsprechen.
9. Gabel und Federbein müssen sensibel und ohne großen Widerstand auf Belastung reagieren.
10. Rahmen und Schwinge auf mögliche Risse und Brüche prüfen.
11. Die Sitzposition des Fahrers muss absolut entspannt sein. Schalter und Hebel müssen griffbereit positioniert, Schalt- und Bremshebel ohne Verrenkungen zu bedienen sein.

Wer mit hoher Zuladung oder Sozius unterwegs ist, sollte an der Gabel auf jeden Fall den kleineren N II-Wert einstellen und hinten die Feder so weit vorspannen, bis der Negativfederweg N I (ohne Fahrer) bei null liegt.

Denn neben der Durchschlagsicherheit des Federbeins und der korrekten Geometrie ist auch die Position der Schwinge beziehungsweise der Schwingenwinkel bei ketten- oder Zahnriemengetriebenen Maschinen ein entscheidender Faktor.

Durch die nach unten ausgelenkten Schwingenholme entsteht beim Beschleunigen ein regelrechter Anti-Dive-Effekt, der verhindert, dass die Maschine trotz der hohen dynamischen Achslast hinten zu weit einfedert. Steht die Schwinge bedingt durch eine geringe Federvorspannung zu flach, nimmt dieser gewünschte Effekt ab.

Problematisch vor allem beim Beschleunigen aus Schräglage: Taucht die Maschine dabei hinten zu tief ein, muss sie mit hoher Lenkkraft auf den gewünschten Kurs gehalten werden.

Mit der Justierung der richtigen Federvorspannung, ist die Grundlage für ein neutrales Fahrverhalten geschaffen.



*Bild 6*

*Sauber eingestellte Fahrwerke bringen auf kurvigen Strecken mehr Fahrspaß und im Handling-Parcours bessere Rundenzeiten.*

Die Suche nach dem geeigneten Dämpfungsverhalten ist zugegebenermaßen etwas diffiziler, da sich das dynamische Dämpfungsverhalten nur schwer in Zahlen und Meßwerte fassen lässt.

Dynamisch deshalb, weil sich die hydraulische Dämpfung erst dann aufbaut, wenn die Federung in Bewegung kommt.

Je schneller die Räder ein- oder ausfedern, desto stärker muss die Dämpfung ansteigen. Die Schnelligkeit der Federbewegungen bei Straßenmaschinen wird in den Low-speed-Bereich (0 bis etwa 0,3 m/s) und High-speed-Bereich (ab 0,3 bis etwa 1,0 m/s) unterteilt.

Gemessen werden die Federbewegungen an den Gabeltauchrohren im Verhältnis ein zu eins, da hier der Federweg identisch ist mit dem Federhub der Gabel.

Am Hinterrad besitzen die meisten modernen Motorräder ein Zentralfederbein mit progressiv wirkendem Umlenkssystem. Die Übersetzung zwischen Hinterradfederweg gemessen an der Radachse und dem tatsächlichen Hub am Stoßdämpfer beträgt etwa zwei zu eins.

Heißt: Bei 120 Millimeter Federweg legt der Dämpferkolben im Federbein nur 60 Millimeter zurück.

Fahrwerks-Spezialisten und erfahrene Mechaniker können mit „Drücken“ der Maschine meist schon eine sehr gute Dämpferabstimmung herausarbeiten. Um dieses mysteriöse „Drücken“ und die folgenden Federbewegungen transparenter zu machen, hat MOTORRAD diese Vorgänge über Federwegsensoren und Datarecording aufgezeichnet und in den Diagrammen dargestellt.

Doch bevor man sich im Nirwana von Druck- und Zugstufe verirrt, müssen alle eingestellten Werte notiert werden.

Dazu die Einstellschraubchen hineindrehen und alle Klicks oder Umdrehungen mitzählen, **& aufschreiben**, anschließend geht man wieder zurück zur Ausgangseinstellung.

Die Funktionsweise ist relativ einfach:

Konische Stellschrauben ragen in eine Bohrung, durch die das Öl beim Einfedern (Druckstufendämpfung) oder Ausfedern (Zugstufendämpfung) hindurchgepresst wird. Wird der Ringspalt durch Zudrehen der Stellschraube kleiner, erhöht sich der hydraulische Widerstand, die Dämpfung wird härter und umgekehrt. Ausgehend von der Serieneinstellung kann jedes Motorrad mit entsprechenden ausgestatteten Federelementen individuell abgestimmt werden.

# Einstellungssache

(Quelle: Fa. Wilbers / **MOTORRAD**, Ausgabe 05, 16.02.2007)



Bild 7.1

Bremse ziehen, Gabel kraftvoll eintauchen, dabei Feder- und Dämpfungsverhalten beobachten.

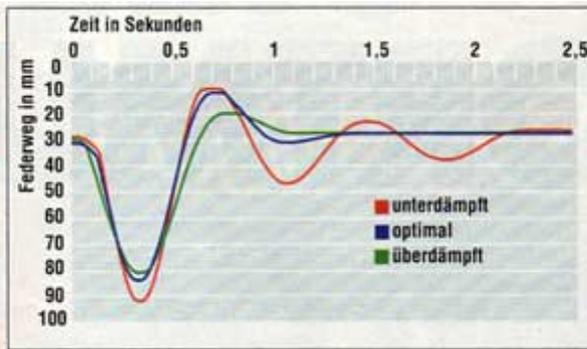


Bild 7.2

Das Diagramm zeigt deutlich, dass eine zu straffe Dämpfung (grün) zäh, eine zu weiche Einstellung (rot) mit Nachwippen reagiert.



Bild 7.3

Obere Gabelstopfen mit Verstellung der Zugstufendämpfung.

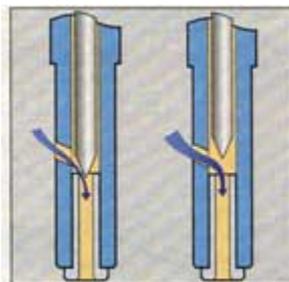


Bild 8.1

Funktion:  
Nadel eingedreht = harte Dämpfung,  
Nadel offen = weiche Dämpfung.



Bild 8.2

Die Druckstufendämpfung wirkt beim Einfedern und lässt sich unten am Bodenventil einstellen.



Bild 8.3

Kleiner Trick: Für mehr Federprogression des Luftpolsters wird der Gabelölstand geringfügig erhöht.

Luftpolster Telegabel				Luftpolster Upside-Down-Gabel			
Ø	weich	mittel	hart	Ø	weich	mittel	hart
40 mm	160 mm	150 mm	130 mm	40 mm	160 mm	140 mm	120 mm
41 mm	160 mm	150 mm	130 mm	42 mm	160 mm	140 mm	120 mm
42 mm	160 mm	150 mm	130 mm	43 mm	150 mm	130 mm	110 mm
43 mm	140 mm	130 mm	110 mm	45 mm	140 mm	130 mm	100 mm
45 mm	140 mm	130 mm	110 mm	46 mm	140 mm	120 mm	100 mm
48 mm	130 mm	120 mm	100 mm	48 mm	130 mm	110 mm	90 mm
50 mm	130 mm	120 mm	100 mm	50 mm	130 mm	110 mm	90 mm

Bei Gabeln älterer Maschinen kann meist nach Abschrauben des Stopfens der Ölstand verändert werden. Moderne USD-Cartridge-Gabeln verlangen zum Feder- und Ölwechsel nach Spezialwerkzeug.

Die gegen die Federkraft arbeitende Zugstufendämpfung bremst den Ausfedervorgang mehr oder weniger stark ab und unterbindet ein Nachschwingen der Fahrzeugmassen.

Die Druckstufendämpfung arbeitet beim Einfedern, wirkt also federunterstützend und sorgt dafür, dass das Motorrad samt Bordpersonal bei Bodenwellen, in Wechselkurven oder bei Bremsvorgängen nicht zu tief eintaucht oder gar die Federelemente auf Block gehen.

Je härter die Dämpfung, desto stabiler verhält sich die Maschine.

Mit zunehmender Dämpfung reduziert sich jedoch der Federungskomfort auf holprigem Straßenbelag, da der hohe hydraulische Widerstand die Stöße schlechter absorbiert und vermehrt ins Fahrwerk einleitet.

Deshalb ist jede Abstimmung auch immer ein individueller Kompromiss aus Komfort und Stabilität.

## Wichtig:

Immer nur **eine Änderung** mit anschließender Probefahrt vornehmen.

Für welche Richtung man sich entscheidet, hängt folglich vom persönlichen Anspruch ab.

Wer sportlich flott unterwegs ist, sollte sich in Richtung härtere Dämpfung orientieren, da die stramme Hydraulik auch einen transparenten Kontakt zwischen Fahrer und Straße herstellt, die Rückmeldung verbessert.

Aber auch der Tourenfahrer sollte auf Stabilität und Rückmeldung nicht ganz verzichten und beim zurücknehmen der Zug- sowie Druckstufe schrittweise vorgehen. Denn speziell bei Zuladung geraten die Fahrzeugmassen heftig in Wallung und bringen ein ungedämpftes Reise-Krad vom rechten Weg ab. Diese Grundsätze gelten sowohl für die Gabel als auch Federbeinabstimmung.

Bevor man sich an die Feinabstimmung seiner Maschine macht, müssen alle anderen mechanischen Bauteile am Fahrwerk gründlich überprüft werden. Die Checkliste dazu finden Sie hier.

Sollte der eifrige Schrauber vor lauter Lug- und Trugstufen-Wirrwarr den Überblick verloren haben, helfen die einschlägig bekannten Spezialisten weiter.



Bild 9.1

Motorrad am Heck kräftig in die Feder drücken, dabei das Dämpfungsverhalten beobachten.

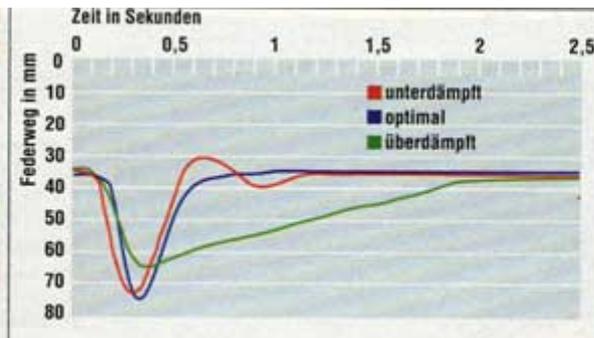


Bild 9.2

Das Heck darf auf keinen Fall Nachschwingen (rot) oder wegen zu harter Zugstufendämpfung nach einer Bodenwelle regelrecht stecken bleiben (grün).



Bild 9.3

Die Zugstufen-Stellschraube an gängigen Federbeinen liegt unten.

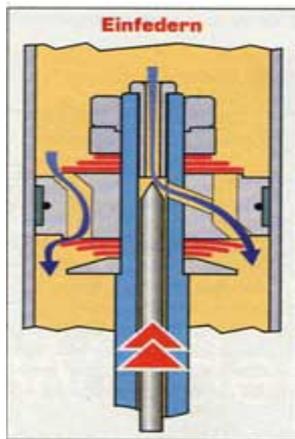


Bild 10.1  
Druckstufendämpfung:  
Ventilplättchen (rot) und  
die Nadel der Zugstufe  
steuern den Ölfluss.

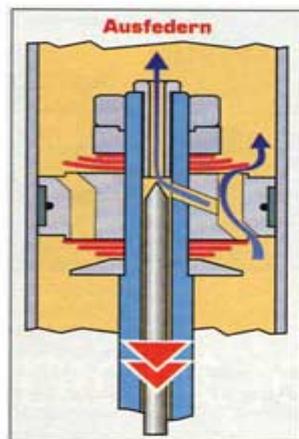


Bild 10.2  
Zugstufendämpfung:  
Öl wird über ein Nadelventil (verstellbar)  
und Ventilplättchen  
(rot) gepresst.

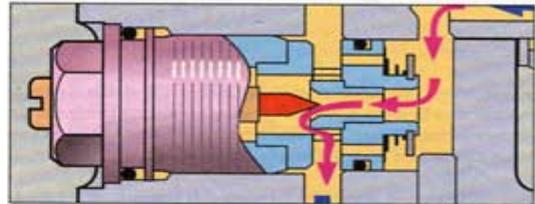


Bild 10.3  
Abb. oben: eine zusätzliche Verstellung der Druckstufe sitzt zwischen Federbein und Ausgleichsbehälter.  
Abb. unten: Auch hier regelt das über die Stell-  
schraube betätigte Nadelventil den Durchflusswider-  
stand.

## Anmerkung:

*kursive Texte in Grün* stammen aus meiner Feder und sollen noch etwas detaillierter helfen.  
Gruß schleife