

FAHRWERK EINSTELLEN - SO GEHT DAS

Wo und in welche Richtung Ihr drehen müsst, um das Puzzle aus Federvorspannung und Dämpfung richtig zusammenzubringen. Ein Workshop mit Fahrwerksspezialist und Motorrad-Testfahrer Werner »Mini« Koch.

Eins vorneweg: Ihr seid nicht allein. Auch wenn da draußen fast alle so tun, als wüssten sie genau, wie der Hase läuft: Die meisten wissen nicht mehr als Ihr. Über kein Motorradthema kursieren so viele Halbwahrheiten wie über die Sache mit der Fahrwerkseinstellung. Und darum fangen wir ganz vorne an, auch wenn das jetzt ein bisschen trocken wird.

Ach – und noch was, bevor Ihr anfangt, irgendwo zu drehen: Macht bitte immer nur einen Schritt nach dem anderen. Notiert, was Ihr eingestellt habt, und probiert die Auswirkungen auf Eurer Hausstrecke aus. Spürt Ihr eine Veränderung im Fahrverhalten? Fühlt Ihr Euch wohl? Lässt sich die Maschine so manövrieren, wie Ihr Euch das wünscht? Wenn nicht: Geht immer auf die zuvor eingestellten Werte zurück und stellt von dort aus einen neuen Wert ein, notiert diesen und probiert ihn aus. Wer wild hin und her dreht, hat bald den Überblick verloren.

ZUNÄCHST WIRD ABER NOCH GAR NICHTS GEDREHT, SONDERN ERMITTELT. UND ZWAR DER NEGATIVFEDERWEG.



»Ihr schafft das!« // Gruß Mini

Das ist der Anteil des Federwegs, um den die Maschine im statischen Zustand durch ihr eigenes und das Gewicht des Fahrers in die Knie geht. Man nennt ihn auch Ausfederweg, und er sorgt u. a. dafür, dass Gabel oder Stoßdämpfer beim Ausfedern nicht sofort an ihren oberen Anschlag stoßen. Ihm gegenüber steht der Positivfederweg (Einfederweg).

Der Negativfederweg wirkt sich jedoch auch aufs Handling der Maschine aus. Ist er zu groß oder zu klein, befindet sich das Motorrad nicht mehr in der Position, die der Konstrukteur für die Fahrwerksgeometrie vorgesehen hat. Ein stattliches Fahrergewicht etwa kann Lenkkopfwinkel und Nachlauf enorm verändern. Über Vorspannmöglichkeiten lässt sich das bis zu einem gewissen Grad abfangen. Man verändert damit die sogenannte Federbasis, also die Ausgangslage des Federvorgangs.

Gemessen wird der Negativfederweg unter zwei Lastzuständen: Negativfederweg 1 (N1) ergibt sich aus dem Eigengewicht des Motorrads. N2 ist der Negativfederweg mit Fahrer. Vor der Messung sollte das Motorrad mindestens fünf Kilometer gefahren werden, damit Gabel und Stoßdämpfer leicht erwärmt sind. Denn kaltes Hydrauliköl kann die Ergebnisse durch eine zu hohe Dämpfungskraft beeinflussen.

NUN FOLGT IHR BITTE DEN SCHRITT-FÜR-SCHRITT-ANLEITUNGEN

Federwegmessung an der Gabel - Bevor Ihr euch ans Einstellen macht, gilt es auszumesen, wohin die Reise gehen muss.

- 1.** Motorrad vorn so weit ausfedern, bis das Vorderrad keinen Bodenkontakt mehr hat. Einfachste Lösung ohne Haupt- oder Montagständer: Maschine unter Mithilfe einer zweiten Person über den Seitenständer kippen.
- 2.** Bei Upside-down-Gabeln wird nun der Abstand von der Staubkappe am Tauchrohr bis zum Gabelfuß gemessen (Foto), bei konventionellen Telegabeln der Abstand von der Staubkappe bis zur unteren Gabelbrücke. Diesen Maximalwert, z. B. 130 mm, notieren.
- 3.** Motorrad auf beide Räder stellen, Gabel mehrmals kräftig durchfedern, dann den Abstand von der Staubkappe zum Gabelfuß (bzw. zur Gabelbrücke) erneut messen. Das Ergebnis, z. B. 85 mm, wird vom zuvor ermittelten Maximalwert abgezogen. In unserem Beispiel: $130 - 85 = 45$ mm. Dieses ist der Negativfederweg N1.
- 4.** Messung mit aufsitzendem Fahrer in Fahrhaltung (nach mehrfachem Durchfedern der Gabel). Das Motorrad nur ganz leicht, möglichst mit nur einem Bein, ausbalancieren, so dass es komplett im Lot steht und die gesamte Last auf die Räder wirkt. Der nun gemessene dritte Wert, beispielsweise 75 mm, wird wieder vom Maximalwert abgezogen und er gibt den Negativfederweg N2. In unserem Fall: $130 \text{ mm} - 75 \text{ mm} = 55 \text{ mm}$.

5. Analyse: Bezogen auf den Gesamtfederweg von 130 mm, der an Straßenmaschinen recht verbreitet ist, fallen N1 und N2 an unserer Gabel zu üppig aus (siehe Richtwerte). Die Federbasis muss folglich angehoben werden.

Richtwerte für Negativfederwege* an der Gabel:

N1 (ohne Fahrer): min. 25 mm // max. 35 mm

N2 (mit Fahrer): min. 35 mm // max. 45 mm



Gesamtfederweg bei entlastetem Vorderrad.

Messung des Negativfederwegs N2

*Bezogen auf die gängigen Gesamtfederwege bei Straßenmaschinen von 120 bis 130 mm am Vorderrad. Für kürzere oder längere Federwege an der Front gilt: N1 = 20 bis 25 % vom Gesamtfederweg; N2 = 30 bis 35 %

Federwegmessung am Federbein - Etwa 30% des gemessenen Gesamtfederweges dürfen Maschinen- und Fahrergewicht verschlingen

1. Zwei eindeutige Messpunkte an Rahmenheck und Achse markieren.
2. Maximalwert messen: Dazu das Heck so weit ausfedern, bis das Hinterrad keinen Bodenkontakt mehr hat. Ist kein Hauptständer vorhanden, wie in Foto A über den Seitenständer kippen. Abstand zwischen den festgelegten Markierungen messen und notieren
3. Motorrad mehrfach durchfedern, lotrecht ausrichten, Abstand zwischen den Markierungen erneut messen. Vorgang mit aufsitzendem Fahrer wiederholen.

4. Berechnung von N1 und N2 wie oben beschrieben.

Richtwerte für Negativfederwege* am Federbein:

N1 (ohne Fahrer): min. 5 mm // max. 15 mm

N2 (mit Fahrer): min. 35 mm // max. 45 mm



Messpunkte z. B. mit Klebeband und Bit festlegen

*Bezogen auf die gängigen Gesamtfederwege bei Straßenmaschinen von rund 120 bis 130 mm am Hinterrad. Für kürzere oder längere Federwege am Heck gilt: N1 = 5 bis 15 % vom Gesamtfederweg; N2 = 25 bis 30 %.



Berechnung von N1: Der in Foto B gemessene Wert wird vom Maximalwert (Foto A) abgezogen.
Berechnung N2: Der in Foto C gemessene Wert wird ebenfalls vom Maximalwert abgezogen.

DIE FEDERHÄRTE LÄSST SICH NICHT VERÄNDERN

Okay. Messung im Kasten. Aber was bringt das? Dass N2 (mit Fahrer) ein wichtiger Wert ist, leuchtet ein. Doch wozu die Mühe mit N1? So ein Bike fährt ja selten ohne Fahrer. Stimmt. Allerdings gibt N1 Aufschluss darüber, ob die Feder grundsätzlich zu Deinem Gewicht passt. Hierzu ein Beispiel: Du hast N1 am Heck über die Vorspannung korrekt eingestellt, steigst auf den Bock, aber der sinkt kaum ein. N2 wird also nicht erreicht. Heißt: Die Feder ist für Dich offenbar zu hart. Wenn andersrum beim Aufsteigen – pffft – das Heck tiefer in die Knie geht als N2 erlaubt, ist die Feder vermutlich zu weich.

Liegt kein Messfehler vor und sind die Toleranzen von N1 und N2 (siehe Richtwerte) ausgeschöpft, bringt in diesen beiden Beispielen auch Einstellen nichts mehr. Denn die Vorspannung verändert nicht die Federhärte (Fachjargon: Federrate), sondern, wie weiter vorn erklärt, allein die Federbasis. Gegen zu hart oder zu weich hilft in der Regel nur ein Austausch der Federn. Bei POLO findet Ihr für viele Modelle entsprechenden Ersatz.

LIEGT DER HUND NICHT GANZ SO TIEF BEGRABEN, SOLLTE DIE EINSTELLUNG GELINGEN.

Einstellen der Federbasis - die Veränderung der Federbasis über die Vorspannung beeinflusst neben den Federungsreserven auch die Fahrwerksgeometrie.



Einstellmöglichkeiten an der Gabel sind leider kein Standard

Um das Niveau der Federbasis zu verändern, werden die Federn vorgespannt. An der Telegabel geschieht das über Gewindespindeln. Verwendet zum Einstellen am besten eine Nuss mit gerundetem Sechskant, das schont die empfindliche Oberfläche. Drehen im Uhrzeigersinn spannt die Feder weiter vor, die Federbasis erhöht sich, der Negativ federweg wird kleiner. Drehen in entgegengesetzter Richtung bewirkt das Gegenteil. Wichtig: Die Spindeln beider Gabelholme müssen immer auf den gleichen Wert eingestellt sein. Die Veränderung der Vorspannung wirkt sich fast 1:1 auf die sogenannte Fahrhöhe aus. Heißt: 10 mm mehr Vorspannung heben die Front um rund 10 mm an und umgekehrt.

Die Vorspannung am Federbein wird meist über gekonterte Nutmuttern oder eine Rastermechanik justiert, seltener über eine hydraulische Verstellung. Auch hier gilt: Drehen im Uhrzeigersinn = höhere Federbasis und weniger Negativfederweg. Gegen den Uhrzeiger = niedrigere Basis, mehr Negativfederweg. Bei Systemen mit Umlenkhebeln beträgt das mechanische Übersetzungsverhältnis zwischen Hinterradachse und Federbein etwa 2:1. Soll das Heck 10 mm höher stehen, muss die Feder also um 5 mm mehr vorgespannt werden.



Vorspannung am Federbein per Nutmutter: ziemliches Gefrickel

AUSWIRKUNGEN EINER FALSCH EINGESTELLTEN FEDERBASIS

Zu geringe Vorspannung an der Gabel

- Motorrad steht vorn zu tief
- Sitzhöhe und Schwerpunkt sinken ab
- Lenkkopfwinkel und Nachlauf verändern sich Richtung Überhandlichkeit und Instabilität
- Gabel kann beim harten Bremsen auf Block gehen, das Vorderrad neigt dann zum Blockieren
- Motorrad fährt sich in Kurven kippelig und nervös

Zu hohe Vorspannung an der Gabel

- Motorrad steht vorn zu hoch
- Sitzhöhe und Schwerpunkt erhöhen sich
- Lenkkopfwinkel und Nachlauf verändern sich Richtung Unhandlichkeit
- Frontpartie neigt auf welligen Strecken wegen des zu geringen Negativfederwegs zum Lenkerschlagen

- Motorrad kann in Kurven nach außen schieben

Zu geringe Vorspannung am Federbein

- Motorrad steht hinten zu tief
- Sitzhöhe und Schwerpunkt sinken ab
- Lenkkopfwinkel und Nachlauf verändern sich Richtung Unhandlichkeit
- Federbein kann bei starken Bodenwellen oder hoher Zuladung auf Block gehen
- Motorrad fährt sich steif, drängt zur Kurvenaußenseite
- Federungskomfort wird bei progressivem Umlenksystem schlechter

Zu hohe Vorspannung am Federbein

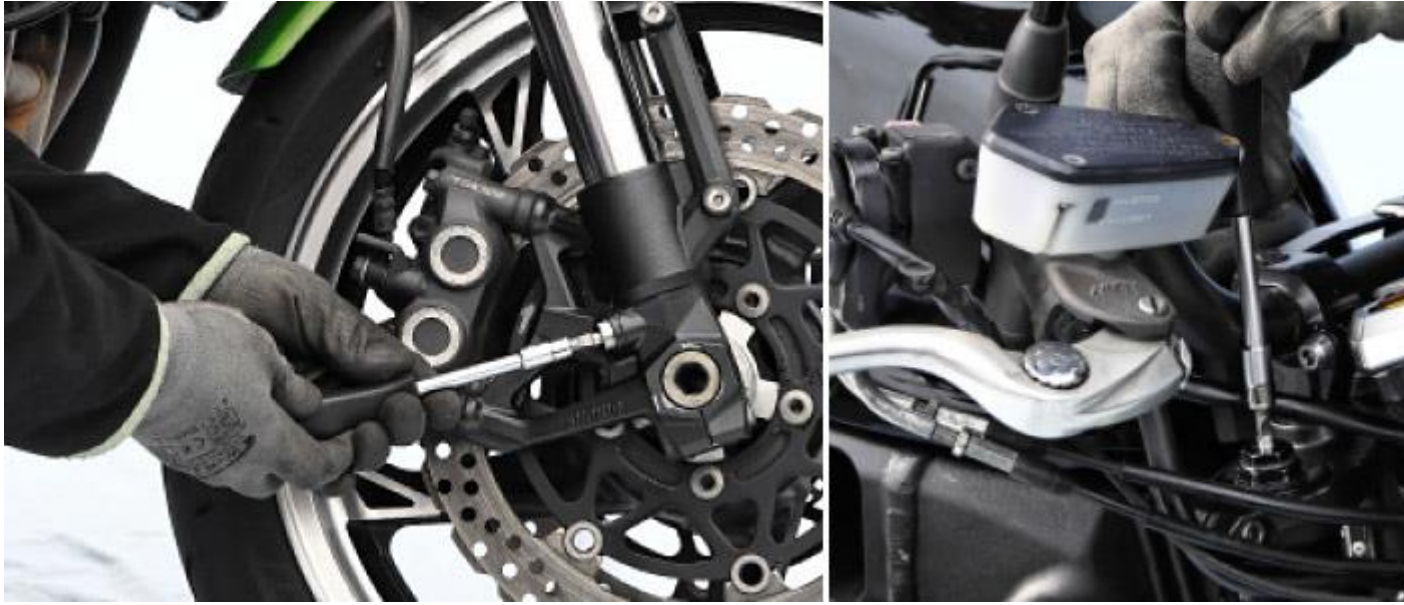
- Motorrad steht hinten zu hoch
- Sitzhöhe und Schwerpunkt erhöhen sich
- Lenkkopfwinkel und Nachlauf verändern sich Richtung Instabilität
- Kurven und Fahrstabilität können leiden
- Hinterrad kann auf welligen Strecken den Bodenkontakt verlieren
- Hinterrad hebt beim Bremsen schneller ab

Einstellen der Dämpfung - Zug- und Druckstufendämpfung wirken auf die Aus- und Einfederungsgeschwindigkeit, sind aber nicht bei allen Motorrädern justierbar.

Gabel: Die Zugstufenverstellung sitzt i.d.R. oben, die Druckstufe am Gabelfuß. Einzige Ausnahme: die Split- Gabel. Bei ihr ist in einem Holm die Zug-, im anderen die Druckstufe untergebracht. Zu erkennen an den Kürzeln REB/TEN (Rebound/Tension = ausfedern) und COMP (Compression = einfedern).

Federbein: Hier findet sich die Zugstufe i.d.R. am unteren Federbeinauge, die Druckstufe am Stoßdämpferkopf und nur an Modellen mit Ausgleichsbehälter. Ausnahmen bilden z. B. Öhlins TTX Rennstoßdämpfer. Konstruktionsbedingt wirkt die Zugstufe am Federbein auch auf die Druckstufendämpfung.

Drehrichtung: Im Uhrzeigersinn gedreht, verengen die Stellschrauben den Ringspalt der Nadelventile. Der Öldruck wird höher, die Dämpfung stärker. In umgekehrter Drehrichtung wird die Dämpfung schwächer (komfortabler).



Wird gerne verwechselt: An der Gabel sitzen die Nadelventile zur Druckstufenverstellung unten, jene für die Zugstufe oben. Die Zugstufe am Federbein beeinflusst auch die Druckstufe .

Feinabstimmung von N1 und N2

Die 10 mm Toleranz der Negativfederwege erlauben, das Fahrwerk in bestimmte Richtungen zu trimmen. Wir orientieren uns wieder an 120 bis 130 mm Gesamtfederweg.

N2 vorn/hinten 35/35 mm (Minimalwert)

Für sportliches Fahren, schwere Fahrer/ innen oder Fahrten mit hoher Zuladung:

+ höherer Schwerpunkt, bessere Handlichkeit, mehr Schräglagenfreiheit, guter Schutz gegen Durchschlagen – eventuell instabileres Fahrverhalten

N2 vorn/hinten 45/45 mm (Maximalwert)

Für touristisches Fahren und leichte oder kleine Fahrer/innen:

+ tieferer Schwerpunkt, einfacher zu rangieren, niedrigere Sitzhöhe, stabileres Fahrverhalten, weniger Neigung zum Lenkerschlagen auf schlechten Strecken

– Bodenfreiheit und Handlichkeit leiden

N2 vorn/hinten 45/35 mm

Für sehr sportliches Fahren auf Strecken mit schnellen Wechselkurven:

+ bessere Handlichkeit, agileres Einlenken, leichtere Richtungswechsel, höherer Anti-Squat-Effekt* an der Schwinge

– eventuell instabileres Fahrverhalten

N2 vorn/hinten 35/45 mm

Zur Feinabstimmung von sehr nervösen, instabilen oder kippeligen Motorrädern:

+ stabileres Lenkverhalten, abnehmende Tendenz zum Pendeln

– schlechteres Handling

*Nickausgleich am Heck, analog zum Anti-dive- Effekt an der Front

Und jetzt zur trickreichen Klickkiste: Die Dämpfung

Ein weites Feld. Und bevor Ihr Euch darin verliert, notiert die bisher gefahrene Einstellung. Dazu dreht Ihr die Stellschrauben im Uhrzeigersinn Klick für Klick zu (bei stufenlosen Mechanismen in Viertelumdrehungen). Und immer schön mitzählen. Einstellwerte für die Dämpfung gehen fast immer von der geschlossenen Position des Nadelventils aus. Deshalb die übliche Formulierung: so und so viele „Klicks offen“. Bevor es ans Einstellen geht, noch etwas zum Verständnis: Die Zugstufe wirkt der Federkraft entgegen, dämpft also die Ausfedergeschwindigkeit. Die Druckstufe wirkt federunterstützend, bremst das Einfedern und arbeitet geschwindigkeitsabhängig. Heißt: Je schneller die Maschine einfedert, desto größer wird der hydraulische Widerstand. Hochwertige Federelemente besitzen mitunter eine Aufteilung in High- und Low speed-Dämpfung, die jedoch nichts mit dem Speed auf der Straße zu tun haben. Es geht um die Geschwindigkeit, mit der sich die Räder auf und ab bewegen. Die Liste oben verrät, welche Auswirkung Zug- und Druckstufe aufs Fahrverhalten haben.

ZURÜCK ZUR PRAXIS.

Ihr habt also alle Stellschrauben auf Anschlag zuge dreht und drückt die Gabel, respektive das Heck, in die Knie. Die Maschine müsste relativ langsam ein- und ausfedern. Nun dreht Ihr alle Schrauben ganz auf. Funktionieren die Dämpfer innereien ordnungsgemäß, geben die Nadelventile den Ringspalt für das Dämpferöl jetzt komplett frei. Wird die Maschine nun in die Federn gedrückt, reagiert sie schwammig, weich und schwingt beim Ausfedern eventuell sogar nach. Allerdings gibt es auch Schräubchen, die so gut wie gar nichts bewirken. Reagiert Euer Bike auf die Veränderung, dreht einfach mal verschiedenste Einstellungen rein, um ein Gefühl für den Wirkungsbereich zu bekommen. Danach setzt Ihr alles auf die notierten Ausgangswerte zurück, alternativ auf die vom Hersteller empfohlene Grundeinstellung. Von hier aus korrigiert Ihr die Dämpfung. Dreht aber nie an mehreren Rädchen auf einmal, sondern macht eine Modifikation nach der anderen, um die Auswirkungen klar zu erkennen.

TIPPS ZUM EINSTELLEN DER ZUGSTUFENDÄMPFUNG.

Wir beginnen an der Gabel: Mit gezogener Vorderradbremse wird die Front mehrmals kräftig eingefedert. Die Zugstufe wird für den Landstraßenbetrieb so justiert, dass die Front beim Ausfedern um ein paar Millimeter über die Ausgangslage schwingt und dann zum Stillstand kommt. Für den Sporteinsatz dreht man die Zugstufe in kleinen Schritten so weit zu, bis die Gabel direkt nach dem Ausfedern in der Ausgangslage stehen bleibt. Jetzt zum Heck, das mit beiden Händen durch kräftigen Druck von oben in die Knie gezwungen wird. Es sollte mit einer erkennbaren Verzögerung ausfedern und nach spätestens einer Sekunde die Ausgangslage erreicht haben. Federt es ruckartig aus oder neigt sogar zum Nachschwingen, muss die Zugstufendämpfung erhöht werden. Steckt die Federung in der Dämpfung fest und kommt zu zäh heraus, gilt es, die Zugstufe zu verringern.

BEI DER DRUCKSTUFE HELFEN NUR ENDLOSE TESTFAHRTEN.

Trockenübungen führen hier nicht zum Ziel. Und es braucht sehr viel Gespür, die hydraulische Dämpfung von der Federkraft zu unterscheiden. An der Gabel mag das nach etlichen Versuchsfahrten gelingen. Am Federbein jedoch kommt die durch das Hebelsystem bewirkte Progression hinzu, da verdreht es selbst ausgekochten Spezies mitunter den Helm.

Grundsätzliche Auswirkungen der Dämpfung an Gabel und Federbein

Viel Zugstufe

- bremst den Ausfedervorgang ab
- mehr Fahrstabilität (z. B. in Wechselkurven)

Zu harte Zugstufe

- Motorrad wird unkomfortabel
- saugt sich bei rasch aufeinanderfolgenden Bodenwellen in der Federung fest

Wenig Zugstufe

- Maschine schwingt nach dem Einfedern schnell in ihre Ausgangslage zurück
- Folgestöße werden besser absorbiert

Zu weiche Zugstufe

- Maschine schwingt nach Bodenwellen über die sogenannte Nulllage nach
- wird dadurch instabil

Viel Druckstufe

- erzeugt eine straffe, sportliche Federung
- empfehlenswert für schwere Fahrer/ innen oder für hohe Zuladung

Zu harte Druckstufe

- Reifen prallen bei Schlaglöchern hart ab
- Motorrad wird unkomfortabel

Wenig Druckstufen

- feines Ansprechverhalten, hoher Komfort
- empfehlenswert für leichte Fahrer/innen

Zu weiche Druckstufe

- schwammiges Fahrverhalten in Kurven
- Durchschlagen bei starken Bodenwellen
- eingeschränktes Gefühl für Vorder- und/ oder Hinterrad (wenig Rückmeldung)