Schwerpunkt

Jeder Automobilhersteller strebt eine optimale Gewichtsverteilung an. Diese beeinflusst massgeblich das Verhalten des Fahrzeuges beim Bremsen, Beschleunigen sowie bei der Kurvenfahrt. Ist die Gewichtsverteilung optimal, werden die Räder gleichmässig belastet, so dass eine maximale Reibung zwischen Reifen und Strasse entsteht. Dadurch steigt der Komfort und die Beherrschbarkeit durch ein vorhersehbares Fahrverhalten des Fahrzeuges.

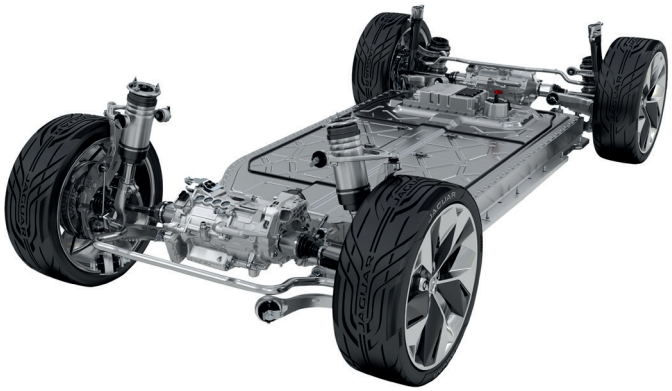
Der Begriff Schwerpunkt

Der Schwerpunkt ist der gedachte Mittelpunkt der gesamten Fahrzeugmasse. Würde man ein Fahrzeug in diesem Punkt auf einen spitzen Gegenstand stellen, wäre es ausbalanciert, also im Gleichgewicht. Umgekehrt formuliert bestimmt die Lage des Schwerpunktes die Stabilität des Objektes. Vereinfacht gesagt ist das Gleichgewicht stabil, wenn der Schwerpunkt tief, beziehungsweise labil, wenn der Schwerpunkt hoch ist. Angestrebt wird deshalb ein möglichst niedriger Schwerpunkt.
In der Praxis ist die Lage des Fahrzeugschwerpunktes jedoch von sehr vielen Faktoren abhängig und damit selten optimal. Zu den konstruktiven Gegebenheiten wie Einbaulage des Motors/Getriebes, Abmessungen des Fahrzeuges und vorgesehener Federweg kommen die dynamischen Änderungen beim Fahren. Je nachdem wie viele und wie schwere Personen einsteigen, welches Gepäck vorhanden ist, wie das Gepäck verstaut wird und welche Federbewegungen das Auto macht, verlagert sich der Schwerpunkt sowohl in Längs-, Quer- als auch Hochrichtung. Nur in Rennfahrzeugen lässt sich der Schwerpunkt durch Massenverteilung und Federvorspannung einstellen, dass das gewünschte Fahrverhalten eintrifft.

Auswirkungen auf das Fahrverhalten

Beschleunigung, Bremsen, Steigfähigkeit, Lenkverhalten, Seitenwindstabilität, Kurventraktion und Geradeausfahrt: Das sind einige Faktoren, die durch den Schwerpunkt beeinflusst werden. So reduziert ein tiefer Schwerpunkt die Achslastverlagerung beim Bremsen und Beschleunigen. Das vereinfacht den Aufwand zur Bremskraftverteilung vorne zu hinten.
Ist der Schwerpunkt in Nähe der Vorderachse, tendiert das Fahrzeug zum Untersteuern, während bei hecklastigen Fahrzeugen eher ein Übersteuern vorliegt. Eine gleichmässige Gewichtsverteilung vorne zu hinten führt grundsätzlich zu einem neutralen Eigenlenkverhalten. Wenn nun aber während dem Fahren eine Achslastverlagerung auftritt, kann das Eigenlenkverhalten so ändern, dass es beispielsweise beim Anbremsen der Kurve untersteuernd, in der Kurve neutral und beim Beschleunigen am Kurvenausgang übersteuernd wird.
Ist der Schwerpunkt nach links oder rechts versetzt, entstehen ebenfalls unerwünschte Eigenschaften. In diesem Fall verhält sich das Fahrzeug in Links- nicht gleich wie in Rechtskurven.

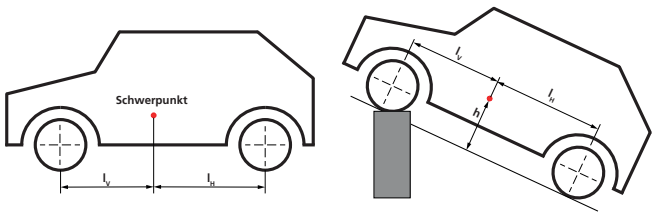
Der Flächenschwerpunkt der Schweiz liegt auf der Älggi-Alp im Kanton Obwalden. Wäre die Schweiz eine Fläche und würde man sie an dieser Stelle auf ein Lager stellen, wäre sie ausbalanciert.



Mit einem tiefen und zentralen Schwerpunkt können die Fahreigenschaften deutlich verbessert werden. Jaguar geht mit dem I-Pace einen kompromisslosen Weg, indem die Batterien als flaches Paket am Wagenboden zwischen den beiden Elektromotoren angebracht werden.

Bestimmung des Fahrzeugschwerpunktes

Bei gleichmässig aufgebauten Körpern kann die Lage des Schwerpunktes einfach berechnet werden. Für komplizierte Körper wie Fahrzeuge eignet sich die experimentelle Methode besser. Dazu muss das Fahrzeug zuerst auf einer waagrechten Ebene stehen, wobei die Achslasten der Vorder- und der Hinterachse gemessen werden. Gemäss der Gleichgewichtslehre ist das Verhältnis der Abstände des Schwerpunktes in Längsrichtung gleich wie das Verhältnis der Massen (Masse vorne : Masse hinten = Abstand l_h : Abstand l_v). Die Lage in Querrichtung wird in der gleichen Art bestimmt, also indem die Radlasten der linken Seite mit denen der rechten Seite verglichen werden.
Etwas aufwendiger gestaltet sich die Bestimmung der Höhe. Dazu muss eine Achse so hoch wie möglich angehoben werden. Aus dem angehobenen Mass, dem Radstand und den Werten der Waagen vorne und hinten kann die Höhe des Schwerpunktes berechnet werden.



Der Schwerpunktabstand zur Vorder- und Hinterachse, bzw. zur linken und rechten Seite wird durch Messen der Radlasten auf einer Waage bestimmt. Zur Ermittlung der Höhe muss zusätzlich eine Achse angehoben und die Schwerpunkthöhe rechnerisch ermittelt werden.

Grundsätzlich gilt:
Der Schwerpunkt ist der Massenmittelpunkt eines Gegenstandes. Dieser Punkt ist ausschlaggebend für das Gleichgewicht dieses Gegenstandes.

Leistungsziele:
AM-1.1.3: Den Begriff Schwerpunkt in ein bis zwei Sätzen erklären.
AF-1.1.3: identisch
AA: Kein Leistungsziel definiert.

Quelle: Jaguar, UW
© A. Senger/U. Wartenweiler/ESA
Erstellt: 8.2017

Schwerpunkt

Fragen zum Basic-Sheet - Der Check!

1. Wieso soll der Schwerpunkt bei einem Fahrzeug möglichst tief liegen?

2. Wo muss der Schwerpunkt konstruktiv in Längs- und Querachse liegen, damit ein Fahrzeug ein neutrales Eigenlenkverhalten aufweist?

3. Warum bleibt ein Fahrzeug mit niedrigem Schwerpunkt stabiler?

4. Ein Auto hat einen Radstand von 2000 mm. Das Gewicht der Vorderachse beträgt 800 kg, dasjenige der Hinterachse 600 kg. Bestimmen Sie den Abstand des Schwerpunktes zur Vorder- und Hinterachse.

5. Manchmal kommt man im Winter auf schneebedeckter Strasse mit dem frontgetriebenen Fahrzeug vorwärts nicht mehr den Berg hoch, im Rückwärtsgang jedoch schon. Begründen Sie den Effekt physikalisch:

6. Das Gepäck für eine Ferienfahrt soll im Fahrzeug verstaut werden. Was muss beim Beladen beachtet werden?

© A. Senger/U. Wartenweiler/ESA