

# Aquaplaning



Starker Regenfall, wenig Verkehr auf der Autobahn oder auf Hauptstrassen: Viele Automobilisten fahren trotz diesen widrigen Witterungsbedingungen mit der erlaubten Höchstgeschwindigkeit und verkennen die Gefahr. Trotz Fahrerassistenzsystemen und anderen aktiven Sicherheitssystemen kann das Fahrzeug instabil werden und ins Schleudern geraten. Der Grund: Aquaplaning. Was als Stichwort eigentlich jeder Lenkerin und jedem Lenker bekannt sein sollte, verbirgt eine Kaskade von physikalischen Gegebenheiten, die zu verheerenden Unfällen führen kann. Der Begriff Aquaplaning wird oft umschrieben, dass der Reifen auf der Fahrbahn aufschwimmt und der Reifen die Haftung verliert. Es bildet sich zwischen Reifen und Fahrbahn ein Keil aus Wasser. Durch das Aufschwimmen kann das Profil keine Kräfte mehr auf die Fahrbahn übertragen. Das Fahrzeug gerät ins Schleudern.

## Physikalischer Hintergrund

Doch wie kann sich ein Wasserkeil bilden. Dafür ist eine genügend hohe Wasserstandsfläche auf der Fahrbahn nötig, wie sie beispielsweise bei starkem Regen oder in Spurrillen durch Wasseransammlungen entstehend kann. Dann braucht es eine hohe Umfangsgeschwindigkeit des Reifens und drittens muss der Umstand vorhanden sein, dass das Wasser zwischen Reifen und Fahrbahn durch das Negativprofil nicht mehr abfließen kann, weil schlicht zu viel Wasser oder zu wenig Abflussvolumen vorhanden ist. Der erste Umstand der Wasseransammlung lässt sich nie vermeiden. Obwohl heute beim Strassenbau geachtet wird, dass Regenwasser rasch möglichst abfließen kann, können bei starkem Regenfall die Wassermassen nicht immer optimal abfließen. Die Geschwindigkeit ist insbesondere durch die Person hinter dem Lenkrad gegeben. Wird das Tempo nicht an die Witterungsbedingungen angepasst, wird das Entstehen eines Wasserkeils begünstigt. Der Reifen kann aufschwimmen. Dies geschieht durch die hohe Umfangsgeschwindigkeit und die Verbindung mit dem dritten Phänomen, dem ungenügenden Wegpressen des Wassers unter dem Reifen.



Je weniger Profilhöhe, desto weniger effizient kann das Wasser durch das Negativprofil weggeführt werden. Je höher die Geschwindigkeit, desto mehr schwimmt der Reifen auf.

Profiltiefe / Geschwindigkeit	neuer Reifen 8 mm	empfohlene Mindestprofiltiefe 4 mm	abgefahrter Reifen 1,6 mm
5 km/h	100 %	100 %	100 %
75 km/h	74 %	58 %	16 %

Die Grafik zeigt die Auswirkung auf die Grösse der Aufstandsfläche bei unterschiedlichen Profiltiefen auf einer 3 mm tiefen Wasserschicht und bei einer Geschwindigkeit von 75 km/h. Mit einem komplett abgefahrenen Reifen, dessen Profiltiefe lediglich 1,6 mm beträgt, misst die Aufstandsfläche nur noch 16 % von der eines stillstehenden Wagens

## Reifensurfen heisst Wassergleiten

Der Reifen kann an der Lauffläche und damit über die positiven Profilanteile Kräfte auf die Fahrbahn übertragen, wenn sich zwischen dem Gummi und der Strassenoberfläche eine Reibung aufbaut. Bei einer rauen Oberfläche der Fahrbahn und einer genügenden Verformbarkeit des Gummis entsteht zusätzlich eine Verzahnung.

Herrscht Aquaplaning, dann gibt es weder Reibung noch Verzahnung. Physikalisch betrachtet reduziert die nasse Fahrbahn den Reibwert  $\mu$  gegenüber bei trockenen Verhältnissen. Ist zu viel Wasser vorhanden, versucht der Reifen mit dem Positivanteil der Lauffläche nach wie vor zur Fahrbahnfläche vorzudringen. Dies gelingt, wenn das Wasservolumen über die Negativprofil-Schneisen (meist V-förmig ausgeführt, auch am Umfang) weggeführt werden kann. Deshalb ist die Laufrichtungskennzeichnung wichtig! Ist nun die Umfangsgeschwindigkeit zu hoch und das Wasserverdrängungspotential zu klein, kann die Flüssigkeit über die Drainagekanäle nicht mehr weggeführt werden. Es entsteht zwischen Positivblöcken und Fahrbahn eingeschlossenes Wasser. Die Radlast wird dabei in einen hydraulischen Druck (hydrostatisch) umgewandelt und sorgt jeweils für einen kurzen Moment, dass das flüssige Wasser wie ein fester Keil für ein Abheben des Rades sorgt.

## Elektronische Fahrwerksregelsysteme?

Verliert der Reifen den Kontakt zur Fahrbahn, sinkt der Reibwert  $\mu$  quasi auf 0. Es können somit keine Umfangs- und Querkräfte mehr übertragen werden. Schwimmt der Reifen auf, fährt das Fahrzeug geradeaus, auch wenn der Fahrer lenkt und bremst. Entsprechend sind auch alle elektronischen Fahrwerksregelsysteme wie ABS, ESP oder ASR wirkungslos. Einzige Abhilfe: Geschwindigkeit durch Lastwegnahme reduzieren oder Reifen mit mehr Profil montieren. Sinnvoller ist es grundsätzlich, die Geschwindigkeit den Witterungsbedingungen anzupassen.

**Grundsätzlich gilt: Aquaplaning gehört zu den gefährlichsten Fahrtsituationen. Bei nasser Fahrbahn kann das Wasser nicht genügend weggeführt werden. Der Reifen verliert durch Aufschwimmen den Kontakt zum Untergrund und kann im Extremfall keine Kräfte mehr übertragen.**

Leistungsziel:	Erklärung zum Leistungsziel:
AM 2.1.07	Wenden bei Rad-Reifensystemen die erforderlichen Kenntnisse aus den Grundlagen der Physik an, Aquaplaning
AF 2.1.07	identisch
AA	kein Leistungsziel vorhanden



# Aquaplaning

## Fragen zum Basic-Sheet - Der Check!

- 1. Welche drei Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit es zu Aquaplaning kommt?**
- 2. Was wird technisch umgesetzt, um bei modernen Reifen die Wasserverdrängungsmenge zu erhöhen?**
- 3. Warum ist die Laufrichtungskennzeichnung beim Radmontieren punkto Aquaplaning so wichtig?**
- 4. Gibt es einen Sensor, der vor Aquaplaning warnen kann?**
- 5. Warum sind strassenzugelassene Semislick-Reifen anfälliger auf Aquaplaning?**
- 6. Begründen Sie, warum die elektronischen Fahrwerksregelsysteme ABS, ESP und ASR wirkungslos sind bei Aquaplaning?**