

Experiment des Monats

Wie macht man eine Notbremsung bei Gefahr?

Die Situation wird nicht nur mit Nerven und Technik gemeistert – man sollte wissen, wie der Wagen wahrscheinlich reagiert.

Von Jearl Walker

Es jagt einem immer großen Schrecken ein, wenn man beim Autofahren scharf bremsen muß, um einen Zusammenstoß zu vermeiden. Wie macht man eine solche Notbremsung, damit man so schnell oder so sicher wie möglich stehenbleibt? Soll man das Bremspedal ganz niedertreten und die Räder blockieren? Oder sollte man es fest, aber nur so weit hinunterdrücken, daß der Wagen gerade noch rollt?

Manche Fahrlehrer und einige Physiker schwören auf die erste Methode, einige Physik-Lehrbücher jedoch auf die zweite. Einige neuere Automodelle haben sogar ein rechnergesteuertes Antiblockiersystem (ABS). Angenommen, Ihr Auto ist damit noch nicht ausgerüstet – was würden sie dann tun?

Der kürzeste Bremsweg

Um das Problem zu verstehen, muß man zunächst die Reibungskraft zwischen der Straße und den Rädern betrachten (Bild 1). Dreht ein Rad sich gleichmäßig und ohne zu rutschen, nennt man die Reibung Haftreibung. Die Reibungskraft ist genauso groß wie die Kraft, die das Rad parallel zur Straße ausübt.

Auf das Rad wirkt keine Haftreibung, wenn das Auto steht und keine Kraft parallel zur Straße ausübt. Beim Beschleunigen versucht der Motor, die

Räder schneller zu drehen. Die Antriebsräder suchen dabei gleichsam die Straße nach hinten zu drücken; sie erfahren dadurch eine entgegengesetzt – also vorwärts – wirkende Kraft, die das Auto voranbringt. Wenn umgekehrt die Bremsen das Drehen der Räder verzögern, drücken die Reifen nach vorn und erfahren eine nach hinten wirkende Reibungskraft, die das Auto abbremst.

Die Obergrenze der Haftreibungskraft ist das Produkt aus der nach unten auf das Rad wirkenden Kraft und einer Maßzahl für die Wechselwirkung zwischen Reifen und Straße, der Haftreibungszahl. Normalerweise ist die nach unten gerichtete Kraft in dieser Gleichung der Teil des Fahrzeuggewichtes, den das betreffende Rad trägt. Die Haftreibungszahl ist im wesentlichen ein Maß für die feine Rauigkeit von Straße und Reifen. Ein typischer Wert für eine trockene Asphaltstraße ist 0,8.

Übersteigt die zwischen Straße und Rad wirksame Kraft die Obergrenze der Haftreibung, beginnt das Rad zu rutschen oder zu gleiten. Die nun auf den Reifen wirkende Reibungskraft nennt man Gleitreibungskraft. Wird die Bremse fest genug getreten, blockiert sie nahezu augenblicklich das Rad. Die Reibungskraft zeigt nach hinten; ihre Größe ist gleich dem Produkt aus der nach unten auf das Rad wirkenden Kraft und der Gleitreibungszahl. Im Gegensatz zur Haftreibungskraft, deren

Größe zwischen Null und einer bestimmten Obergrenze liegen kann, ist die Gleitreibungskraft nur durch die Größe dieses Produkts bestimmt und unveränderlich; allenfalls kann sich die Gleitreibung mit dem Tempo, mit dem der Reifen über die Straße rutscht, sowie mit anderen Faktoren leicht ändern.

Die Gleitreibungszahl ist kleiner als die Haftreibungszahl. Rutscht beispielsweise ein normaler Reifen über trockenen Asphalt, mag die Gleitreibungszahl bei etwa 0,6 liegen.

Daß sich die Reibung verringert, wenn die Reifen zu rutschen beginnen, ist auf mehrere Faktoren zurückzuführen. Der wichtigste ist die durch das Gleiten erzeugte Wärme. Besteht die Straße aus bituminösem Material wie etwa Asphalt, schmilzt es und hinterläßt eine Bremsspur. Auch das Reifenmaterial kann schmelzen. Auf jeden Fall erzeugt das Rutschen einen Flüssigkeitsfilm zwischen Rad und Straße, der wie ein Schmiermittel wirkt und die Reibungszahl verringert.

Soll man also die Räder bei einer Notbremsung blockieren oder nicht? Bremsst man stark, ohne die Räder zu blockieren, kann die Haftreibung der Reifen die Obergrenze erreichen. Blockiert man statt dessen die Räder, so daß sie zu rutschen beginnen, ist die Reibung der Schmierung wegen geringer als diese Obergrenze. Da jedoch in jedem Fall die Reibung das Fahrzeug stoppt, scheint die erste Lösung besser zu sein, bei der die Reibung größer ist: Das Fahrzeug sollte mithin nach der kürzeren Strecke zum Stillstand kommen. So steht es in Physikbüchern.

Bremsen mit blockierten Rädern

Fachleute der Fahrpraxis jedoch kommen bisweilen zu einem anderen Schluß – nämlich, daß man bei einer Notbremsung sicherlich keine Zeit hat, die Bremsweise mit der größten Haftreibung herauszufinden, ohne daß die Räder blockieren würden. Dieser Einwand ist sicherlich richtig: Wenn man die Bremsstärke mehrfach verändert, nutzt man die überhaupt verfügbare Zeit nicht optimal und verlängert zwangsläufig den Bremsweg.

Stellen Sie sich vor, sie berücksichtigen diesen praktischen Einwand nicht. Dieses Problem griffen Daniel P. Whitmire und Timothy J. Alleman auf, die damals an der Universität von Südwest-Louisiana in Lafayette arbeiteten. Sie wiesen darauf hin, daß bei Bremsversuchen der Anhalteweg eines Fahrzeuges mit vier blockierten Rädern – im Gegensatz zu den Darstellungen in Lehrbüchern – normalerweise kürzer ist als

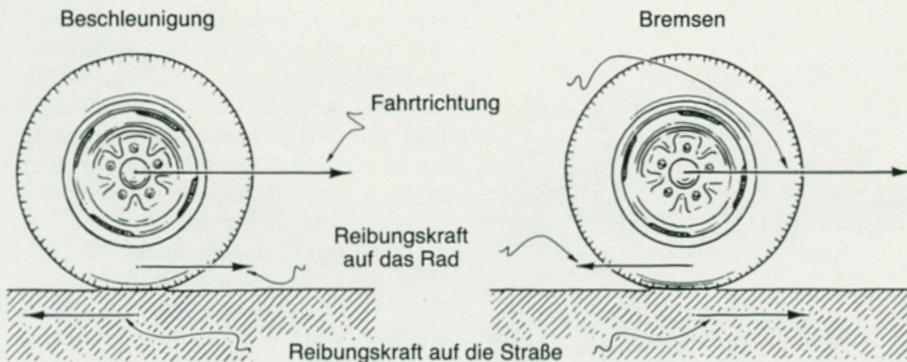


Bild 1: Reibung zwischen Rad und Straße.

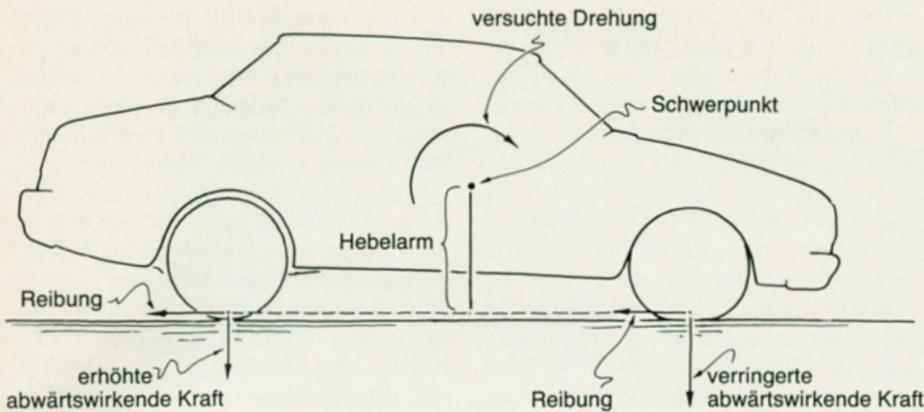


Bild 2: Drehmoment durch Reibung beim Bremsen.

ohne Rutschen. Sie erklären dies damit, daß die Reibungskräfte beim Bremsen Drehmomente erzeugen, die auf das Fahrzeug wirken; das soll die nach unten gerichteten Kräfte auf die Räder und somit die Reibungskraft entscheidend verstärken.

Bild 2 zeigt, wie sich ein Auto beim Bremsen verhält. Rutscht kein Rad, wirkt auf jedes eine zum Heck zeigende Haftreibungskraft, die das Tempo drosselt. Die Kräfte erzeugen auch ein Drehmoment mit der Tendenz, den Wagen in Fahrtrichtung senkrecht um seinen Schwerpunkt zu drehen, so daß sich das Heck hebt und das Vorderteil senkt.

Für jedes Rad ist das Drehmoment gleich dem Produkt aus Reibung und Hebelarm. Wie findet man den Hebelarm? Man verlängert die Pfeile der Reibungskraft bis unter das Auto; die Senkrechte vom Schwerpunkt des Fahrzeugs auf diese Gerade ist dann der Hebelarm. Da die Reibung in Höhe der Straßenoberfläche angreift, entspricht die Länge des Hebelarms der Höhe des Schwerpunktes. Der Wagen neigt deshalb vornüber zu kippen, weil das Drehmoment den Hebelarm um den Schwerpunkt zu drehen sucht.

Ist die Federung weich, neigt sich das Auto dann stark nach vorn, während sich das Gewicht auf den Vorderrädern erhöht und auf den Hinterrädern verringert. Das Drehmoment würde die nach unten wirkenden Kraftanteile aber auch bei einem ungefederten Wagen gleichermaßen verändern. Selbst dann wäre die Haftreibungs-Obergrenze für die Vorderräder höher und für die Hinterräder niedriger als vor dem Bremsen.

Gesteuertes Bremsen

Dieses generelle Muster haben Whitmire und Alleman in verschiedenen Situationen untersucht. Zum Vergleich zogen sie ein Beispiel aus einem Lehr-

buch heran, bei dem ohne Rücksicht auf das Drehmoment für jedes Rad dieselbe Obergrenze für die Haftreibung angenommen wird; unter diesen Bedingungen sei D die Distanz vom Bremsbeginn bis zum Stopp. Was ist, wenn man die Drehmomente einbezieht?

Nehmen wir einmal an, daß alle vier Bremsen gleich wirksam sind und der Fahrer so anzuhalten versucht, daß die Hinterräder gerade noch nicht rutschen. Dann liegt die Reibung der Hinterräder also an der Haftreibungs-Obergrenze. Diese ist jedoch durch die Drehmomente herabgesetzt worden. Da Vorder- und Hinterräder gleich gebremst werden, unterliegen die Vorderräder derselben – herabgesetzten – Reibung. Aus diesem Grunde kann der Anhalteweg tatsächlich bis zu $1,5D$ betragen.

Solch ein gesteuertes Bremsen könnte weniger wirksam sein als richtiges Rutschen, denn der Anhalteweg eines Wagens mit blockierten Rädern wird von den Drehmomenten nicht beeinflusst: Die Verringerung der Reibungskraft auf die Hinterräder wird ja durch deren Zunahme an den Vorderrädern ausgeglichen; insgesamt also ist die Reibung dieselbe wie ohne jegliches Drehmoment. Mithin ist, wenn die Gleitreibungszahl 20 Prozent unter der Haftreibungszahl liegt, der Bremsweg eines mit allen Rädern rutschenden Wagens mit $1,25D$ deutlich kürzer als beim gesteuerten Bremsen.

Der Anhalteweg beim gesteuerten Bremsen läßt sich freilich verkürzen, wenn man das Pedal so stark niederdrückt, daß die Hinterräder zu rutschen beginnen, die Vorderräder aber eben noch nicht. Dann stoppt die Verbindung aus maximaler Haftreibung der Vorderräder – sie ist infolge der Drehmomente hoch – und Gleitreibung der Hinterräder das Fahrzeug innerhalb einer Entfernung von nur wenig mehr als D , also schneller als bei einem vorn und hinten rutschenden Wagen.

Autobremsen sind nun häufig so eingestellt, daß die durch die Reibungskräfte entstehenden Drehmomente berücksichtigt werden: Beim Durchtreten des Bremspedals wirken die vorderen Bremsen stärker als die hinteren.

Dieser Ausgleich kann wiederum übertrieben sein, so daß die Vorderräder nahezu rutschen, wenn die Hinterräder noch weit davon entfernt sind. Dann unterliegen die Vorderräder maximaler Haftreibung, die Hinterräder jedoch recht geringer. In diesem Falle könnte der Anhalteweg ebenfalls gefährlich länger als D sein, vielleicht sogar länger als bei einem mit allen Rädern rutschenden Fahrzeug.

Einen solchen Wagen stoppt man am besten, indem man so stark bremst, daß die Vorderräder bereits zu rutschen beginnen, während sich die Hinterräder gerade noch drehen. Dann unterliegen die Vorderräder der Gleitreibung, während die Hinterräder größtmögliche Haftreibung erfahren. Der Anhalteweg ist wiederum nur wenig länger als D .

Idealerweise sind also die Bremsen so eingestellt, daß bei starkem Bremsen Vorder- und Hinterräder zugleich kurz vor dem Rutschen stehen und alle größtmöglicher Haftreibung unterliegen. Nur dann ist der Bremsweg wie bei den Lehrbuchrechnungen gleich D .

Eine solche Einstellung ist vielleicht gar nicht zweckmäßig, da sie von der Haftreibungszahl abhängt. Sie mag für eine Art von Straßendecke optimal sein, für eine andere hingegen, bei der die Reifen eine andere Haftreibung haben, nicht. Dies ist das Hauptargument für ein rechnergesteuertes Bremssystem: Die Bremseinstellung paßt sich automatisch jedem Straßenbelag an.

Außer Kontrolle

Mit dem Blockieren der vier Räder und anhaltendem Rutschen kann man also bei einigen Notbremsungen am schnellsten anhalten. Eine Vollbremsung ist dann am vorteilhaftesten, wenn infolge der Drehmomente, die auf den Wagen wirken, die Hinterräder fast zu rutschen beginnen, noch bevor die Vorderräder blockieren. Dieses Manöver hat jedoch einen großen Nachteil: Wegen des Gleitfilms zwischen Reifen und Straße kann man die Richtung nicht mehr kontrollieren.

Schwenkt das Fahrzeug gerade in dem Moment um, in dem es ins Schlittern gerät, bricht es leicht aus der Spur (Bild 3). Das Schleudern droht auch, wenn die Räder unterschiedlicher Gleitreibung unterliegen oder die Straße, wie so häufig, geneigt oder gewölbt ist, damit das Wasser besser abfließt. Ein

SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT

Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH & Co, Mönchhofstraße 15, D-6900 Heidelberg, Telefon (0 62 21) 40 36-0, Telex 04 61 842 sdwhd; Telefax (0 62 21) 41 11 19. Geschäftsführer: Claus-G. Firchow, Albrecht Kunkel, Ingolf von Kolczynski

Chefredaktion: Albrecht Kunkel (verantwortlich für den Inhalt); Sekretariat: Erika Achberger, Telefon 40 36-24

Redaktion: Wissenschaft und Forschung: Dr. Astrid Forberger (-20), Dr. Inge Hoefler (-31), Dr. Michael Springer (-13), Dr. Adelheid Stahnke (-34), Dr. Gerhard Trageser (-33), Dr. habil. Georg Wolschin (-32); Wirtschaft: Prof. Dr. Klaus Conrad; Politik: G. Hartmut Altenmüller

Produktion: Klaus Mohr, Tel. (0 62 21) 4036-21

Graphische Gestaltung: Design Studio Henri Wirthner, Gengenbach;

Layout: Sibylle Franz

Marketing und Vertrieb: Volker Bottke; Assistenz: Petra Mayáns
Telefon (0 62 21) 40 36-40

Verlagsleitung: Ingolf von Kolczynski

Vertrieb und Abonnentenverwaltung: Spektrum der Wissenschaft, Boschstraße 12, D-6940 Weinheim, Telefon (0 62 01) 60 61 50, Telex 04 65 516 vchwh d

Bezugspreise: Einzelheft DM 9,80; im Abonnement DM 95,40 für 12 Hefte zuzüglich DM 3,60 Versandkosten; im Ausland zuzüglich DM 13,20 Versandkostenanteil.

Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konten: PSchA Karlsruhe 133472-759 (BLZ 660 100 75); Bezirkssparkasse Weinheim 15 385 (BLZ 670 523 85)

Anzeigen: Gesellschaft für Wirtschaftspublizistik, Bereichsleitung Anzeigen (verantwortlich): Harald Müsse, Kasernenstraße 67, Postfach 37 34, 4000 Düsseldorf 1, Telefon (02 11) 83 88-0, Telex 8 582 917

Anzeigenvertretungen:

Berlin: Rainer W. Stengel, Bischofsgrüner Weg 91, 1000 Berlin, Tel. (0 30) 7 74 45 16
Hamburg: Kurt Otto, Burchardstraße 17, 2000 Hamburg 1, Tel. (0 40) 32 64 96-7
Hannover: Egon F. Naber, Marianne Döring, Isernhagener Straße 10, 3000 Hannover 1, Tel. (05 11) 31 1037
Düsseldorf: Herbert Pielh, Claus Hamdorf, Hohe Straße 16, 4000 Düsseldorf, Tel. (02 11) 83 88-4 62/63
Frankfurt: Friedrich Rode, Gerd Kunath, Thomas Düwel, Feldbergstraße 12, 6000 Frankfurt am Main, Tel. (0 69) 72 09 86
Stuttgart: Erwin H. Schäfer, Königstraße 20, 7000 Stuttgart 1, Tel. (07 11) 29 25 74
München: Manfred Schiefer, Bernd Schwetje, Eisenstraße 3, 8000 München 2, Tel. (0 89) 55 73 57

Druckunterlagen an:

Spektrum der Wissenschaft, Mönchhofstraße 15, D-6900 Heidelberg, Telefon (0 62 21) 40 36-23, Telex 04 61 842 sdwhd d

Anzeigenpreise: Zur Zeit gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 10 vom 1. Januar 1989. Konto: Bezirkssparkasse Weinheim 27 499 (BLZ 670 523 85)

Gesamtherstellung: Klambt-Druck, Speyer



© Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH & Co, D-6900 Heidelberg. Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages photokopiert oder in irgendeiner anderen Form reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Für unangeforderte eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

ISSN 0170-2971

rutschendes und schleuderndes Fahrzeug anzuhalten kann, selbst wenn der Anhalteweg dann kürzer ist, noch gefährlicher sein als gesteuertes Bremsen.

Wie Fahrzeuge beim Bremsen ausbrechen, hat William G. Unruh von der Universität von British Columbia in Vancouver (Kanada) 1984 an Situationen untersucht, in denen nur die Vorderräder oder nur die Hinterräder zu rutschen beginnen. Vielleicht haben Sie bei Notbremsungen schon beobachtet, daß das Fahrzeug oft die Spur hält, wenn nur die Vorderräder blockieren; rutschen die Hinterräder, schwenkt das Fahrzeug wahrscheinlich herum und bewegt sich rückwärts weiter.

Wir wollen in sehr einfacher Weise nachvollziehen, was Unruh detailliert analysiert hat. Betrachten wir ein Fahrzeug, das sich plötzlich entgegen dem Uhrzeigersinn zu drehen beginnt, wobei die vorderen Räder blockiert sind und die hinteren noch rollen (Bild 4). Da sich das Fahrzeug dreht, müssen die Hinterräder seitwärts rutschen und unterliegen einer parallel zur Hinterachse wirkenden Gleitreibung. Dasselbe geschieht bei den Vorderrädern, die jedoch blockiert sind; folglich wirken die Kräfte direkt nach hinten, der gewünschten Fahrtrichtung entgegen.

Jede Reibungskraft erzeugt ein Drehmoment, welches das Auto waagrecht um seinen Schwerpunkt zu drehen sucht. Man kann diese Kraft abschätzen, indem man das Fahrzeug von oben betrachtet und die Höhe seines Schwerpunkts über der Straße vernachlässigt. Den zu jedem Drehmoment gehörenden Hebelarm findet man nun, indem man die Pfeile der einzelnen Kräfte verlängert, bis sie eine dazu senkrechte Linie durch den Schwerpunkt des Wagens schneiden. Die jeweiligen Abschnitte dieser Linien zwischen Schwer- und Schnittpunkt sind die Hebelarme. Die aus dem Drehmoment resultierende Drehrichtung erschließt man, wenn man sich vorstellt, daß die Kraft den Hebelarm um den Schwerpunkt zu drehen sucht.

Wenn das Vorderteil des Wagens sich gerade nach links schieben will, wirken die annähernd gleichen Drehmomente der Vorderräder in entgegengesetzte Richtungen und gleichen sich aus. Die Drehmomente der Hinterräder jedoch wirken im Uhrzeigersinn, der Drehbewegung entgegen. Selbst wenn das Fahrzeug stark schleudert und so das Drehmoment des linken Vorderrades sich infolge des verlängerten Hebelarms vergrößert, herrschen die auf die Hinterräder wirkenden Reibungs-Drehmomente – bedingt durch den längeren Hebelarm – vor. Deshalb wird die Drehbewegung schließlich aufgefangen

und dann umgekehrt, bis der Wagen wieder in die Ausgangsrichtung zeigt. Blockieren also nur die Vorderräder, gleicht sich jede zufällige Drehbewegung des Fahrzeugs von selbst durch die Reibung der Hinterräder aus.

Was passiert aber, wenn nur die Hinterräder blockiert sind? Auf sie wirken nach hinten gerichtete Reibungskräfte, während auf die noch rollenden Vorderräder Reibungskräfte wirken, die parallel zur Vorderachse liegen (Bild 5). Zu Beginn der Drehbewegung gleichen sich die Drehmomente der Hinterräder im wesentlichen aus, da sie das Fahrzeug in entgegengesetzte Richtungen zu drehen suchen. Die Drehmomente der Vorderräder heben sich jedoch nicht auf, weil beide entgegen dem Uhrzeigersinn wirken; das Fahrzeug dreht sich also weiter. Mit zunehmender Abweichung von der Fahrtrichtung erhöht sich das Drehmoment des rechten Hinterrades, weil sich sein Hebelarm vergrößert. Dabei gleicht das gemeinsame Drehmoment der Vorderräder jedoch nicht aus. Die Drehbewegung ist also außer Kontrolle, und der Wagen schleudert herum, bis er sich rückwärts über die Fahrbahn bewegt.

Verbesserung der Spureigenschaften

Unruh untersuchte auch, wie die Lage des Fahrzeugschwerpunktes die Wahrscheinlichkeit einer solchen 180-Grad-Drehung beeinflusst. Bei einem Frontmotor liegt der Schwerpunkt vor der Wagenmitte, und auf den hinteren Rädern lastet weniger Gewicht als auf den vorderen. Bei einer Notbremsung blockieren deshalb die Hinterräder wahrscheinlich zuerst und bringen das Fahrzeug ins Schleudern.

Bei einem Heckmotor wie beispielsweise in Unruhs altem VW-Käfer bricht das Fahrzeug nicht so leicht aus. Der Schwerpunkt befindet sich dann hinter der Wagenmitte, und es lastet mehr Gewicht auf den hinteren Rädern als auf den vorderen. Die Vorderräder blockieren eher, und jede mögliche Drehbewegung wird durch die Reibung der Hinterräder schnell aufgehoben.

Manche Fahrer sorgen für eine solche Stabilität auch bei einem Frontmotor, indem sie Sandsäcke oder andere schwere Gegenstände in den Kofferraum laden. Dies mag hilfreich sein, wenn man Bremsungen auf einer vereisten Straße gefaßt sein muß, auf der die Hinterräder leicht blockieren.

Zwei Ausgangsbedingungen begünstigen das Ausbrechen eines Fahrzeugs mit Frontmotor, wenn seine Hinterräder blockieren. Weicht das Auto plötzlich in einem Winkel von der geplanten

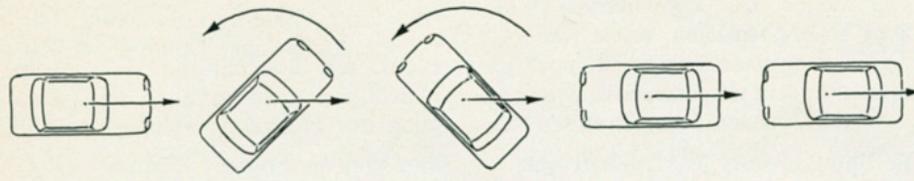


Bild 3: Eine Drehbewegung.

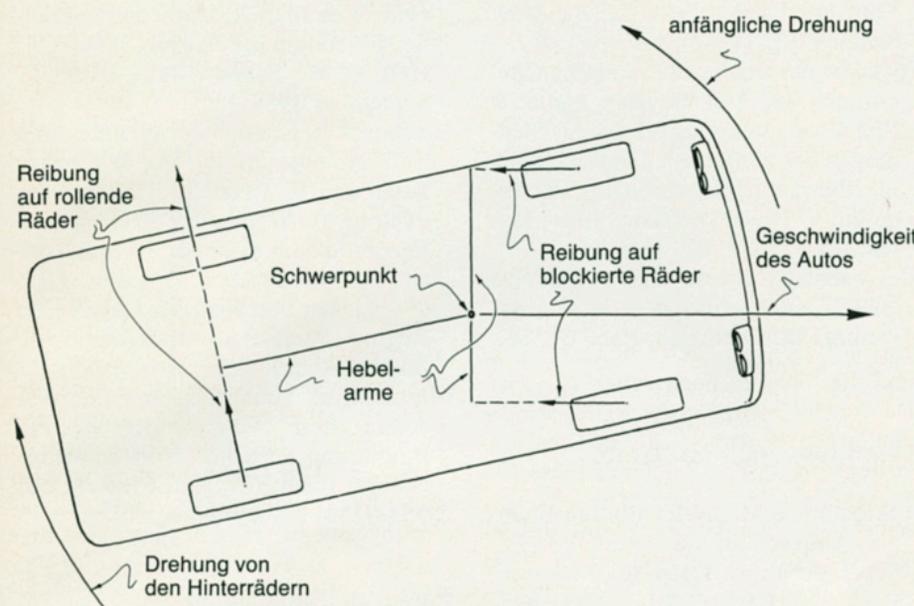


Bild 4: Ein Fahrzeug mit blockierten Vorderrädern beim Ausbrechen.

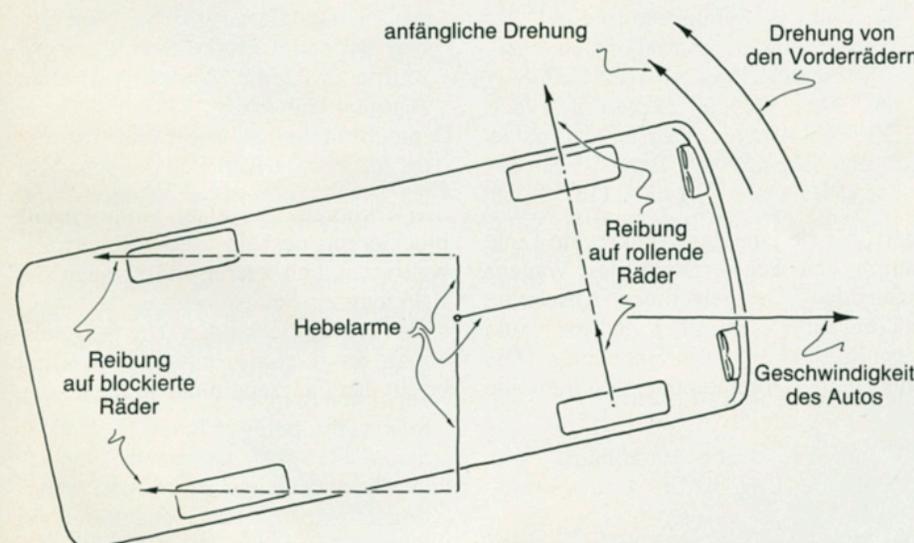


Bild 5: Ein Fahrzeug mit blockierten Hinterrädern beim Ausbrechen.

Fahrtrichtung ab, noch ohne sich zu drehen, so gerät es außer Kontrolle, sobald die Winkelöffnung eine bestimmte Grenze überschreitet. Dieser Wert ist für die meisten Geschwindigkeiten recht niedrig und verringert sich mit wachsendem Tempo. Zeigt der Wagen dagegen zunächst in die ursprüngliche Richtung, und wird er beispielsweise durch einen ungleichmäßigen Straßenabschnitt etwas in Drehung versetzt, so

rotiert er, wenn die anfängliche Drehbewegung einen recht kleinen kritischen Wert überschreitet. Geschwindigkeit erhöht auch hier das Risiko. In den meisten Alltagssituationen bricht also ein Fahrzeug mit blockierten Hinterrädern besonders bei hohem Tempo mit Sicherheit unkontrollierbar aus seiner Spur aus.

Es gibt einen kritischen Winkel und eine kritische anfängliche Drehge-

schwindigkeit, weil die Reibungskräfte nicht nur auf das Fahrzeug wirkende Drehmomente erzeugen, sondern es auch verlangsamen und meist seine Fahrtrichtung ändern. Werden die kritischen Werte von keinem der beiden Faktoren überschritten, wird das Auto durch die Wirkung dieser Kräfte hingegen sogar stabilisiert. Wenn ein Auto beispielsweise plötzlich leicht nach links abschwenkt, kann die dann auf die Vorderräder wirkende Reibung den Schwerpunkt des Fahrzeuges nach links beschleunigen. Der Wagen zeigt dadurch wieder in die Ausgangsrichtung.

Man kann einer Drehbewegung entgegenwirken, indem man die Vorderräder in die beabsichtigte Fahrtrichtung dreht – was allgemein empfohlen wird. Bei niedriger Geschwindigkeit darf man sogar etwas überreagieren und dann wieder gegensteuern. Bei hohem Tempo jedoch wird jeder Fehler beim ersten Korrekturversuch das Fahrzeug durch die richtige Richtung schnellen lassen und es dann unkontrollierbar in die entgegengesetzte Richtung weiterdrehen.

Alle genannten Bremstechniken lassen freilich einen im Notfall entscheidenden praktischen Gesichtspunkt außer acht, die Reaktionszeit. Wenn man eine gefährliche Situation erkannt hat, fährt man zwangsläufig noch ein Stück, bevor man wirkungsvoll zu bremsen vermag. Einige juristische Lehrbücher zu Verkehrsunfällen geben Untergrenzen für die Reaktionszeit an. Wird die Gefahr schnell erkannt und erfordert sie nichts weiter als Bremsen, benötigt man zum Erkennen der Situation vielleicht nur eine Viertelsekunde und zum Niedertreten des Pedals eine weitere Viertelsekunde. Bei einer Geschwindigkeit von 90 Kilometern pro Stunde beträgt die Mindestentfernung zwischen Erkennen der Gefahr und Einsetzen der Bremswirkung ungefähr 13 Meter. Natürlich kann der Reaktionsweg wesentlich länger sein, wenn die Situation schwer zu erkennen ist, der Fahrer gerade abgelenkt ist oder gar unter Alkohol steht.

Es gibt noch einen anderen Aspekt bei der Notbremsung, der Sie ganz schön in Verlegenheit bringt: der Koeffizient der Haft- oder Gleitreibung zwischen Rädern und Straße. Umfassende Versuche haben gezeigt, daß der Koeffizient beträchtlich schwanken kann, je nach Art des Reifens und Grad des Reifendrucks sowie nach Art, Alter und Abnutzung des Straßenbelags. So hat eine stark befahrene Betonstraße vielleicht eine Reibungszahl, die nur 70 Prozent derjenigen eines neuen Belags ausmacht. Entsprechend länger ist der minimale Bremsweg.