

Bremsvorrichtung für Schienenfahrzeuge, insbes. für  
Schnellbahnen.

Bei Geschwindigkeiten oberhalb von 180 km/h bietet im Bahnbetrieb das Bremsproblem große Schwierigkeiten, weil die kinetische Energie so groß wird, daß zur Aufnahme der beim Bremsen umgesetzten Wärmemenge entweder große Massen mitgeführt werden müssen oder eine übermäßige Temperaturerhöhung der an der Bremsung beteiligten Bauelemente (Bremsklötze, elektrische Widerstände od. dgl.) in Kauf genommen werden muß. Einen Ausweg aus diesen Schwierigkeiten bereitet bietet die aerodynamische Bremsung durch künstliche Erhöhung des Luftwiderstandes des Fahrzeuges, da bei dieser Art von Bremsung der größte Teil der durch die Bremsung entwickelten Wärme unmittelbar von <sup>der</sup> Außenatmosphäre aufgenommen wird.

Der Erhöhung des Luftwiderstandes ist nun dadurch eine Grenze gesetzt, daß der Hauptspannquerschnitt der Fahrzeuge, die für das betreffende Bahnnetz festgesetzte Umgrenzungslinie nicht überschreiten darf. Aus diesem Grunde kann der eine von den für den Luftwiderstand maßgebenden Faktoren, nämlich die Querschnittsfläche senkrecht zur Fahrtbewegung nicht in jenem Maße vergrößert werden, das zur Erzielung einer wirksamen Bremsung erforderlich wäre. Die Erfindung gründet sich deshalb auf der Erkenntnis, daß der Luftwiderstand eines windschattigen Fahrzeuges auch ohne oder nur mit geringfügigem Vergrößerung seines Hauptspannquerschnittes lediglich durch Veränderung der Umrißformen auf ein Vielfaches seines Normalwertes gesteigert werden kann. Der Widerstand eines mit unter Schaugeschwindigkeit durch die Luft bewegten Körpers läßt sich nämlich mit hinreichender Näherung durch die Formel darstellen:

$$W = c_w F_q. \quad (1)$$

Hier bedeutet  $W$  die der Bewegung entgegenwirkende Kraft (Widerstand),  $c_w$  ist ein dimensionsloser Faktor, der als Widerstandsbeiwert bezeichnet wird, er hängt von der Formgebung des bewegten Körpers ab.  $F$  ist die größte Querschnittsfläche senkrecht zur Bewegungsrichtung und  $q$  ist der sogenannte Staudruck, der von der Geschwindigkeit des bewegten Körpers und von der Dichte des betreffenden Mediums (in unserem Falle der Luft) abhängt. Es gilt

$$q = \frac{1}{2} \rho v^2 \quad (2)$$

wobei  $\rho$  die Luftdichte und  $v$  die Geschwindigkeit des bewegten Körpers ist  $\frac{m}{s}$  ist.

Bei Schnellbahnhafenfahrzeugen muß man den Widerstandsbeiwert nach Möglichkeit ersetzen; die tiefsten bisher erreichten Werte betragen bei neuzeitlichen Stromlinientriebwagen etwa  $c_w = 0.22$  und für einen Schnellverkehr mit Geschwindigkeiten von  $200 \dots 300 \text{ km/h}$  wird man den Beiwert noch weiter zu verringern trachten. Andererseits ist der Widerstandsbeiwert einer nach vorne geöffneten hohlen Halbkugel gegeben durch  $c_w = 1.3$  und für einen Eisenbahnzug, dessen Länge im Vergleich zu den Querabmessungen groß ist, tritt noch die Luftreibung an den Seitenwänden hinzu, derart, daß bei entsprechender Formgebung das Verhältnis zwischen dem Widerstand  $W$  und dem Produkt  $Fq$  (also jenes Verhältnis, das gemäß Anspruch 1 dem Widerstandswert beiwert  $c_w$  eines einfachen Körpers entspricht) Werte im Bereich von etwa  $1 \dots 2$  annehmen kann. Da demnach der Widerstandsbeiwert  $c_w$  je nach der äußeren Gestalt des Fahrzeuges über fast eine Zehnerpotenz variieren kann, besteht die Möglichkeit, ohne wesentliche Vergrößerung des Hauptspanquerschnittes eine stärkere Vermehrung des Luftwiderstandes dadurch zu bewirken, daß man die Stromlinienform des Fahrzeuges bzw. des Zuges absichtlich unterbricht. Gemäß der Erfindung besteht die Bremsvorrichtung aus einer Anzahl von Wind-

fangflächen, die im Ruhezustande, d.h. in dem Zustande, in dem sie keine Bremswirkung ausüben sollen, an der Außenhaut des Fahrzeuges so glatt anliegen, daß sie einen Teil der Stromlinienverteilung bilden. Die Betätigung der Bremsvorrichtung erfolgt in der Weise, daß die Windfangfläche um einen spitzen Winkel aus ihrer Ruhelage herausgeschwenkt werden, sodaß anstelle der glatt am Fahrzeug entlang laufender Luftströmung ein Ablassen (?) der Strömung an den Kanten der Windfangflächen eintritt, das Wirbelbildung zur Folge hat. Die Ausladung der ausgeschnittenen Windfangflächen wird dabei erfindungsgemäß so bemessen, daß die vorgeschriebenen Umgrenzungslinien nicht überschritten werden. Bei Schnellbahnen wird man aus wirtschaftlichen und aus Sicherungsgründen den Unterschied zwischen der im Fahrzustand ausgenützten Umgrenzungslinie der Fahrzeuge und der lichten Weite der Durchfahrten (Tunnels, Brücken und dergl.) größer machen müssen, als im normalen Bahnbetrieb, derart, daß zwischen der zulässigen Umgrenzungslinie und der tatsächlich benützten noch ein beträchtlicher Spielraum bleibt. Bei einer Schnellbahnanlage, die z.B. eine maximale Querschnittsbreite von 4 m und eine Höhe von 4 m zuläßt, könnten aus einem Fahrzeug von 3 m Breite und 3 m Höhe die Windfangflächen an den Seitenwänden und am Dach bis zu einer Ausladung von 0.5 m ausgeschwenkt werden, sodaß die maximale Fahrzeugsbreite etwa um  $\frac{1}{3}$  und die Höhe um  $\frac{1}{6}$  gegenüber dem Fahrtzustande erhöht werden.

Die Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für die Anordnung der zur Bremsung dienenden Windfangflächen an einem Stromlinientriebwagen im Grundriß. Die Geraden 1, ~~1~~ stellen die Geleise dar, die gestrichelten Geraden 2, 2 sind die Spuren der zugelassenen seitlichen Begrenzungslinien. 3 ist der Grundriß des Stromlinienwagens und 4 sind die Windfangflächen in ausgeschwenktem Zustand. Der Pfeil gibt die Fahrtrichtung an. Außer den in Abbildung 1 dargestellten seitlichen Windfangflächen 4 können noch (in der Abbildung nicht eingezeichnet) weitere Windfangflächen verwendet werden, die am Dache angebracht sind und die in ihrer Ruhestellung waagrecht liegen.

Da die Stromlinienwagen nicht Kastenform haben, sind sowohl die Seitenwände als auch das Dach gekrümmmt. Da die Windfangflächen in ihrer Ruhestellung an der Außenhaut des Wagens ganz glatt anliegen sollen, müssen sie ebenfalls gewölbt sein und können deswegen nicht so viele ebene Türen oder Fenster einfach um eine ihrer Seitenkanten drehbar gelagert ~~sein~~ werden. Die als Drehpunkte dienenden Angeln liegen daher außerhalb der Windfangflächen und sind mit ihnen mit Hilfe zweier starker aus den Flächen oben und unten herausragender Arme verbunden. Die Abbildung 2 stellt einen Teil der gewölbten Wagenwand mit einer der Windfangflächen 4 dar. 5 sind die beiden Arme, welche die Windfangflächen in den Angeln halten und 6 ist die durch die Angelpunkte gehende ~~kehre~~ Drehachse, um welche die Schwenkung erfolgt. Zwischen den Armen 5 entsteht beim Ausschwenken der Windfangfläche ein Luftschlitz, durch den die zwischen Wagenwand und Windfangfläche aufgestaute Luft unter Wirbelbildung entweicht. Dieser Umstand trägt zur Erhöhung des Luftwiderstandes wesentlich bei.

Zur weiteren Erhöhung der Wirkung werden die Windfangflächen zweckmäßig als Taschen ausgebildet, die die Form eines vorne offenen Keiles haben. Zu diesem Zweck werden die senkrecht zur Schwenkachse liegenden Seitenkanten der Windfangflächen mit dreieckigen oder sektorförmigen Seitenwänden versehen, die im eingeschwenkten Zustand in das Fahrzeuginnere verschwinden. Zur Verringerung des dazu erforderlichen Platzbedarfes im Fahrzeuginneren können diese Seitenwände aus mehreren schmäleren Dreiecken oder Sektoren gebildet werden, die beim Einschwenken der Windfangfläche fächerartig übereinander geschoben werden. Die Windfangflächen erhalten dadurch die in Abbildung 3 dargestellte Gestalt einer ~~kekk~~ keilförmigen Tasche, deren ~~främe~~ große Öffnung vorne liegt. Seitlich ist die Tasche durch die Seitenwände 7 verschlossen und zwischen den beiden zu den Angeln führenden Armen 5 bleibt ein Schlitz offen, durch den die gestaute Luft unter Wirbelbildung ausströmt.

Die beim Bremsen durch den Staudruck ausgeübte Kraft ist so groß, daß Windfangflächen aus gebogenem Blech zu schwach wären und der Gefahr einer Verbiegung oder Zerstörung ausgesetzt wären. Erfindungsgemäß sind daher die Windfangflächen mit Versteifungsraupen versehen, die auf ihrer Innenseite liegen, damit die Außenseite der Windfangflächen im eingeschnittenen Zustand genügend glatt bleiben. Die Windfangflächen, die dementsprechend eine gewisse Dicke besitzen, dürfen deswegen auch nicht einfach an der Außenwand des Fahrzeuges aufliegen. Vielmehr müssen entsprechende Ausnehmungen in der Außenwand vorgesehen werden, in die die Windfangflächen im eingeschwenkten Zustand so genau hineinpassen, daß in diesem Zustand die Außenhaut des Fahrzeuges die nötige glatte Stromlinienform besitzt.

Die Abbildungen 4a und 4b stellen Seitenansichten der Windfangfläche (mit Weglassung der Wölbung) dar, wobei sich Abbildung 4a auf den ausgeschwenkten und Abbildung 4b auf den eingeschwenkten Zustand der Fläche bezieht. 4 stellt die mit Versteifungsraupen 9 versehene Windfangfläche dar, die mittels des Armes 5 um die Angel 6 drehbar ist. 7 sind die fächerförmig zusammenlegbaren Seitenflächen und 8 ist der beispielsweise als Zahnstange ausgebildete Arm, mit welchem die Windfangfläche ausgefahren und in ihrer Stellung gehalten werden kann. Das Ein- und Ausschwenken der Windfangfläche kann beispielsweise durch einen in der Abbildung nicht gezeichneten Motor erfolgen, der die Zahnstange mittels eines Zahnradgetriebes vorschiebt. Die Außenwand 3 des Fahrzeuges ist mit einer Ausnehmung 10 versehen, in welche die Windfangfläche so hineinpaßt, daß, wie die Abbildung 4b zeigt, im eingeschwenkten Zustand eine völlig glatte Außenhaut entsteht.

Die Versteifungsraupen können, wenn man sie vergrößert

und in Schräglage anbringt, auch als Leitfläche ausgebildet werden, die den im rückwärtigen Schlitz austretenden Luftstrom nach oben lenken. Es tritt dann eine nach abwärts gerichtete Komponente der Reaktionskraft auf das Fahrzeug auf, wodurch der Raddruck erhöht wird. Diese Kraftkomponente kann eine gleichzeitig eingeleitete Radbremsung oder Nutzbremsung unterstützen.

Ein 54 t - Triebwagen, dessen Hauptspanquerschnitt bei ausgeschwenkten Windfangflächen auf  $14 \text{ m}^2$  erhöht wird, kann durch Verwendung der hier beschriebenen Bremsvorrichtung bei einer Geschwindigkeit von 300 km/h eine Verzögerung von  $1 \dots 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  erleiden.

#### Patentansprüche.

- 1.) Bremsvorrichtung für Schienenfahrzeuge, gekennzeichnet durch Verwendung von Windfangflächen, durch deren Betätigung der Luftwiderstand des Fahrzeuges auf ein Vielfaches seines Normalwertes erhöht wird, ohne daß eine mehr als 40 v.H. betragende Vergrößerung der Breiten- oder Höhenabmessungen des Fahrzeuges eintritt.
- 2.) Bremsvorrichtung für Schienenfahrzeuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Windfangflächen ausschwenkbar sind und im nicht ausgeschwenkten Normalzustand glatt in die Außenhaut des Fahrzeuges versenkt sind, sodaß sie einen Teil der Stromlinienumkleidung des Wagens bilden.
- 3.) Bremsvorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die der Stromlinienform des Fahrzeuges entsprechend gewölbten Windfangflächen mit Hilfe von 2 Armen um Angeln drehbar ~~gezogen~~ gelagert sind, die außerhalb der Umrandung der Windfangfläche liegen, derart, daß beim Ausschwenken der Wind-

fangflächen zwischen diesen Flächen und der Fahrzeugwand Schlitze entstehen, durch welche die aufgestaute Luft unter Wirbelbildung austritt.

- 4.) Bremsvorrichtung nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Windfangflächen mit in die Fahrzeugwand versenkbar Sei- tenteilen versehen sind, derart, daß die ausgeschwenkten Windfang- flächen angenähert keilförmige Taschen bilden, deren größere Öff- nung vorn liegt, während die Schlitze nach Anspruch 3 rückwärts liegen.
- 5.) Bremsvorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Windfangflächen mit innen liegenden Versteifungsraupen versehen sind.
- 6.) Bremsvorrichtung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Außenwand des Fahrzeuges geeignete Ausnehmungen vorge- sehen sind, in welche die Windfangflächen in eingeschwenktem Zu- stand so hineinpassen, daß die Außenhaut des Fahrzeuges die er- forderliche glatte Stromlinienform hat.
- 7.) Bremsvorrichtung nach Anspruch 1, 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß Maßnahmen vorgesehen sind, um den austretenden Luftstrom nach oben zu lenken, sodaß eine nach abwärts gerichtete Komponente der Reaktionskraft auftritt.