

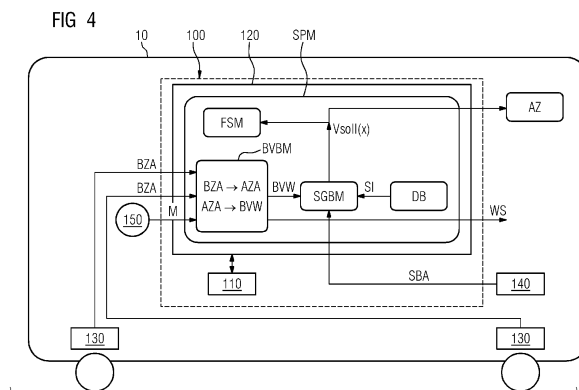
(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61L 15/0081; B61L 27/16; B61L 27/50;
B61L 25/025; B61L 25/026; B61L 2027/202

(72) Erfinder:

- **Ebeling, Wolfgang**
38319 Remlingen (DE)
- **Feihl, Christopher**
91052 Erlangen (DE)
- **Swaton, Volker**
39167 Irxleben (DE)
- **Wiesand, Manfred**
90559 Burgthann (DE)

(54) **FAHRZEUG, INSBESONDERE SCHIENENFAHRZEUG, UND VERFAHREN ZU DESSEN BETRIEB**

tuelle Bremsvermögen der Bremsen (130) des Fahrzeugs angegebender aktueller Bremsvermögenswert (BVW) unter Einbezug der jeweils aktuellen Ausfallzustandsangabe (AZA) während der Fahrt ermittelt wird und auf der Basis einer Streckeninformation (SI), die den jeweils befahrenen oder als nächstes zu befahrenden Streckenabschnitt (SA) beschreibt, sowie auf der Basis des jeweils aktuellen Bremsvermögenswerts (BVW) während der Fahrt ein ortsabhängiges Sollgeschwindigkeitsprofil ($V_{\text{soll}}(x)$) errechnet wird, das die Sollgeschwindigkeit (V_{soll}) des Fahrzeugs über dem Ort (X) im jeweils befahrenen oder als nächstes zu befahrenen Streckenabschnitt (SA) definiert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs, wobei bei dem Verfahren eine den Ausfallzustand von Bremsen des Fahrzeugs angegebende Ausfallzustandsangabe ermittelt wird und ein das Bremsvermögen der Bremsen des Fahrzeugs angegebender Bremsvermögenswert unter Einbezug der Ausfallzustandsangabe bestimmt wird.

[0002] Aus der internationalen Patentanmeldung WO 2015/128147 A1 ist ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bekannt. Bei dem vorbekannten Verfahren wird ein den jeweils aktuellen Ausfallzustand von Bremsen angegebender Ausfallzustandsmesswert auf der Basis zumindest zweier Messwerte ermittelt. Auf der Basis des Ausfallzustands kann die zulässige Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs festgelegt werden.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs anzugeben, bei dem ein für den Anlagenbetrieb besonders günstiges Fahrverhalten erreicht werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in Unteransprüchen angegeben.

[0005] Danach ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass während der Fahrt in einem Streckenabschnitt zumindest einmal, vorzugsweise regelmäßig oder unregelmäßig, eine den jeweils aktuellen Ausfallzustand der Bremsen angegebende aktuelle Ausfallzustandsangabe ermittelt wird, ein das aktuelle Bremsvermögen der Bremsen des Fahrzeugs angegebender aktueller Bremsvermögenswert unter Einbezug der jeweils aktuellen Ausfallzustandsangabe während der Fahrt ermittelt wird und auf der Basis einer Streckeninformation, die den jeweils befahrenen oder als nächstes zu befahrenden Streckenabschnitt beschreibt, sowie auf der Basis des jeweils aktuellen Bremsvermögenswerts während der Fahrt ein ortsabhängiges Sollgeschwindigkeitsprofil errechnet wird, das die Sollgeschwindigkeit des Fahrzeugs über dem Ort im jeweils befahrenen oder als nächstes zu befahrenden Streckenabschnitt definiert.

[0006] Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, dass - im Unterschied zu dem eingangs beschriebenen vorbekannten Verfahren - während der Fahrt nicht nur eine Ermittlung des tatsächlichen Bremsvermögens der Bremsen erfolgt, sondern zusätzlich während der Fahrt stets auch ein angepasstes Sollgeschwindigkeitsprofil ermittelt wird; ein solches Sollgeschwindigkeitsprofil kann betriebliche Randbedingungen wie beispielsweise Streckenverhältnisse, optimale Zugfolgezeiten oder minimalen Energieverbrauch berücksichtigen. Erfindungsgemäß wird also die Sollgeschwindigkeit, die in der Regel geringer als die maximal zulässige fahrzeugabhängige Höchstgeschwindigkeit ist, während der Fahrt an das jeweilige

Bremsvermögen angepasst. Wenn beispielsweise bremsenseitig Probleme auftreten, kann ein Bremsen früher eingeleitet werden, als dies sonst bei fehlerfreien Bremsen der Fall ist, oder es kann mit kürzeren Bremswegen geplant werden, wenn während der Fahrt Bremsen wieder einsatzbereit werden, die zuvor als gestört oder beeinträchtigt angesehen wurden. Es ist also im Falle von Ausfallzuständen - je nach Umfang - ein durchgängiger Weiterbetrieb des Fahrzeugs mit angepasstem optimalen Sollgeschwindigkeitsprofil möglich, weil während der Fahrt sowohl die Ermittlung des aktuellen Bremsvermögens erfolgt als auch das Sollgeschwindigkeitsprofil auf der Basis des aktuellen Bremsvermögens während der Fahrt aktualisiert wird. Anders als bei bekannten Verfahren erfolgt im Falle eines Ausfalls von Bremskomponenten also keine Unterbrechung der Fahrt, sondern der Betrieb geht weiter mit angepasstem Sollgeschwindigkeitsprofil. Ein solches Sollgeschwindigkeitsprofil wird vorzugsweise an die Streckenverhältnisse des jeweiligen Streckenabschnitts sowie weitere Parameter angepasst und liegt in der Regel, insbesondere beispielsweise mit Blick auf optimale Zugfolgezeiten, unterhalb der zulässigen fahrzeugabhängigen Höchstgeschwindigkeit; die Erfindung bezieht sich also auf ein ortsabhängiges Sollgeschwindigkeitsprofil in Abhängigkeit vom aktuellen Bremsvermögen und geht über die Bestimmung einer nur fahrzeugbezogenen Höchstgeschwindigkeit also solchen weit hinaus.

[0007] Als besonders vorteilhaft wird es angesehen, wenn im Falle eines fahrergesteuerten Betriebs des Fahrzeugs eine Anzeigeeinrichtung angesteuert wird, auf der die Sollgeschwindigkeit am jeweiligen Fahrzeugort gemäß Sollgeschwindigkeitsprofil visualisiert wird.

[0008] Im Falle eines autonomen Fahrbetriebs des Fahrzeugs erfolgt die Fahrzeugsteuerung vorzugsweise auf der Basis des ortsabhängigen Sollgeschwindigkeitsprofils derart, dass das Fahrzeug mit der für den jeweiligen Fahrzeugort vorgegebenen Sollgeschwindigkeit gemäß Sollgeschwindigkeitsprofil fährt.

[0009] Die jeweilige vom Fahrzeugort abhängige Sollgeschwindigkeit wird vorzugsweise auf einem Tachometer des Fahrzeugs unter Einbezug einer Umskalierung der Anzeige visualisiert.

[0010] Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Sollgeschwindigkeitsprofil unter Einbezug vorgesehener Anhaltvorgänge derart berechnet wird, dass minimale Zugfolgezeiten erreicht werden.

[0011] Auch ist es vorteilhaft, wenn das Sollgeschwindigkeitsprofil derart berechnet wird, dass der Energieverbrauch unter Einhaltung eines vorgegeben Fahrplans minimal ist.

[0012] Das Sollgeschwindigkeitsprofil wird vorzugsweise derart berechnet, dass die Sollgeschwindigkeit überwiegend, also an allen Orten oder zumindest an den meisten Orten, kleiner als die Höchstgeschwindigkeit ist, die das Fahrzeug mit Blick auf das aktuelle Bremsvermögen unter Einhaltung vorgegebener Sicherheitskriterien

tatsächlich fahren dürfte.

[0013] Die Berechnung des Sollgeschwindigkeitsprofils wird vorzugsweise ETCS (European Train Control System bzw. europäisches Zugbeeinflussungssystem)-kompatibel durchgeführt, besonders bevorzugt in einem ETCS-kompatiblen Fahrzeugsteuergerät.

[0014] Die Streckeninformation also solche oder zumindest eine streckenbezogene Angabe, die ein Auslesen der Streckeninformation aus einer fahrzeugseitig abgespeicherten Streckeninformationsdatenbank ermöglicht, wird vorzugsweise von einer streckenseitigen Einrichtung zu dem Fahrzeug während der Fahrt übermittelt.

[0015] Vorteilhaft ist es beispielsweise, wenn die Streckeninformation also solche oder zumindest eine streckenbezogene Angabe, die ein Auslesen der Streckeninformation aus einer fahrzeugseitig abgespeicherten Streckeninformationsdatenbank ermöglicht, von einer ETCS-kompatiblen Balise zu dem Fahrzeug während der Fahrt übermittelt wird.

[0016] Unter Heranziehung der jeweiligen Ausfallzustandsangabe wird vorzugsweise ein Bremsleistungswert ermittelt und es wird der Bremsvermögenswert vorzugsweise auf der Basis des Bremsleistungswerts und der jeweiligen Fahrzeugmasse errechnet.

[0017] Im Falle, dass während der Fahrt die Ausfallzustandsangabe einen Komponentenausfall signalisiert, wird vorzugsweise ein Warnsignal erzeugt.

[0018] Die jeweilige Fahrzeugmasse wird vorzugsweise während der Fahrt unter Bildung eines Massemesswerts gemessen und es wird der Bremsvermögenswert vorzugsweise zumindest auch in Abhängigkeit von dem Massemesswert bestimmt. Die Masse wird vorzugsweise auf der Basis eines an einem pneumatischen Feder- system des Fahrzeugs aufgenommenen Druckwerts oder Druckwertverlaufs ermittelt.

[0019] Die Erfindung bezieht sich außerdem auf ein Fahrzeugsteuergerät für ein Fahrzeug, insbesondere ein Schienenfahrzeug, wobei das Fahrzeugsteuergerät geeignet ist, eine den Ausfallzustand von Bremsen des Fahrzeugs angegebende Ausfallzustandsangabe zu ermitteln und eine das Bremsvermögen der Bremsen des Fahrzeugs angegebenden Bremsvermögenswert unter Einbezug der Ausfallzustandsangabe zu ermitteln.

[0020] Erfindungsgemäß ist bezüglich des Fahrzeugsteuergeräts vorgesehen, dass das Fahrzeugsteuergerät derart ausgestaltet ist, dass es während der Fahrt in einem Streckenabschnitt zumindest einmal, vorzugsweise regelmäßig oder unregelmäßig, eine den jeweils aktuellen Ausfallzustand der Bremsen angegebende aktuelle Ausfallzustandsangabe ermittelt, einen das aktuelle Bremsvermögen der Bremsen des Fahrzeugs angegebenden Bremsvermögenswert unter Einbezug der jeweils aktuellen Ausfallzustandsangabe während der Fahrt ermittelt und auf der Basis einer Streckeninformation, die den jeweils befahrenen oder als nächstes zu befahrenen Streckenabschnitt beschreibt, sowie auf der Basis des jeweils aktuellen Bremsvermögenswerts während der Fahrt ein ortsabhängiges Sollgeschwindigkeitsprofil

errechnet, das die Sollgeschwindigkeit des Fahrzeugs über dem Ort im jeweils befahrenen oder als nächstes zu befahrenden Streckenabschnitt definiert.

[0021] Bezüglich der Vorteile des erfindungsgemäßen Fahrzeugsteuergeräts und dessen vorteilhafter Ausgestaltungen sei auf die obigen Ausführungen im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und dessen vorteilhafter Ausgestaltungen verwiesen, da die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens denen des erfindungsgemäßen Fahrzeugsteuergeräts im Wesentlichen entsprechen.

[0022] Als vorteilhaft wird es angesehen, wenn das Fahrzeugsteuergerät eine Recheneinrichtung und einen Speicher aufweist, in dem zumindest ein Steuerprogrammmodul abgespeichert ist, das bei Ausführung durch die Recheneinrichtung die Arbeitsweise des Fahrzeugsteuergeräts bestimmt oder zumindest mitbestimmt, und das Steuerprogrammmodul derart programmiert ist, dass es ein Verfahren wie oben beschrieben ausführen kann.

[0023] Das Fahrzeugsteuergerät ist vorzugsweise ein ETCS-kompatibles Fahrzeugsteuergerät.

[0024] Die Erfindung bezieht sich außerdem auf ein Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug, mit einem Fahrzeugsteuergerät, wie es oben beschrieben worden ist. Bezüglich der Vorteile des erfindungsgemäßen Fahrzeugs und dessen vorteilhafter Ausgestaltungen sei auf die obigen Ausführungen im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und dessen vorteilhafter Ausgestaltungen verwiesen.

[0025] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert, dabei zeigen beispielhaft:

- 35 Figur 1 ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Schienenfahrzeug bei einer Fahrt auf einer Eisenbahnstrecke und kurz vor Einfahrt in einen nächste Streckenabschnitt,
- 40 Figur 2 die Arbeitsweise eines Fahrzeugsteuergeräts des Schienenfahrzeugs gemäß Figur 1 anhand eines beispielhaften Verlaufs eines von dem Fahrzeugsteuergerät ermittelten Sollgeschwindigkeitsprofils,
- 45 Figur 3 näher im Detail ein erstes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Fahrzeugsteuergerät für das Schienenfahrzeug gemäß den Figuren 1 und 6,
- 50 Figur 4 näher im Detail ein zweites Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Fahrzeugsteuergerät für das Schienenfahrzeug gemäß den Figuren 1 und 6,
- 55 Figur 5 näher im Detail ein drittes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Fahrzeugsteuergerät für das Schienenfahrzeug gemäß

den Figuren 1 und 6,

Figur 6 ein mit einem der Fahrzeugsteuergeräte gemäß den Figuren 3 bis 5 ausgestattetes Schienenfahrzeug nach einer Einfahrt in einen übernächsten Streckenabschnitt der Eisenbahnstrecke und

Figur 7 die Arbeitsweise des Fahrzeugsteuergeräts nach der Einfahrt in den übernächsten Streckenabschnitt gemäß Figur 6 anhand eines beispielhaften Verlaufs des von dem Fahrzeugsteuergerät ermittelten Sollgeschwindigkeitsprofils.

[0026] In den Figuren werden für identische oder vergleichbare Komponenten aus Gründen der Übersicht stets dieselben Bezugszeichen verwendet.

[0027] Die Figur 1 zeigt ein Schienenfahrzeug 10 bei einer Fahrt auf einer Eisenbahnstrecke 20. In der Figur 1 befindet sich das Schienenfahrzeug 10 am Ende eines Streckenabschnitts SA_i und kurz vor Einfahrt in den nächsten Streckenabschnitt SA_{i+1} . Am Ende des Streckenabschnitts SA_i ist eine streckenseitige Einrichtung 30, beispielsweise in Form einer ETCS-kompatiblen Balise, installiert, die an das passierende Schienenfahrzeug 10 eine streckenbezogene Angabe SBA übermittelt. Die Übermittlung erfolgt vorzugsweise drahtlos über Funk, beispielsweise in ETCS-kompatibler Form.

[0028] Die streckenseitige Einrichtung 30 identifiziert sich vorzugsweise selbst und übermittelt als streckenbezogene Angabe SBA vorzugsweise eine Kennung über den jeweiligen Streckenabschnitt SA_i , in der sie sich befindet, sowie eine Kennung über den jeweils nächsten bzw. benachbarten Streckenabschnitt SA_{i+1} .

[0029] Das Schienenfahrzeug 10 ist mit einem Fahrzeugsteuergerät 100 ausgestattet, das auf der Basis der streckenbezogene Angabe SBA für den nächsten bzw. vorausliegenden Streckenabschnitt SA_{i+1} ein ortsabhängiges Sollgeschwindigkeitsprofil $V_{soll}(x)$ ermittelt, das die Sollgeschwindigkeit V_{soll} des Schienenfahrzeugs 10 über dem Ort X in dem als nächstes zu befahrenden Streckenabschnitt SA_{i+1} definiert.

[0030] Das ortsabhängige Sollgeschwindigkeitsprofil $V_{soll}(x)$ ist beispielhaft in der Figur 2 über dem Ort X für den Streckenabschnitt SA_{i+1} , der sich vom Ort $Xi+1$ bis zum Ort $Xi+2$ erstreckt, dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass das ortsabhängige Sollgeschwindigkeitsprofil $V_{soll}(x)$ für alle Orte X oder zumindest für die meisten Orte X, also überwiegend, kleiner ist als die Höchstgeschwindigkeit V_{max} , die das Schienenfahrzeug 10 mit Blick auf den aktuellen Bremsvermögenswert unter Einhaltung vorgegebener Sicherheitskriterien tatsächlich fahren dürfte.

[0031] Das ortsabhängige Sollgeschwindigkeitsprofil $V_{soll}(x)$ ist vorzugsweise unter Einbezug vorgesehener Anhaltvorgänge, dem zu erwartenden Fahrverhalten vorausfahrender Schienenfahrzeuge und vorgegebener

Fahrplandaten derart berechnet, dass optimale Zugfolgezeiten und eine fahrplangerechte Fahrt bei minimalem Energieverbrauch erreicht werden.

[0032] Die Figur 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für das Schienenfahrzeug 10 und das Fahrzeugsteuergerät 100 näher im Detail.

[0033] Das Fahrzeugsteuergerät 100 umfasst eine Recheneinrichtung 110 und einen Speicher 120, in dem zumindest ein Softwareprogrammmodul SPM abgespeichert ist. Das Softwareprogrammmodul SPM bestimmt bei Ausführung durch die Recheneinrichtung 110 die Arbeitsweise des Fahrzeugsteuergeräts 100 komplett allein oder alternativ mit anderen Komponenten oder Softwaremodulen zumindest mit.

[0034] Das Softwareprogrammmodul SPM umfasst unter anderem ein Bremsvermögensbestimmungsmodul BVBM, das bei Ausführung durch die Recheneinrichtung 110 eine Bremsvermögensbestimmungseinrichtung bildet, ein Sollgeschwindigkeitsbestimmungsmodul SGBM, das bei Ausführung durch die Recheneinrichtung 110 eine Sollgeschwindigkeitsbestimmungseinrichtung bildet, und eine Datenbank DB.

[0035] Wenn das Schienenfahrzeug 100 autonom fahren können soll, ist vorzugsweise zusätzlich ein Fahrzeugsteuerungsmodul FSM vorhanden, das bei Ausführung durch die Recheneinrichtung 110 eine Fahrzeugsteuerungseinrichtung bildet.

[0036] Wenn das Schienenfahrzeug 100 von einem Fahrzeugführer bedient bzw. gefahren werden soll, ist das Schienenfahrzeug 10 vorzugsweise zusätzlich mit einer Anzeigeeinrichtung AZ ausgestattet, die ein von dem Sollgeschwindigkeitsbestimmungsmodul SGBM erzeugtes ortsabhängiges Sollgeschwindigkeitsprofil $V_{soll}(x)$ anzeigen kann. Eine solche Anzeigeeinrichtung AZ wird vorzugsweise derart angesteuert, dass die Sollgeschwindigkeit V_{soll} am jeweiligen Fahrzeugort X gemäß dem ortsabhängigen Sollgeschwindigkeitsprofil $V_{soll}(x)$ visualisiert wird.

[0037] Vorteilhaft ist es, wenn die Anzeigeeinrichtung AZ im Tachometer integriert ist und die jeweilige vom Fahrzeugort X abhängige Sollgeschwindigkeit V_{soll} auf dem Tachometer unter Einbezug einer Umskalierung der Geschwindigkeitsanzeige visualisiert wird.

[0038] Das Schienenfahrzeug weist eine Mehrzahl an Bremsen 130 auf, die eine ihren jeweiligen Zustand angegebende Bremszustandsangabe BZA selbst erzeugen und - regelmäßig oder unregelmäßig - selbsttätig an das Bremsvermögensbestimmungsmodul BVBM übermitteln oder zumindest auf eine entsprechende Abfrage des Bremsvermögensbestimmungsmoduls BVBM hin eine entsprechende Bremszustandsangabe BZA an das Bremsvermögensbestimmungsmodul BVBM ausgeben. Bei den Bremsen 130 kann es sich um mechanische Bremsen 130 wie beispielsweise Reibungsbremsen und/oder um elektrodynamische Bremsen 130 handeln, die beispielsweise durch Antriebsmotoren gebildet werden und Bremsenergie in elektrische Energie umwandeln.

[0039] Das Bremsvermögensbestimmungsmodul BVBM wertet die Bremszustandsangaben BZA der verschiedenen Bremsen 130 unter Bildung einer Ausfallzustandsangabe AZA aus und erzeugt ein Warnsignal WS, wenn zumindest eine der Bremszustandsangaben BZA einen Ausfall ihrer jeweiligen Bremse 130 oder zumindest einen Verlust an Bremsleistung anzeigt.

[0040] Das Bremsvermögensbestimmungsmodul BVBM ermittelt unter Heranziehung der Ausfallzustandsangabe AZA einen Bremsvermögenswert BVW, der das gemeinsame aktuelle Bremsvermögen der Bremsen 130 quantifiziert. Der Bremsvermögenswert BVW wird zu dem Sollgeschwindigkeitsbestimmungsmodul SGBM übermittelt.

[0041] Das Sollgeschwindigkeitsbestimmungsmodul SGBM steht außerdem mit einer Kommunikationseinrichtung 140 des Schienenfahrzeugs 10 in Verbindung. Die Kommunikationseinrichtung 140 ist geeignet, mit der streckenseitigen Einrichtung 30 gemäß Figur 1 zu kommunizieren oder zumindest von dieser Daten wie die streckenbezogene Angabe SBA zu empfangen und diese an das Sollgeschwindigkeitsbestimmungsmodul SGBM weiterzuleiten.

[0042] Das Sollgeschwindigkeitsbestimmungsmodul SGBM liest nach Empfang der streckenbezogenen Angabe SBA aus der Datenbank DB, die wie gezeigt in dem Speicher 120 oder in einem anderen nicht gezeigten Speicher abgespeichert sein kann, für den vorausliegenden Streckenabschnitt SA_{i+1} Streckeninformationen SI aus, die den als nächstes zu befahrenden Streckenabschnitt SA_{i+1} beschreiben.

[0043] Auf der Basis der Streckeninformationen SI sowie auf der Basis des jeweils aktuellen Bremsvermögenswerts BVW errechnet das Sollgeschwindigkeitsbestimmungsmodul SGBM vorzugsweise noch während der Fahrt im Streckenabschnitt SA_i das ortsabhängige Sollgeschwindigkeitsprofil $V_{soll}(x)$, das die Sollgeschwindigkeit V_{soll} des Schienenfahrzeugs 10 über dem Ort X im als nächstes zu befahrenden Streckenabschnitt SA_{i+1} definiert.

[0044] Das ortsabhängige Sollgeschwindigkeitsprofil $V_{soll}(x)$ wird zu dem Fahrzeugsteuerungsmodul FSM und der Anzeigeeinrichtung AZ übertragen, so dass das Fahrzeugsteuerungsmodul FSM bei autonomer Fahrt auf der Basis des ortsabhängigen Sollgeschwindigkeitsprofils $V_{soll}(x)$ das Schienenfahrzeug 10 steuern kann. Bei fahrzeugführergesteuerter Fahrt erfolgt auf der Anzeigeeinrichtung AZ eine Anzeige des gesamten ortsabhängigen Sollgeschwindigkeitsprofils $V_{soll}(x)$ oder zumindest eine Anzeige der jeweiligen Sollgeschwindigkeit V_{soll} für den jeweiligen Fahrzeugort X.

[0045] Das Sollgeschwindigkeitsbestimmungsmodul SGBM ist vorzugsweise derart programmiert, dass es das Sollgeschwindigkeitsprofil derart berechnet, dass die Sollgeschwindigkeit an jedem Ort des Streckenabschnitts oder zumindest an den meisten Orten des Streckenabschnitts kleiner als die Höchstgeschwindigkeit ist, die das Fahrzeug mit Blick auf den aktuellen Bremsver-

mögenswert BVW unter Einhaltung vorgegebener Sicherheitskriterien gemäß ETCS-Richtlinien tatsächlich fahren dürfte.

[0046] Die Figur 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel für das Schienenfahrzeug 10 und das Fahrzeugsteuergerät 100 gemäß Figur 1 näher im Detail.

[0047] Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 ist zusätzlich ein Massesensor 150 vorhanden, der die jeweilige Fahrzeugmasse bzw. das jeweilige Fahrzeuggewicht ermittelt und einen entsprechenden Massewert M an das Bremsvermögensbestimmungsmodul BVBM übermittelt. Das Bremsvermögensbestimmungsmodul BVBM ist derart programmiert, dass es den Bremsvermögenswert BVW nicht nur in Abhängigkeit von der Ausfallzustandsangabe AZA ermittelt, sondern auch unter Heranziehung des jeweiligen Massewerts M.

[0048] Im Übrigen gelten die obigen Erläuterungen im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 3 für das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 entsprechend.

[0049] Die Figur 5 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel für das Schienenfahrzeug 10 und das Fahrzeugsteuergerät 100 gemäß Figur 1 näher im Detail.

[0050] Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 3 und 4 wird bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 davon ausgegangen, dass die streckenseitige Einrichtung 30 gemäß Figur 1 bereits die Streckeninformationen SI vollständig übermittelt, so dass auf die Datenbank DB im Schienenfahrzeug 10 verzichtet werden kann.

[0051] Im Übrigen gelten die obigen Erläuterungen im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 4 für das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 entsprechend.

[0052] Die Figur 6 zeigt das Schienenfahrzeug 10 gemäß den Figuren 1 bis 5 bei der Fahrt auf der Eisenbahnstrecke 20 nach Einfahrt in den nächsten Streckenabschnitt SA_{i+2} und für den Fall, dass die für die Übermittlung der relevanten streckenbezogenen Angabe SBA zuständige streckenseitige Einrichtung 30 nicht am Ende des davor liegenden Streckenabschnitts SA_{i+1} , sondern erst am Anfang des folgenden Streckenabschnitts SA_{i+2} montiert ist. In diesem Falle wird das Fahrzeugsteuergerät 100 das ortsabhängige Sollgeschwindigkeitsprofil $V_{soll}(x)$ (siehe Figur 7) für den Streckenabschnitt SA_{i+2} erst nach Einfahrt in diesen auf der Basis der dort empfangenen streckenbezogenen Angabe SBA berechnen.

[0053] Im Übrigen gelten die obigen Erläuterungen im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 5 entsprechend.

[0054] Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs, insbesondere eines Schienenfahrzeugs (10), wobei bei dem Verfahren

- eine den Ausfallzustand von Bremsen (130) des Fahrzeugs angegebene Ausfallzustandsangabe (AZA) ermittelt wird und
- ein das Bremsvermögen der Bremsen (130) des Fahrzeugs angegebener Bremsvermögenswert (BVW) unter Einbezug der Ausfallzustandsangabe (AZA) ermittelt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

- während der Fahrt in einem Streckenabschnitt (SA) zumindest einmal, vorzugsweise regelmäßig oder unregelmäßig, eine den jeweils aktuellen Ausfallzustand der Bremsen (130) angegebene aktuelle Ausfallzustandsangabe (AZA) ermittelt wird,
- ein das aktuelle Bremsvermögen der Bremsen (130) des Fahrzeugs angegebener aktueller Bremsvermögenswert (BVW) unter Einbezug der jeweils aktuellen Ausfallzustandsangabe (AZA) während der Fahrt ermittelt wird und
- auf der Basis einer Streckeninformation (SI), die den jeweils befahrenen oder als nächstes zu befahrenden Streckenabschnitt (SA) beschreibt, sowie auf der Basis des jeweils aktuellen Bremsvermögenswerts (BVW) während der Fahrt ein ortsabhängiges Sollgeschwindigkeitsprofil ($V_{soll}(x)$) errechnet wird, das die Sollgeschwindigkeit (V_{soll}) des Fahrzeugs über dem Ort (X) im jeweils befahrenen oder als nächstes zu befahrenden Streckenabschnitt (SA) definiert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Falle eines fahrgesteuerten Betriebs des Fahrzeugs eine Anzeigeeinrichtung (AZ) angesteuert wird, auf der die Sollgeschwindigkeit (V_{soll}) am jeweiligen Fahrzeugort (X) gemäß Sollgeschwindigkeitsprofil ($V_{soll}(x)$) visualisiert wird.

3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Falle eines autonomen Fahrbetriebs des Fahrzeugs die Fahrzeugsteuerung auf der Basis des ortsabhängigen Sollgeschwindigkeitsprofils ($V_{soll}(x)$) derart erfolgt, dass das Fahrzeug mit der für den jeweiligen Fahrzeugort (X) vorgegebenen Sollgeschwindigkeit (V_{soll}) gemäß Sollgeschwindigkeitsprofil ($V_{soll}(x)$) fährt.

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die jeweilige vom Fahrzeugort (X) abhängige Sollgeschwindigkeit (V_{soll}) auf einem Tachometer des Fahrzeugs unter Einbezug einer Umskalierung der Anzeige auf der Anzeigeeinrichtung (AZ) visualisiert wird.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das Sollgeschwindigkeitsprofil ($V_{soll}(x)$) unter Einbezug vorgesehener Anhaltévorgänge derart berechnet wird, dass minimale Zugfolgezeiten erreicht werden, und/oder
- das Sollgeschwindigkeitsprofil derart berechnet wird, dass der Energieverbrauch unter Einhaltung eines vorgegeben Fahrplans minimal ist, und/oder
- das Sollgeschwindigkeitsprofil derart berechnet wird, dass die Sollgeschwindigkeit stets oder zumindest überwiegend kleiner als die Höchstgeschwindigkeit ist, die das Fahrzeug mit Blick auf den aktuellen Bremsvermögenswert (BVW) unter Einhaltung vorgegebener Sicherheitskriterien tatsächlich fahren dürfte.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Berechnung des Sollgeschwindigkeitsprofils ($V_{soll}(x)$) in einem ETCS-kompatiblen Fahrzeugsteuergerät (100) durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Streckeninformation (SI) also solche oder zumindest eine streckenbezogene Angabe (SBA), die ein Auslesen der Streckeninformation (SI) aus einer fahrzeugseitig abgespeicherten Streckeninformationsdatenbank (DB) ermöglicht, von einer streckenseitigen Einrichtung (30) zu dem Fahrzeug während der Fahrt übermittelt wird.

8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Streckeninformation (SI) also solche oder zumindest eine streckenbezogene Angabe (SBA), die ein Auslesen der Streckeninformation (SI) aus einer fahrzeugseitig abgespeicherten Streckeninformationsdatenbank (DB) ermöglicht, von einer ETCS-kompatiblen Balise zu dem Fahrzeug während der Fahrt übermittelt wird.

9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** unter Heranziehung der jeweiligen Ausfallzustandsangabe (AZA) ein Bremsleistungswert ermittelt wird und der Bremsvermögenswert (BVW) auf der Basis des Bremsleistungswerts und der jeweiligen Fahrzeugmasse errechnet wird.

5

10. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Falle, dass während der Fahrt die Ausfallzustandsangabe (AZA) einen Komponentenausfall signalisiert, ein Warnsignal (WS) erzeugt wird.

10

15

11. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die jeweilige Fahrzeugmasse während der Fahrt unter Bildung eines Massemesswerts (M) gemessen wird und der Bremsvermögenswert (BVW) zumindest auch in Abhängigkeit von dem Massemesswert (M) bestimmt wird.

20

25

12. Fahrzeugsteuergerät (100) für ein Fahrzeug, insbesondere ein Schienenfahrzeug (10), wobei das Fahrzeugsteuergerät (100) geeignet ist,

- eine den Ausfallzustand von Bremsen (130) des Fahrzeugs angegebene Ausfallzustandsangabe (AZA) zu ermitteln und
- eine das Bremsvermögen der Bremsen (130) des Fahrzeugs angegebenden Bremsvermögenswert (BVW) unter Einbezug der Ausfallzustandsangabe (AZA) zu ermitteln,

30

35

dadurch gekennzeichnet, dass

- das Fahrzeugsteuergerät (100) derart ausgestaltet ist, dass es während der Fahrt in einem Streckenabschnitt (SA) zumindest einmal, vorzugsweise regelmäßig oder unregelmäßig, eine den jeweils aktuellen Ausfallzustand der Bremsen (130) angegebene aktuelle Ausfallzustandsangabe (AZA) ermittelt,
- einen das aktuelle Bremsvermögen der Bremsen (130) des Fahrzeugs angegebenden Bremsvermögenswert (BVW) unter Einbezug der jeweils aktuellen Ausfallzustandsangabe (AZA) während der Fahrt ermittelt und
- auf der Basis einer Streckeninformation (SI), die den jeweils befahrenen oder als nächstes zu befahrenden Streckenabschnitt (SA) beschreibt, sowie auf der Basis des jeweils aktuellen Bremsvermögenswerts (BVW) während der Fahrt ein ortsabhängiges Sollgeschwindigkeitsprofil ($V_{soll}(x)$) errechnet, das die Sollge-

40

45

50

55

schwindigkeit (V_{soll}) des Fahrzeugs über dem Ort (X) im jeweils befahrenen oder als nächstes zu befahrenden Streckenabschnitt (SA) definiert.

13. Fahrzeugsteuergerät (100) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Fahrzeugsteuergerät (100) eine Recheneinrichtung (100) und einen Speicher (120) aufweist, in dem zumindest ein Steuerprogrammmodul (SPM) abgespeichert ist, das bei Ausführung durch die Recheneinrichtung (110) die Arbeitsweise des Fahrzeugsteuergeräts (100) bestimmt oder zumindest mitbestimmt, und
- das Steuerprogrammmodul (SPM) derart programmiert ist, dass es ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 ausführen kann.

14. Fahrzeugsteuergerät (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche 12-13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fahrzeugsteuergerät (100) ein ETCS-kompatibles Fahrzeugsteuergerät (100) ist.

15. Fahrzeug, insbesondere Schienenfahrzeug (10), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fahrzeug mit einem Fahrzeugsteuergerät (100) nach einem der voranstehenden Ansprüche 12-14 ausgestattet ist.

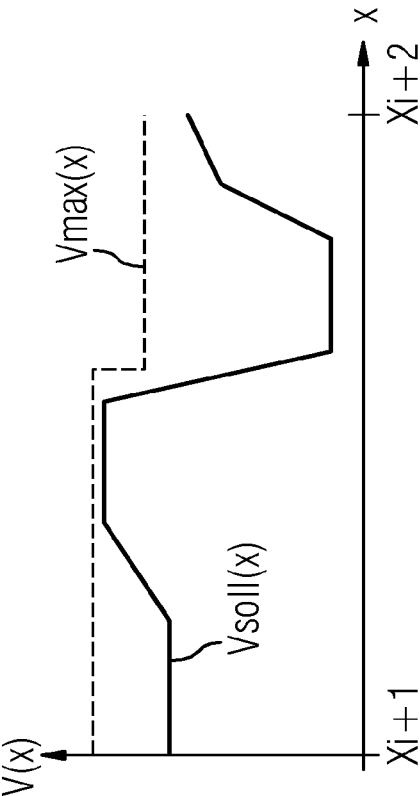
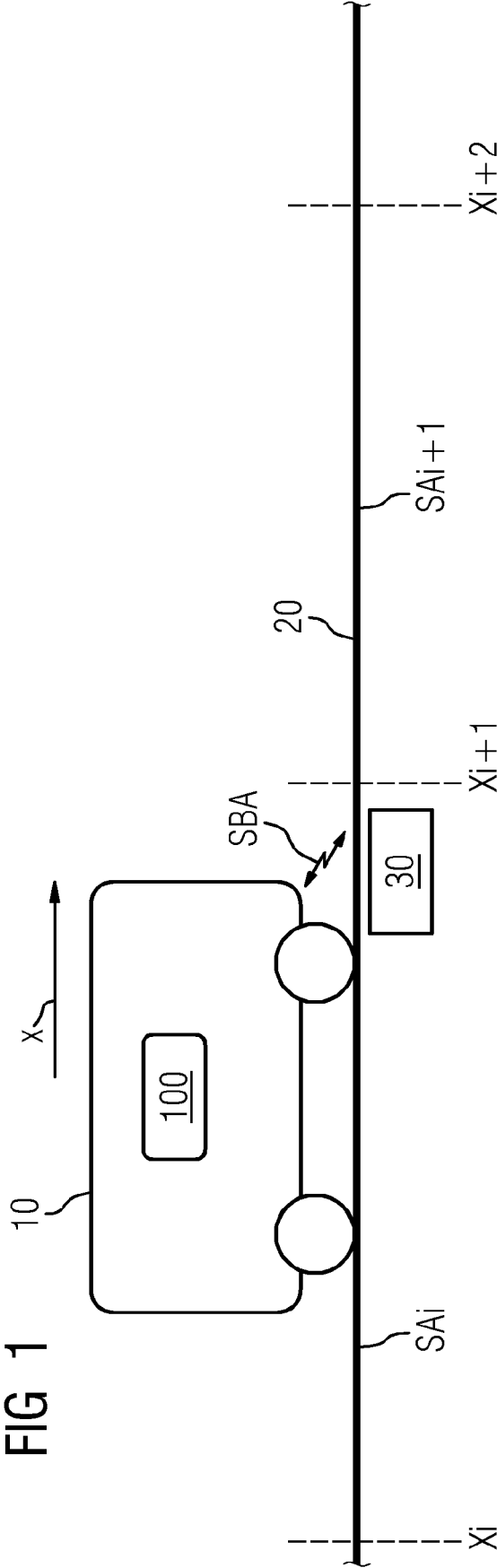


FIG 3

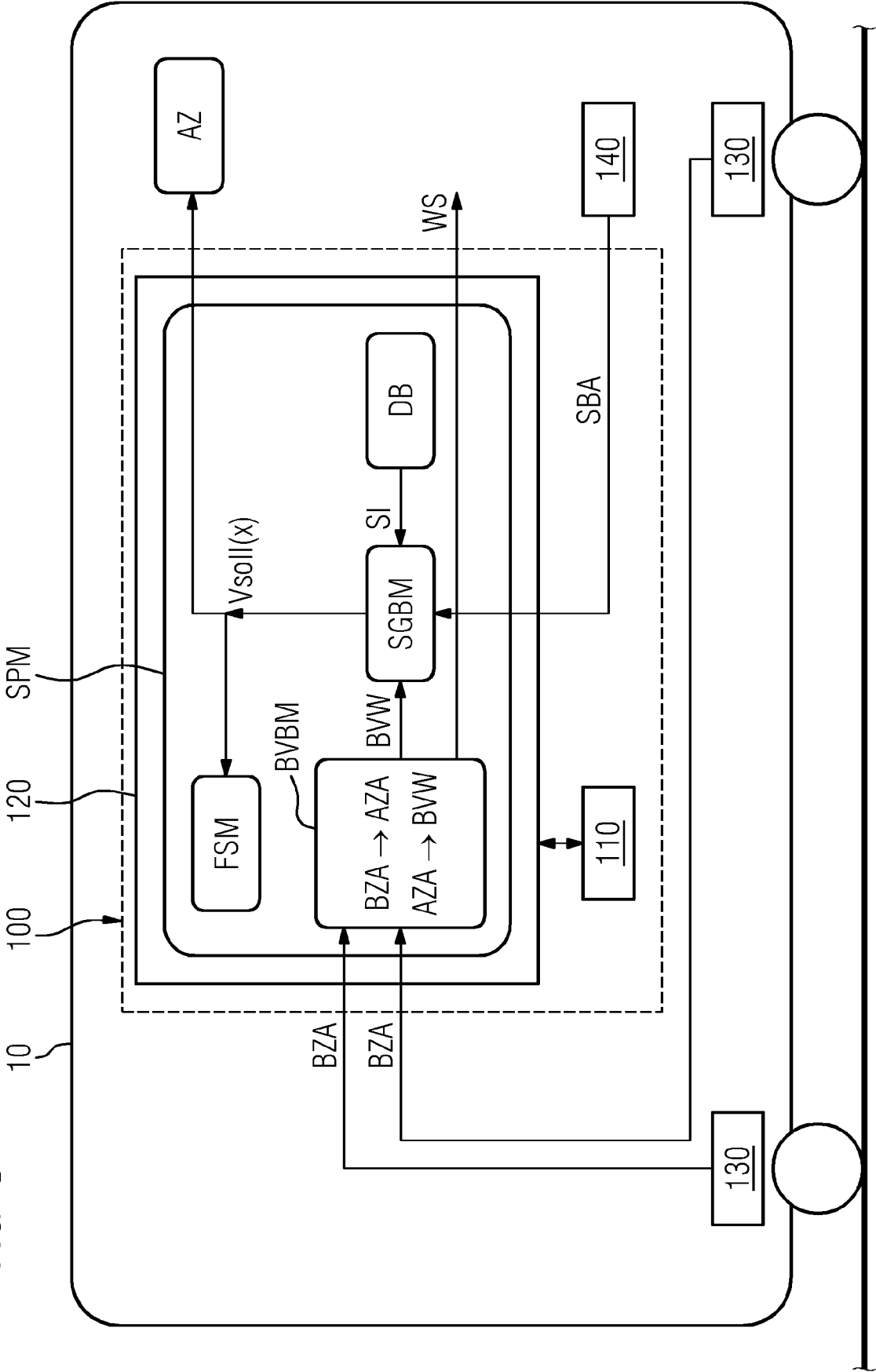
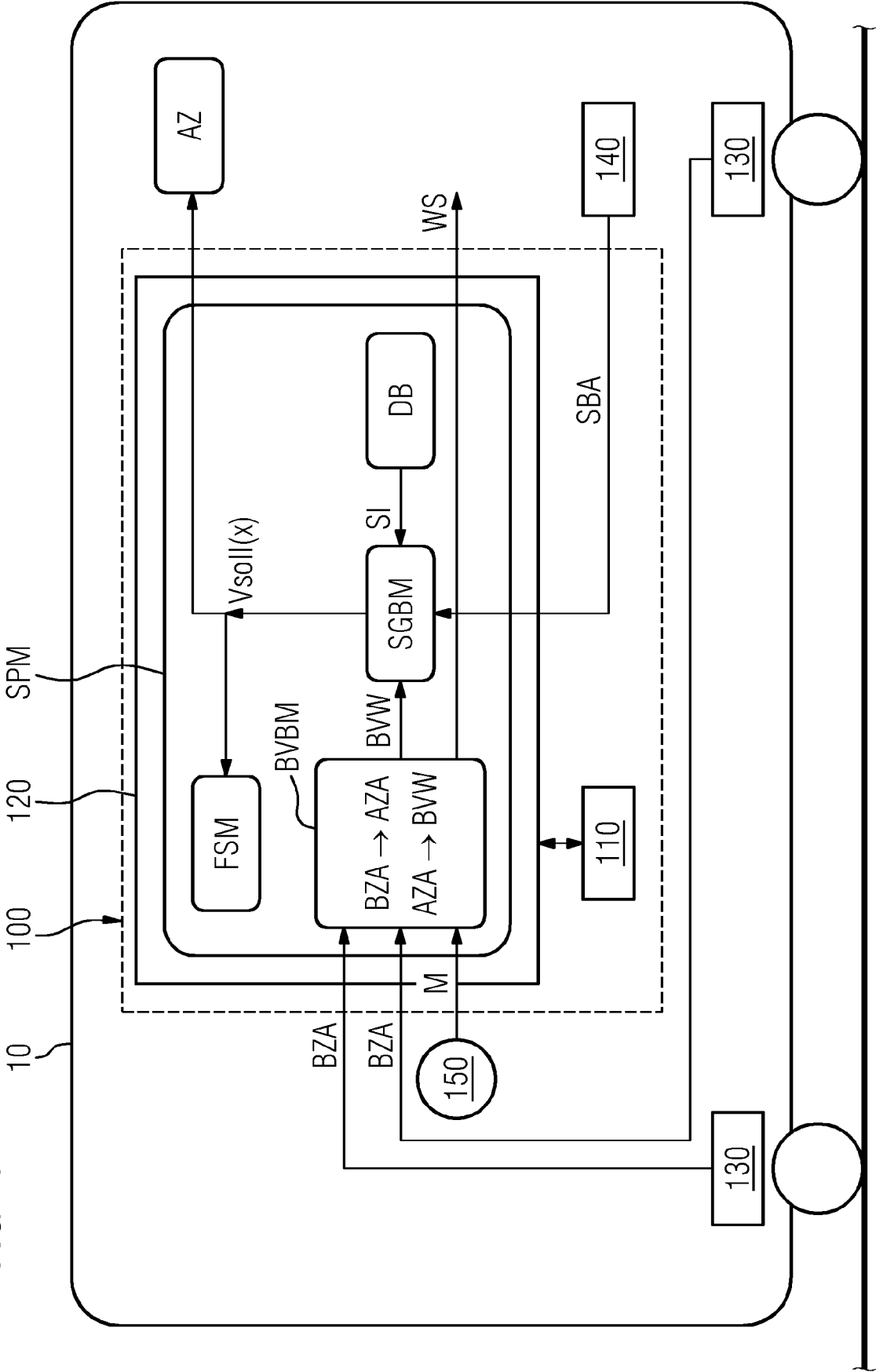
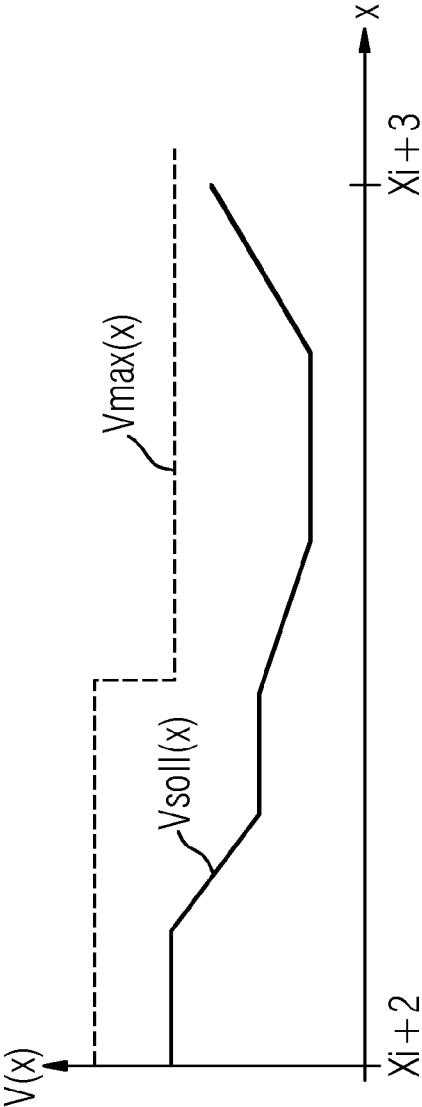
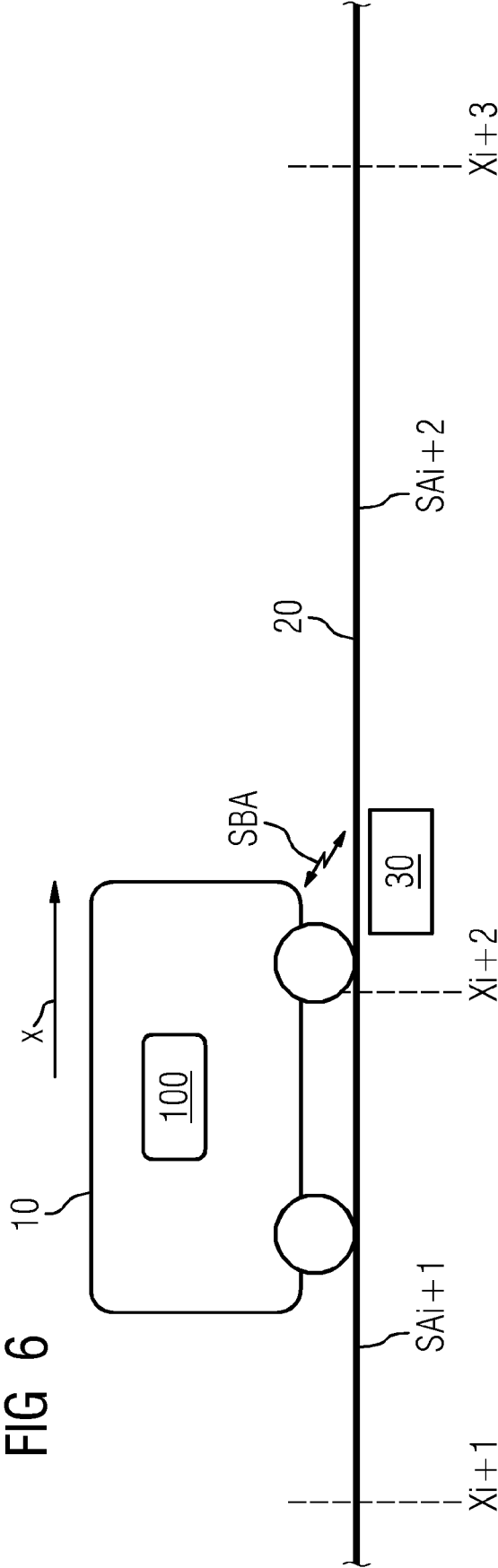


FIG 4







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 16 3259

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2012 108395 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 13. März 2014 (2014-03-13) * Absätze [0002], [0004], [0017], [0018], [0023], [0028], [0032], [0035] - [0037], [0040] und [0041] *	1-15	INV. B61L15/00 B61L27/16 B61L27/50 B61L27/20 B61L25/02
A	AT 520 261 B1 (SIEMENS MOBILITY AUSTRIA GMBH [AT]) 15. Oktober 2020 (2020-10-15) * Absatz [0014] *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 11. August 2022	Prüfer Plützer, Stefan
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 16 3259

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-08-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012108395 A1	13-03-2014	AU 2013311590 A1	30-04-2015
		AU 2019203522 A1	06-06-2019
		CN 104768828 A	08-07-2015
		DE 102012108395 A1	13-03-2014
		EP 2892786 A2	15-07-2015
		WO 2014037549 A2	13-03-2014

AT 520261 B1	15-10-2020	AT 520261 A1	15-02-2019
		EP 3625103 A1	25-03-2020
		WO 2019030018 A1	14-02-2019

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2015128147 A1 [0002]