

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 8003/2010
 (22) Anmeldetag: 23.12.2009
 (43) Veröffentlicht am: 15.07.2011

(51) Int. Cl. : **GG01 R31/36** (2006.01)
G01M 7/06 (2006.01)

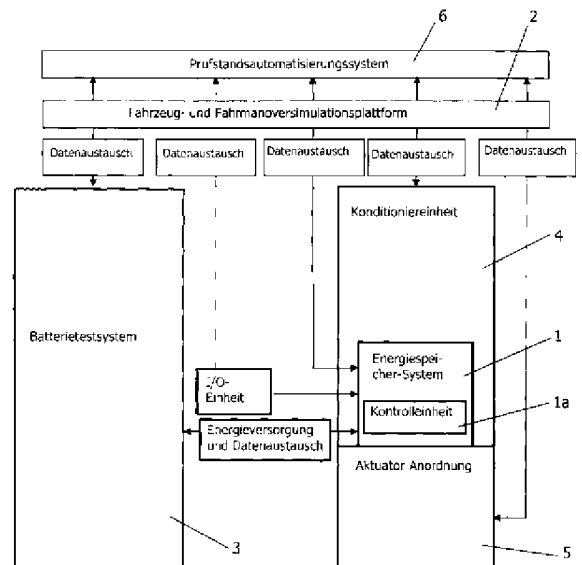
(66) Umwandlung von GM 822/2009

(73) Patentanmelder:
 AVL LIST GMBH
 A-8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
 SCHWEIGER MARIO DR.
 GRAZ (AT)
 KUNZFELD STEPHAN
 GRAZ (AT)
 GSCHWEITL KURT DR. TECHN.
 EGGERSDORF (AT)
 PFISTER FELIX DR. ING.
 GRAZ (AT)
 LE RHUN FRANCK
 GRAZ (AT)
 SCHYR CHRISTIAN DR. ING.
 HEIDELBERG (DE)

(54) **PRÜFSTAND FÜR ELEKTRISCHE ENERGIESPEICHERSYSTEME FÜR FAHRZEUGE**

(57) Ein Prüfstand für elektrische Energiespeichersysteme für Fahrzeuge, insbesondere für Traktionsbatterien für Hybridelektrofahrzeuge, Plug-in-Hybridelektrofahrzeuge und Elektrofahrzeuge, ist mit einem Testsystem (3) zur Durchführung elektrischer Tests des Energiespeichersystems (1), allenfalls zumindest einer Konditioniereinheit (4) zur Klimatisierung des Energiespeichersystems (1), zumindest einem Datenerfassungs- und Auswertesystem und allenfalls zumindest einem Sicherheitssystem ausgestattet. Um Energiespeichersysteme möglichst applikationsnahe testen zu können, indem alle realen Einflüsse auf das Energiespeichersystem, beispielsweise eine Traktionsbatterie für Elektro- oder Hybridfahrzeuge, mit gleichzeitiger Überlagerung thermischer, elektrischer und mechanischer Einflussgrößen abgebildet werden können, ohne Versuche in der realen Umgebung machen zu müssen, ist zusätzlich noch zumindest ein Aktuator (5) zur mechanischen Anregung des Energiespeichersystems (1) vorgesehen.

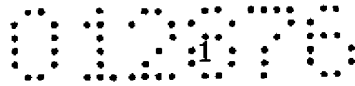


Zusammenfassung:

Ein Prüfstand für elektrische Energiespeichersysteme für Fahrzeuge, insbesondere für Traktionsbatterien für Hybridelektrofahrzeuge, Plug-in-Hybridelektrofahrzeuge und Elektrofahrzeuge, ist mit einem Testsystem (3) zur Durchführung elektrischer Tests des Energiespeichersystems (1), allenfalls zumindest einer Konditioniereinheit (4) zur Klimatisierung des Energiespeichersystems (1), zumindest einem Datenerfassungs- und Auswertesystem und allenfalls zumindest einem Sicherheitssystem ausgestattet.

Um Energiespeichersysteme möglichst applikationsnahe testen zu können, indem alle realen Einflüsse auf das Energiespeichersystem, beispielsweise eine Traktionsbatterie für Elektro- oder Hybridfahrzeuge, mit gleichzeitiger Überlagerung thermischer, elektrischer und mechanischer Einflussgrößen abgebildet werden können, ohne Versuche in der realen Umgebung machen zu müssen, ist zusätzlich noch zumindest ein Aktuator (5) zur mechanischen Anregung des Energiespeichersystems (1) vorgesehen.

< (Fig.) >



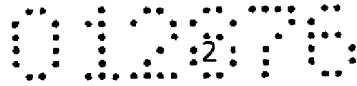
Prüfstand für elektrische Energiespeichersysteme für Fahrzeuge

Die Erfindung betrifft einen Prüfstand für elektrische Energiespeichersysteme für Fahrzeuge, insbesondere für Traktionsbatterien für Hybridelektrofahrzeuge, Plug-in-Hybridelektrofahrzeuge und Elektrofahrzeuge, umfassend ein Testsystem zur Durchführung elektrischer Tests des Energiespeichersystems, allenfalls zumindest eine Konditioniereinheit zur Klimatisierung des Energiespeichersystems, zumindest ein Datenerfassungs- und Auswertesystem und allenfalls zumindest ein Sicherheitssystem.

Von besonderem Interesse für die Anwender von elektrischen Energiespeichersystemen ist eine möglichst genaue Vorhersage des Verhaltens dieser Systeme. So besteht von Seiten der Hersteller von Hybrid- oder Elektrofahrzeugen das Interesse bereits im Entwicklungszyklus Informationen zu erhalten, wie sich beispielsweise Traktionsbatterien im Fahrzeug hinsichtlich verschiedenster Faktoren verhalten. Die Traktionsbatterie ist – abhängig von Fahrzeug und Fahrmanöver – veränderlichen elektrischen, thermischen und mechanischen Belastungen ausgesetzt. Die Lebensdauer, die Leistungsfähigkeit und die Sicherheit der Batterie werden durch diese speziellen Belastungen bestimmt. Deshalb gilt es, diese Größen in der Entwicklung von Traktionsbatterien zu berücksichtigen und ihre Auswirkungen mittels geeigneter, realitätsnaher Testmethoden zu bestimmen.

Zur Charakterisierung von Traktionsbatterien werden unterschiedliche standardisierte Tests herangezogen, die thermische und elektrische Belastungsprofile beschreiben, in denen aber fahrzeug- und fahrmanöverrelevante Einflüsse weitestgehend unberücksichtigt bleiben. Um diese Einflüsse in Form von Prüfläufen am Prüfstand umsetzen zu können, werden an speziell ausgerüsteten Versuchsfahrzeugen in Feldversuchen die thermisch-elektrischen Belastungsprofile der Traktionsbatterie aufgezeichnet. Diese Profile werden in Testläufe übersetzt, die dann an Prüfständen durchgeführt werden. Dabei wird zumeist der Einfluss elektrischer und thermischer Größen simultan untersucht, in seltenen Fällen werden elektrische und mechanische Tests kombiniert.

Prüfstandslösungen für insbesondere „virtuellen Flottenversuche“ von „virtuellen Fahrzeugen“ auf „virtuellen Teststrecken“ in „virtuellen Fahrmanövern“ mit Simulation von thermischen, elektrischen und mechanischen Anregungen sind derzeit nicht verfügbar. Im derzeitigen Entwicklungs- und Fertigungsprozess werden Traktionsbatterien mit Batteriemanagementsystem an Prüfständen getestet, die üblicherweise ein Batterietestsystem mit Batterietester, Kontrollcomputer und Automatisierungssystem zur Durchführung elektrischer Tests, sowie zumindest eine Konditioniereinheit zur Klimatisierung der Batterie, zumindest ein Datenerfassungs- und



Auswertesystem sowie vorteilhafterweise zumindest ein Sicherheitssystem aufweisen. An diesen Prüfständen werden elektrische und/oder thermische und/oder kombinierte elektrisch-thermische Belastungstests an Batterien durchgeführt. So ist beispielsweise in der KR20050005694A eine Anordnung beschrieben, mit welchem in Echtzeit Batteriesysteme geprüft werden können. Dabei wird eine Fahrzeugsimulation an ein Batterietestsystem gekoppelt, durch welche elektrische und thermische Vorgabewerte berechnet werden, die dann am Prüfstand umgesetzt werden.

Davon ausgehend ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Prüfstand, auf welchem Energiespeichersysteme möglichst applikationsnahe getestet werden können, indem alle realen Einflüsse auf das Energiespeichersystem, beispielsweise eine Traktionsbatterie für Elektro- oder Hybridfahrzeuge, mit gleichzeitiger Überlagerung thermischer, elektrischer und mechanischer Einflussgrößen abgebildet werden können, ohne Versuche in der realen Umgebung machen zu müssen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist der erfindungsgemäße Prüfstand dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Aktuator zur mechanischen Anregung des Energiespeichersystems vorgesehen ist. Durch das Zusammenwirken dieses oder jedes derartigen Aktuators kann der Prüfling gleichzeitig und als Teil eines einzigen Prüflaufs thermisch, elektrisch als auch mechanisch angeregt werden, um die in realen Situationen auftretenden Belastungen möglichst realitätsnahe abbilden zu können.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist ein Prüfstandsautomatisierungssystem vorgesehen, welches den zumindest einen Aktuator zur Vorgabe von mechanischen Belastungen des Energiespeichersystems ansteuert. Damit kann ein vorgegebener bzw. vorab berechneter Ablauf der mechanischen Belastungswerte automatisch durchlaufen werden.

Vorteilhafterweise ist diese Ausführungsform noch dadurch gekennzeichnet, dass das Prüfstandsautomatisierungssystem zusätzlich das Testsystem zur Durchführung elektrischer Tests und/oder die Konditioniereinheit ansteuert und vorzugsweise eine Energiespeicher-Kontrolleinheit wie beispielsweise ein Batteriemanagementsystem mit einbindet. Damit können ein vorgegebener bzw. vorab berechneter Ablauf aller elektrisch-thermisch-mechanischen Belastungswerte automatisch durchlaufen und das Verhalten des getesteten Energiespeichersystems überprüft werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht eine Fahrzeug- und Fahrmanöversimulationsplattform vor, welche nach einem Simulationsmodell die elektrisch-thermisch-mechanischen Belastungswerte für das Energiespeichersystem berechnet und zumindest einen oder jeden der Aktuatoren oder das Prüfstandsautomatisierungssystem ansteuert.

Vorzugsweise steuert dabei die Fahrzeug- und Fahrmanöversimulationsplattform simultan mit den mechanischen Aktuatoren oder dem Prüfstandsautomatisierungssystem auch das Testsystem zur Durchführung elektrischer Tests, vorzugsweise auch die Konditioniereinheit, an. Damit kann aus dieser Fahrzeug- und Fahrmanöversimulationsplattform heraus die Gesamtheit aller elektrischen, thermischen und auch mechanische Vorgabewerte für unterschiedliche Fahrmanöver berechnet und im Prüfstand umgesetzt werden, der damit zur „virtuellen Teststrecke“ werden kann.

In der nachfolgenden Beschreibung soll die Erfindung anhand einiger Beispiele und unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung näher erläutert werden.

Ein erfindungsgemäßer Prüfstand kann zur Evaluierung des Verhaltens von beispielsweise Traktionsbatterien 1 herangezogen werden, wobei durch Integration einer computerunterstützten Fahrzeug- und Fahrmanöversimulation 2 die Erzeugung realitätsnaher Traktionsbatterie-Belastungsprofile und deren Umsetzung durch die Auslegung des Prüfstandes möglich ist. Der Prüfstand ist mit einem Testsystem 3 zur Durchführung elektrischer Tests des Energiespeichersystems 1 versehen, allenfalls zumindest einer Konditioniereinheit 4 zur Klimatisierung der Traktionsbatterie 1, zumindest einem Datenerfassungs- und Auswertesystem (nicht explizit dargestellt) und allenfalls zumindest einem Sicherheitssystem.

Über zumindest einen Aktuator 5 ist eine mechanische Anregung des Energiespeichersystems 1 möglich, so dass durch die Verbindung thermischer, elektrischer und nun auch mechanischer Anregungen gleichzeitig und als Teil eines einzigen Prüflaufs die in realen Situationen auftretenden Belastungen optimal nachgebildet werden können. Der oder jeder Aktuator 5 zur Vorgabe von mechanischen Belastungen der Traktionsbatterie 1 wird vorteilhafterweise über ein Prüfstandsautomatisierungssystem 6 angesteuert, mittels welchem ein vorbestimmter Ablauf der mechanischen Belastungswerte automatisch durchlaufen werden kann. Auch das Testsystem 3 zur Durchführung elektrischer Tests und/oder die Konditioniereinheit 4 werden vorzugsweise von diesem Prüfstandsautomatisierungssystem 6 angesteuert, allenfalls auch eine Energiespeicher-Kontrolleinheit 1a wie beispielsweise ein Batteriemanagementsystem.

Die elektrisch-thermisch-mechanischen Belastungswerte für das Energiespeichersystem 1 stammen vorzugsweise von einer vorzugsweise echtzeitfähigen Fahrzeug- und Fahrmanöversimulationsplattform 2, in welcher sie nach einem Simulationsmodell berechnet werden. Diese Plattform 2 gibt dann dem Automatisierungssystem 2 bzw. dem oder jedem der Aktuatoren 5 die zu jedem Zeitpunkt des Testlaufes einzustellenden Werte vor. Vorzugsweise steuert dabei die Fahrmanöversimulationsplattform 2 simultan mit den mechanischen Aktuatoren 5 oder dem Prüfstandsau-

tomatisierungssystem 6 auch das Testsystem 3 zur Durchführung elektrischer Tests, vorzugsweise auch die Konditioniereinheit 4, zur Erzeugung von realitätsnahen Belastungsprofilen an.

Der elektrisch-thermische Betriebszustand des Energiespeichersystems 1 wird durch eine Batterie-Kontrolleinheit 1a (battery control unit BCU oder battery management system BMS) hinsichtlich betriebssicherheitskritischer Schwellwerte überwacht. Am Prüfstand ist diese Kontrolleinheit 1a als Teil eines realen oder virtuellem Fahrzeug-Controller-Netzwerks in den Prüflauf in „closed loop“ Technik eingebunden. Diese Kontrolleinheit 1a dient dabei als elektrischer An- bzw. Ausschalter des Energiespeichers 1 als solches, dient als Schnittstelle zur Messdatenerfassung, definiert die für den jeweiligen Fahrzeug- bzw. Energiespeicher-Betriebspunkt zulässigen Temperaturen des Energiespeichers¹, zeichnet diese auf, und definiert die für den jeweiligen Fahrzeug- bzw. Energiespeicher-Betriebspunkt zulässigen Lade/Entladeströme, was im realen Fahrzeug in Wechselwirkung mit den anderen Kontrolleinheiten des Fahrzeugs erfolgt. Im Kontext des virtuellen Fahrzeugs ist die Batterie-Kontrolleinheit 1a real existent während die anderen Kontrolleinheiten als „software in the loop“ Modelle ein Teil der Fahrzeugsimulation 2 sind. Da mechanische Anregung auf die Traktionsbatterie 1 während des Prüflaufs zu Kurzschlüssen führen kann, kommt der Sicherheitsfunktion der Batterie-Kontrolleinheit 1a besondere Bedeutung zu, da sie Prüfläufe abbrechen kann, wenn der Zustand des Energiespeichersystem 1 dies erfordert.

Mittels der erfindungsgemäßen Prüfstandslösung und der dort möglichen Umsetzung von Fahrzeug- und Fahrdaten am Prüfstand können auch unterschiedliche Fahrmanöver mit unterschiedlichen Fahrzeugen virtuell nachgestellt werden, wobei der Energiespeicher 1 als „hardware in the loop“ („battery in the loop“) eingebunden ist.

Im virtuellen Flottenversuch werden virtuelle Fahrzeuge in einer virtuellen Umgebung bewegt., wobei das Simulationssystem 2 die Fahrzeugumgebung als virtuelle Teststrecke realistisch nachbildet. Diese Simulation umfasst unter anderem klimatische Bedingungen (z.B: Umgebungstemperatur des Fahrzeugs), Straßenbedingungen (z.B: Straßenbelag, Fahrbahnbeschaffenheit wie Eis, Regen, weiters 3D-Straßenmodelle inkl. Bodenwellen etc.), den Fahrertyp (passiv bis aggressiv), andere Verkehrsteilnehmer, Fahrmanöver (z.B.: Überholen, Elchtest, Einparken), Verkehrsschilder (z.B.: Stopp/Start) usw. Das virtuelle Fahrzeug, in welchem die reale Traktionsbatterie 1 eingebunden ist, wird charakterisiert durch Simulation von unter anderem Chassis, Reifen, Getriebe, allfälligem Verbrennungsmotor, Elektromotor und Kupplung und anderen Fahrzeugkomponenten. Mittels der die in der Simulation 2

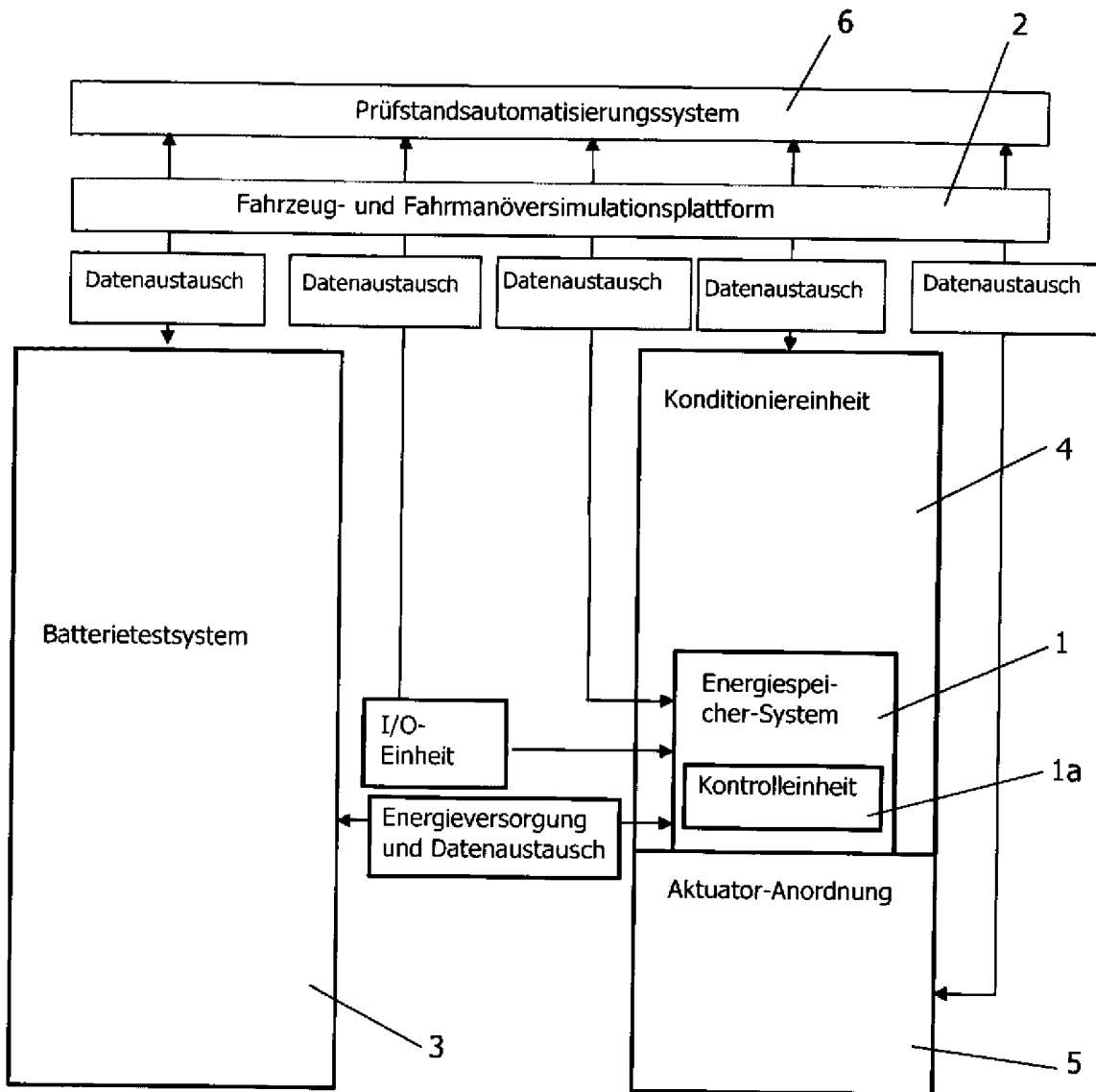
vorgesehenen Bedingungen, wie beispielsweise Fahrbahnunebenheiten oder Fahrmanöver, kann das am Fahrzeug bzw. am Antriebsstrang angreifende Vibrationsprofil nachgebildet werden. Diese Daten werden zur mechanischen Anregungen des Energiespeichersystems 1 mittels des oder jedes Aktuators 5 herangezogen.

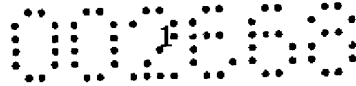
Als Teil des Antriebsstranges wird der Energiespeicher also zusätzlich zum elektrisch-thermischen Betriebspunkt, in dem er sich in jedem Zeitpunkt befindet, mechanisch beansprucht. Die Qualität und Quantität der mech. Anregung (=Vibrationsprofil) hängen – nebst fahrzeugrelevanten Merkmalen, wie z.B.: Federung - direkt mit der Beschaffenheit der Fahrbahn und dem jeweiligen Fahrmanöver zusammen. Als Teil des Antriebsstranges wird auch der Elektromotor in Schwingungen versetzt, was zu Veränderungen in Leistungsaufnahme/-abgabe und führt. Diese elektrischen Leistungsschwankungen wirken sich als Rückkopplung auch auf den Energiespeicher aus.

Ansprüche:

1. Prüfstand für elektrische Energiespeichersysteme für Fahrzeuge, insbesondere für Traktionsbatterien für Hybridelektrofahrzeuge, Plug-in-Hybridelektrofahrzeuge und Elektrofahrzeuge, umfassend ein Testsystem (3) zur Durchführung elektrischer Tests des Energiespeichersystems (1), allenfalls zumindest eine Konditioniereinheit (4) zur Klimatisierung des Energiespeichersystems (1), zumindest ein Datenerfassungs- und Auswertesystem und allenfalls zumindest ein Sicherheitssystem, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Aktuator (5) zur mechanischen Anregung des Energiespeichersystems (1) vorgesehen ist.
2. Prüfstand nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Prüfstandsautomatisierungssystem (6) vorgesehen ist, welches den zumindest einen Aktuator (5) zur Vorgabe von mechanischen Belastungen des Energiespeichersystems (1) ansteuert.
3. Prüfstand nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Prüfstandsautomatisierungssystem (6) zusätzlich das Testsystem (3) zur Durchführung elektrischer Tests und/oder die Konditioniereinheit (4) ansteuert und vorzugsweise eine Energiespeicher-Kontrolleinheit (1a) wie beispielsweise ein Batteriemanagementsystem mit einbindet.
4. Prüfstand nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Fahrzeug – und Fahrmanöversimulationsplattform (2) vorgesehen ist, welche nach einem Simulationsmodell die elektrisch-thermisch-mechanischen Belastungswerte für das Energiespeichersystem (1) berechnet und zumindest einen oder jeden der Aktuatoren (5) oder das Prüfstandsautomatisierungssystem (6) ansteuert.
5. Prüfstand nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeug- und Fahrmanöversimulationsplattform (2) simultan mit den mechanischen Aktuatoren (5) oder dem Prüfstandsautomatisierungssystem (6) auch das Testsystem (3) zur Durchführung elektrischer Tests, vorzugsweise auch die Konditioniereinheit (4) ansteuert.

Fig.





Ansprüche:

1. Prüfstand für elektrische Energiespeichersysteme für Fahrzeuge, insbesondere für Traktionsbatterien für Hybridelektrofahrzeuge, Plug-in-Hybridelektrofahrzeuge und Elektrofahrzeuge, umfassend ein Testsystem (3) zur Durchführung elektrischer Tests des Energiespeichersystems (1), allenfalls zumindest eine Konditioniereinheit (4) zur Klimatisierung des Energiespeichersystems (1), zumindest ein Datenerfassungs- und Auswertesystem und allenfalls zumindest ein Sicherheitssystem, sowie mit zumindest ein Aktuator (5) zur mechanischen Anregung des Energiespeichersystems (1), dadurch gekennzeichnet, dass eine Fahrzeug – und Fahrmanöversimulationsplattform (2) vorgesehen ist, welche nach einem Simulationsmodell die elektrisch-thermisch-mechanischen Belastungswerte für das Energiespeichersystem (1) berechnet und zumindest einen oder jeden der Aktuatoren (5) ansteuert.
2. Prüfstand nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeug- und Fahrmanöversimulationsplattform (2) simultan mit den mechanischen Aktuatoren (5) auch das Testsystem (3) zur Durchführung elektrischer Tests, vorzugsweise auch die Konditioniereinheit (4) ansteuert.
3. Prüfstand nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Prüfstandsautomatisierungssystem (6) vorgesehen ist, welches den zumindest einen Aktuator (5) zur Vorgabe von mechanischen Belastungen des Energiespeichersystems (1) ansteuert.
4. Prüfstand nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Prüfstandsautomatisierungssystem (6) zusätzlich das Testsystem (3) zur Durchführung elektrischer Tests und/oder die Konditioniereinheit (4) ansteuert und vorzugsweise eine Energiespeicher-Kontrolleinheit (1a) wie beispielsweise ein Batteriemanagementsystem mit einbindet.

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC ⁸ : G01R 31/36 (2006.01); G01M 7/06 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA: G01R 31/36T2, G01M 7/06		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): G01R, G01M		
Konsultierte Online-Datenbank: WPI, EPODOC		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 23. Dezember 2009 eingereichten Ansprüchen 1-5 erstellt.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 29 11 840 A1 (S.A. AUTOMOBILES CITROEN, ET AL.) 4. Oktober 1979 (04.10.1979) <i>Seite 8, Zeile 8 - Seite 10, Zeile 8; Seite 11, Zeile 23 - Seite 14, Zeile 24; Seite 21, Zeile 25 - Seite 24, Zeile 30; Fig. 1-3.</i>	1-3
	--	
A	JP 2007-292654 A (TOYOTA MOTOR CORP) 8. November 2007 (08.11.2007) <i>Zusammenfassung, Fig. 1, 3.</i>	1-5
	--	
A	KR 1020050005694 A (HYUNDAI MOTOR COMPANY) 14. Jänner 2005 (14.01.2005) <i>Zusammenfassung, Fig. 2.</i>	1-5
	--	
A	EP 1 746 402 A2 (MB-TECHNOLOGY GMBH) 24. Jänner 2007 (24.01.2007) <i>Zusammenfassung, Fig.; Absätze [0001]-[0006].</i>	1-5

Datum der Beendigung der Recherche: 27. Oktober 2010		Prüfer(in): Dipl.-Ing. LOIBNER
<input type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt		
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		