

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/127752 A1

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,



BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(100) aufweist. Hierzu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass der mindestens eine Betriebsparameter (dT/dt , dU/dt) der Batterie (100), der durch die Sensoreinheit (11) erfasst wird, einen Temperaturanstieg (dT/dt) in der Batterie (100) umfasst, wobei bei einem Temperaturanstieg (dT/dt) in der Batterie (100), der einen bestimmten Schwellenwert ($\Delta T/\Delta t$) überschreitet, ein drohendes thermisches Durchgehen (Z2) der Batterie (100) durch die Steuereinheit (10) erkannt wird.

Beschreibung

Verfahren zum Überwachen einer Batterie

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen einer Batterie, insbesondere einer HV-Batterie, bspw. eines Elektrofahrzeuges, nach dem unabhängigen Verfahrensanspruch, eine Steuereinheit zum Überwachen einer Batterie, insbesondere einer HV-Batterie, bspw. eines Elektrofahrzeuges, nach dem unabhängigen Vorrichtungsanspruch und ein Kühlsystem für eine Batterie, insbesondere einer HV-Batterie, bspw. eines Elektrofahrzeuges, nach dem unabhängigen Systemanspruch.

Der immer weiter ansteigende Energiegehalt von Batterien, wie z. B. Lithium-Ionen-Batterien, die bspw. in Elektrofahrzeugen eingesetzt werden, erhöht das Risiko für eine thermische Kettenreaktion innerhalb einer Batterie, ein sog. thermisches Durchgehen der Batterie. Dabei überhitzt die gesamte Batterie aufgrund eines Defekts einer einzelnen Batteriezelle. Infolge von Überhitzen einer einzelnen Batteriezelle erhitzen sich auch die benachbarten Batteriezellen. Dabei kann es zu einem Batteriebrand kommen, der auf das Fahrzeug übergreifen und die Insassen gefährden kann. In der Regel wird das Überhitzen von benachbarten Batteriezellen durch konstruktive Maßnahmen, wie z. B. eine Abschirmung oder besonders gute Wärmeableitung einzelner Batteriezellen verhindert. Aufgrund der ansteigenden Energiedichte der modernen Batterien reichen diese konstruktiven Maßnahmen jedoch nicht mehr aus, um das thermische Durchgehen der Batterie abzuwenden.

Aus einer Druckschrift DE 10 2012 102 664 A1 ist eine Warneinrichtung bekannt, die nach dem Erkennen eines bereits stattfindenden thermischen Durchgehens einer Batterie eine Anzeige dieses gefährlichen Zustandes der Batterie an einen Benutzer des Fahrzeuges ermöglicht.

Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein verbessertes Verfahren zum Überwachen einer Batterie, insbesondere einer HV-Batterie, eines Elektrofahrzeuges, bereitzustellen. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zum Überwachen einer Batterie, insbesondere einer HV-Batterie, eines Elektrofahrzeuges, zur Verfügung zu stellen, das es ermöglicht, ein drohendes thermisches Durchgehen der Batterie vorausschauend zu erkennen, und somit die Sicherheit im Betrieb der Batterie erhöht. Zudem ist es Aufgabe der Erfindung, eine entsprechende Steuereinheit zum Überwachen einer Batterie, insbesondere einer HV-Batterie, bspw. eines Elektrofahrzeuges, und ein verbessertes Kühlsystem für eine Batterie, insbesondere einer HV-Batterie, bspw. eines Elektrofahrzeuges, zur Verfügung zu stellen.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird gelöst durch ein verbessertes Verfahren zum Überwachen einer Batterie, insbesondere einer HV-Batterie, eines Elektrofahrzeuges, mit den Merkmalen des unabhängigen Verfahrensanspruches, insbesondere aus dem kennzeichnenden Teil, durch eine verbesserte Steuereinheit zum Überwachen einer Batterie, insbesondere einer HV-Batterie, eines Elektrofahrzeuges, mit den Merkmalen des unabhängigen Vorrichtungsanspruches, insbesondere aus dem kennzeichnenden Teil, und durch ein verbessertes Kühlsystem für eine Batterie mit den Merkmalen des unabhängigen Systemanspruches, insbesondere aus dem kennzeichnenden Teil. In den abhängigen Ansprüchen sind bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung aufgeführt. Merkmale, die zu den einzelnen Erfindungsaspekten offenbart werden, können in der Weise miteinander kombiniert werden, dass bzgl. der Offenbarung zu den Erfindungsaspekten der Erfindung stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

Die Erfindung stellt ein Verfahren zum Überwachen einer Batterie, insbesondere einer HV-Batterie, bspw. eines Elektrofahrzeuges, mithilfe einer Steuereinheit bereit, die eine Sensoreinheit zum Erfassen mindestens eines Betriebsparameters der Batterie aufweist. Hierzu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass der mindestens eine Betriebsparameter der Batterie, der durch die Sensoreinheit erfasst wird, einen Temperaturanstieg in der Batterie umfasst, wobei bei einem Temperaturanstieg in der Batterie, der einen (durch die Steuereinheit) bestimmten Schwellenwert überschreitet, ein drohendes thermisches Durchgehen der Batterie durch die Steuereinheit (vorausschauend) erkannt wird.

Der Erfindungsgedanke liegt dabei darin, dass ein Betriebsparameter der Batterie überwacht wird, der noch vor dem tatsächlichen thermischen Durchgehen der Batterie einen gefährlichen Zustand innerhalb der Batterie frühzeitig erkennt. Die Erfindung erkennt dabei, dass kurz vor dem thermischen Durchgehen der Batterie ein für einen Normalbetrieb der Batterie ungewöhnlich starker Temperaturanstieg stattfindet, der über normaler Erwärmung der Batterie während des Normalbetriebes liegt. Der Temperaturanstieg bedeutet im Sinne der Erfindung eine Geschwindigkeit, mit der die Temperatur in Abhängigkeit von der Zeit ansteigt. Auf diese Weise kann die Erfindung es ermöglichen, ein drohendes thermisches Durchgehen der Batterie rechtzeitig zu erkennen. Sollte das thermische Durchgehen der Batterie nicht mehr gestoppt werden können, so können zumindest ein Benutzer des Elektrofahrzeuges und die Personen im gefährlichen Umkreis der Batterie rechtzeitig gewarnt werden, um sich in einen sicheren Abstand zur Batterie zu begeben. Auf diese Weise kann die Sicherheit im Betrieb der Batterie erheblich erhöht werden.

Ferner kann die Erfindung bei einem Verfahren zum Überwachen einer Batterie vorsehen, dass der Schwellenwert, bei dem ein drohendes thermisches Durchgehen der Batterie durch die Steuereinheit erkannt wird, größer einer Temperaturerhöhungsgeschwindigkeit in der Batterie in einem Normalbetrieb der Batterie bestimmt wird. Somit kann ein Normalbetrieb der Batterie deutlich von einem gefährlichen Zustand der Batterie abgegrenzt werden. Der Schwellenwert kann durch die Steuereinheit bestimmt werden, vorzugsweise in Abhängigkeit von Erfahrungswerten der typischen und/oder zulässigen Temperaturerhöhungsgeschwindigkeiten im Normalbetrieb der Batterie. Der Schwellenwert kann z. B. größer oder gleich einer maximalen Temperaturerhöhungsgeschwindigkeit innerhalb der Batterie bestimmt werden, die erfahrungsgemäß im Normalbetrieb der Batterie stattfindet und/oder die aufgrund von Normdaten der Batterie maximal zulässig ist.

Weiterhin kann die Erfindung bei einem Verfahren zum Überwachen einer Batterie vorsehen, dass der mindestens eine Betriebsparameter, der durch die Sensoreinheit erfasst wird, einen Spannungseinbruch in der Batterie umfasst, wobei bei einem Spannungseinbruch in der Batterie, der einen bestimmten Schwellenwert unterschreitet, ein thermisches Durchgehen der Batterie durch die Steuereinheit festgestellt wird. Unter einem Spannungseinbruch wird im Rahmen der Erfindung ein Spannungsabfall in Abhängigkeit von der Zeit bezeichnet bzw. die Geschwindigkeit des Spannungsabfalls. Die Erfindung erkennt dabei, dass kurz vor dem thermischen Durchgehen der Batterie ein drastischer Temperaturanstieg stattfindet, der zum Verlust des Elektrolyts durch Ausgasen führt und schließlich zu einem plötzlichen Einbruch der Zellspannung. Der Spannungseinbruch folgt dabei dem starken Temperaturanstieg und leitet das thermische Durchgehen der Batterie unmittelbar ein. Durch Erkennen des plötzlichen Spannungseinbruches kann ein thermisches Durchgehen der Batterie durch die Steuereinheit unmittelbar beim Entstehen festgestellt werden.

Des Weiteren ist es denkbar, dass der Schwellenwert, bei dem ein thermisches Durchgehen der Batterie durch die Steuereinheit festgestellt wird, größer einer Spannungsänderungsgeschwindigkeit in der Batterie in einem Normalbetrieb der Batterie bestimmt wird. Auch somit kann ein Normalbetrieb der Batterie deutlich von dem thermischen Durchgehen der Batterie abgegrenzt werden. Der Schwellenwert für den Spannungseinbruch kann durch die Steuereinheit bestimmt werden. Hierbei kann die Steuereinheit die Erfahrungswerte für die typischen und/oder zulässigen Spannungsänderungsgeschwindigkeiten im Normalbetrieb der Batterie berücksichtigen.

Zudem kann die Erfindung bei einem Verfahren zum Überwachen einer Batterie vorsehen, dass beim Erkennen eines drohenden thermischen Durchgehens der Batterie durch die Steuereinheit mindestens eine Sicherheitsmaßnahme durch eine Warneinheit eingeleitet wird. Auf diese

Weise kann die Sicherheit im Betrieb der Batterie erheblich erhöht werden. Die mindestens eine Sicherheitsmaßnahme kann vorteilhafterweise vorausschauend rechtzeitig vor dem Eintreten des thermischen Durchgehens der Batterie eingeleitet werden. Auf diese Weise können Sach- und Personenschäden reduziert werden.

Außerdem kann die Erfindung bei einem Verfahren zum Überwachen einer Batterie vorsehen, dass die mindestens eine Sicherheitsmaßnahme mindestens eine der folgenden Maßnahmen umfasst:

- 1) Abschaltung der Batterie,
- 2) Ausgeben einer Warnung an einen Benutzer des Elektrofahrzeuges, umfassend eine akustische und/oder optische Mitteilung,
- 3) Ausgeben einer Aufforderung an den Benutzer des Elektrofahrzeuges, das Fahrzeug umgehend zu verlassen,
- 4) Ausgeben einer Warnung an andere Verkehrsteilnehmer, umfassend eine akustische und/oder optische Mitteilung,
- 5) Maximieren einer Kühlleistung der Batterie,
- 6) Einschalten einer Notkühlung der Batterie, und/oder
- 7) Ansteuern mindestens einer weiteren Kühlvorrichtung für mindestens ein Funktionssystem des Elektrofahrzeuges zum Bereitstellen einer Kühlleistung an die Batterie.

Die erste Maßnahme stellt sicher, dass die Batterie durch die normale Erwärmung im Betrieb der Batterie nicht zusätzlich belastet wird. Die zweite Maßnahme sorgt dafür, dass der Benutzer des Elektrofahrzeuges von dem gefährlichen Zustand der Batterie und kurz darauf folgenden, drohenden thermischen Durchgehen der Batterie gewarnt wird. Die dritte Maßnahme sorgt dafür, dass der Benutzer des Elektrofahrzeuges trotz des gefährlichen Zustandes der Batterie und einer möglichen Panikreaktion dazu gebracht wird, sich von der Batterie zu entfernen. Die vierte Maßnahme dient der Sicherheit der Umgebung der Batterie. Die fünfte Maßnahme hilft, das drohende thermische Durchgehen der Batterie zu unterbinden oder zumindest aufzuhalten. Die sechste Maßnahme sorgt für eine zusätzliche Kühlung der Batterie. Die siebte Maßnahme sorgt schließlich dafür, dass sämtliche Kühlressourcen innerhalb des Fahrzeuges aktiviert werden, um eine Kühlleistung für die Batterie bereitzustellen. Auf diese Weise kann dem gefährlichen Zustand der Batterie und dem drohenden thermischen Durchgehen der Batterie auf eine vorteilhafte Weise entgegengewirkt werden.

Ferner wird die erfindungsgemäße Aufgabe durch eine Steuereinheit zum Überwachen einer Batterie eines Elektrofahrzeuges gelöst, aufweisend: eine Sensoreinheit zum Erfassen mindestens eines Betriebsparameters der Batterie. Hierzu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Sensoreinheit dazu ausgeführt ist, einen Temperaturanstieg in der Batterie als den mindestens einen Betriebsparameter der Batterie zu erfassen, wobei bei einem Temperaturanstieg in der Batterie, der einen bestimmten Schwellenwert überschreitet, ein drohendes thermisches Durchgehen der Batterie durch die Steuereinheit (vorzugsweise im Voraus) erkannt wird. Mithilfe der erfindungsgemäßen Steuereinheit werden die gleichen Vorteile erreicht, die oben im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren beschrieben wurden. Auf diese Vorteile wird vorliegend vollumfänglich Bezug genommen.

Weiterhin kann die Erfindung vorsehen, dass die Steuereinheit dazu ausgeführt ist, ein Verfahren auszuführen, welches wie oben beschrieben ablaufen kann.

Des Weiteren kann die Erfindung vorsehen, dass die Steuereinheit in Form eines Batteriesteuergerätes ausgeführt ist. Somit können die Vorteile der Erfindung mit dem Batteriesteuergerät erreicht werden.

Zudem kann die Erfindung vorsehen, dass die Steuereinheit in einer zentralen Steuereinheit der Batterie, insbesondere des Elektrofahrzeuges, implementierbar oder als eine eigenständige Steuereinheit ausgeführt ist. Wenn die Steuereinheit in einer zentralen Steuereinheit des Elektrofahrzeuges implementiert ist, kann die zentrale Steuereinheit des Elektrofahrzeuges vorteilhafterweise auch die Kommunikation mit dem Benutzer übernehmen und die Kühlressourcen innerhalb des Elektrofahrzeuges auf eine erfindungsgemäße Weise steuern. Wenn die Steuereinheit als eine eigenständige Steuereinheit ausgeführt ist, können sogar bekannte Elektrofahrzeuge mit der erfindungsgemäßen Funktionalität beim Überwachen der Batterie aufgerüstet werden.

Außerdem kann bei einer Steuereinheit im Rahmen der Erfindung eine Warneinheit vorgesehen sein, die dazu ausgeführt ist, nach dem Erkennen eines drohenden thermischen Durchgehens der Batterie durch die Steuereinheit mindestens eine Sicherheitsmaßnahme durch eine Warneinheit einzuleiten. Mithilfe der Warneinheit können Maßnahmen eingeleitet werden, die der Prävention eines drohenden thermischen Durchgehens der Batterie und/oder der Sicherheit im Falle eines gefährlichen Zustandes der Batterie dienen.

Ferner kann die Erfindung bei einer Warneinheit eine Anzeigeeinheit vorsehen, die dazu ausgeführt ist, eine Warnung an einen Benutzer des Elektrofahrzeuges, umfassend eine akustische und/oder optische Mitteilung, auszugeben. Die Anzeigeeinheit hilft vorteilhafterweise

akustische und/oder optische Sinne des Benutzers zu reizen, um sicher auf einen gefährlichen Zustand der Batterie und ein drohendes thermisches Durchgehen der Batterie hinzuweisen.

Weiterhin ist es denkbar, dass die Anzeigeeinheit in einem Armaturenbrett und/oder einem Overheaddisplay des Elektrofahrzeuges implementierbar ist. Auf diese Weise können gewohnte Schnittstellen zwischen einem Benutzer und einem Fahrzeug genutzt werden, um den Benutzer zu warnen.

Des Weiteren wird die erfindungsgemäße Aufgabe durch ein Kühlsystem für eine Batterie eines Elektrofahrzeuges gelöst, aufweisend: eine Kühlvorrichtung für die Batterie einer Steuereinheit zum Überwachen der Batterie. Hierzu ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Kühlvorrichtung für die Batterie an mindestens eine weitere Kühlvorrichtung für mindestens ein Funktionssystem des Elektrofahrzeuges koppelbar ist, wenn bei einem Temperaturanstieg in der Batterie, der einen bestimmten Schwellenwert überschreitet, ein drohendes thermisches Durchgehen der Batterie durch die Steuereinheit erkannt wird. Mithilfe des erfindungsgemäßen Kühlsystems werden die gleichen Vorteile erreicht, die oben im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und/oder der erfindungsgemäßen Steuereinheit beschrieben wurden. Auf diese Vorteile wird vorliegend vollumfänglich Bezug genommen.

Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Figur näher dargestellt. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein. Dabei ist zu beachten, dass die Figur nur einen beschreibenden Charakter hat und nicht dazu gedacht ist, die Erfindung in irgendeiner Form einzuschränken. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Veranschaulichung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Überwachen einer Batterie.

Die Figur 1 dient einer schematischen Veranschaulichung eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Überwachen einer Batterie 100, insbesondere einer HV-Batterie, eines Elektrofahrzeuges. Das Verfahren kann mithilfe einer Steuereinheit 10 ausgeführt sein, welche in der Figur 1 ebenfalls schematisch gekennzeichnet ist. Die Steuereinheit 10 weist eine Sensoreinheit 11 zum Erfassen mindestens eines Betriebsparameters dT/dt , dU/dt der Batterie 100 auf.

Erfindungsgemäß umfasst der mindestens eine Betriebsparameter dT/dt , dU/dt der Batterie 100, der durch die Sensoreinheit 11 erfasst wird, einen Temperaturanstieg dT/dt in der Batterie 100 bzw. die Geschwindigkeit, mit welcher die Temperatur T in der Batterie 100 steigt.

Erfindungsgemäß wird bei einem Temperaturanstieg dT/dt in der Batterie 100, der einen bestimmten Schwellenwert $\Delta T/\Delta t$ überschreitet, ein drohendes (d. h. zeitlich bevorstehendes) thermisches Durchgehen Z2 der Batterie 100 durch die Steuereinheit 10 vorausschauend erkannt. Erfindungsgemäß erfolgt eine Erkennung eines gefährlichen Zustandes Z1 der Batterie 100, der zeitlich noch vor dem tatsächlichen thermischen Durchgehen Z2 der Batterie 100 liegt. Mit anderen Worten wird ein drohendes thermisches Durchgehen Z2 der Batterie 100 vorausschauend erkannt, um Sicherheitsmaßnahmen rechtzeitig einleiten zu können.

Wie es aus der Grafik der Figur 1 zu erkennen ist, findet kurz vor dem thermischen Durchgehen Z2 der Batterie 100 ein für einen Normalbetrieb der Batterie 100 ungewöhnlich starker Temperaturanstieg dT/dt statt, der weit über normaler Erwärmung der Batterie 100 während des Normalbetriebes liegt. Der ungewöhnlich starke Temperaturanstieg dT/dt entspricht einem erkannten gefährlichen Zustandes Z1 der Batterie 100.

Wie es aus der Grafik der Figur 1 weiterhin zu erkennen ist, ist der Schwellenwert $\Delta T/\Delta t$, bei dem ein drohendes thermisches Durchgehen Z2 der Batterie 100 durch die Steuereinheit 10 vorzeitig erkannt wird, größer einer Temperaturerhöhungsgeschwindigkeit dT_{work}/dt in der Batterie 100 in einem Normalbetrieb der Batterie 100. Die Temperaturerhöhungsgeschwindigkeit dT_{work}/dt in der Batterie 100 entspricht der weniger steilen Temperaturkurve links in der Figur 1.

Ab einem bestimmten Punkt kann die Steigung der Temperaturkurve sich erhöhen (Temperaturanstieg dT/dt), die dem mittleren Abschnitt der Temperaturkurve in der Figur 1 entspricht. Ab diesem Punkt erkennt die Erfindung einen gefährlichen Zustand Z1 innerhalb der Batterie 100, der einem thermischen Durchgehen Z2 der Batterie 100 vorangeht. Ab diesem Zeitpunkt können im Rahmen der Erfindung bereits Sicherheitsmaßnahmen eingeleitet werden, um ein thermisches Durchgehen Z2 der Batterie 100 zu verlangsamen oder gar zu verhindern.

Wenn ein thermisches Durchgehen Z2 der Batterie 100 nicht mehr aufgehalten werden kann, erfasst die Sensoreinheit 11 einen Spannungseinbruch dU/dt in der Batterie 100 (siehe abfallende Spannungskurve rechts in der Figur 1). Wenn die Sensoreinheit 11 einen Spannungseinbruch dU/dt sensiert, ist es bereits ein Zeichen für ein bereits stattfindendes thermisches Durchgehen Z2 der Batterie 100. Die Sensoreinheit 11 stellt damit fest, dass ein thermisches Durchgehen Z2 der Batterie 100 angefangen hat.

Der Spannungseinbruch dU/dt kann sensiert werden, wenn die Spannungsänderungsgeschwindigkeit dU_{work}/dt einen bestimmten Schwellenwert $\Delta U/\Delta t$ unterschreitet.

Die Erfindung erkennt dabei, dass kurz vor dem thermischen Durchgehen Z2 der Batterie 100 ein drastischer Temperaturanstieg dT/dt stattfindet, der zum Verlust des Elektrolyts durch Ausgasen führt, was einen plötzlichen Spannungseinbruch dU/dt nach sich zieht.

Die Erfindung kann vorteilhafterweise vorsehen, dass bereits beim Erkennen eines gefährlichen Zustandes Z1 der Batterie 100, der zeitlich noch vor dem tatsächlichen thermischen Durchgehen Z2 der Batterie 100 liegt, mindestens eine Sicherheitsmaßnahme durch eine Warneinheit 12 eingeleitet wird.

Die mindestens eine Sicherheitsmaßnahme kann mindestens eine der folgenden Maßnahmen umfassen:

- 1) Abschaltung der Batterie 100,
- 2) Ausgeben einer Warnung an einen Benutzer des Elektrofahrzeuges, umfassend eine akustische und/oder optische Mitteilung,
- 3) Ausgeben einer Aufforderung an den Benutzer des Elektrofahrzeuges, das Fahrzeug umgehend zu verlassen,
- 4) Ausgeben einer Warnung an andere Verkehrsteilnehmer, umfassend eine akustische und/oder optische Mitteilung,
- 5) Maximieren einer Kühlleistung der Batterie 100,
- 6) Einschalten einer Notkühlung der Batterie 100, und/oder
- 7) Ansteuern mindestens einer weiteren Kühlvorrichtung 2 für mindestens ein Funktionssystem des Elektrofahrzeuges zum Bereitstellen einer Kühlleistung an die Batterie 100.

Die Steuereinheit 10 stellt ebenfalls einen Aspekt im Sinne der Erfindung dar. Die Steuereinheit 10 kann vorteilhafterweise dazu ausgeführt sein, ein Verfahren im Rahmen der Erfindung auszuführen. Die Steuereinheit 10 kann in Form eines Batteriesteuergerätes ausgeführt sein. Die Steuereinheit 10 kann ferner in einer zentralen Steuereinheit der Batterie 100, insbesondere in einer zentralen Steuereinheit des Elektrofahrzeuges, implementierbar oder als eine eigenständige Steuereinheit ausgeführt sein.

Die Steuereinheit 10 weist eine Sensoreinheit 11 zum Erfassen mindestens eines Betriebsparameters dT/dt , dU/dt der Batterie 100 und eine Warneinheit 12 auf, die dazu ausgeführt ist, nach dem Erkennen eines drohenden thermischen Durchgehens Z2 der Batterie 100 mindestens eine der oben aufgelisteten Sicherheitsmaßnahmen einzuleiten.

Ferner kann die Warneinheit 12 eine Anzeigeeinheit A aufweisen, die dazu ausgeführt ist, eine Warnung an einen Benutzer des Elektrofahrzeuges, umfassend eine akustische und/oder optische Mitteilung, auszugeben. Die Anzeigeeinheit A kann dabei in einem Armaturenbrett und/oder einem Overheaddisplay des Elektrofahrzeuges implementierbar sein.

Des Weiteren stellt die Erfindung eines Kühlsystems S für eine Batterie 100 eines Elektrofahrzeuges einen Aspekt der Erfindung dar, aufweisend: eine Kühlvorrichtung 1 für die Batterie 100 und eine Steuereinheit 10 zum Überwachen der Batterie 100. Bei dem Kühlsystem S ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Kühlvorrichtung 1 für die Batterie 100 an mindestens eine weitere Kühlvorrichtung 2 für mindestens ein Funktionssystem des Elektrofahrzeuges koppelbar ist, wenn bei einem Temperaturanstieg dT/dt in der Batterie 100, der einen bestimmten Schwellenwert $\Delta T/\Delta t$ überschreitet, ein drohendes thermisches Durchgehen Z2 der Batterie 100 durch die Steuereinheit 10 (vorausschauend) erkannt wird. Auf diese Weise können sämtlich Kühlressourcen innerhalb des Elektrofahrzeuges aktiviert werden, um ein drohendes thermisches Durchgehen Z2 der Batterie 100 möglichst aufzuhalten oder zumindest zu verlangsamen.

Die voranstehende Beschreibung der Figur beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen. Selbstverständlich können einzelne Merkmale der Ausführungsformen, sofern es technisch sinnvoll ist, frei miteinander kombiniert werden, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

1	Kühlvorrichtung einer Batterie
2	weitere Kühlvorrichtung eines Funktionssystems
10	Steuereinheit
11	Sensoreinheit
12	Warneinheit
100	Batterie
A	Anzeigeeinheit
S	Kühlsystem
T	Temperatur
U	Spannung
Z1	gefährlicher Zustand
Z2	thermisches Durchgehen
dT/dt , dU/dt	Betriebsparameter
dT/dt	Temperaturanstieg
$\Delta T/\Delta t$	Schwellenwert
dT_{work}/dt	Temperaturerhöhungsgeschwindigkeit in einem Normalbetrieb der Batterie
dU/dt	Spannungseinbruch
$\Delta U/\Delta t$	Schwellenwert
dU_{work}/dt	Spannungsänderungsgeschwindigkeit in einem Normalbetrieb der Batterie

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen einer Batterie (100) eines Elektrofahrzeuges mithilfe einer Steuereinheit (10), die eine Sensoreinheit (11) zum Erfassen mindestens eines Betriebsparameters (dT/dt , dU/dt) der Batterie (100) aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine Betriebsparameter (dT/dt , dU/dt) der Batterie (100), der durch die Sensoreinheit (11) erfasst wird, einen Temperaturanstieg (dT/dt) in der Batterie (100) umfasst,
wobei bei einem Temperaturanstieg (dT/dt) in der Batterie (100), der einen bestimmten Schwellenwert ($\Delta T/\Delta t$) überschreitet, ein drohendes thermisches Durchgehen (Z2) der Batterie (100) durch die Steuereinheit (10) erkannt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schwellenwert ($\Delta T/\Delta t$), bei dem ein drohendes thermisches Durchgehen (Z2) der Batterie (100) durch die Steuereinheit (10) erkannt wird, größer einer Temperaturerhöhungsgeschwindigkeit (dT_{work}/dt) in der Batterie (100) in einem Normalbetrieb der Batterie (100) bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der mindestens eine Betriebsparameter (dT/dt , dU/dt), der durch die Sensoreinheit (11) erfasst wird, einen Spannungseinbruch (dU/dt) in der Batterie (100) umfasst, wobei bei einem Spannungseinbruch (dU/dt) in der Batterie (100), der einen bestimmten Schwellenwert ($\Delta U/\Delta t$) unterschreitet, ein thermisches Durchgehen (Z2) der Batterie (100) durch die Steuereinheit (10) festgestellt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schwellenwert ($\Delta U/\Delta t$), bei dem ein thermisches Durchgehen (Z2) der Batterie (100) durch die Steuereinheit (10) festgestellt wird, größer einer Spannungsänderungsgeschwindigkeit (dU_{work}/dt) in der Batterie (100) in einem Normalbetrieb der Batterie (100) bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach dem Erkennen eines drohenden thermischen Durchgehens (Z2) der Batterie (100) durch die Steuereinheit (10) mindestens eine Sicherheitsmaßnahme (S) durch eine Warneinheit (12) eingeleitet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mindestens eine Sicherheitsmaßnahme mindestens eine der folgenden Maßnahmen umfasst:
- Abschaltung der Batterie (100),
 - Ausgeben einer Warnung an einen Benutzer des Elektrofahrzeuges, umfassend eine akustische und/oder optische Mitteilung,
 - Ausgeben einer Aufforderung an den Benutzer des Elektrofahrzeuges, das Fahrzeug umgehend zu verlassen,
 - Ausgeben einer Warnung an andere Verkehrsteilnehmer, umfassend eine akustische und/oder optische Mitteilung,
 - Maximieren einer Kühlleistung der Batterie (100),
 - Einschalten einer Notkühlung der Batterie (100), und/oder
 - Ansteuern mindestens einer weiteren Kühlvorrichtung (2) für mindestens ein Funktionssystem des Elektrofahrzeuges zum Bereitstellen einer Kühlleistung an die Batterie (100).

7. Steuereinheit (10) zum Überwachen einer Batterie (100) eines Elektrofahrzeuges, aufweisend:
eine Sensoreinheit (11) zum Erfassen mindestens eines Betriebsparameters (dT/dt , dU/dt) der Batterie (100),
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sensoreinheit (11) dazu ausgeführt ist, einen Temperaturanstieg (dT/dt) in der Batterie (100) als den mindestens einen Betriebsparameter (dT/dt , dU/dt) der Batterie (100) zu erfassen,
wobei bei einem Temperaturanstieg (dT/dt) in der Batterie (100), der einen bestimmten Schwellenwert ($\Delta T/\Delta t$) überschreitet, ein drohendes thermisches Durchgehen (Z2) der Batterie (100) durch die Steuereinheit (10) erkannt wird.
8. Steuereinheit (10) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinheit (10) dazu ausgeführt ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen,
und/oder dass die Steuereinheit (10) in Form eines Batteriesteuergerätes ausgeführt ist, und/oder dass die Steuereinheit (10) in einer zentralen Steuereinheit der Batterie (100) des Elektrofahrzeuges implementierbar oder als eine eigenständige Steuereinheit ausgeführt ist.
9. Steuereinheit (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Warneinheit (12) vorgesehen ist, die dazu ausgeführt ist, nach dem Erkennen eines drohenden thermischen Durchgehens (Z2) der Batterie (100) durch die Steuereinheit (10) mindestens eine Sicherheitsmaßnahme durch eine Warneinheit (12) einzuleiten.
10. Steuereinheit (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Warneinheit (12) eine Anzeigeeinheit (A) aufweist, die dazu ausgeführt ist, eine Warnung an einen Benutzer des Elektrofahrzeuges, umfassend eine akustische und/oder optische Mitteilung, auszugeben,
und/oder dass die Anzeigeeinheit (A) in einem Armaturenbrett und/oder einem Overheaddisplay des Elektrofahrzeuges implementierbar ist.

11. Kühlsystem (S) für eine Batterie (100) eines Elektrofahrzeuges, aufweisend:
- eine Kühlvorrichtung (1) für die Batterie (100)
 - eine Steuereinheit (10) zum Überwachen der Batterie (100)
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass die Kühlvorrichtung (1) für die Batterie (100) an mindestens eine weitere Kühlvorrichtung (2) für mindestens ein Funktionssystem des Elektrofahrzeuges koppelbar ist, wenn bei einem Temperaturanstieg (dT/dt) in der Batterie (100), der einen bestimmten Schwellenwert ($\Delta T/\Delta t$) überschreitet, ein drohendes thermisches Durchgehen (Z2) der Batterie (100) durch die Steuereinheit (10) erkannt wird.

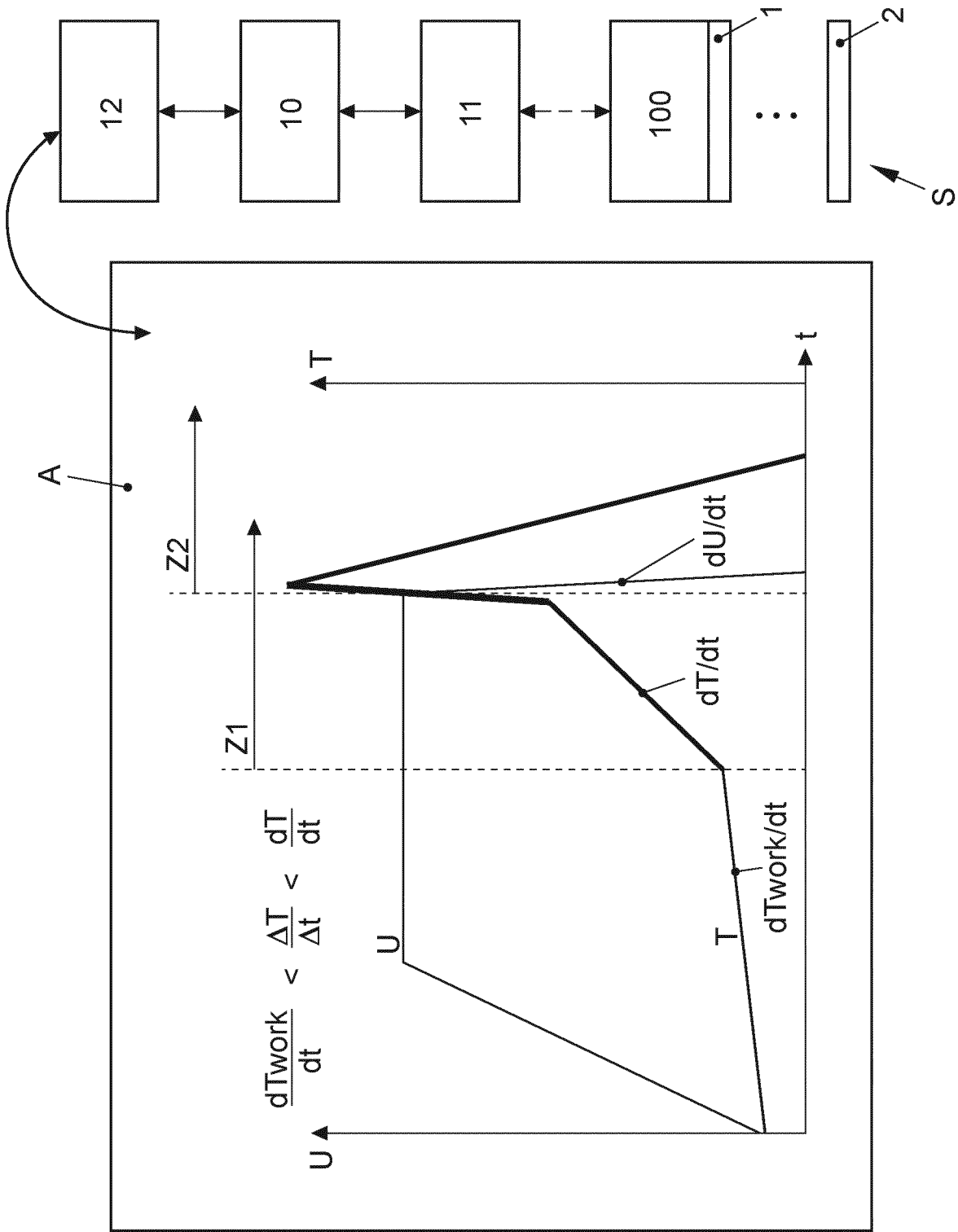


FIG. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/086332

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L 58/26(2019.01)i; **H01M 10/44**(2006.01)i; **H01M 10/613**(2014.01)i; **H01M 10/625**(2014.01)i; **H01M 10/652**(2014.01)i; **H01M 10/48**(2006.01)i; **H02J 7/00**(2006.01)i; **B60L 3/00**(2019.01)i; **B60L 3/04**(2006.01)i; **H02H 5/04**(2006.01)i; **B60L 58/10**(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L; H01M; H02J; H02H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102014202622 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13 August 2015 (2015-08-13) the whole document	1-11
A	DE 102014221471 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 28 April 2016 (2016-04-28) the whole document	1-11
A	DE 102013204538 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; SAMSUNG SDI CO [KR]) 18 September 2014 (2014-09-18) paragraphs [0001] - [0006], [0035]	1-11
A	DE 102013204541 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; SAMSUNG SDI CO [KR]) 18 September 2014 (2014-09-18) paragraphs [0001] - [0007], [0037]	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 February 2020

Date of mailing of the international search report

24 February 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
 p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
 Netherlands**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Chevret, Anthony

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/086332

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	H Döring ET AL. "Initializing of thermal runaway for lithium-ion cells" 06 April 2018 (2018-04-06), Retrieved from the Internet: https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/initializing-of-thermal-runaway-for-lithium-ion-cells.pdf [retrieved on 2020-02-14] XP055668959 the whole document	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/086332

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102014202622	A1	13 August 2015	NONE			
DE	102014221471	A1	28 April 2016	NONE			
DE	102013204538	A1	18 September 2014	NONE			
DE	102013204541	A1	18 September 2014	CN	104052095	A	17 September 2014
				DE	102013204541	A1	18 September 2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B60L58/26 H01M10/48 B60L58/10	H01M10/44 H02J7/00
	H01M10/613 B60L3/00	H01M10/625 B60L3/04
		H01M10/652 H02H5/04
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60L H01M H02J H02H		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2014 202622 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. August 2015 (2015-08-13) das ganze Dokument	1-11
A	DE 10 2014 221471 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 28. April 2016 (2016-04-28) das ganze Dokument	1-11
A	DE 10 2013 204538 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; SAMSUNG SDI CO [KR]) 18. September 2014 (2014-09-18) Absätze [0001] - [0006], [0035]	1-11
A	DE 10 2013 204541 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; SAMSUNG SDI CO [KR]) 18. September 2014 (2014-09-18) Absätze [0001] - [0007], [0037]	1-11
	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. Februar 2020		24/02/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Chevret, Anthony

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	H Döring ET AL: "Initializing of thermal runaway for lithium-ion cells", 6. April 2018 (2018-04-06), XP055668959, Gefunden im Internet: URL:https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/initializing-of-thermal-runaway-for-lithium-ion-cells.pdf [gefunden am 2020-02-14] das ganze Dokument -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/086332

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102014202622 A1	13-08-2015	KEINE	
DE 102014221471 A1	28-04-2016	KEINE	
DE 102013204538 A1	18-09-2014	KEINE	
DE 102013204541 A1	18-09-2014	CN 104052095 A	17-09-2014
		DE 102013204541 A1	18-09-2014