

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges  
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum  
17. März 2016 (17.03.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2016/038207 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

A62C 99/00 (2010.01) A62C 5/02 (2006.01)  
A62C 3/06 (2006.01) A62C 35/02 (2006.01)  
A62C 3/16 (2006.01) A62C 3/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/070885

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. September 2015 (11.09.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
20 2014 007 301.5  
13. September 2014 (13.09.2014) DE

(71) Anmelder: ENVITES ENERGY GESELLSCHAFT  
FÜR UMWELTECHNIK UND ENERGIESYSTEME  
MBH [DE/DE]; Kohnsteinbrücke 12 - Industriegebiet,  
99734 Nordhausen a. Harz (DE).

(72) Erfinder: SCHÄFER, Tim; Am Sportplatz 15, 99768  
Harztor (DE).

(74) Anwalt: PRÜFER & PARTNER GBR; Sohnckestr. 12,  
81479 München (DE).

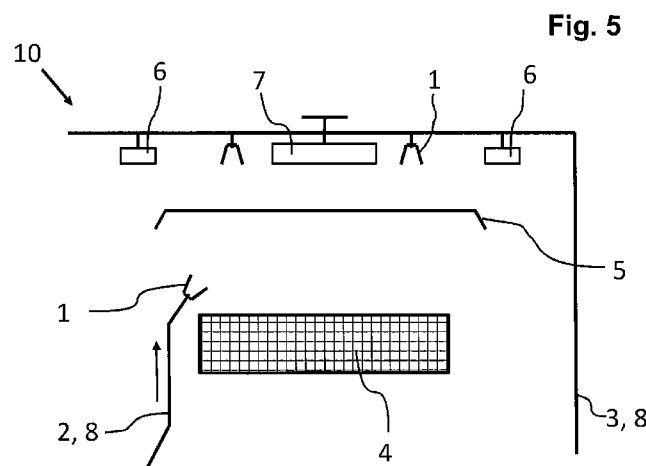
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,  
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,  
KR, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A DEVICE FOR CONTROLLING A FIRE OR RELEASE OF SUBSTANCES, IN PARTICULAR FOR LITHIUM BATTERIES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER VORRICHTUNG ZUR BEHERRSCHUNG EINES BRANDES ODER STOFFAUSSTRITTES, INSBESONDERE FÜR LITHIUMBATTERIEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a device (10) for controlling a fire or release of substances, in particular for lithium batteries (4), which has a hot foam extinguishing system (20) and an apparatus for applying at least one neutralizer (8), comprising the steps: detecting a fire or release of substances, triggering an extinguishing effect depending on the detection of a fire or release of substances by means of: applying a hot foam (3) and/or applying the at least one neutralizer (8). The applying of the neutralizer (8) can be performed separately and chronologically before or after the applying of the hot foam (3), or simultaneously together with the applying of the hot foam (3).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/038207 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

---

Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung (10) zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes, insbesondere für Lithiumbatterien (4), welche eine Heißschaum-Löschanlage (20) und eine Einrichtung zum Anwenden wenigstens eines Neutralisators (8) aufweist, mit den Schritten: Erfassen eines Brandes oder Stoffaustrittes, Auslösen einer Löschwirkung abhängig von der Erfassung eines Brandes oder Stoffaustrittes mittels: Anwenden eines Heißschaums (3) und/oder Anwenden des wenigstens einen Neutralisators (8). Die Anwendung des Neutralisators (8) ist dabei separat und zeitlich vor oder nach der Anwendung des Heißschaums (3) oder gleichzeitig mit der Anwendung des Heißschaums (3) durchführbar.

**Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes,  
insbesondere für Lithiumbatterien**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur gefahrlosen Beherr-  
5 schung eines Brandes oder Stoffaustrittes und der Verminderung seiner Ausbreitung und Auswir-  
kungen insbesondere für Lithiumbatterien.

Ein solche erfindungsgemäße Vorrichtung und ein Verfahren zur gefahrlosen Beherrschung eines  
Brandes oder Stoffaustrittes und der Verminderung seiner Ausbreitung und Auswirkungen insbe-  
sondere für Lithiumbatterien soll zielführend insbesondere bevorzugt zur gefahrlosen Beherr-  
10 schung eines Batteriebrandes, zur Vermeidung von Gefährdungen aus insbesondere Bränden bzw.  
Brandfolgen, die heute noch grundsätzlich im Stand der Technik als schwer oder nicht bzw. nicht  
optimal beherrschbar gelten, für die Praxis, beitragen.

Die Erfindung kann weitgehend, so auch auf Zubereitungen, Erzeugnisse, die Anwendung und Be-  
förderung im Rahmen der Lebenszyklen (im Sinne der regulativen oder normativen Begriffe), an-  
15 dere brandgefährliche Stoffe oder Erzeugnisse oder auf (teil-) elektrisch betriebene Brennstoffzel-  
lenfahrzeuge, alle Produkte und Erzeugnisse, Elektrofahrzeuge oder Energiesysteme, Geräte und  
Maschinen, Lager, Kombinationen, Infrastrukturen, Sammelstellen, Recyclingeinrichtungen, Flug-  
geräte und dergleichen, selbst angewandt werden. Im Folgenden soll die Erfindung im Wesentli-  
chen anhand von Batterien als Energiespeicher, speziell großformatiger ionischer oder metalli-  
20 scher, von Lithium-Ionen Batterien, zur Anwendung entlang der gesamten Wertschöpfungskette,  
beschrieben werden. Es besteht eine Bedeutung für Transporte und Beförderungsprozesse, insbe-  
sondere mit Gefahrgütern wie Lithiumbatterien. Dies im Kontext mit dem Schutz von Leben, Na-  
tur, Infrastrukturen und Investitionen vieler Art und Hinsicht.

Vorzugsweise Batterien, Energiesysteme allgemein spielen in der Effizienz- und individual deter-  
25 minierten Gesellschaft wie auch im öffentlichen Verkehr/Wirtschaft und dergleichen nunmehr  
eine große Rolle. Man kann aber auch sehen, dass diese Energiesysteme, die immer mehr Energie  
und Leistung speichern bzw. abgeben können, im extremen Missbrauch Brandereignisse entwi-  
ckeln können, die teilweise, wie im Folgenden exemplarisch anhand von Lithium-Ionen Batterien

erläutert, schwer zu löschen sind, ohne signifikantere, schädigende oder wiederum gefährlichere Auswirkungen zu haben (gefährliche Hitze, Explosionen (Knallgas), Rauchgase, Feuer etc.).

Eine Folge etwa einer Überhitzung oder eines internen Kurzschlusses kann ein Batteriebrand sein, der besonders bei Lithiumbatterien in der aktuellen Diskussion steht. Diese Dinge sind sicherlich  
5 selten, können aber im worst case kaum durch eine Schutzelektronik oder eine andere Maßnahme weder verhindert noch gesamtgefahrlos und restgefahrlos vermindert werden.

Außer den herkömmlichen Feuerlöschsystemen, wie Sprinkler-, Sprühwasser-, Gas- und Schaumlöschanlagen, wurden zwischenzeitlich viele anerkannte innovative Löschsysteme entwickelt. Solche herkömmlichen Löschkonzepte mit Wasser, Wasser/Gel, Schaum, Pulver aller Arten, Glas-  
10 schaumbildner, andere innovative Verfahren, Heißschaum (hot foam), Trockenschaum, Teilinertisierungen, Sprinkler, Sauerstoffreduktion können je nachdem was bspw. an einem Erzeugnis wie einer Lithiumbatterie im Energiesystem brennt, teilweise insoweit wirken, dass nur bestimmte Gefahrenmomente gemindert werden können.

Andererseits werden dazu bei größeren Batterien oder Batteriebaugruppen relativ große Mengen  
15 von Wasser oder Löschmittel benötigt, welches ggf. zugeführt werden muss. Dabei soll das Löschmittel nicht ins Grundwasser gelangen, dies ist aufgrund der beschriebenen Problematik schwierig zu realisieren. Zwar sind Batterien insbesondere hermetisch abgeschlossen (Lithium-Ionen Batterien, Li-Polymer, Li-Metall), aber im Falle einer Schädigung oder Öffnung der Sicherheitseinrichtungen oder des Berstens der Einhausung, kann es zu gefährlichen, plötzlichen Reaktionen kommen.  
20 Das vorzugsweise in den Kohlenstoff eingelagerte Lithium kann mit Wasser unter Flammbildung reagieren. Da bei der Reaktion des Lithiums mit dem Elektrolyten als auch mit dem Löschmittel kann Wasserstoff oder HF (Flusssäure) freigesetzt werden. Auch andere giftige Reaktionsprodukte entstehen regelmäßig in signifikantem Gehalt. Entstehender Wasserstoff kann mit der Umgebungsluft zündfähige Gemische bilden und schlagartig abrennen.

25 Für die weiterführende exemplarische Ausführung am Beispiel der Lithiumbatterien soll den Stand und Hintergrund verdeutlichen aus der Literatur, Vortrag: „Gefahrenabwehr bei der Zersetzung von Li-Ionen-Akkus- Sachstand“ Prof. Dr. Görtz, Bergische Universität Wuppertal (2014) vor dem

Fachverband Batterien im ZVEI sowie exemplarisch der Artikel aus R. Korthauer „Handbuch Lithium-Ionen- Batterien, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2013 (ebook), insb. Teil IV M. Fleischhammer und H. Döring: „Chemische Sicherheit“, S. 285ff.

5 Aus DE 602 14 442 T2 ist eine Automatische Schaumfeuerlöscheinrichtung bekannt. In der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2004 004 403 A1 ist ein Druckluft-Schaumsystem zur Verwendung beim Feuerlöschen beschrieben, umfassend eine Leitung, einen Wasserflusssensor, ein Schaumdosiergerät, eine Luftleitung, einen Luftflusssensor, ein Luftfluss-Steuerventil und eine Systemsteuerung. Der Wasserflusssensor ist konfiguriert, um eine Wasserfließrate durch die Leitung zu erfassen. Der Luftflusssensor ist konfiguriert, um eine Luftfließrate durch die Luftleitung zu erfassen. Die Systemsteuerung besitzt einen durch einen Anwender einstellbaren Verhältniseingang. Die Systemsteuerung ist konfiguriert, um die erfasste Wasserfließrate aufzunehmen, um die erfasste Luftfließrate aufzunehmen, um ein erstes Steuersignal an das Luftfluss-Steuerventil auszugeben und ein zweites Steuersignal an das Schaumdosiergerät auszugeben. Die Systemsteuerung stellt automatisch die ersten und zweiten Steuersignale ein, um ein Verhältnis des Luftflusses zu dem Schaumfluss, basierend auf dem durch den Anwender einstellbaren Verhältniseingang, aufrecht zu erhalten.

20 Gefährdungen können insbesondere von Stoffen und Zubereitungen oder Erzeugnissen schon bei beginnendem unvorhergesehenem Stoffaustritt resultieren. Diese können sich in dem Sinne fortpflanzen dass ein solcher Stoffaustritt zur Zündung ggf. weiteren Erhitzung beiträgt und letztlich ein Thermal Runaway eintritt. In einem Modul oder in einer Batteriebaugruppe, so wie diese heutzutage auch in PKW vorkommen, kann sich dann der Thermal Runaway selbst fortpflanzen, was der Fachmann unter Propagation kennzeichnet. Im Falle eines sogenannten Venting kommen kennzeichnend eher schnell und große Mengen an Rauchgasen, die eine besondere Gefährdung darstellen. Unter Umständen kann es auch zu eruptiven Vorgängen mit Detonationscharakter kommen. Letzteres ist durch Überdruckeinrichtungen und auch durch andere Maßnahmen im Stand der Technik durch die Batteriehersteller aber weitgehend ausgeschlossen. Über Batteriebrände, Thermal Runaway usw. wird berichtet. Oft liegen die Ursachen dafür in Misshandlungen, Defekten oder externen Einflüssen. Alle Energiesysteme z.B. besitzen aber gewisse inhärente Risiken, schon aufgrund der darin enthaltenen hohen Energiegehalte, Ihrer Fähigkeit der Lieferung von sehr hohen Strömen, Reaktionspotenziale der Missbrauchsfolgenreaktionen usw.

Ein Abdecken mit Sand oder Brandpulvern deckt einen Brandherd ab, kann weitere Reaktionen partiell eindämmen, aber wie im Falle einer Abdeckung mit Glas- (wie PyroBubbles) oder keramischen Perlen kann es eben auch zu Druckaufbau unter einem Weiterfressen des Brandherdes kommen, der bei Aufbruch oder Durchbruch durch die Abdeckung zu einer gefährlichen, schlagartigen auch heftigen Reaktion führen kann.

Daher besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein verbessertes Verfahren sowie eine verbesserte Vorrichtung zur Beherrschung eines Brandes oder eines Stoffaustrittes bereit zu stellen.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Maßgabe des Anspruchs 1, eine Vorrichtung nach Maßgabe des Anspruchs 13 sowie einen Neutralisator nach Maßgabe des Anspruchs 18 vorgeschlagen, vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen hierzu ausgeführt.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes, insbesondere für Lithiumbatterien, welche eine Heißschaum-Löschanlage und eine Einrichtung zum Anwenden wenigstens eines Neutralisators aufweist, weist folgende Schritte auf:

- Erfassen eines Brandes oder Stoffaustrittes,
- Auslösen einer Löschwirkung abhängig von der Erfassung eines Brandes oder Stoffaustrittes mittels:
  - o Anwenden eines Heißschaums und/ oder
  - o Anwenden des wenigstens einen Neutralisators.

Die Anwendung des Neutralisators ist dabei separat und zeitlich vor oder nach der Anwendung des Heißschaums oder gleichzeitig mit der Anwendung des Heißschaums durchführbar.

Die Anwendung von Neutralisator und Heißschaum ist also zeitlich unabhängig voneinander. Abhängig von der vorliegenden Situation eines Stoffaustrittes oder Brandes ist daher ein Neutralisator und/ oder ein Heißschaum separat oder in geeigneter Reihenfolge und auch gemeinsam anwendbar. Als Heißschaum im Sinne der Erfindung wird ein Schaum verstanden, der bis wenigstens

1200°C hitzebeständig ist und in Heißschaumgeneratoren bis zu 600-fach verschäumt wird, gemäß besonderer Ausführungsformen bis zu 1200-fach.

Ein Neutralisator im Sinne der vorliegenden Erfindung soll zumindest eine Gefahr aus austretenden oder sich auch lediglich temporär bildenden Gefährdungen verhindern. Bevorzugt wird in einem Schritt toxischer Stoff aufgenommen, auch gebunden bzw. umgesetzt, bzw. in einer möglichen Weise, etwa auch rein physikalisch oder biologisch neutralisiert.

Bei einer Ausführungsform des Verfahrens weist die Vorrichtung ferner eine Einrichtung zum Anwenden wenigstens eines Reaktionsbeschleunigers auf, sowie den zusätzlichen Schritt: Anwenden des wenigstens einen Reaktionsbeschleunigers. Dabei ist die Anwendung des Reaktionsbeschleunigers separat und zeitlich vor oder nach der Anwendung des Heißschaums oder zeitlich vor oder nach der Anwendung des Neutralisators oder gleichzeitig mit der Anwendung des Heißschaums oder des Neutralisators durchführbar.

Die Anwendung des Reaktionsbeschleunigers ist also zeitlich unabhängig von einer Anwendung des Neutralisators und/ oder Heißschaums. Abhängig von der vorliegenden Situation eines Stoffaustrittes oder Brandes kann daher der Reaktionsbeschleuniger separat oder in einem geeigneten Ablauf vor, nach oder gleichzeitig mit dem Neutralisator und/ oder dem Heißschaum angewendet werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens weist die Vorrichtung ferner neben den Einrichtungen zur Anwendung eines Neutralisators und/ oder Heißschaums eine Einrichtung zum Anwenden wenigstens eines Gefährdungsinhibitors auf, sowie den zusätzlichen Schritt: Anwenden des wenigstens einen Gefährdungsinhibitors. Dabei ist die Anwendung des Gefährdungsinhibitors separat und zeitlich vor oder nach der Anwendung des Heißschaums oder zeitlich vor oder nach der Anwendung des Neutralisators oder gleichzeitig mit der Anwendung des Heißschaums oder des Neutralisators durchführbar.

Die Anwendung des Gefährdungsinhibitors ist also zeitlich unabhängig von einer Anwendung des Neutralisators und/ oder des Heißschaums. Abhängig von der vorliegenden Situation eines Stoffaustrittes oder Brandes kann daher der Gefährdungsinhibitor separat oder in einem geeigneten

Ablauf vor, nach oder gemeinsam mit dem Neutralisator und/ oder dem Heißschaum angewendet werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens weist die Vorrichtung ferner neben den Einrichtungen zur Anwendung eines Neutralisators und/ oder Heißschaums und/ oder Reaktionsbeschleunigers eine Einrichtung zum Anwenden wenigstens eines Gefährdungsinhibitors auf, sowie  
5 den zusätzlichen Schritt: Anwenden des wenigstens einen Gefährdungsinhibitors. Dabei ist die Anwendung des Gefährdungsinhibitors separat und zeitlich vor oder nach der Anwendung des Heißschaums oder zeitlich vor oder nach der Anwendung des Neutralisators oder des Reaktionsbeschleunigers oder gleichzeitig mit der Anwendung des Heißschaums oder des Neutralisators oder  
10 des Reaktionsbeschleunigers durchführbar.

Die Anwendung des Gefährdungsinhibitors also zeitlich unabhängig von einer Anwendung des Neutralisators und/ oder des Heißschaums und/ oder des Reaktionsbeschleunigers. Abhängig von der vorliegenden Situation eines Stoffaustrittes oder Brandes kann daher der Gefährdungsinhibitor separat oder in einem geeigneten Ablauf vor, nach oder gemeinsam mit dem Neutralisator  
15 und/ oder dem Heißschaum und/ oder dem Reaktionsbeschleuniger angewendet werden.

Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens erfolgt die Anwendung des Heißschaums, und/ oder des Neutralisators, und/ oder des Reaktionsbeschleunigers und/ oder des Gefährdungsinhibitors zeitlich mehrfach. Die Abfolge der Anwendung der Verfahrensschritte erfolgt dabei abhängig von der vorliegenden Situation eines Stoffaustrittes oder Brandes.

20 Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird wenigstens ein Teil des angewendeten Heißschaums bereits vor dem Erfassen eines Brandes oder Stoffaustrittes vorgebildet und in einem Pufferspeicher bevorratet.

Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird der Neutralisator und/ oder der Reaktionsbeschleuniger und/ oder der Gefährdungsinhibitor bereits vor dem Erfassen eines Brandes oder  
25 der Stoffaustrittes vorgebildet und in einem Pufferspeicher bevorratet.

Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens steht der Vorrat an Heißschaum und/ oder Neutralisator und/ oder Reaktionsbeschleuniger und/ oder Gefährdungsinhibitor im Pufferspeicher schnell zur Verfügung und ist von dem Vorrat aus im Verfahren nachbildbar und somit dauerhaft konstant lieferbar.

- 5 Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird der Neutralisator und/ oder der Reaktionsbeschleuniger und/ oder Gefährdungsinhibitor bei der Auslösung der Heißschaum-Löschanlage dem Heißschaum beigefügt.

- Bei einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens steht die Vorrichtung in Signalverbindung zu zumindest einer Sensorik, mittels welcher Parameter wie beispielweise die Temperatur oder Betriebsdaten erfasst und übertragen werden, wobei wenigstens ein Schritt des Verfahrens mithilfe der Sensorik ausgelöst wird.
- 10

- Eine weitere Ausführungsform des Verfahrens weist den weiteren Schritt: Erfassen der Neutralisatorenaktivität durch eine Indikatorwirkung oder durch ein Reaktionsprodukt des Neutralisators auf. In diesem Schritt wird ein Neutralisator verwendet, bei welchem eine insbesondere chemische Reaktion bei der Neutralisation eines Stoffes von außen erkennbar ist, beispielsweise durch
- 15 Änderung der Eigenschaften des Neutralisators wie der Farbe, der Temperatur oder physikalischen Eigenschaften wie der Viskosität oder einem Phasenübergang (z.B. flüssig zu fest: Abbinden oder Ausfallen) des Produkts. Ebenso können auch Stoffe entstehen, welche die Neutralisation anzeigen, wie beispielsweise abgegebenes CO<sub>2</sub>.

- 20 Eine weitere Ausführungsform des Verfahrens weist den weiteren Schritt: Beseitigen der Folgen der vorhergehenden Schritte auf, insbesondere sofern vom Gefahrgut keine weitere Gefährdung ausgeht.

- Zur Lösung der Aufgabe wird auch eine Vorrichtung zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes, insbesondere für Lithiumbatterien vorgeschlagen, welche zum Durchführen des vorausgehend beschriebenen Verfahrens ausgebildet ist.
- 25

Eine Ausführungsform dieser Vorrichtung bindet zumindest ein Anordnungsteil im Umfeld der Vorrichtung zur Expansionsbegrenzung ein.

Eine weitere Ausführungsform dieser Vorrichtung weist eine Leiteinrichtung auf, welche zum Schutz der Löschwirkung und/ oder zur Beschleunigung der Reaktion dient.

Eine weitere Ausführungsform dieser Vorrichtung weist einen Pufferspeicher auf, in welchem bereits vor dem Erfassen eines Brandes oder Stoffaustrittes vorgebildeter Heißschaum bevorratbar ist.

Eine weitere Ausführungsform dieser Vorrichtung weist wenigstens einen Pufferspeicher auf, in welchem bereits vor dem Erfassen eines Brandes oder Stoffaustrittes vorgebildeter Neutralisator und/ oder der Reaktionsbeschleuniger und/ oder der Gefährdungsinhibitor bevorratbar ist.

Zur Lösung der Aufgabe wird auch ein Neutralisator zur Verwendung bei einer Vorrichtung zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes, insbesondere für Lithiumbatterien wie vorausgehend beschrieben sowie zur Verwendung im vorher beschriebenen Verfahren zum Betrieb einer solchen Vorrichtung vorgeschlagen, wobei durch die Anwendung des Neutralisators eine Gefahr von austretenden oder sich auch lediglich temporär bildenden Gefährdungen aufgrund eines Brandes oder Stoffaustrittes durch eine Neutralisation der Gefährdung verhinderbar ist.

Bei einer Ausführungsform neutralisiert der Neutralisator einen Brand oder einen Stoffaustritt durch Temperaturumsetzung.

Bei einer weiteren Ausführungsform wird der Neutralisator optional bei der Auslösung der Vorrichtung etwa aufgrund von Messergebnissen oder auf Verdacht bzw. Prädikativ, nur temporär einmalig oder wiederholt angewendet.

Bei einer weiteren Ausführungsform nimmt der Neutralisator einen Stoffaustritt auf, bindet und/ oder setzt diesen um, insbesondere neutralisiert ihn physikalisch und/ oder biologisch und/ oder chemisch.

Die Erfindung kann bevorzugt in beliebigen Schritten oder Kombinationen gezielt effizient eingestellt werden und durchgeführt werden.

Im Folgenden ist die Erfindung insbesondere am Beispiel von Lithiumbatterien beschrieben. Lithiumbatterien sind Energiespeicher, wie ionische Systeme oder Batterien schlechthin, deren Definitionen und Klassifizierungen man insbesondere dem Prüfhandbuch UN 38.3, Tests und Kriterien, entnehmen und die Erfindung daraufhin anwenden kann. Für insbesondere diese Batterien finden  
5 sich Einträge in der Liste der gefährlichen Güter.

Öfters wird beobachtet, dass bevorzugt eine starke Rauchentwicklung aus einem Batteriebrandereignis generiert wird. Schließlich können diese Rauchgase aufgrund Ihrer Bestandteile wiederum rückzündend und stichflammenartig sich sehr schnell ausbreiten. Schon ein Stoffaustritt, etwa eines Elektrolyten oder eines anderen Inhaltstoffes, kann korrosiv, stark ätzend oder bspw. brandfördernd wirken. Von besonderem Vorteil ist, dass dies hier erfindungsgemäß verhindert wird.  
10

Die Vorrichtung besteht gemäß eines bevorzugten Beispiels aus einer Löscheinrichtung insbesondere mit zumindest einem Schaumerzeuger. Bevorzugt kann die Vorrichtung völlig unabhängig von der Batterie resp. dem zu löschenden Objekt sein, etwa separat in einer Anlage, ortsfest oder auch mobil, in einem Flugzeug oder in jeder anderen möglichen Form.

Die Verfahrensaufgabe wird folglich dadurch gelöst, dass in einem Schritt zumindest eine Löschwirkung erzielt wird. Darin können ein oder mehrere Medien zumindest in einem Schritt eingesetzt werden.  
15

Eine Löschwirkung im Sinne der Erfindung kann auch lediglich in einem Aufnehmen eines Stoffaustrittes und/oder dessen Neutralisation bestehen. Eine Löschwirkung im Sinne der Erfindung kann für sich gesehen, kumulativ oder in jeglicher Folge und Kombination erfolgen, je nach Ereignis und Brandlast und Sicherheitserfordernis. Im Sinne der Erfindung können Stoffe und Medien diverser Art und Kombinationen angeordnet sein oder zum Einsatz kommen, in zumindest einem Schritt des Verfahrens. Nach einem Ausführungsbeispiel kann eine Löschwirkung sekundär erreicht werden, im Unterbrechen einer Propagation und/oder eines Unterbrechens einer Löschwirkung, zumindest temporär.  
20  
25

Das Verfahren zur gefahrlosen Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes und der Verminderung seiner Ausbreitung und Auswirkungen insbesondere für Lithiumbatterien, ist durch vorzugsweise unter Einsatz eines Löschverfahrens wie einem 1200°C beständigen hot foams (Heißschaums), quasi Trockenschaumes (Expansionsverhältnis  $E > 11$ ) gelöst.

- 5      Löschverfahren ist im Sinne der Erfindung eine jegliche Beeinflussung, die bevorzugt auch im Unterlassen einer Beeinflussung bestehen kann.

Trockenschaum kann eine jede löschwirkende Schaumlösung oder ein solcher Prozessschritt sein. Auch bevorzugt ein Wasseranteil, Dampfanteil oder Nebelanteil ist bevorzugt variabel. Bevorzugt sind alle Arten von Schaum oder Schaummitteln, mit oder ohne Additiv oder Additivkomplexen.

- 10      Bevorzugt wird dem Schaummittel ein Neutralisator beigemischt oder im gleichen Zuge, wenn sich nicht vermischen lässt als slurry oder getrennte Phase beigegeben. Das kann zu bevorzugten Schaummitteln, wie Proteinschaummitteln oder synthetischen Schaummitteln aller Art, in zumindest einem Verfahrensschritt vorzüglich über die erfinderische Vorrichtung geschehen.

- 15      Bevorzugt wird ein synthetisches, wasserfilmbildendes Schaumlöschmittel auf Basis grenzflächen- und oberflächenaktiver Wirkstoffe eingesetzt. Spezielle Fluor- oder fluorlose Komponenten, Tenside, Schaumstabilisatoren und Frostschutzmittel bilden die Grundlage. Bevorzugt ergeben die Mittel zumindest in einem Verfahrensschritt einen hochviskosen Schaum.

- 20      Ein bevorzugtes Mittel lässt sich sehr gut, idR unter Druckbeaufschlagung, als Schwer- oder Leicht- sowie Mittelschaum verschäumen und schafft gemäß einer bevorzugten Ausführung aufgrund der wasserfilmbildenden und rückzündungshemmenden Inhaltsstoffe die Voraussetzung für einen schnellen und nachhaltigen Löscherfolg insbesondere bei Bränden. Die aus dem Schaum austretende Schaummittellösung bildet dabei bevorzugt den Wasserfilm. Er verstärkt die Löschleistung, Fließfähigkeit und die besondere Rückbrandbeständigkeit. Die Löschzeit wird deutlich verkürzt und der Brandherd abgekühlt. Der Wasserfilm löscht bevorzugt auch dort, wo die Brandoberfläche nur bedingt mit Schaum bedeckt ist bzw. verhindert Rückzündungen, wo die Schaumdecke  
25      aufgerissen wird, bevorzugt in zumindest einem der erfinderischen Schritte.

Als Schwerschaum eingesetzt können große Wurfweiten erzielt werden, als Mittelschaum lassen sich große Schaummengen erzeugen. Der Schaum ist vorzugsweise ölabweisend (oleophob), d.h.,

er belädt sich nicht mit Brandgut und eignet sich hervorragend für die direkte Aufgabe auf das Brandgut, z.B. über Monitore sowie für die "Sub-Surface" Beschäumung. Kunststoffe werden gleichmäßig bedeckt und intensiv benetzt. Der Schaum ist bevorzugt stabil und deckt in Kombination mit dem Wasserfilm Brandflächen nachhaltig gemäß einer bevorzugten Ausführung, gasdicht ab.

Bevorzugt ist, dass ein Neutralisator zumindest kurzzeitig und in einem Schritt eingesetzt wird.

Batterien sind bevorzugt regelmäßig stabil aufgebaut, d.h. das Design-in wird in aller Regel eine gesicherte Aufnahme und Fixierung der bevorzugt prismatisch oder zylindrischen Zellen auch für den Fall des Thermal Runaway der Batterie gewähren.

- 10 Batterien sind im Sinne der Erfindung alle Energie- und Speichersysteme, unabhängig eines oder mehrerer Wandler oder Leistungs- bzw. Spannungssteller, Ihres elektrochemischen Typs, Aufbaus oder Designs – oder Speicherschrittes: Im Sinne der Erfindung sind alle Stoffe, Zubereitungen oder Erzeugnisse und dergleichen, die idR hohe Brandlasten umfassen und in Ihren möglichen Gefährdungen kritisch sind, zu subsumieren. Weiterführend auch technische Systeme, Infrastrukturen, Flugzeuge, Kraftmaschinen, Lagerräume. Im Sinne der Erfindungen geht es dabei auch um Gefahrstoffe, -güter und bevorzugt ionische Batterien, wie Lithiumbatterien, speziell die der großen Formate auf Zell- wie auf Batterieebene. In der Regel also auch Komponenten, Abfall, gebrauchte oder Zellen, Module, Batterien, Batteriebaugruppen jeglicher Art. Stromspeicher im Rahmen der Erfindung sind vorzugsweise elektrochemische Speichermedien oder auch elektrostatische Ladungsspeicher, auch in beliebigen Kombinationen oder gemeinsam zur Beförderung angeboten. Elektrochemische Speichermedien umfassen dabei einen Akkuzellensatz (Batterie, Akkumulator, Akku) mit mindestens einer einzelnen Akkuzelle oder Akkuzellen. Im Sinne der Erfindung stehen Batterien als Beispiel für alle im Sinne der Erfindung zu betrachtenden potentiellen Fälle von bevorzugt relativ hohen Brandlasten, für die sich die Erfindung bevorzugt eignet.
- 20
- 25 Hier sind im Folgenden für diese Erfindung Batterien auch als Energiesysteme oder Energiespeicher bzw. Stromspeicher esp. –wandler oder Erzeuger oder Netz- und Verteileinrichtungen, auch wie folgt, definiert. Dabei kann es sich um Komponenten wie Zellen oder Module, Batterien, Bat-

teriebaugruppen und dergleichen, auch Brennstoffzellen, Turbinen, Motoren, Getriebe, Kühlungen, Temperier Vorrichtungen, Trafos andere Erzeugnisse oder Stoffe und deren Mischungen, Bauarten oder Derivate handeln.

5 Bevorzugt verhindert der hot foam (Heißschaum) elektrische Kurzschlüsse, oder vermindert zumindest deren Gefahr.

Bevorzugt ist, dass der Schaum ein Durchzünden der Rauchgase oder im Rauchgas verhindert.

10 Man bezeichnet diese Batterien gemeinhin auch als elektrochemische Vorrichtungen, meist sind diese mit einer Management- und Schutzelektronik ausgestattet, wobei eine vorteilhafte Konfiguration eine serielles String- BMS (=Batteriemanagementsystem) mit einer übergeordneten Batteriebaugruppenmanagementsystemeinrichtung (BMMS) kombiniert oder autark abgebildet werden kann.

15 Vorteilhaft ist, wenn dieses BMMS die Batteriebaugruppe immer, auch im sleep Modus oder während einer Wartung bzw. einer Entnahme einer Batteriebaugruppe im Batterieraum monitort, so dass keine Gefährdungen, gefährliche Hitzeentwicklungen und dergleichen im potenziellen Havarie Fall übersehen werden können. Im Sinne der vorliegenden Erfindung werden insbesondere solche Vorfälle adressiert.

Von Vorteil ist, wenn diese BMS und oder BMS/BMMS die Funktion einer Laderegelung integriert haben, weil dann eine gesonderte Ladeschaltung entbehrlich ist.

20 Vorteilhaft ist wenn das BMS oder das BMMS an die Abtrennung und/oder das Verfahren gekoppelt ist. Von besonderem erfinderischem Vorteil ist es wenn das BMS oder das BMMS über eine Regelung, die vorteilhaft redundant aufgebaut ist das erfindungsgemäße Verfahren in Gang setzt, wie dies hier beschrieben ist.

25 Die mechanische Einwirkung bei Unfällen mit Batterien kann auch über Zellkurzschlüsse zu einer Temperaturerhöhung mit starker Innendruckerhöhung durch Elektrolytverdampfung und schließlich zum Bersten der Zellen mit Elektrolytaustritt und zum Elektrolytbrand führen. Durch die dadurch weiter ansteigende Temperatur (Thermal Runaway) kann es sicherlich in einem zweiten

Schritt zur Sauerstofffreisetzung aus dem Kathodenmaterialien wie  $\text{LiNiCoAlO}_2$  (NCA) kommen, die zu quasi Explosionserscheinungen führen kann.

Dabei wird oder werden signifikant Gas oder Brandgase, hier für die Erfindung im Folgenden auch Brandgase genannt, freigesetzt, deren Menge und Intensität der Freisetzung aber von Fall zu Fall abhängig von konkreten Gegebenheiten ist, gemessen wurden bis zu 7 Liter pro Amperestunde im Fall von Lithium-Ionen Batterien. Bestimmte Batteriesysteme mit Lithiumeisenphosphate und PVDF/ Anoden mit Grafit zeigen höhere Gasmengen als Lithiumeisenphosphate und SBR/ Anoden mit Grafit oder Mischoxidsystemen mit einem NMC (Nickel-Mangan-Kobalt), optional mit Lithiummanganat ergänzt oder eingemischt.

Bei auslaufendem Benzin im Beispiel eines Hybridfahrzeugs mit Benzinmotor braucht man eine Zündquelle (die in der Regel im Fahrzeug auch vorhanden ist). Bei Batterien kann sich das System durch einen Kurzschluss aber auch selbst entzünden. Benzinbrände sind in der Regel schwerer beherrschbar und breiten sich auf das gesamte Fahrzeug aus. Batteriebrände wurden auch schon durch Ausrüstungen oder Gerätefehler generiert, wie bspw. elektronische Zigaretten oder Tauchergelampen. Der Batteriebrand breitet sich vorzugsweise nicht auf das gesamte Fahrzeug aus, die Batterien sind fixiert und die erfinderische Lösung sichert das jegliche Gefahren eliminiert werden.

Solche Gerätefehler können auch durch Bedienfehler oder Ladegeräte, resp. Wechselrichter oder die Bordelektronik eines Fahrzeugs erzeugt werden.

In der Regel wird man bei einer Batterie nach dem Stand der Technik, etwa aus einem handelsüblichen Hybridauto, feststellen, dass ff. Reaktionen auftreten:

- Öffnen der Zellen, kriechender Rauch (HF Phase),
- Venting mit teils schnellen und massiveren Rauchphasen, (sekundäre HF Phase),
- Feuer/Entzündung, Elektrolytbrand,
- Thermal Runaway mit Stichflammen,
- Restabbrand, ggf. mit HF Phase...

Im Stand der Technik wird eine Batterie sich aber eher gar nicht spontan zerlegen.

Bevorzugt wird kriechender Rauch mittels Neutralisator oder zumindest ein wesentlicher gefährlicher Stoff (Gefahrgutdefinitionen) neutralisiert, zumindest in einem Prozessschritt dieser Erfindung. Bevorzugt erfolgt dies in zumindest einem Verfahrensschritt mit Kalk, Kalkmilch oder Calziumanhydrit (wasserfreier Gips). Darüber hinaus oder separat kann dies in einem temporären gesteuerten Abbrandprozessschritt unter optionalem Einsatz eines Reaktionsbeschleunigers erfolgen. Bevorzugt wird diese Reaktion resp. werden deren Reaktionsfolgen vollends eingeschäumt. Bevorzugt wird in zumindest einem Schritt Reaktionsprodukte aufgefangen, und zu weiteren Prozessschritten, zumindest zu einem solchen, im erfindungsgemäßen Verfahren genutzt. Bevorzugt wird dadurch eine Löschwirkung erzeugt und/oder verstärkt.

- 10 Das typische Verhalten kann in Abhängigkeit einer Propagationsfolge als Venting, während der Propagation dann aber auch mit starkem Feuer unter tlw. mehrfachen Stichflammenkomplexen angesehen werden. Insofern wird das Verhalten, besonders zu den beschriebenen Stichflammen (jet flames) davon abhängen, inwieweit der Aufbau von Zelle, Batteriemodul oder Batterie resp. des gesamten Aufbaus der Batteriebaugruppe (battery assembly) konkret angeordnet ist. Stich-
- 15 flammen müssen auch nicht zwingend auftreten, es gibt, wie oben beschrieben ja ein auch vom System determiniertes Versagensverhalten, welches sich im Thermal Runaway mit deutlich mehr oder weniger Emissionen von Rauchgas und auch HF äußern wird.

- Bevorzugt wird das Venting und/oder eine oder mehrere Stichflammenkomplexe im Schaum eingefangen, quasi sofort eingeschäumt. Gemäß einer bevorzugten Ausführung wird Venting und/o-
- 20 der Stichflammenkomplexe durch die Vorrichtung, bevorzugt durch eine Leiteinrichtung geleitet und/oder konzentriert.

- Venting und/oder Stichflammenkomplexe im Sinne der Erfindung sind jedweder Rauch oder Feuer / Flammen, die sich ausbilden können jeder Art. So wie dies gemäß der einschlägigen IEC Normen, USABC oder EUCAR bspw. bei Lithiumbatterien in den Testvorschriften auch weiter ausdefiniert
- 25 wird.

Die erfinderische Vorrichtung kann bevorzugt eine Leiteinrichtung wie ein Feuerleitblech oder eine kaminartige Schutzanordnung umfassen. Bevorzugt dient diese einerseits dem Schaum als Schutzvorrichtung(Druckminderer, Eingrenzer, Isolator). Bevorzugt kann andererseits diese erfinderische Leiteinrichtung den Prozessschritt Beschleunigung der Reaktion (temporär) gezielt als

Brennkammer unterstützen. Bevorzugt dient ein solcher erfinderischer Vorrichtungsteil oder ein Vorrichtungsteil wie eine Leiteinrichtung zum Schutz der Löschwirkung, bevorzugt einem Schaum. Bevorzugt kann auch der Neutralisator zumindest in einem Schritt und zumindest teilweise inner- oder in sonstigem Kontext zur Leiteinrichtung vorteilhaft wirken.

- 5 Das HF kann die Batterieperipherieanlagen, wie Kabel, Teile, Isolierung, Elektronik, Sensorik und Sicherheits- oder Schalteinrichtungen nebst Dämmungen und Isolation und dergleichen derart und auch schleichend beeinträchtigen, dass es zu Kettenreaktionen kommt, mithin die gesamte Batteriebaugruppe irreversibel insbesondere auch im schleichenden Prozess geschädigt wird oder im Batteriebrand, auch temporär versetzter Natur, zerstört wird.
- 10 Anderer Stoffaustritt kann auch „harmlos“ sein, sich ablagern oder in Korrosionsreaktionen münden, die per se zu keiner signifikanten Gefährdung führen können.

Aber auch in dem Falle das eine solche Batterie nicht diagnosefähig ist, kann es erforderlich sein, unter dem Prinzip „Safety First“ das erfinderische Verfahren vorzugsweise einzusetzen.

- Eine Löschwirkung im Sinne der Erfindung ist eine Löschwirkung jedweder Art und Form. Eine
- 15 Löschwirkung kann auf vielfältige Weise generiert werden. Eine beispielhafte Ausführungsform zeigt Figur 4. Im erfinderischen Sinne kann auch darin eine Löschwirkung gesehen werden, dass zumindest partiell, eine Löschwirkung auch in dem ohne weiterer Einwirkung durchlaufenden Brand zu sehen ist. Bevorzugt wird der Brand in zumindest einem seiner Effekte oder Folgen benutzt, um eine verbesserte Löschwirkung zu erzielen. Bevorzugt Rauch in Heißschaum. Gemäß ei-
- 20 ner Ausführung bevorzugt Wasser, -dampf, -nebel oder ähnliches, zur Kühlung und Löschung. Bevorzugt ein gefährliche Hitze aufnehmender Stoff oder wie bevorzugt ein Isolationsmaterial oder eine Wolle, die inert bleibt, gefährliche Hitze aber nicht propagiert, bzw. bevorzugt eindämmt und gemäß einer Ausführung auch Partikel oder Rauchgas aufnimmt.
- 25 Bevorzugt wird zumindest eine Gefahr in einem Schritt, der temporär ist, neutralisiert, durch Temperaturumsetzung oder Neutralisator.

- Ein Neutralisator im Sinne der vorliegenden Erfindung soll zumindest eine Gefahr aus austretenden oder sich auch lediglich temporär bildenden Gefährdungen verhindern. Bevorzugt wird in einem Schritt toxischer Stoff in dem Schaum aufgenommen, auch gebunden bzw. umgesetzt, bzw. in einer möglichen Weise, etwa auch rein physikalisch oder biologisch neutralisiert. Bevorzugt ist
- 5 allein auch schon die temporäre Aufnahme eines gefährlichen Stoffes in dem Schaum, bis zur ggf. geordneten Beseitigung des Schaumes, nach sicher abgeklungenem Brandevent. Dies soll am Beispiel des Fluorwasserstoff im Folgenden beschrieben werden. Wässrige Lösungen von Fluorwasserstoff werden als Flusssäure bezeichnet. Fluorwasserstoff ist eine stechend riechende, bei 19-20°C siedende, farblose, klare, an feuchter Luft stark rauchende Flüssigkeit. Auch diese Dämpfe
- 10 der Flusssäure sind giftig. Flusssäure siedet als azeotropes Gemisch bei 112°C. Bei Erhitzen von Flusssäure mit einer Konzentration > 40 % gast Fluorwasserstoff aus. Fluorwasserstoff entsteht auch bei der Hydrolyse verschiedener Fluoride (Cobaltfluorid, Phosphorpentafluorid, Silizium-Tetrafluorid, Schwefeltetrafluorid). Flusssäure ist eine starke Säure, die mit vielen Verbindungen unter starker Wärmeentwicklung reagiert und dabei leicht entflammbare und explosive Stoffe bilden
- 15 kann. Sie greift Metall, Glas und Stein an und löst Silizium auf und muss daher in Plastik, Blei, Wachs oder Paraffinflaschen aufbewahrt werden. HF ist vorzugsweise mit Kalkmilch zu neutralisieren und das dabei entstehende unlösliche Calciumfluorid soll als Abfallprodukt fachgerecht entsorgt werden, Neutralisation mit Alkalien (NaOH oder KOH) bzw. Erdalkaliverbindungen (z. Bsp. CaO, Ca(OH)<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub> zu neutralisieren bzw. als CaF<sub>2</sub> auszufällen.
- 20 Bevorzugt kann man als Neutralisator oder auch als Aufsaugmaterial auch erfindungsgemäß Binder, Gewebe, Filter, Matten, Isolationsmaterialien usw. einsetzen, die als Neutralisatoren in einem Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzt werden. In der Bauindustrie unterscheidet man bspw. zwischen hydraulischen Bindemitteln, die sowohl an der Luft als auch unter Wasser härten (z. B. Zement, Mischbinder, hydraulischer Kalk (Trass), Putz- und Mauerbinder auf
- 25 Zementbasis), und nichthydraulischen Bindemitteln (auch Luftbindemittel), die nur an der Luft härten (z. B. Luftkalke, Gips, Magnesiabinder, Lehm). Nichthydraulische Bindemittel sind im erhärteten Zustand nicht wasserbeständig. Vorteilhafte und Gebräuchliche Bindemittel sind:
- Gebrannter Kalk, insbesondere Fettkalk, Kalkmischung, -milch,
  - Halbhydrat, Anhydrit, Gipsprodukte,
  - 30 - Ton (Lehmbau, Lehmputz, Grob- und Feinkeramik)

- Zement, Mischungen

Bevorzugt wird HF als Beispiel abgebrannt, in zumindest einem temporären Schritt.

Bevorzugt kann dies in zumindest einem Schritt mittels einem Neutralisator und/ oder unter Verwendung eines Reaktionsbeschleunigers erfolgen.

- 5 Ein Reaktionsbeschleuniger ist im Sinne der Erfindung ein Stoff oder Medium jeder Art bzw. zumindest ein Prozessschritt geeigneter Art jedweder Form. Bevorzugt kann dies auch Luft und Wasser sein, ein Katalysator und dergleichen. Bevorzugt wird dieser oder zumindest ein Stoff auch zur Erreichung einer Löschwirkung zumindest mitbenutzt, das kann gemäß einer Ausführung Sauerstoff sein. Bevorzugt wird eine Reaktionsbeschleunigung partiell erreicht. Bevorzugt wird eine Re-
- 10 aktionsbeschleunigung temporär erreicht, bevorzugt dadurch, dass eine Löschwirkung auch gezielt eingeschränkt wird, um eine temporäre Reaktion wie einen Brand laufen zu lassen oder zu beschleunigen.

- Bevorzugt kann die Vorrichtung einen Unterdruck wie einen Überdruck aushalten, ohne daraus eine Gefahr zu entwickeln. Bevorzugt im Kontext mit einer Reaktionsfolge des erfinderischen Ver-
- 15 fahrens.

- Vorteilhaft wird zur Expansionsbegrenzung zumindest ein Anordnungsteil einer Karosserie, eines Behältnisses, einer Umhüllung oder Umdeckung, eines Containments oder Batterieteiles, im Sinne der vorliegenden Erfindung, genutzt. Eine Karosserie bildet, insbesondere zum Fahrweg gesehen auch eine Art fast geschlossener Einheit, die für das erfindungsgemäße Verfahren genutzt wird.
- 20 Unabhängig von der Frage, ob die Technik an Bord fest installiert, temporär angeordnet ist oder dem Containment/ der Verpackung zugehörig ist.

- Vorteilhaft kann das Verfahren mit oder in sowie in Wirkverbindung mit geschlossenen Behältern, Kühlfallen, jeweils mit zusätzlichem geeigneten Adsorptionsmittel oder -mitteln, erfindungsgemäß ausgeführt werden.
- 25 Vorteilhaft wird das erfinderische Verfahren prädikativ ausgeführt, so dass erst gar keine Gefährdung entstehen kann.

Vorteilhaft wird das Verfahren temporär solange durchgeführt, bis sichergestellt ist, dass die Reaktion abgeklungen ist oder keine Gefährdungssituation mehr eintreten kann. Untersuchungen haben gezeigt, dass dies im Falle einer Hybridbatterie mit  $x \leq 25 \text{ Ah}$  etwa 5 Minuten – 45 Minuten der Fall sein kann, je nach betroffener Modulzahl oder der tatsächlichen Propagationswirkung.

- 5 Bevorzugt bleibt das Löschmittel ja von Bestand, bis zu zehn Stunden, somit ist Zeit genug, bspw. eine Beförderung zu beenden. Vorteilhaft ist in dem Kontext auch, dass etwaige Brandnester abklingen, also beim Öffnen etwa eines Behälters dadurch keine Gefährdung mehr resultieren kann.

Bevorzugt kann Schaum nachgelegt werden.

Von besonderem Vorteil im Beispiel der Lithiumbatterie ist, dass kein HF mehr gegeben ist.

- 10 Bevorzugt für andere Batterien ist, dass keine anderen aggressiven Medien oder Wasserstoff agieren oder etwa zündfähige Gemische bilden können.

Vorteilhaft ist, dass in einer Wanne zusätzlich aufgefangen werden kann oder eine Behandlung mit Löschkalk erfolgen kann.

- 15 Bevorzugt ist es, einen Schritt durchzuführen, der temporär die Reaktionsgeschwindigkeit, -intensität und/oder Temperatur erhöht. Bei Letzterem kann so auch thermisch eine sichere Behandlung gegen HF erreicht werden oder spätere Gefährdungen aus den sonst ggf. im erfinderischen Verfahren eingedämmten oder ersticktem Brand restlos vermieden werden. Denn dann würde erfindungsgemäß beispielhaft die betroffenen Batterie ausbrennen, HF umgesetzt, andere Gefährdungen verhindert, durch die beschriebenen sonstigen Effekte der Löschwirkung. Eine Erhöhung  
20 der Reaktionsgeschwindigkeit kann bis zu einem mehrfachen erfolgen, somit ist es vorteilhaft möglich, die Technik dazu effizienter zu gestalten.

Vorteilhaft wird in einen Schritt zur Unschädlichmachung einer Gefahr, beispielhaft derart, dass ein erster Stoffaustritt neutralisiert und eingedämmt, gefangen bzw. aufgesaugt wird, das erfinderrische Verfahren ausgeführt.

Von besonderem Vorteil ist, dass gemäß einer beispielhaften Ausführung in einem Schritt der Rauch erstickt und aufgenommen wird, in einen Schritt der Neutralisator eingebracht wird.

Vorteilhaft können effiziente Löschmittel, wie z.B. AFFF-Schaummittel, bei bestimmten Schadenfeuern die Löschzeit erheblich verkürzen und damit den Eintrag von hoch toxischen, kanzerogenen und persistenten Emissionen reduzieren.

Die Löschwirkung beruht einerseits bei Schaum auf Trennung des Brandgutes vom Luftsauerstoff (Löschwirkung Ersticken). Nebenbei kommt auch -je nach Wassergehalt des Schaumes- eine kühlende Wirkung zum Tragen (Löschwirkung Abkühlen). Bei brennenden festen Stoffen der Brandklasse A kann die kühlende Wirkung überwiegen. Im Gegensatz zu fluorierten Schaummitteln (AFFF und FFFP) bilden Schäume auf MBS-Basis auf brennenden Flüssigkeiten keinen Wasserfilm aus und sind daher gegen Wiederentzündung und Aufreißen empfindlicher. Die sichere Löschwirkung wird hauptsächlich durch die Volumenvergrößerung erzielt. Durch diese enorme Vergrößerung der Oberfläche wird vielfach mehr Wärme absorbiert.

Dies ist vorteilhaft, gemäß einer bevorzugten Ausführung kann dies auch weniger, beispielsweise 1:5 oder mehr 1:16 sein.

Bevorzugt ist gemäß einer besonderen Ausführung des erfinderischen Verfahrens der hot foam Schaum und/oder der Neutralisator und/oder der Reaktionsbeschleuniger vorgebildet. Gemäß einer beispielhaften Ausbildung ist dies eine Puffermenge, die dann sehr schnell zur Verfügung steht und von dem Vorrat aus im Verfahren nachgebildet werden kann, somit dauerhaft konstant geliefert wird.

Bevorzugt kommt es durch das Hinzufügen einer großen Druckluftmenge zu einer Vervielfachung der Löschmittelmenge.

Das Prinzip des Löschverfahrens beruht auf der Ansaugung rauchgefüllter Luft (0° - 1.200C°) aus dem zu schützenden Raum. Der dabei entstandene graue Leichtschaum (relativ trocken) füllt den Schutzraum innerhalb weniger Minuten. Es findet praktisch ohne Druckaufbau ein Austausch von Rauch enthaltender Luft zu Rauch enthaltenden Schaum statt.

Bevorzugt beinhaltet das erfinderische Verfahren zumindest einen Schritt unter Einbindung einer hot foam Schaumlösung, dies auch in Kombination mit anderen, beschriebenen Optionen.

Bevorzugt durch das vollständige Binden des am Brandherd entstandenen Rauches, gelangt kein Rauch in die Atmosphäre und es kommt zur sehr schnellen Löschung in allen Bereichen des zu schützenden Raumes. Der nach ca. 9 Stunden zerfallene Schaum kann bevorzugt abgesaugt und entsorgt werden.

Bevorzugt ist ein Heißschaum Feuerlöschsystem (Smoke Foam) also eine sinnvolle Alternative zu konventionellen Feuerlöschverfahren. Es löscht bevorzugt den Brand in einer Produktions- oder Lagerhalle schnell durch vollständige Schaumverfüllung. Durch den Wegfall der nicht benötigten elektrischen Schaumgeneratoren, Schaumtore und Druckentlastungsöffnungen und deren Steuerung, ist dieses Löschverfahren eine durchaus eine bezahlbare, vorteilhafte, Feuerlöschlösung. Die Heißschaum-Löschanlage, kann bevorzugt als stationäre - und halbstationäre oder mobile Löschanlage ausgelegt werden.

Bevorzugt sind die Rauchschaumblasen, denn diese haben einen höheren Stickeffekt,. Das hat sich in den Voruntersuchungen bei den Lithiumbatterien im besonderen Maße und überraschend gezeigt. Bevorzugt ist eine Schaumproduktion in Heißschaumgeneratoren von 0° bis 1.200°C bei bis zu 600 facher Verschäumung, gemäß einer besonderer Ausführung bis zu 1200 facher Verschäumung.

Bevorzugt und vorteilhaft ist die relativ günstige Entsorgung des dann zusammen fallenden Rauchschaumes sowie der oder teilweise darin gebundenen Abreaktionsprodukte der Neutralisation und/ oder der Reaktionsbeschleunigung.

Bevorzugt wird der Neutralisator und/oder der Reaktionsbeschleuniger optional bei der Auslösung der Löschanlage über die Pumpe, das Konzentrat oder separat beigefügt und somit bevorzugt über die bestehende Anlage, etwa aufgrund von Messergebnissen oder auf Verdacht bzw. Prädikativ, auch nur temporär einmalig oder wiederholt ggf. auch beigemischt, zugeführt.

In einer bevorzugten Ausführung erfolgt dies quasi separat, aber es wird am Schaumgenerator zugeführt oder beigemischt oder dergleichen.

Bevorzugt können somit die Düsen, besonders vorteilhaft sind drei Düsen im Schaumgenerator zu diesen Neutralisationszwecken resp. Reaktionsbeschleunigungszwecken bzw. zu diesem einem oder auch mehrfach auch in Kombination ausgeführten Schritt genutzt werden.

5 Von besonderem Vorteil kann gemäß einer besonderen Ausführung es sein, dass die Schritte redundant ausführbar sind. Vorteilhaft bevorzugt ist es dann eine redundante erfinderische Vorrichtung anzuordnen.

Bevorzugt sind die Schritte unabhängig von einer sonstigen, etwa einer Batteriesteuerung (BMS, BMMS, PCM, OPC e.c.) oder einer Transportsicherung.

10 Bevorzugt kann das erfinderische Verfahren zentral oder dezentral, etwa von einem Cockpit, einer Leiteinrichtung oder Zentrale resp. einem übergeordnetem Automatismus oder einer technischen oder Intelligenz ausgelöst werden.

Bevorzugt ist dies ein BMS eine elektronische Steuerung jedweder Art und Form.

Bevorzugt ist eine solche Steuerung auf die Erfindung hin eingerichtet, stehe mit dieser in Signalübertragung. Bevorzugt besteht eine Verbindung zu zumindest einer Sensorik.

15 Bevorzugt ist der Neutralisator am Sieb angeordnet oder über das Sieb zuführbar.

Bevorzugt kann der Neutralisator unabhängig von der Funktion des Schaumgenerators dort bis zu einem oder mehrerer gesonderter Schritte verbleiben und gesondert ausgelöst werden.

20 Bevorzugt werden beim Gegenpressen des Schaumes, die aufgestiegenen Rauchgase optional mit dem Neutralisator in den Schaumblasen gebunden. Danach fällt der Schaum und den darin gebundenen Rauchgasen, und füllt im Beispiel eines Containers diesen innerhalb von kurzer Zeit vorzüglich innerhalb von 1-4 Minuten aus. Dadurch wird vorteilhaft ggf. ein Brand vollständig vermieden, ein entstehender Brand erstickt. Bevorzugt wird sehr gut gekühlt. Dadurch wäre, insbesondere in Verbindung mit dem Einsatz des Neutralisators die erfinderische Aufgabe bereits auch gelöst. Bevorzugt ist allein aber auch die dadurch entstehende Kühl- oder Stickwirkung, die durch den  
25 Schaum resultiert.

Bevorzugt vorteilhaft ist es hier, dass keine weiteren Schritte oder Maßnahmen somit erforderlich sind. Von besonderem Vorteil ist, dass keine teure sonstige Schutzlösung, etwa eine gesonderte Verpackung erforderlich ist.

5 Bevorzugt löst das Verfahren automatisch aus. Bevorzugt in Wirkverbindung zur Batterie oder deren Umgebung. Bevorzugt ohne elektrische Steuerung und Sensorik. Bevorzugt wird nach einer erfinderischen beispielhaften Ausführung, dass die Vorrichtung zumindest eine Sensorik umfasst und im erfinderischen Verfahren zumindest ein Schritt, der durch zumindest eine Sensorik ausgelöst wird.

10 Bevorzugt sind in einer sensiblen Infrastruktur, wie einem Flugzeug, zumindest eine redundante und/oder diverse Sensorik angeordnet. Bevorzugt sind dann zumindest ein Verfahrensschritt, auch wiederholt, über auch nur ein auslösendes Ergebnis eine Detektion auszulösen. Bevorzugt wird in einem Verfahrensschritt lediglich eine Neutralisation durchgeführt. Bevorzugt wird in einem anderen Verfahrensschritt eine temporäre Einwirkung wie einer besonderen Stickwirkung (erhöhte Schaumlaster) oder katalytische Wirkung erzeugt. Dies kann vorteilhaft durch ein und dieselbe Vorrichtung hervorgerufen werden. Bspw. durch Einbringen eines anderen Materials über die Schaumgeneratoren. Die Vorrichtung kann bevorzugt aber separate Einrichtungen haben, die bevorzugt einen weiteren Zugang ermöglichen, bevorzugt für einen anderen Stoff, als denjenigen, der für die Schaumlöschung benötigt wird. Vorteilhaft kann dadurch die Schaumwirkung stabilisiert, d.h. Schaumbildung, Schaumwirkung und Aufrechterhaltung unterstützt werden. Bevorzugt wird der Schaum dadurch selbst gegen die Stichflammen oder eine andere Gefahr geschützt.

Bevorzugt ist die Batteriemodul- oder Zelleinhüllung (prismatisches oder rundes Zellgehäuse) eine Leiteinrichtung oder als gesondertes Teil der erfinderischen Vorrichtung definiert.

25 Bevorzugt bei einer Auslösung bevorzugt der einen Vorrichtung "Smoke Foam" Löschanlage, wird die Wasserpumpe und die Pumpe für das Schaumkonzentrat angesteuert. Im Schaumzumischer, wird dem Wasser oder einem anderen Stoff, -mischung, -derivat bevorzugt 3% Schaumkonzentrat beigemischt. Gemäß einer anderen beispielhaften Ausführung kann dies auch weniger, 6% oder mehr sein. Dieses Wasser/Schaumgemisch, bevorzugt in einem Schritt auch nur Wasser oder -dampf wird dann zu den Schaumgeneratoren gefördert und über die Düsen im Schaumgenerator,

gegen das Sieb gepresst, resp. eingeführt. Bevorzugt werden beim Gegenpressen des Schaums, die aufgestiegenen Rauchgase in den Schaumblasen gebunden.

Bevorzugt fällt der Schaum und den darin gebundenen Rauchgasen, in das Schutzobjekt (z.B. Hochregallager, ...) und füllt dieses innerhalb von kurzer Zeit, etwa eine Lager-Halle in 4 Minuten aus. Bevorzugt geschieht das so, dass wichtige Funktionen des Objekts oder der Maschine bzw. der Batterie nicht beeinträchtigt werden. Bevorzugt wird zumindest ein Teil einer Batterie erhalten. Bevorzugt wird ein Flugzeug, als weiteres Beispiel, den Flug sicher beenden können.

Durch das Binden der Rauchgase im Schaum, werden keinerlei Öffnungen (Druckentlastung) im Baukörper benötigt. Was auch einen erheblichen Kostenvorteil ergibt. Bevorzugt entsteht also kein Druckaufbau.

Bevorzugt können Inhibitoren als Neutralisatoren angeordnet oder zumindest in einem Schritt eingesetzt werden. Chemische Inhibitoren (Passivatoren, Hemmstoffe, Verzögerer, Antikatalysatoren, negative Katalysatoren). Bevorzugt werden Inhibitoren u. a. zum Schutz von Oberflächen vor Korrosion eingesetzt. Dabei lagern sich bevorzugt durch Adsorption z. B. organische Moleküle an der Oberfläche an und blockieren Reaktionen mit der Umgebung. Bei den Korrosionsinhibitoren sind bevorzugt die VCI-Mittel (Volatile Corrosion Inhibitor) als temporärer Schutz. In geschlossenen Systemen, wie z. B. Kühlkreisläufen, können dem Medium bevorzugt Korrosionsinhibitoren zugesetzt werden. Bevorzugt wird ein Katalysator so gewählt, dass nur diejenige Reaktion beschleunigt wird, die das erwünschte Produkt erzielt. Verunreinigungen durch Nebenprodukte und Gefahren werden so weitgehend vermieden.

Ein Reaktionsbeschleuniger im Sinne der Erfindung ist ein Stoff oder auch ein Prozessschritt. Bevorzugt in den Figuren als (S8) beschrieben.

Die Erfindung kann bevorzugt in beliebigen Schritten oder Kombinationen gezielt effizient eingestellt werden und durchgeführt werden

Rauchgase emittieren bevorzugt vorteilhaft nicht in technische Systeme, es bilden sich keine durchzündfähigen Rauchgaskonzentrationen. Gefährliche Hitze wird vorteilhaft eingedämmt,

wichtiges Gerät geschützt. Von besonderem Vorteil ist, dass ein sehr geringer Wasseranteil gebunden wird und lediglich erforderlich ist, somit kann auch nichts in Erreich gelangen.

In Fahrzeugen kann dazu Material bevorratet werden oder exemplarisch aus Kühlkreisläufen oder Waschanlagen in dem Bedarfsfall genutzt werden, das Verfahren vorteilhaft flexibel in einem Fahrzeug oder Flugzeug und mit einfachem Aufwand aufgerüstet werden.

Von besonderem Vorteil ist es, diese Module oder Batterien/Zellen durch eine Abtrennung mit Isolationsmaterial wie einem zu 1000°C schmelzsicheren Material wie bspw. einer Ingenieurkeramik wie im Folgenden beschrieben oder einem Material wie Microtherm Platten oder Formkörper wie Zylinder daraus zur Umwicklung bei zylindrischen Batterien (großformatig), seitlichen Beanspruchung und als Box ohne festen Deckel oder einfach als Abschottung zum nächsten Modul zu verwenden. Dabei ist es von erfinderischem Vorteil, dass ein Material oberflächlich oder in der ersten Lage bei Auftreten von Übertemperatur verbackt, denn die unteren Lagen oder das weitere Material hält seine dämmende und schützende Funktion aufrecht, um den sogenannten Kaskadeneffekt, also das Durchbrennen eines Elements oder Moduls in Folge der Hitzeübertragung von außen, auszuschließen.

Das ist besonders vorteilhaft, weil somit lediglich unter Umständen ein lokal gut beherrschbares Überhitzungs- oder Brandevent aus einer Ursache wie einem internen Kurzschluss auftritt, welches dann lokal gut beherrschbar ist.

Vorteilhaft ist daher die Auskleidung oder Isolation der vorzüglich flüssigkeitsdichten Abtrennung durch geeignete Ingenieurkeramiken, Glasschaumbildnern oder deren Belegung mit Pyrobubbles. Gemäß einer besonderen Ausführung sind diese Keramiken mehrlagig aufgebracht und können optional mit Sonderdichtwerkstoffen + Fasern angeordnet oder embedded sein. Wegen der beschriebenen Problematik des Auftretens von HF oder der schnellen Temperaturwechselbelastung ist erfindungsgemäß eine Karbid-Keramik oder ein Derivat daraus vorteilhaft.

Diese Karbid Keramiken sind vorzüglich erfindungsgemäß vorteilhaft zur Auskleidung auch als Abtrennung verwendet oder bilden seitlich Formkörper, die eine Batterie oder ein – Modul zumindest teilweise umschließen. Ingenieurkeramiken der beschriebenen Art halten mehr als 1200 °C aus bei schnellen Temperaturwechseln, gegen solche Schocks verbinden diese die Eigenschaft der HF

–Resistenz, so dass solche Keramiken wie Karbide, speziell rekristallisiertes Siliziumkarbid nach einer besonderen erfinderischen Ausführungsform vorzüglich geeignet sind. Die geometrische Form eines Hohlzylinders um ein Batteriemodul kann gemäß einer besonderen Abwandlung einer erfinderischen Detaillösung dafür sorgen, dass die entstehende Hitze und die Gase besser abgeleitet werden und sich kein Stau über der Brandgasbindungseinrichtung bildet. Vorteilhaft bauen diese Anordnungen auch ggf. einen Druckanstieg gut ab. Vorteilhaft ist die direkte ausreichend formschlüssige Verbindung eines solchen Hohlzylinders mit der Brandgasbindungseinrichtung.

Obschon die vorliegende Erfindung vorstehend unter Bezugnahme auf konkrete Ausführungen und das Beispiel in Ihren wesentlichen Merkmalen beschrieben worden ist, versteht sich, dass die Erfindung nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt ist, sondern in dem durch die Ansprüche vorgegebenen Umfang und Bereich abgewandelt und erweitert werden kann.

Dabei wirkt bevorzugt eine Zuführeinrichtung optional, etwa eine automatische Erkennungs- und Fördereinrichtung, die über eine elektronische Steuer- und Messeinrichtung das Material an den Ereignisort befördert und verteilt. Das hat den Vorteil, dass eine solche Einrichtung gezielt, bevorzugt ein oder mehrfach, auf mehrere Abtrennungen konzentriert werden kann. Dies ist effizienter bei gleich hoher Reaktionsgeschwindigkeit.

Von besonderem Vorteil ist aber auch ein System, welches die Erdanziehungskraft nutzt. Dabei ist das rieselfähige Material vorzüglich über dem Energiespeicher angeordnet und wird durch das Auftreten von Hitze, etwa durch Wegschmelzen einer Membran oder Eröffnung einer Sollbruchstelle aus einem Kunststoff freigesetzt. Rieselt somit auf den Ereignisort, lokal, bis zur jeweiligen Abtrennung.

Vorteilhaft ist hier, dass dies etwas temporär verzögert erfolgt und quasi auch temporär verzögert auf den betroffenen Ereignisort oder den Batteriespeicher einrieselt und schließlich zumindest teilweise bedeckt, weil dadurch sich einerseits der Druck aus dem Ereignis lokal besser abbaut und es somit nicht zu einem plötzlichen freigesetzten kommt, auch nicht durch ein verzögertes Weiterbrennen und Druckaufbau, weil das Material sukzessive die Reaktion insbesondere durch massive Aufnahme gefährliches Hitze eindämmt.

Bevorzugt entspricht dies einem oder mehreren Schritten S1 - S8 aus den Figuren 1 bis 3 oder steht damit in einem Kontext.

Gemäß einer besonderen Abwandlung rieselt das Material dann zwischen die Abtrennung und Energiespeicher zunächst und stützt oder stärkt an der Stelle die bereits angeordnete Isolierung.

- 5 Dies hat den Vorteil, dass man die an, um zwischen usw. den Abtrennung angeordnete beschriebene Isolierung dünner ausgestalten kann, nur im Ernstfall würde dies verstärkt. Eine Schicht von Schaumbildnern von 3cm kann Wärme bis 1000°C standhalten resp. aufnehmen. Eine weitere Abwandlung würde für das über den Abtrennung und dem Energiespeicher gespeicherte rieselfähige Material mit Sollbruchstellen versehen, die durch eine Brandmeldeanlage ausgelöst werden.
- 10 Gemäß einer weiteren bevorzugten Abwandlung könnte dies aus selbstauslösenden Feuerlöschgeräten oder mittels einer Treibladung, etwa aus einem Airbag geschehen bzw. ausgelöst werden. Bei letzterem würde der Treibsatz des Airbag oder der Airbag selbst, die oben beschriebene Rückhaltungsmembrane für das rieselfähige Material aufreißen oder soweit zerstören, dass genug Material eventgerech ausrieseln kann.
- 15 Vorteilhaft kann wenn es um einen Elektrofahrzeug regelmäßig auf eine Abtrennung innerhalb des Energiespeichers auch verzichtet werden, weil man dort ggf. bereits thermisch stabile Materialein in Anordnungen umgesetzt hat.

- Erfindungsgemäß wird hier vorgeschlagen, im Beförderungsfall bevorzugt eine Abtrennung um das Elektrofahrzeug oder in Abhängigkeit von der Größe der Batterien (kWh) einzelne Beförderungseinheiten zu bilden, die dann zu einer ausreichenden Brandgasbindungseinrichtung korrespondieren. Vorteilhaft und effizient kann dies so geschehen, dass redundante Brandgasbindungseinrichtungen mehrere Beförderungseinheiten absichern.
- 20

- Die Abtrennung und bspw. die Brandgasbindungseinrichtung und/ oder auch die Batterie können bevorzugt in diversen Formen und Anordnungen mit anderen Einrichtung oder irgend gekoppelt angeordnet sein. Die Abtrennung kann vorzugsweise eine Funktionssensorik oder eine Elektronik beinhalten. Dies kann nach einer besonders vorteilhaften beispielhaften Ausführung so angeordnet dass Parameter oder ein Parameter wie beispielweise die Temperatur ständig überwacht, übertragen oder visualisiert werden können.
- 25

Durch das vollständige Binden des am Brandherd entstandenen Rauches, gelangt kein Rauch/Partikel in die Atmosphäre und es kommt zur sehr schnellen Löschung in allen Bereichen des zu schützenden Raumes in seiner erfindungsgemäß vorgeschlagenen Abtrennung.

5 Der bspw. nach ca. 9 Stunden zerfallene Schaum kann abgesaugt und entsorgt werden. Das Heißschaum Löschsystem erfüllt Löscheigenschaften in bestimmten außergewöhnlichen Brandlastsituationen. Andere Systeme, wie Wassernebel-, Kompaktschaum-, Dampf-, Suppressions-, Inhibitions- oder PyroBubbles-Systeme sind optional.

10 Erfindungsgemäß von besonderem Vorteil ist es, als Brandgasbindungseinrichtungen hier vorzüglich Heißschaumanlagen einzusetzen, hier wird ein Gemisch aus etwa 97% Wasser und 3% Schaumkonzentrat mit hoher Viskosität in einem Heißschaumgenerator bis auf das 600-fache (bis zig tausend fache) Volumen aufgeschäumt. Der Schaum wird gegen ein Sieb gepresst, wonach die aufsteigenden Rauchgase in den viskosen Schaumblasen gebunden werden.

15 Da der Schaum sich vornehmlich mit Hilfe der an der Decke sammelnden Rauchgase bildet, entfällt also der Einbau von Druckentlastungsöffnungen. Der Schaum fällt mitsamt der gebundenen Rauchgase in Richtung Boden des zu schützenden Objektes und füllt dessen Innenraum innerhalb weniger Minuten aus.

Heißschaumlöschanlagen können als erfindungsgemäße, bevorzugte, Brandgasbindungseinrichtungen auch mit Sprinkleranlagen oder ähnlichen technischen Löschmöglichkeiten vorteilhaft kombiniert werden.

20 Um nun besonders hohe Brandlasten bevorzugt (von Batterien) beherrschen zu können, ist es zweckmäßig ein Heißschaum-Löschverfahren einzusetzen, welches ohne aufwendige Baumaßnahmen eine sichere Löschung erzielt.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Zusammenhang mit den  
25 Figuren. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine beispielhafte Schrittfolge eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb einer Vorrichtung zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes;

Fig. 2 einen beispielhaften erfindungsgemäßen Verfahrensablauf;

Fig. 3 einen weiteren beispielhaften erfindungsgemäßen Verfahrensablauf;

5 Fig. 4 eine schematische Darstellung einer beispielhaften Heißschaum-Löschanlage; und

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer beispielhaften erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes.

Figur 1 zeigt eine beispielhafte Schrittfolge eines erfindungsgemäßen Verfahrens mit Betriebsdaten, die eine Gefährdung generieren oder darstellen, und erfasst werden, S2 Übermitteln der Daten S3, oder Durchführen einer Sofortmaßnahme S4 mit Neutralisator, Beschleuniger, Gefährdungsinhibitor. Bevorzugt soll dann auch prädikativ mit S5 zumindest ein Auslösen, Aufbau einer Löschwirkung erfolgen, bevorzugt einer Rauchgasbindungsmaßnahme druckloser Natur, Ersticken und/oder Kühlen. Bevorzugt ist temporär S5 soll diese aufrechterhalten oder insbesondere unter Verwendung eines Puffers nachgelegt werden können S6. Nachgelagert oder im Verfahren wird  
10 bevorzugt eine oder mehrere Folgen der Reaktion beseitigt S7. Bevorzugt wird eine Gefahr wirksam negiert, bevorzugt wird der Trockenschaum danach einfach weggesaugt/aufgesaugt, weggeblasen oder dergleichen.

Ein Reaktionsbeschleuniger im Sinne der Erfindung ist ein Stoff oder auch ein Prozessschritt. Bevorzugt hier als S8 beschrieben.

20 Figur 2 zeigt einen beispielhaften erfindungsgemäßen Verfahrensablauf. Werden in den Schritten S1 und S2 Betriebsdaten erfasst und übermittelt, die anzeigen, dass ein oder mehrere Batterieparameter nicht in Ordnung sind, wird prädikativ mit S4 eine Sofortmaßnahme eingeleitet. Werden Stichflammen oder ein Batteriebrand erfasst, so wird Heißschaum zugeführt S5 und wiederholt eine Sofortmaßnahme durchgeführt S4, beispielsweise ein Reaktionsbeschleuniger angewendet.  
25 Weiter wird Heißschaum aus dem Heißschaumpuffer zugeführt S6, sowie eine weitere Sofortmaßnahme S4 durchgeführt.

Figur 3 zeigt einen weiteren beispielhaften erfindungsgemäßen Verfahrensablauf, der insbesondere für nicht diagnosefähige Batterien anwendbar ist. Bei einem undefinierten Batteriezustand wird eine Sofortmaßnahme S4 eingeleitet und Heißschaum S5 angewendet. Ferner wird Heißschaum aus dem Heißschaumpuffer zugeführt S6, sowie eine Katalysatormaßnahme S8 durchgeführt. Danach wird weiter Heißschaum zugeführt S5 sowie eine weitere Sofortmaßnahme angewendet S4.

Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung einer beispielhaften Heißschaum-Löschanlage 20, wie sie im Stand der Technik bekannt ist. In einem Schaumtank 11 ist Schaumkonzentrat gespeichert, das über eine Pumpe 12 zum Schaumzumischer 13 geführt wird. Ebenfalls zum Schaumzumischer 13 wird Wasser von einer Wasserpumpe 14 gefördert. Das im Schaumzumischer 13 gebildete Wasser-Schaum-Gemisch 15 wird anschließend über Zuführleitungen zu Schäumerdüsen 6 geführt, wo es beim Passieren eines Siebes in bekannter Weise unter Verwendung von Umgebungsluft zu einem Heißschaum aufgeschäumt wird.

Figur 5 zeigt eine schematische Darstellung einer beispielhaften erfindungsgemäßen Vorrichtung 10 zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes. Dargestellt ist eine Zuführleitung für Heißschaum 3 und einen Neutralisator 8, sowie Schäumerdüsen 6 zum Aufschäumen des Heißschaums 3 und Düsenöffnungen 1 für das Zuführen eines Neutralisators 8. Die Schäumerdüsen 6 sowie die Düsenöffnungen 1 sind oberhalb einer Batterie 4 angeordnet. Ebenfalls oberhalb der Batterie ist ein separater Versorger 7 angeordnet, mittels welchem beispielsweise Heißschaum 3 aus einem Pufferspeicher (nicht dargestellt) zugeführt werden kann. Oberhalb der Batterie 4 ist eine Leiteinrichtung 5 in Form eines Leitblechs angeordnet, welches dazu dient, dass ein Heißschaum 3 sowie ein Neutralisator 8 im Gefahrenfall nicht unmittelbar auf den Brandherd aufgebracht wird, sondern in einen Bereich neben die Batterie. Beabsichtigt ist, den Raum um die Batterie herum zu füllen, damit bei ausreichender Füllung der Umgebung Heißschaum 3 ggf. mit dem Neutralisator 8 seitlich über die Batterie 4 steigt und dann den Brand erstickt, bzw. den Stoffaustritt beendet. Ferner dient die Leiteinrichtung 5 dazu, eine Art Brennkammer auszubilden, mittels welcher die Reaktion einer Sofortmaßnahme wie eine Reaktionsbeschleunigung temporär gezielt unterstützt wird. In unmittelbarer Nähe zur Batterie 4 ist eine Zuführleitung für einen Reaktionsbeschleuniger 2 / Neutralisator 8 angeordnet, mittels welcher ein Reaktionsbeschleuniger 2 und/ oder ein Neutralisator 8 einem Gefahrenherd an der Batterie 4 mittels einer Düsenöffnung 1

zuführbar ist. Durch den Schutz der Leiteinrichtung 5 kann im Gefahrenfall ein Reaktionsbeschleuniger 2 und/ oder ein Neutralisator 8 auf die Batterie 4 bzw. in deren unmittelbare Umgebung aufgebracht werden und dort wirken, bis ein Heißschaum 3 von der Seite her den Raum unter der Leiteinrichtung 5 erreicht.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung (10) zur Beherrschung eines Brandes oder Stoff-  
austrittes, insbesondere für Lithiumbatterien (4), welche eine Heißschaum-Löschanlage (20)  
5 und eine Einrichtung zum Anwenden wenigstens eines Neutralisators (3) aufweist, mit fol-  
genden Schritten:

- Erfassen eines Brandes oder Stoffaustrittes,
- Auslösen einer Löschwirkung abhängig von der Erfassung eines Brandes oder  
Stoffaustrittes mittels:

- Anwenden eines Heißschaums (3) und/ oder
- Anwenden des wenigstens einen Neutralisators (8),

dadurch gekennzeichnet, dass

die Anwendung des Neutralisators (8) separat und zeitlich vor oder nach der Anwendung  
des Heißschaums (3) oder gleichzeitig mit der Anwendung des Heißschaums (3) durchführ-  
bar ist.

2. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Vorrichtung (10) ferner eine Einrichtung zum Anwenden wenigstens eines Reaktionsbe-  
schleunigers (2) aufweist, mit dem zusätzlichen Schritt:

- Anwenden des wenigstens einen Reaktionsbeschleunigers (2), wobei  
die Anwendung des Reaktionsbeschleunigers (2) separat und zeitlich vor oder nach der An-  
wendung des Heißschaums (3) oder zeitlich vor oder nach der Anwendung des Neutralisa-  
tors (8) oder gleichzeitig mit der Anwendung des Heißschaums (3) oder des Neutralisators  
(8) durchführbar ist.

3. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Vorrichtung (10) ferner eine Einrichtung zum Anwenden wenigstens eines Gefährdungs-  
inhibitors aufweist, mit dem zusätzlichen Schritt:

- Anwenden des wenigstens einen Gefährdungsinhibitors, wobei

die Anwendung des Gefährdungsinhibitors separat und zeitlich vor oder nach der Anwen-  
dung des Heißschaums (3) oder zeitlich vor oder nach der Anwendung des Neutralisators (8)

oder gleichzeitig mit der Anwendung des Heißschaums (3) oder des Neutralisators (8) durchführbar ist.

4. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass  
5 die Vorrichtung (10) ferner eine Einrichtung zum Anwenden wenigstens eines Gefährdungsinhibitors aufweist, mit dem zusätzlichen Schritt:
  - Anwenden des wenigstens einen Gefährdungsinhibitors, wobei  
10 die Anwendung des Gefährdungsinhibitors separat und zeitlich vor oder nach der Anwendung des Heißschaums (3) oder zeitlich vor oder nach der Anwendung des Neutralisators (8) oder des Reaktionsbeschleunigers (2) oder gleichzeitig mit der Anwendung des Heißschaums (3) oder des Neutralisators (8) oder des Reaktionsbeschleunigers (2) durchführbar ist.
5. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
15 dadurch gekennzeichnet, dass die Anwendung des Heißschaums (3), und/ oder des Neutralisators (8), und/ oder des Reaktionsbeschleunigers (2) und/ oder des Gefährdungsinhibitors zeitlich mehrfach erfolgt.
6. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
20 dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Teil des angewendeten Heißschaums (3) bereits vor dem Erfassen eines Brandes oder Stoffaustrittes vorgebildet und in einem Pufferspeicher bevorratet wird.
7. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
25 dadurch gekennzeichnet, dass der Neutralisator (8) und/ oder der Reaktionsbeschleuniger (2) und/ oder der Gefährdungsinhibitor bereits vor dem Erfassen eines Brandes oder Stoffaustrittes vorgebildet und in einem Pufferspeicher bevorratet wird.
8. Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorrat an Heißschaum (3) und/ oder Neutralisator (8) und/ oder Re-  
30

aktionsbeschleuniger (2) und/ oder Gefährdungsinhibitor im Pufferspeicher schnell zur Verfügung steht und von dem Vorrat aus im Verfahren nachbildbar ist und somit dauerhaft konstant lieferbar ist.

- 5      9.      Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Neutralisator (8) und/ oder der Reaktionsbeschleuniger (2) und/ oder Gefährdungsinhibitor bei der Auslösung der Heißschaum-Löschanlage (20) dem Heißschaum (3) beigefügt wird.
- 10     10.     Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung in Signalverbindung zu zumindest einer Sensorik steht, mittels welcher Parameter wie beispielweise die Temperatur oder Betriebsdaten erfasst und übertragen werden, wobei wenigstens ein Schritt des Verfahrens mithilfe der Sensorik ausgelöst wird.
- 15     11.     Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch den weiteren Schritt:
- Erfassen der Neutralisatorenaktivität durch eine Indikatorwirkung oder durch ein Reaktionsprodukt des Neutralisators (8).
- 20     12.     Verfahren zum Betrieb einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch den weiteren Schritt:
- Beseitigen der Folgen der vorhergehenden Schritte.
- 25     13.     Vorrichtung zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes, insbesondere für Lithiumbatterien, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) zum Durchführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgebildet ist.
- 30     14.     Vorrichtung zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass diese zumindest ein Anordnungsteil im Umfeld der Vorrichtung zur Expansionsbegrenzung einbindet.

15. Vorrichtung zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass diese eine Leiteinrichtung (5) aufweist, welche zum Schutz der Löschwirkung und/ oder zur Beschleunigung der Reaktion dient.
- 5 16. Vorrichtung zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass diese wenigstens einen Pufferspeicher aufweist, in welchem bereits vor dem Erfassen eines Brandes oder Stoffaustrittes vorgebildeter Heißschaum (3) bevorratbar ist.
- 10 17. Vorrichtung zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass diese wenigstens einen Pufferspeicher aufweist, in welchem bereits vor dem Erfassen eines Brandes oder Stoffaustrittes vorgebildeter Neutralisator (8) und/ oder der Reaktionsbeschleuniger (2) und/ oder der Gefährdungsinhibitor bevorratbar ist.
- 15 18. Neutralisator zur Verwendung bei einer Vorrichtung zur Beherrschung eines Brandes oder Stoffaustrittes, insbesondere für Lithiumbatterien nach einem der Ansprüche 13 bis 17 sowie zur Verwendung im Verfahren zum Betrieb einer solchen Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Anwendung des Neutralisators (8) eine Gefahr aus austretenden oder sich auch lediglich temporär bildenden Gefährdungen aufgrund eines Brandes oder Stoffaustrittes durch eine Neutralisation der Gefährdung verhinderbar ist.
- 20 19. Neutralisator nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass dieser einen Brand oder einen Stoffaustritt durch Temperaturumsetzung neutralisiert.
- 25 20. Neutralisator nach einem der Ansprüche 18 und 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Neutralisator (8) optional bei der Auslösung der Vorrichtung (10) etwa aufgrund von Messergebnissen oder auf Verdacht bzw. Prädikativ, nur temporär einmalig oder wiederholt angewendet wird.
- 30

21. Neutralisator nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass dieser einen Stoffaustritt aufnimmt, diesen bindet und/ oder umsetzt, insbesondere physikalisch und/ oder biologisch und/ oder chemisch neutralisiert.

Fig. 1

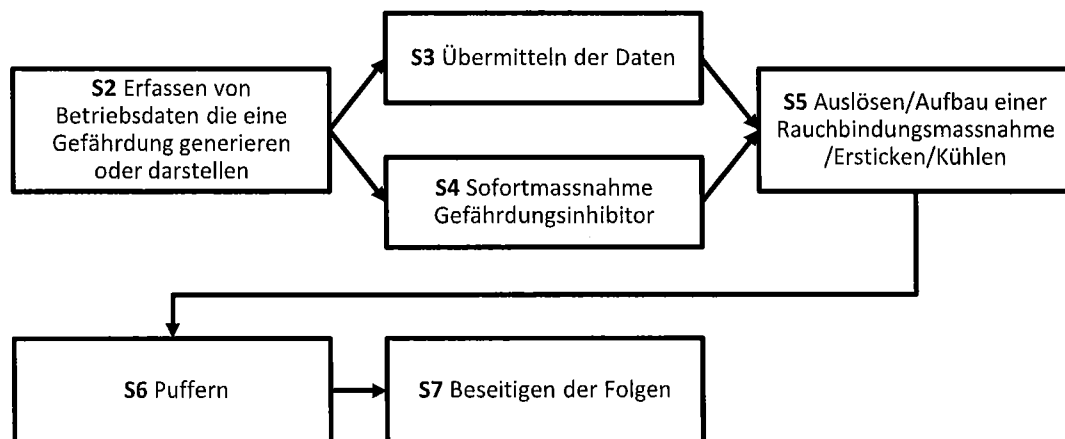


Fig. 2

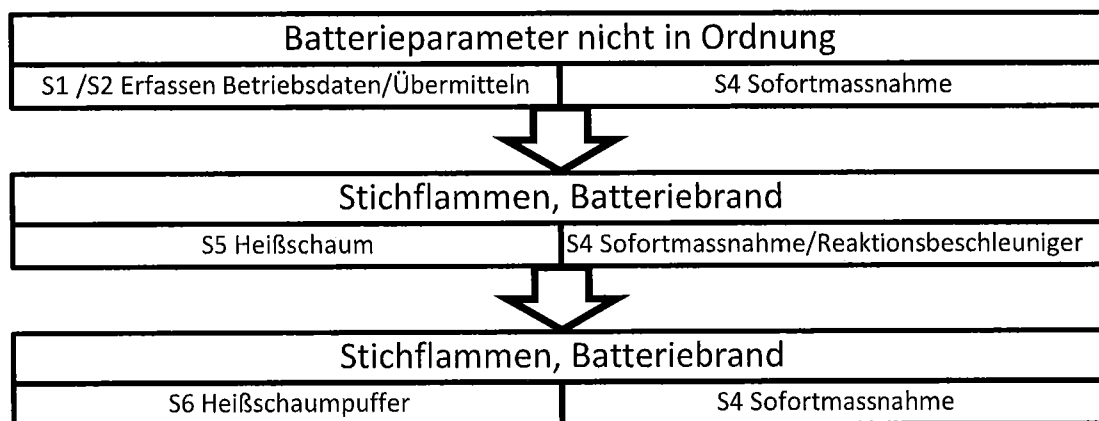


Fig. 3

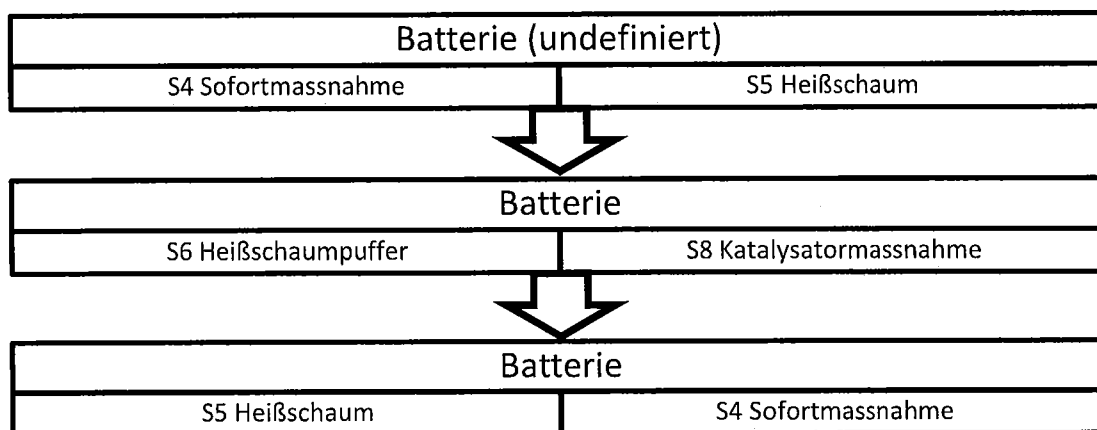


Fig. 4

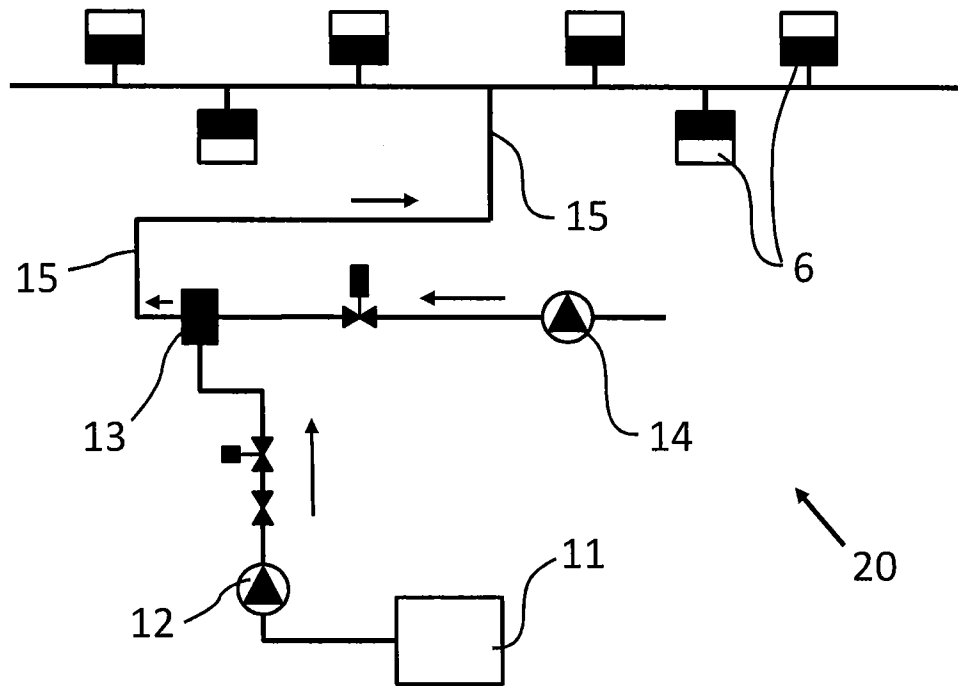
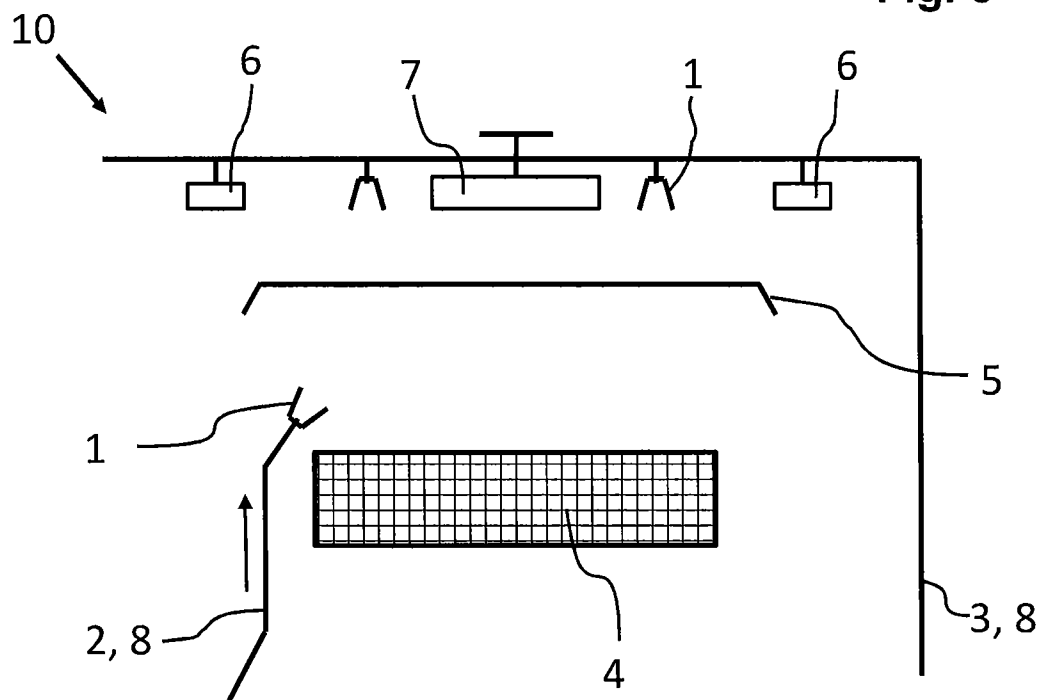


Fig. 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/070885

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                              |                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| INV.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | A62C99/00                                                                                                                                                                                                                    | A62C3/06                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | A62C3/00                                                                                                                                                                                                                     |                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | A62C3/16                                                                                                                                                                                                                     | A62C5/02                                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                              | A62C35/02                                          |
| ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                              |                                                    |
| 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)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                              |                                                    |
| A62C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                              |                                                    |
| 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 20 2013 006631 U1 (ENVITES ENERGY GES<br>FUER UMWELTECHNIK UND ENERGIESYSTEME MBH<br>[DE]; HAM) 19 November 2013 (2013-11-19)<br>paragraphs [0116] - [0119]<br>paragraphs [0126] - [0127]<br>claim 28<br>paragraph [0070] | 1-21                                               |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | DE 10 2011 075318 A1 (SB LIMOTIVE CO LTD<br>[KR]; SB LIMOTIVE GERMANY GMBH [DE])<br>8 November 2012 (2012-11-08)<br>figures 1, 2a, 2b<br>paragraphs [0027] - [0028]<br>paragraphs [0041] - [0043]<br>-----<br>-/-            | 1-21                                               |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                              |                                                    |
| * Special categories of cited documents :<br><br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"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)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br><br>"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<br>"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<br>"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<br>"&" document member of the same patent family |                                                                                                                                                                                                                              |                                                    |
| Date of the actual completion of the international search                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                              | Date of mailing of the international search report |
| 17 December 2015                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                              | 05/01/2016                                         |
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                              | Authorized officer<br><br>Horrix, Doerte           |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2015/070885

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |                                                                                                                                         |                       |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Category*                                            | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                      | Relevant to claim No. |
| A                                                    | EP 2 647 410 A2 (BOEING CO [US])<br>9 October 2013 (2013-10-09)<br>figures 1-8<br>paragraphs [0069] - [0073]<br>-----                   | 15                    |
| A                                                    | US 8 616 070 B1 (KUDO RANCE TETSUO [US])<br>31 December 2013 (2013-12-31)<br>column 2, line 48 - column 3, line 24<br>figure 2<br>----- | 16                    |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/070885

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 202013006631 U1                        | 19-11-2013          | NONE                       |                     |
| DE 102011075318 A1                        | 08-11-2012          | CN 103561822 A             | 05-02-2014          |
|                                           |                     | DE 102011075318 A1         | 08-11-2012          |
|                                           |                     | EP 2704802 A1              | 12-03-2014          |
|                                           |                     | JP 2014517986 A            | 24-07-2014          |
|                                           |                     | KR 20140005323 A           | 14-01-2014          |
|                                           |                     | US 2014170447 A1           | 19-06-2014          |
|                                           |                     | WO 2012150117 A1           | 08-11-2012          |
| EP 2647410 A2                             | 09-10-2013          | AU 2013200330 A1           | 24-10-2013          |
|                                           |                     | CA 2801505 A1              | 05-10-2013          |
|                                           |                     | CN 103357130 A             | 23-10-2013          |
|                                           |                     | EP 2647410 A2              | 09-10-2013          |
|                                           |                     | JP 2013215576 A            | 24-10-2013          |
|                                           |                     | KR 20130113360 A           | 15-10-2013          |
|                                           |                     | US 2013264346 A1           | 10-10-2013          |
| US 8616070 B1                             | 31-12-2013          | US 8616070 B1              | 31-12-2013          |
|                                           |                     | US 8616071 B1              | 31-12-2013          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
| INV.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | A62C99/00                                                                                                                                                                                                               | A62C3/06                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | A62C3/16                                                                                                                                                                                                                | A62C5/02                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | A62C35/02                                                                                                                                                                                                               |                                                     |
| ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
| A62C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
| 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 20 2013 006631 U1 (ENVITES ENERGY GES<br>FUER UMWELTECHNIK UND ENERGIESYSTEME MBH<br>[DE]; HAM) 19. November 2013 (2013-11-19)<br>Absätze [0116] - [0119]<br>Absätze [0126] - [0127]<br>Anspruch 28<br>Absatz [0070] | 1-21                                                |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | DE 10 2011 075318 A1 (SB LIMOTIVE CO LTD<br>[KR]; SB LIMOTIVE GERMANY GMBH [DE])<br>8. November 2012 (2012-11-08)<br>Abbildungen 1, 2a, 2b<br>Absätze [0027] - [0028]<br>Absätze [0041] - [0043]                        | 1-21                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | - / - -                                                                                                                                                                                                                 |                                                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"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)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>"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<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"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<br>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                         | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
| 17. Dezember 2015                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                         | 05/01/2016                                          |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                         | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Horrix, Doerte |

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |                                                                                                                                               |                    |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Kategorie*                                            | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                            | Betr. Anspruch Nr. |
| A                                                     | EP 2 647 410 A2 (BOEING CO [US])<br>9. Oktober 2013 (2013-10-09)<br>Abbildungen 1-8<br>Absätze [0069] - [0073]<br>-----                       | 15                 |
| A                                                     | US 8 616 070 B1 (KUDO RANCE TETSUO [US])<br>31. Dezember 2013 (2013-12-31)<br>Spalte 2, Zeile 48 - Spalte 3, Zeile 24<br>Abbildung 2<br>----- | 16                 |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/070885

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 202013006631 U1                                 | 19-11-2013                    | KEINE                             |                               |
| DE 102011075318 A1                                 | 08-11-2012                    | CN 103561822 A                    | 05-02-2014                    |
|                                                    |                               | DE 102011075318 A1                | 08-11-2012                    |
|                                                    |                               | EP 2704802 A1                     | 12-03-2014                    |
|                                                    |                               | JP 2014517986 A                   | 24-07-2014                    |
|                                                    |                               | KR 20140005323 A                  | 14-01-2014                    |
|                                                    |                               | US 2014170447 A1                  | 19-06-2014                    |
|                                                    |                               | WO 2012150117 A1                  | 08-11-2012                    |
| EP 2647410 A2                                      | 09-10-2013                    | AU 2013200330 A1                  | 24-10-2013                    |
|                                                    |                               | CA 2801505 A1                     | 05-10-2013                    |
|                                                    |                               | CN 103357130 A                    | 23-10-2013                    |
|                                                    |                               | EP 2647410 A2                     | 09-10-2013                    |
|                                                    |                               | JP 2013215576 A                   | 24-10-2013                    |
|                                                    |                               | KR 20130113360 A                  | 15-10-2013                    |
|                                                    |                               | US 2013264346 A1                  | 10-10-2013                    |
| US 8616070 B1                                      | 31-12-2013                    | US 8616070 B1                     | 31-12-2013                    |
|                                                    |                               | US 8616071 B1                     | 31-12-2013                    |