



(11) **EP 3 296 629 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.03.2018 Patentblatt 2018/12

(51) Int Cl.:
F23C 13/08^(2006.01) F23C 13/06^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16189245.0**

(22) Anmeldetag: **16.09.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder:
• **Schulze, Janet-Susan**
21775 Ihlienwoth (DE)
• **Schulze, Dieter**
21775 Ihlienwoth (DE)

• **Hamel von der Lieth, Renate**
27607 Geestland (DE)

(72) Erfinder:
• **Schulze, Janet-Susan**
21775 Ihlienwoth (DE)
• **Schulze, Dieter**
21775 Ihlienwoth (DE)
• **Hamel von der Lieth, Renate**
27607 Geestland (DE)

(74) Vertreter: **Hansen, Jochen**
Hansen und Heeschen
Patentanwälte
Eisenbahnstrasse 5
21680 Stade (DE)

(54) **VERFAHREN UND VERBRENNUNGSOFEN ZUR UMSETZUNG VON WASSERSTOFF UND LUFTSAUERSTOFF ZU WASSER ODER VON HHO-GAS ZU WASSER**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umsetzung von Wasserstoff und Luftsauerstoff zu Wasser oder HHO-Gas zu Wasser in einem Verbrennungssofen (1), wobei der Verbrennungsraum (10) von einem Kühlmantel (2), in dem eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert wird, wobei Wasserstoff und Luftsauerstoff oder HHO-Gas in den Verbrennungssofen (1) eingedüst und gezündet wird und in Gegenwart von metalloxidhaltigen Erden (4) bei Temperaturen bis 2600 °C zu entstehendem Reaktionswasser umgesetzt werden, wobei der Verbrennungssofen (1) mit einer Wärmeträgerflüssigkeit gekühlt wird. Ferner betrifft die Erfindung einen Verbrennungssofen (1) zur Umsetzung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser oder HHO-Gas zu Wasser mit einem Verbrennungsraum (11) mit wenigstens einer Gaszufuhrleitung (3) mit Austrittsdüse (31), durch die das zu verbrennende Gas zugeführt wird, und einem den Verbrennungsraum (11) umschließenden Kühlmantel (2) mit einer darin zirkulierenden Wärmeträgerflüssigkeit, wobei im Verbrennungsraum (11) metalloxidhaltige Erden als Katalysator (4) angeordnet sind.

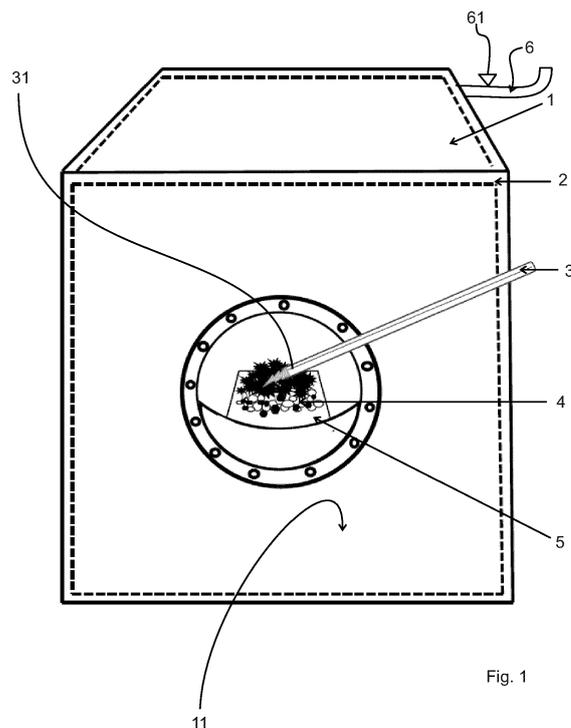


Fig. 1

EP 3 296 629 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umsetzung von Wasserstoff und Luftsauerstoff zu Wasser oder HHO-Gas zu Wasser in einem Verbrennungssofen, wobei der Verbrennungsraum von einem Kühlmantel, in dem eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert wird, umgeben ist. Ferner betrifft die Erfindung einen Verbrennungssofen zur Umsetzung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser oder HHO-Gas zu Wasser mit einem Verbrennungsraum mit wenigstens einer Gaszufuhrleitung mit Austrittsdüse, durch die das zu verbrennende Gas zugeführt wird, und einem den Verbrennungsraum umschließenden Kühlmantel mit einer darin zirkulierenden Wärmeträgerflüssigkeit. Dabei bedeutet HHO-Gas eine Mischung von Wasserstoff und Sauerstoff genau in dem atomaren Verhältnis zweimal H zu einmal O, wie es als Reaktionsprodukt bei der Elektrolyse von Wasser entsteht.

[0002] Die Erzeugung und Verwendung von Wasserstoff (H_2) hat eine lange Tradition. Wasserstoff (H_2) wurde und wird vor allem in der chemischen und Erdöl-Industrie zur Reduktion von chemischen Verbindungen, zur Hydrierung von ungesättigten Kohlenwasserstoffen, Gewinnung von hochwertigem Benzin u.a. verwendet.

[0003] In neuerer Zeit gewinnt die Herstellung von Wasserstoff (H_2) und dessen Verwendung zusätzlich an Bedeutung im Zusammenhang mit der Nutzung elektrischer Energie aus Windstrom- und Solarstromanlagen. Wasserstoff (H_2) kann damit ökologisch aus Wasser (H_2O) mittels elektrischer Energie durch Elektrolyse erzeugt werden. Der so gewonnene Wasserstoff (H_2) kann

- einerseits als chemischer Energiespeicher, dessen Energie im Bedarfsfall durch Umsetzung mit Luftsauerstoff (O_2) zu Wasser (H_2O) mit angeschlossener Stromgewinnung abgerufen und benutzt werden oder
- andererseits in Gasleitungen den Verbrauchern zugeführt werden.

[0004] Dabei ist die Verbrennung des Wasserstoffs (H_2) mit Luftsauerstoff (O_2) sowie die Umsetzung von HHO-Gas aus der Wasser-Elektrolyse insofern mit Problemen behaftet, dass die Reaktionswärme der Wasserbildungs-Reaktion aus Wasserstoff (H_2) sowie aus HHO-Gas sehr hoch ist, was zu Materialschäden in den Verbrennungsöfen bzw. bei Absenkung der Verbrennungstemperaturen zur Unterbrechung der Verbrennungsreaktion und zur Absenkung des energetischen Wirkungsgrades führen kann.

[0005] Während bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen Reaktionstemperaturen, die materialtechnisch sowohl das Ofenmaterial selbst als auch die in der Regel im Inneren der Öfen liegenden Wärmetauscher-Rohrbündel aus Stahl belasten, von ca. 900 bis 1300 °C erreicht und beherrscht werden, ergibt sich bei der Verbrennung von Wasserstoff (H_2) mit Sauerstoff (O_2) als auch bei der Verbrennung von HHO-Gas ein anderes

Bild.

[0006] Bekannt sind auch die H_2 -Verbrennungsöfen der Fa. Xerion Advanced Heating GmbH, die im Reaktorraum Graphitelemente enthalten, die dazu dienen, die Verbrennungsreaktion elektronisch anheizen zu können. Diese Öfen dienen der Herstellung von speziellen Stählen und Keramiken sowie zu Forschungszwecken, wobei die Standzeiten der Graphit-Elektroden durch Abbrandreaktionen sehr begrenzt sind.

[0007] In DE 20 2013 005411 U1 ist die H_2 -Verbrennung im Wirbelschicht-Verfahren beschrieben, die der Aufwirbelung von metalloxidhaltigen Substanzen bedarf; hierbei wird der Wirkungsgrad der Wärmegewinnung mit > 80% beschrieben.

[0008] Bekannt ist auch die Eigenschaft von Wasserstoff (H_2), bei höheren Temperaturen und Drücken durch Stahl zu diffundieren, was die Handhabung von Wasserstoff (H_2) unter solchen Bedingungen erschwert bzw. verhindert.

[0009] In DE 10 2006 047222 A1 wird die Verbrennung von Wasserstoff (H_2), der durch Thermolyse von Wasser (H_2O) gewonnen wird, genannt. Die dafür erforderliche Brennvorrichtung wurde nicht näher beschrieben. Ein energetischer Wirkungsgrad wird nicht angegeben. Die Thermolyse des Wassers (H_2O) wird durch Einspritzen von Wasser (H_2O) unter Druck auf einen Hohlkörper, der durch vorherige chemische Reaktionen auf ca. 2000 - 3000 °C erhitzt worden ist, erreicht.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, Wasserstoff (H_2) und Luftsauerstoff (O_2) bzw. HHO-Gas ohne Anwendung eines Wirbelschicht-Verfahrens bei atmosphärischem Druck mit Wirkungsgraden der Wärmegewinnung > 95% zu Wasser (H_2O) umzusetzen.

[0011] Gelöst wird diese Aufgabe mit einem Verfahren zur Umsetzung von Wasserstoff und Luftsauerstoff bzw. HHO-Gas zu Wasser gemäß Anspruch 1 und einem Verbrennungssofen dafür gemäß Anspruch 10.

[0012] Wenn Wasserstoff und Luftsauerstoff oder HHO-Gas in den Verbrennungssofen eingedüst und gezündet wird und in Gegenwart von metalloxidhaltigen Erden bei Temperaturen bis 2600 °C zu entstehendem Reaktionswasser umgesetzt werden, wobei der Verbrennungssofen mit einer Wärmeträgerflüssigkeit gekühlt wird, kann eine effiziente und dauerhafte Verbrennung der Mischung aus Wasserstoff und Sauerstoff (oder HHO-Gas entstanden aus Elektrolyse von Wasser) mit einer hohen Wärmeenergieausbeute erreicht werden. Die Temperaturen bis 2600 °C treten unmittelbar im Reaktionsbereich an den metalloxidhaltigen Erden auf.

[0013] Entsprechend wird die Aufgabe vorrichtungsgemäß in einem Verbrennungssofen mit einem Verbrennungsraum mit wenigstens einer Gaszufuhrleitung mit Austrittsdüse, durch die das zu verbrennende Gas zugeführt wird, dadurch gelöst, dass im Verbrennungsraum metalloxidhaltige Erden als Katalysator angeordnet sind. Da, wie bereits vorangehend erläutert, die max. Reaktionstemperatur von bis zu 2600 °C nur im Bereich des Katalysators (metalloxidhaltige Erden) auftritt, kann die-

se Verbrennungsreaktion in einem Verbrennungssofen durchgeführt werden, der beispielsweise aus Edelstahl, geeignet gegen Wasserstoff-Versprödung, beispielsweise der Werkstoff Nr. 1.4438 317 L oder anderen geeigneten Stählen durchgeführt werden. Der bei solchen Verbrennungsräumen üblicherweise vorgesehene umschließende Kühlmantel wird dabei durch das darin zirkulierende Wärmeträgermedium auf einer Temperatur deutlich unterhalb der Schmelztemperatur des Stahlwerkstoffs von beispielsweise 1400 °C gehalten. Daneben können in dem Verbrennungssofen auch keramische Bestandteile enthalten sein, die eine höhere Temperaturbeständigkeit aufweisen. Das zu verbrennende Gas, zumindest Wasserstoff und Sauerstoff im Gemisch, werden über eine Gaszufuhrleitung mit Austrittsdüse in den Verbrennungsraum des Verbrennungssofens eingedüst und entzündet.

[0014] Um eine ausreichende Reaktionsmasse einerseits und andererseits eine nicht zu große, nicht mehr beherrschbare Reaktion hervorzurufen, werden bei der Verbrennung 1000 bis 5000 l/h Wasserstoff und Luftsauerstoff oder HHO-Gas zugeführt.

[0015] Wenn die Verbrennungsflamme direkt auf die metalloxidhaltigen Erden gerichtet wird, wird der intensive Kontakt der Verbrennungsgase mit dem als Katalysator wirkenden metalloxidhaltigen Erden erreicht. Dabei sind die metalloxidhaltigen Erden bevorzugt pulverförmig und/oder grobkörnig strukturiert (grob kristallin). Entsprechend groß ist die wirksame Oberfläche des Katalysators, der mit den Verbrennungsgasen in Kontakt tritt.

[0016] Wenn der Abstand des Eindüsungspunktes der Gaszufuhr zu den metalloxidhaltigen Erden zur Steuerung des Verbrennungsprozesses verändert wird, kann der Einfluss des Katalysators auf die Verbrennungsreaktion gesteuert werden. Unter anderem kann mit dieser Verstellbarkeit der Austrittsdüse zur Gaszufuhr relativ zu den im Verbrennungsraum abgelegten metalloxidhaltigen Erden die Verbrennungstemperatur in einem Bereich von vorzugsweise 1800 °C bis max. 2600 °C gesteuert werden. Dabei erfolgt die Steuerung der Position der Austrittsdüse (Verbrennungsdüse im Verbrennungsraum) durch eine nach außen reichende Mechanik, mit der der Wirkungsgrad der Reaktionswärme und der Wärmeübertragung an den Kühlmantel optimiert werden kann.

[0017] Ferner sind die metalloxidhaltigen Erden mit Wasser in einem Massenverhältnis bis zu 33 % der metalloxidhaltigen Erden-Masse gemischt, um die katalytische Wirkung der metalloxidhaltigen Erden weiter zu verbessern.

[0018] Wenn die metalloxidhaltigen Erden auf einer massiven, die Verbrennungstemperatur widerstehenden Grundplatte im Zentrum des Verbrennungssofens angeordnet sind, können die als Katalysator wirkenden metalloxidhaltigen Erden im Zentrum des Verbrennungssofens bereitgestellt werden, ohne dass eine unmittelbare Beeinflussung der Brennofenaußenwände und damit eine dort evtl. entstehende thermische Überlastung ent-

stehen könnte.

[0019] Als weiteres Mittel zur Steuerung der Verbrennungstemperatur auf 1800 °C bis max. 2600 °C zur Erzielung einer optimalen Wärmegewinnung im Kühlmantel des Verbrennungssofens wird Wasser während der Verbrennung in den Verbrennungssofen eingespritzt. Bevorzugt wird destilliertes, entionisiertes Wasser oder auch Meerwasser verwendet. Alternativ wird ein Teil des entstandenen Reaktionswassers während der Verbrennung in den Verbrennungssofen zurückgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass bei einem Durchsatz von Verbrennungsgas von 1000 bis 5000 l/h eine Wassereinspritzung bis zu 1,5 l/h besonders bevorzugt ist.

[0020] Weiter kann zur Steuerung der Verbrennung und damit auch der Verbrennungstemperatur Wasserstoff und Luftsauerstoff oder das HHO-Gas mit gasförmigem Stickstoff oder gasförmigen Kohlendioxid oder Luft vermischt werden. Diese zusätzlichen gasförmigen Stoffe werden bevorzugt über eine gesonderte Hilfsdüse unmittelbar neben der Austrittsdüse für die zu verbrennenden Gase Wasserstoff und Sauerstoff bzw. HHO-Gas im Verbrennungsraum angeordnet.

[0021] Dass der Verbrennungsraum bei einem Gasdurchsatz von 1000 bis 5000 l/h ein Volumen von 4 bis 25 l, bevorzugt 6 bis 12 l und besonders bevorzugt 8 l aufweist, wird für den bevorzugten Gasdurchsatz ein vom Volumen her idealer Verbrennungsraum bereitgestellt. Beispielsweise kann der Verbrennungsraum kubisch oder kugelförmig ausgebildet sein. Ein besonders bevorzugter Verbrennungsraum weist Innenmaße von 200 x 200 x 200 mm³, also 8 l in kubischer Ausprägung auf.

[0022] Dadurch, dass das Verfahren so gesteuert wird, dass der im Reaktionswasser natürlich vorkommende Deuterium-Gehalt im Verlaufe des Verfahrens bei Reaktionstemperaturen über 2000 °C abnimmt, wird vermutlich erreicht, dass bei der Verbrennung neben der chemischen Reaktion eine partielle Kernreaktion abläuft, da möglicherweise eine Kernfusion von Deuterium unter erheblicher Energieabgabe innerhalb der Verbrennungsreaktion auftritt.

[0023] Entsprechend wird der Wärmeenergieertrag so gesteuert, dass er die Energie der Wasserbildungsreaktion aus HHO-Gas deutlich übersteigt, da somit das Verbrennungsverfahren so abläuft, dass die Wahrscheinlichkeit von Kernfusionen innerhalb der Verbrennungsreaktion zunimmt.

[0024] Um ein zu starkes Absinken des Deuterium-Gehalts zu vermeiden, ist es bevorzugt frisches Wasser statt Reaktionswasser in den Verbrennungsprozess einzuspritzen. Damit wird erreicht, dass der Deuterium-Gehalt für eine gleichbleibend hohe Energieausbeute im Wesentlichen stabil gehalten wird. Beim Einspritzen von Meerwasser kann der Deuterium-Gehalt sogar leicht gesteigert werden. Somit kann über das zur Einspritzung verwendete Wasser auch die Verbrennungstemperatur beeinflusst werden.

[0025] Wenn bei der Verbrennungsreaktion die metall-

oxidhaltigen Erden, insbesondere bei Verwendung von Al_2O_3 , Edelsteine mit einer mohsschen Härte von 8 bis 10 entstehen, können als Nebenprodukt der Verbrennungsreaktion Edelsteine hergestellt werden, die beispielsweise für industrielle Zwecke verwertet werden können. Insgesamt ist die Verwendung von Aluminiumoxid Al_2O_3 als Katalysator für eine möglichst optimale Umsetzung der Verbrennungsgase Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser bei den Verbrennungstemperaturen von 1800 °C bis max. 2600 °C bevorzugt. Der Katalysator wird dabei in den Verbrennungsraum des VerbrennungsOfens auf der massiven Grundplatte aufgelegt, wobei sich der Katalysator im kontinuierlichen Betrieb des VerbrennungsOfens kaum verbraucht. Bei entsprechenden Wartungsinterwallen von mehreren Wochen oder Monaten kann dann der Katalysator ergänzt oder ausgetauscht sowie die entstandenen Edelsteine entnommen werden.

[0026] Mit dem Anmeldungsgegenstand ist es somit möglich, einen sehr hohen Wirkungsgrad der Wärmege-
winnung im Wärmeträgerflüssigkeitskreislauf von > 95 % bezogen auf die Energie zur Erzeugung von Wasserstoff bei der Wasser-Elektrolyse zu erreichen. Dies scheint insbesondere durch die Kombination von Wärmeleitung und Wärmestrahlung möglich zu sein. Dabei wird der hohe Wirkungsgrad der Wärmege-
winnung durch ein Verbrennungsverfahren ohne Wirbelschicht erreicht.

[0027] Die anfallende thermische Energie kann entsprechend dem Stand der Technik in verschiedenen hohen Niveaus erzeugt werden und direkt als solche spezifisch für Heiz- und Kühlprozesse genutzt oder nach klassischem Verfahren über Turbine und Generator in Strom umgewandelt werden. Somit läge der Wirkungsgrad bei Kraftwärmekopplung bei ca. 90 % ohne Berücksichtigung von Elektrolyseverlusten, die bei der Zerlegung von Wasser zu Wasserstoff und Sauerstoff auftreten.

[0028] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen detailliert beschrieben.

[0029] Darin zeigt:

Fig. 1 schematisch den Aufbau eines VerbrennungsOfens und

Fig. 2 ein Verfahrensschema der Verbrennungsreaktion.

[0030] In Fig. 1 ist ein VerbrennungsOfen 1 schematisch dargestellt. Der VerbrennungsOfen 1 weist im dargestellten Ausführungsbeispiel einen Verbrennungsraum 11 mit einem kubischen Volumen von beispielsweise $200 \times 200 \times 200 \text{ mm}^3 = 8 \text{ l}$ auf. Die kubische Wandung 10 des VerbrennungsOfens 1 enthält einen Kühlmantel 2, der eine Vielzahl von Kanälen zum Durchfluss einer Wärmeträgerflüssigkeit enthält. Die Wärmeträgerflüssigkeit wird in einem Zirkulationssystem von einer hier nicht dargestellten Pumpe zirkuliert, wobei außerhalb des Ver-

brennungsOfens 1 eine entsprechende Wärmesenke zur Abgabe der thermischen Energie und Weiternutzung für Heizzwecke oder zur Stromerzeugung vorzusehen ist. Diese Anlagenteile sind hier in den Fig. 1 und 2 nicht dargestellt.

[0031] Zum Zuführen der zu verbrennenden Gase, hier Wasserstoff und Sauerstoff, ist eine Gaszufuhrleitung 3 mit einer Austrittsdüse 31 innerhalb des Verbrennungsraumes 11 angeordnet. Optional sind noch weitere Gaszufuhrleitungen, beispielsweise eine Luftzufuhrleitung 32 mit einer entsprechenden Hilfsdüse 33 im Verbrennungsraum 11 angeordnet.

[0032] Über die Gaszufuhrleitung 3 wird von außen Wasserstoff und Sauerstoff in vermischter Form zugeführt und unter Druck durch die Austrittsdüse 31 in den Verbrennungsraum 11 eingedüst. Optional wird, so wie schematisch in Fig. 2 dargestellt, Luft über die Luftzufuhrleitung 32 und Hilfsdüse 33 in den Verbrennungsraum 11 eingedüst. Neben der Zuführung von Luft kann auch gasförmiges CO_2 und/oder gasförmiges Stickstoff in den Verbrennungsraum 11 zugeführt werden.

[0033] Innerhalb des Verbrennungsraumes 11 ist im Zentrum eine massive, die Verbrennungstemperatur widerstehende Grundplatte 5 vorgesehen. Die Grundplatte 5 besteht beispielsweise aus Keramik. Auf der Oberseite der Grundplatte 5 sind als Katalysator metalloxidhaltige Erden 4 aufgelegt. Ferner ist an geeigneter Stelle im Verbrennungsraum 11 ein Abgasausgang 6 vorgesehen, durch den die "Abgase", im Wesentlichen bestehend aus Wasserdampf, entweichen können.

[0034] In einem Versuchsaufbau wurde in einem derartigen VerbrennungsOfen 1 ein Wasser-Aluminiumoxid-Gemisch bis zur Sättigung, sodass kein freies Wasser vorhanden ist, als Katalysator 4 auf die im Verbrennungsraum 11 im Zentrum angeordnete Grundplatte 5 gefüllt. Anschließend wurde HHO-Gas aus einer Wasser-Elektrolysevorrichtung bei geöffneter Gaszufuhrleitung 3 und geöffnetem Abgasausgang 6 im Verbrennungsraum 11 elektrisch gezündet. Die Zündanlage ist in Fig. 1 nicht gesondert dargestellt.

[0035] Durch die Wasserbildungsreaktion steigt die Temperatur im flammennahen Bereich auf ca. 1000 bis 1300 °C. Nun werden Luftzufuhrleitung 32 mittels Hilfsdüse/-ventil 33 und Abgasabgang 6 mit zugeordnetem Regelventil 6 auf ca. 50 % gedrosselt, sodass die Temperatur im Verbrennungsraum auf ca. 1500 °C steigt. Über den Abgasausgang 6 abgehender Wasserdampf wird auf das als Katalysator 4 wirkende Aluminiumoxid Al_2O_3 gerichtet, indem es über eine entsprechende Zufuhrleitung und Hilfsdüse in den Verbrennungsraum rückgeführt wird. Entsprechend wird nun durch Zirkulation der Wärmeträgerflüssigkeit im Kühlmantel 2 die Temperatur des VerbrennungsOfens 1 so gesteuert, dass eine Überhitzung der Wandung 10 des VerbrennungsOfens 1 vermieden wird.

[0036] Durch Erhöhung der Luftzufuhr über Luftzufuhrleitung 32 und Hilfsdüse/-ventil 33 wird die Temperatur im Zentrum des Verbrennungsraums 11 nunmehr auf

1800 °C bis max. 2600 °C erhöht. Bei dieser Temperatur erfolgt der Dauerbetrieb. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Temperatur von 1800 °C bis max. 2600 °C nur im zentralen Bereich des Verbrennungsraumes 11 auftritt, nämlich unmittelbar im Bereich der als Katalysator wirkenden metalloxidhaltigen Erden 4, hier Aluminiumoxid Al_2O_3 , wobei dieser Katalysator auf einer temperaturbeständigen Grundplatte 5, beispielsweise aus Keramik, bereitgehalten wird.

[0037] Nach einem längeren Dauerbetrieb, beispielsweise von 4 Wochen, haben sich am als Katalysator wirkenden Aluminiumoxid-Pulver edelsteinartige Kristallstrukturen mit einer mohsschen Härte von ca. 9,5 gebildet. Diese Edelsteine können beispielsweise für industrielle Anwendungen verwendet werden.

[0038] Während des Dauerbetriebes wurde der Wärme-Gewinnungs-Wirkungsgrad bezogen auf die für die Wasser-Elektrolyse eingesetzte Energie zur Erzeugung des HHO-Gases gemessen. Der Wirkungsgrad betrug 98 %. Die Temperatur der Abgase direkt am Abgasausgang 6 betrug ca. 500 °C. Es ist daher davon auszugehen, dass auch die sonstige Wandung 10 des Verbrennungsraumes 11 Temperaturen von wenig mehr als 1000 °C erreichen. Hier konnten bei dem bisher durchgeführten Versuchen noch keine Messwerte erzielt werden.

[0039] Darüber hinaus waren in den Abgasen keine Stickoxide und keine Kohlenwasserstoffverbindungen enthalten. Die CO- und CO₂-Werte lagen bei jeweils 0,00 ppm. Das Verfahren zeichnet sich somit durch sehr geringe Schadstoffmissionen gegenüber herkömmlichen Energiegewinnungs-Verfahren auf Basis fossiler Brennstoffe aus.

[0040] Besonderes Augenmerk ist auf die Abnahme des Deuterium-Gehalts im Reaktionswasser der Versuchsanlage zu richten. Die natürliche Häufigkeit des Isotops Deuterium in Wasserstoff beträgt 0,015 %. Am Anfang einer Messserie konnte dieser Anteil verifiziert werden. Im Laufe des Betriebes, bei dem die Verbrennungstemperatur am Katalysator stets über 2000 °C und unterhalb von 2600 °C gehalten wurde, konnte eine Abnahme des Deuterium-Gehalts nachgewiesen werden. Bei diesem Versuch konnte festgestellt werden, dass der Wärmeenergieertrag die Energie der Wasserbildungsreaktion aus HHO-Gas deutlich übersteigt. Unter Zugrundelegung der herkömmlichen Berechnung des Wirkungsgrades nämlich der Wärmegewinnung im Kühlkreislauf bezogen auf die Energie zur Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff mittels Wasser-Elektrolyse konnte somit ein Wirkungsgrad von deutlich über 100 %, nämlich ca. 120 % ermittelt werden. Dieser eigentlich physikalisch nicht mögliche Wirkungsgrad lässt sich nur durch eine in der Verbrennungsreaktion stattfindende, spontane Kernfusion erklären. Als Indiz für das tatsächliche Auftreten von vereinzelt Kernfusionsreaktionen kann dabei der sinkende Deuterium-Gehalt im Reaktionswasser dienen.

[0041] Es ist daher bevorzugt, dass die chemische

Verbrennung von Wasserstoff und Sauerstoff im Verbrennungssofen so gesteuert wird, dass der Wärmeenergieertrag die Energie der Wasserbildungsreaktion aus dem zu verbrennenden Gas übersteigt. Damit kann eine zusätzliche Energiequelle aus der vermuteten, partiell ablaufenden Kernfusion in einem apparativ relativ einfachen und ökonomisch durchführbaren Verfahren ausgenutzt werden.

[0042] Hinsichtlich der Langlebigkeit des Verbrennungssofens 1 sei darauf hingewiesen, dass die gewünschte Verbrennungsreaktion bei Temperaturen von 1800 °C bis max. 2600 °C, insbesondere unter Berücksichtigung einer möglichen Kernfusion über 2000 °C zu halten ist. Dabei ist die Flammgeometrie eng begrenzt auf das Zentrum des Verbrennungsraumes 11, in dem das als Katalysator 4 dienende Aluminiumoxid auf der beispielsweise keramischen Grundplatte 5 aufliegt. Die Verbrennungsflamme wird dabei direkt auf diesen Katalysator und somit allenfalls auf die Grundplatte 5 gerichtet. Die Wandungen 10 des Verbrennungsraumes 11 werden jedoch nicht direkt von der Flamme berührt.

[0043] Entsprechend ist es möglich, die Wandung 10 des Verbrennungsraumes 11 auf Temperaturen < 1250 °C auch im Dauerbetrieb halten zu können. Für solche Temperaturen sind geeignete Stähle im Stand der Technik bekannt. Beispielsweise kann Edelstahl mit dem Werkstoff Nr. 1.4438 317 L verwendet werden, das einen Schmelzpunkt von über 1400 °C hat und zudem resistent gegen Wasserstoff-Versprödung ist.

Bezugszeichenliste

[0044]

1	Verbrennungssofen
10	Wandung
11	Verbrennungsraum
2	Kühlmantel
3	Gaszufuhrleitung
31	Austrittsdüse
32	Luftzufuhrleitung
33	Hilfsdüse/-ventil
4	metalloxidhaltige Erden; Katalysator
5	Grundplatte
6	Abgasausgang
61	Regelventil

Patentansprüche

1. Verfahren zur Umsetzung von Wasserstoff und Luftsauerstoff zu Wasser oder HHO-Gas zu Wasser in einem Verbrennungssofen (1), wobei der Verbrennungsraum (10) von einem Kühlmantel (2), in dem

- eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert wird, umgeben ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** Wasserstoff und Luftsauerstoff oder HHO-Gas in den Verbrennungssofen (1) eingedüst und gezündet wird und in Gegenwart von metalloxidhaltigen Erden (4) bei Temperaturen bis 2600 °C zu entstehendem Reaktionswasser umgesetzt werden, wobei der Verbrennungssofen (1) mit einer Wärmeträgerflüssigkeit gekühlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Verbrennung 1000 bis 5000 l/h Wasserstoff und Luftsauerstoff oder HHO-Gas zugeführt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbrennungsflamme direkt auf die metalloxidhaltigen Erden (4) gerichtet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand des Eindüsungspunktes der Gaszufuhr zu den metalloxidhaltigen Erden (4) zur Steuerung des Verbrennungsprozesses verändert wird.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Wasser, bevorzugt bis zu 1,5 l/h, während der Verbrennung in den Verbrennungssofen (1) eingespritzt wird.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wasserstoff und Luftsauerstoff oder das HHO-Gas mit gasförmigem Stickstoff oder gasförmigen Kohlendioxid oder Luft vermischt wird.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren so gesteuert wird, dass der im Reaktionswasser natürlich vorkommende Deuterium-Gehalt im Verlaufe des Verfahrens bei Reaktionstemperaturen über 2000 °C abnimmt.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmeenergieertrag so gesteuert wird, dass er die Energie der Wasserbildungsreaktion aus HHO-Gas deutlich übersteigt.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Verbrennungsreaktion die metalloxidhaltigen Erden (4), insbesondere bei Verwendung von Al_2O_3 , Edelsteine mit einer mohsschen Härte von 8 bis 10 entstehen.
10. Verbrennungssofen (1) zur Umsetzung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser oder HHO-Gas zu Wasser mit einem Verbrennungsraum (11) mit wenigstens einer Gaszufuhrleitung (3) mit Austrittsdüse (31), durch die das zu verbrennende Gas zugeführt wird, und einem den Verbrennungsraum (11) umschließenden Kühlmantel (2) mit einer darin zirkulierenden Wärmeträgerflüssigkeit, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Verbrennungsraum (11) metalloxidhaltige Erden als Katalysator (4) angeordnet sind.
11. Verbrennungssofen (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die metalloxidhaltigen Erden (4) pulverförmig und/oder grobkristallin sind.
12. Verbrennungssofen (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die metalloxidhaltigen Erden (4) mit Wasser in einem Massenverhältnis bis zu 33 % der Masse der metalloxidhaltigen Erden (4) gemischt sind.
13. Verbrennungssofen (1) nach Anspruch 10, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die metalloxidhaltigen Erden (4) auf einer massiven, die Verbrennungstemperatur widerstehenden Grundplatte (5) im Zentrum des Verbrennungssofens (1) angeordnet sind.
14. Verbrennungssofen (1) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsraum (11) bei einem Gasdurchsatz von 1000 bis 5000 l/h ein Volumen von 4 bis 25 l, bevorzugt 6 bis 12 l und besonders bevorzugt 8 l aufweist.
15. Verbrennungssofen (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbrennungsraum (11) kubisch oder kugelförmig ausgebildet ist.

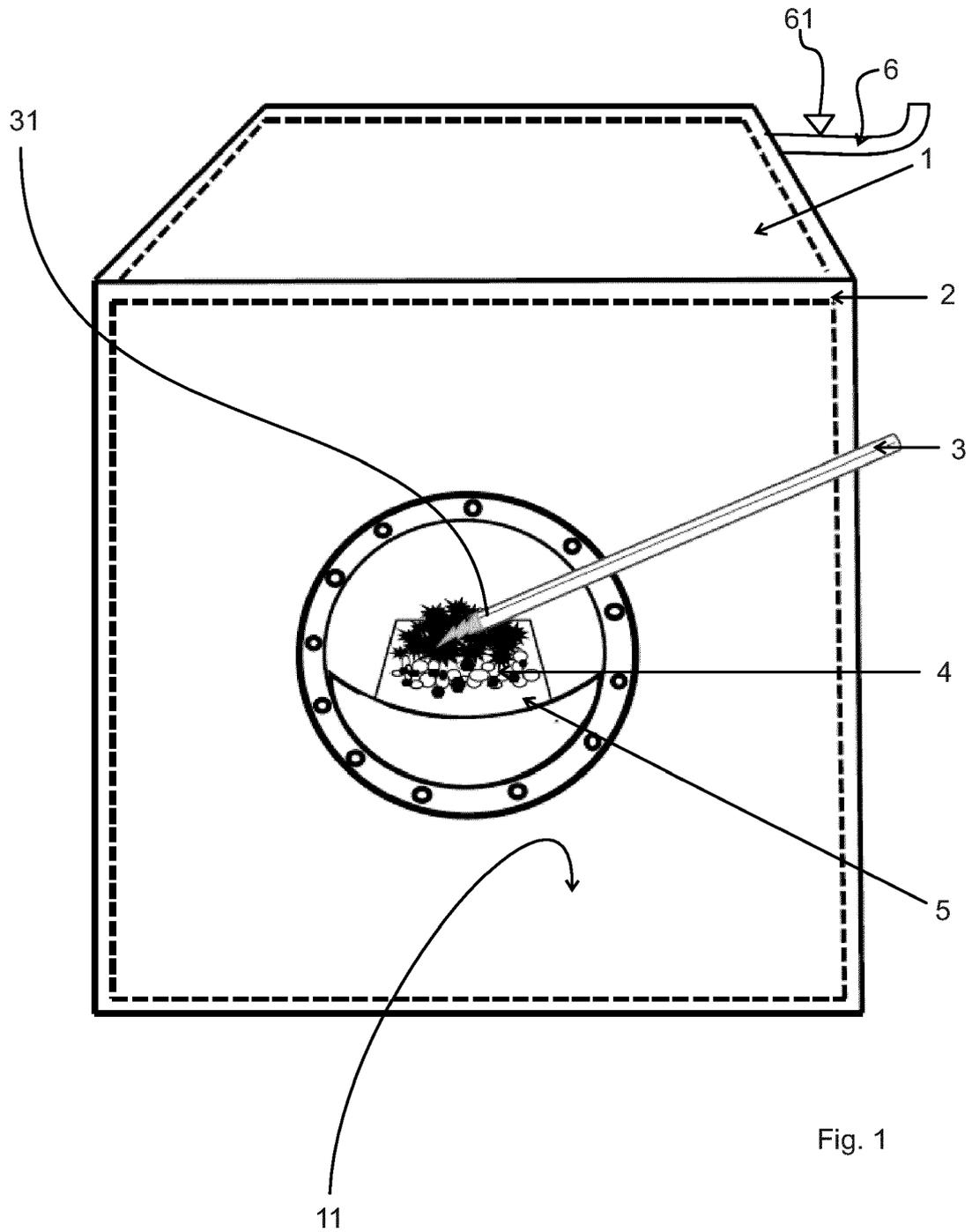


Fig. 1

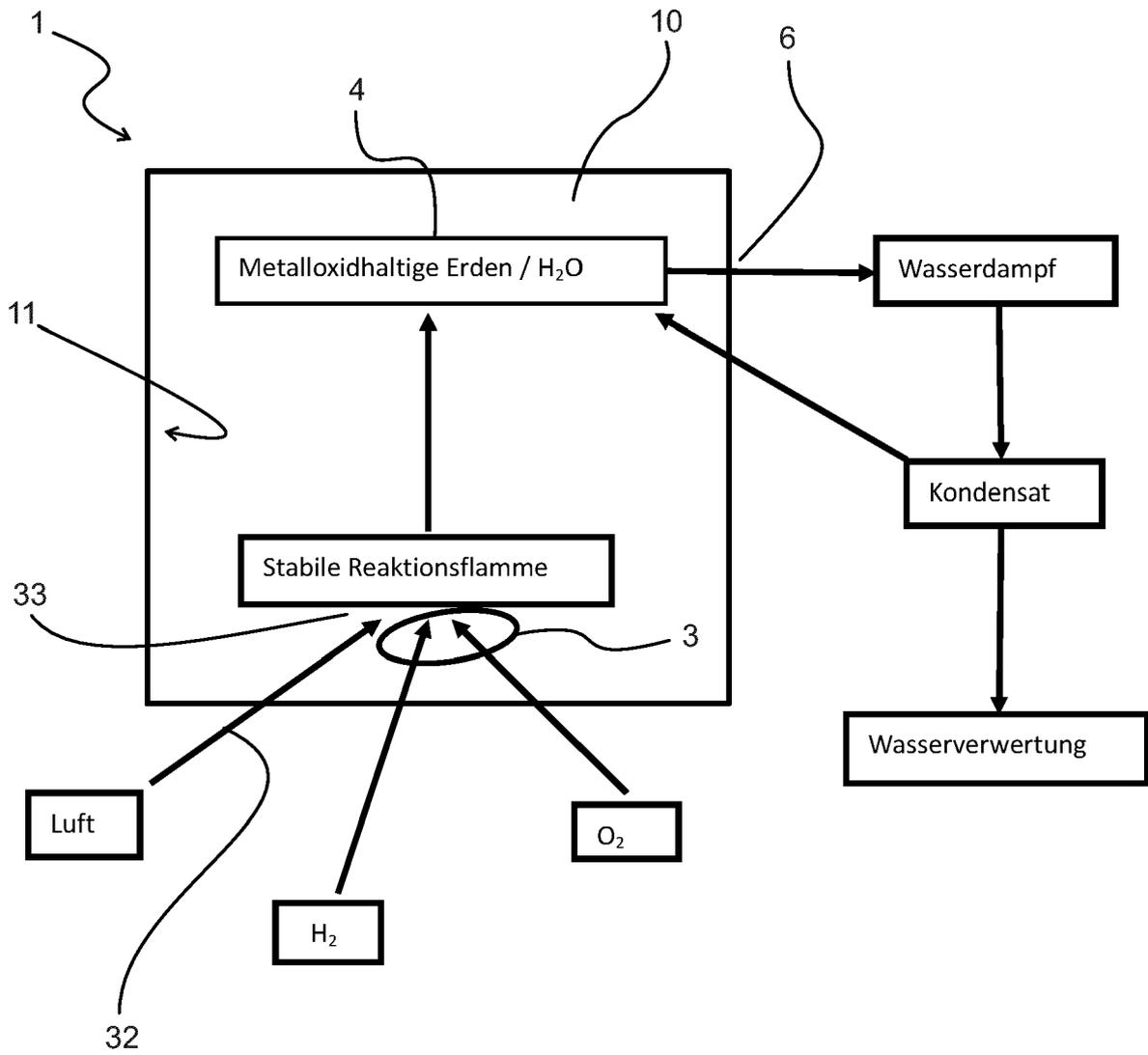


Fig. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 18 9245

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2004/013988 A1 (KIM SANG-NAM [KR]) 22. Januar 2004 (2004-01-22) * Absätze [0051] - [0055]; Abbildungen 6, 7 *	1,3,10	INV. F23C13/08 F23C13/06
X	US 6 443 725 B1 (KIM SANG NAM [KR]) 3. September 2002 (2002-09-03) * Spalte 2, Zeile 62 - Spalte 3, Zeile 10 *	1,3,10, 13	
Y	* Spalte 6, Zeilen 56-61; Abbildung 1 *	5,7,8,12	
Y	WO 95/23942 A1 (PENDOLO CORP N V [NL]; POMPEI LADISLAO [IT]; PARISI GUIDO U [IT]) 8. September 1995 (1995-09-08) * Seite 2, Zeilen 18, 19; Abbildung 1 *	5,7,8,12	
X	DE 197 29 607 A1 (ROSTEUSCHER ANDREAS P [DE]) 14. Januar 1999 (1999-01-14) * Spalte 3, Zeile 67 - Spalte 4, Zeile 48; Abbildung 1a *	10,11,13	
X	WO 2005/024301 A1 (GIACOMINI SPA [IT]; GIACOMINI LUCA [IT]) 17. März 2005 (2005-03-17) * Seite 5, Zeile 15 - Seite 6, Zeile 12 * * Anspruch 16; Abbildungen 1, 2 *	10,11,13	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC) F23C
X	US 5 190 453 A (LE JOHN O [US] ET AL) 2. März 1993 (1993-03-02) * Spalte 2, Zeile 33 - Spalte 4, Zeile 68; Abbildungen 1-4 *	10,11,13	
A	EP 1 970 626 A1 (HIROTA OSAMU [JP]) 17. September 2008 (2008-09-17) * Zusammenfassung; Abbildungen 4,5, 9 *	1-15	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. März 2017	Prüfer Coli, Enrico
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 18 9245

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	DE 10 2006 047222 A1 (EBELING RAINER [DE]) 12. Juni 2008 (2008-06-12) * das ganze Dokument *	1-15	
A	FR 2 830 923 A1 (ALIX [FR]) 18. April 2003 (2003-04-18) * Abbildungen 1, 3 * -----	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTESACHGEBIETE (IPC)
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. März 2017	Prüfer Coli, Enrico
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 16 18 9245

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

21-03-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2004013988 A1	22-01-2004	AU 3772101 A CN 1483128 A US 2004013988 A1	08-04-2002 17-03-2004 22-01-2004
15	US 6443725 B1	03-09-2002	CN 1287259 A JP 2001074216 A US 6443725 B1	14-03-2001 23-03-2001 03-09-2002
20	WO 9523942 A1	08-09-1995	AT 184982 T AU 705673 B2 CA 2184609 A1 DE 69512388 D1 DE 69512388 T2 DK 0746731 T3 EP 0746731 A1 ES 2138194 T3 RU 2142094 C1 WO 9523942 A1	15-10-1999 27-05-1999 08-09-1995 28-10-1999 24-02-2000 27-03-2000 11-12-1996 01-01-2000 27-11-1999 08-09-1995
25	DE 19729607 A1	14-01-1999	KEINE	
30	WO 2005024301 A1	17-03-2005	KEINE	
	US 5190453 A	02-03-1993	KEINE	
35	EP 1970626 A1	17-09-2008	EP 1970626 A1 JP 4645972 B2 JP 2007163044 A KR 20080094659 A US 2010154789 A1 WO 2007069772 A1	17-09-2008 09-03-2011 28-06-2007 23-10-2008 24-06-2010 21-06-2007
40	DE 102006047222 A1	12-06-2008	KEINE	
45	FR 2830923 A1	18-04-2003	KEINE	
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 202013005411 U1 [0007]
- DE 102006047222 A1 [0009]