

LENR und E-Cat - Renaissance der Nuklearphysik

Adolf Schneider, Dipl.-Ing.

Die LENR-Forschungen (LENR = Low Energy Nuclear Reactions) aus verschiedenen Provenienzen entwickeln sich laufend weiter und drängen auf den Markt, wie aus dem folgenden Bericht hervorgeht.

Rossi- und andere Effekte

Seit drei Jahren informiert Willi Meinders¹ auf seiner Webseite über die neuesten Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der niedrigenergetischen Nuklear-Reaktionen, die auch als LENR bezeichnet werden (Abkürzung für "Low Energy Nuclear Reactions").

Seit Jahrzehnten hat sich gezeigt und wurde vielfach wissenschaftlich bestätigt, dass nukleare Massen- und Energieumwandlungen auch weit unterhalb der extrem hohen Temperaturen, wie sie für eigentliche Kernfusionsprozesse erforderlich sind, stattfinden können. Dies zeigen die umfangreichen Dokumentationen und Archive von Dr. Edmund Storms und Thomas Grimshaw². Die meisten Wissenschaftler nehmen dies jedoch nicht zur Kenntnis - oder wenn schon, dann eher unwillig -, weil dadurch die Bedeutung der Heissen-Fusions-Forschung, für die grosse Industrienationen heute Milliarden ausgeben, gewaltig heruntergestuft werden müsste. Hunderttausende von Jobs, Professoren- und Doktorandenstellen wären gefährdet – ausser es fände ein Umdenken statt, und die gleichen Forscher würden sich vertieft und konzentriert an allen Universitäten der Welt mit LENR befassen. Denn es gibt es auf dem LENR-Gebiet durchaus noch erheblichen Forschungsbedarf.

Viele LENR-Phänomene sind zwar im Labor eindeutig nachgewiesen, wie Prof. Francesco Celani schon vor Jahren am CERN³ bestätigte, und/oder sie stehen teilweise kurz vor der Industrialisierung (Leonardo Corporation⁴, Brioullin⁵, Brilliant Light Power⁶). Doch die Experten konnten sich noch nicht auf eine einheitliche konsistente Theorie für LENR-Prozesse einigen. Daran arbeiten seit über 20 Jahren einige Hundert Wis-

senschaftler, die sich jährlich bei den ICCF-Konferenzen treffen.

Die "21. International Conference for Condensed Matter" fand vom 3.-8. Juni in Ford Collins, Colorado/USA, statt⁷.

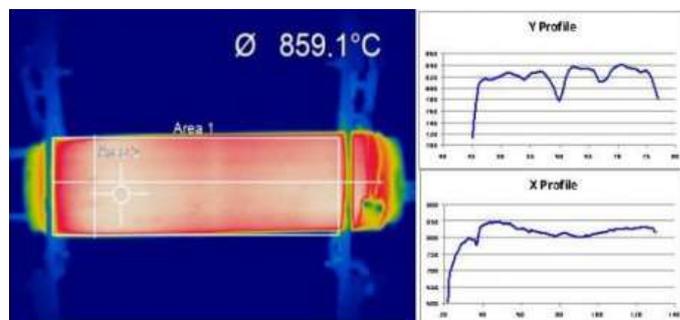
Wenige Monate später, vom 5.-9. Oktober 2018, wird in Oasi di Greccio der 13. International Workshop zum Thema "Anomalies in Hydrogen Loaded Metals" durchgeführt⁸.

Tatsache ist, dass die bei manchen LENR-Prozessen auftretenden Isotopen-Verschiebungen und Element-Transmutationen bzw. der "Rossi-Effekt" mit der Fusion von Lithium und Wasserstoff zu Helium bei gleichzeitiger massiver Wärmeabstrahlung schon bei relativ niedrigeren Temperaturen von wenigen Tausend bis Zehntausend Grad einsetzen und daher den Bau relativ kleiner Anlagen und Geräte zur Energieproduktion ermöglichen.

Das Forscherteam Norman D. Cook und Paolo Di Sia sprach auf der letzten ICCE-Konferenz sogar schon von einer eigentlichen Renaissance in der Nuklearphysik, die jetzt mit der gezielten Erforschung niedrig-energetischer Reaktionen und Transmutationsphänomene einsetze⁹. Bei all diesen Prozessen wird natürlich Energie nicht "erzeugt", sondern aufgrund der Einsteinschen Massen-/Energie-Äquivalenz umgesetzt. Der Energieausstoss ist zwar bei LENR in der Regel niedriger als bei der klassischen Kernspaltung oder der Kernfusion, hat aber den Vorteil, dass praktisch keine Strahlung auftritt und keine radioaktiven Produkte entsorgt werden müssen.

Die Temperatur-Explosion

Wie Willi Meinders auf seiner Webseite¹⁰, auf der er seit drei Jahren laufend die neuesten Forschungsberichte zum Thema LENR (Low Energy



Der "Rossi-Effekt": Der einstige "Hot E-Cat" während eines Tests im November 2012, betrachtet durch eine Wärmebildkamera: Innerhalb des Fadenkreuzes werden gerade 859,1°C erreicht ...

Nuclear Reactions) veröffentlicht, Ende April 2018 mitteilte, hatte er sich selber ziemlich gewundert, dass der E-Cat QX mit der Zeit immer kleiner wurde. Wir berichteten ausführlich im letzten "NET-Journal" darüber¹¹.

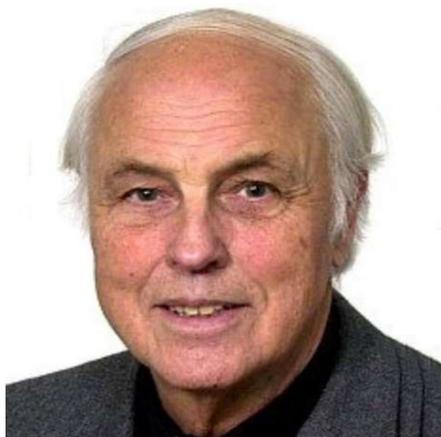
Als der QX erstmals vorgestellt wurde, hatte er ungefähr die Größe und Form einer Injektionsnadel, mit einer Füllung aus Nickelpulver und Lithiumhydrid, das als Wasserstoff-Lieferant dient¹². Dies war die Größe des eigentlichen Reaktors, die tatsächliche Größe des Moduls war von der Art des Wärmetauschers abhängig. Die Temperatur, bis zu welcher der Reaktor maximal betrieben werden kann, ergibt sich aus der Hitzebeständigkeit des verwendeten Metalls. Diese liegt nach Meinders Erinnerung ungefähr bei 2400° Celsius. Das entspricht ungefähr den im nachfolgenden Text genannten 2700 Kelvin.

Inzwischen konnte die Leonardo Corporation von Andrea Rossi den LENR-Prozess bei weitaus höheren Temperaturen realisieren, und zwar bei 12'700 Grad Kelvin. Dieser Wert entspricht der in der Atom-, Kern- und Teilchenphysik üblichen Energieangabe¹³ von 1 eV. Eine solche Temperatursteigerung ermöglicht gemäss dem Carnot-Gesetz¹⁴ einen deutlich besseren Wirkungsgrad bei der Umsetzung von Wärme in Elektrizität. Wenn man davon ausgeht, dass keine bekannte Metalllegierung eine Puderfüllung bei dieser Temperatur halten kann, muss sich die Technologie des QX erheblich geändert haben.

Wie Meinders betont, verwendet auch Randall Mills mit seiner SunCell ein Plasma, das aus flüssigem Silber oder auch aus flüssigem Gallium besteht. Wie das Plasma stabil gehalten wird und in welche Weise die Wärme umgesetzt, also abgeführt wird, ist wohl technisches Knowhow, das nicht bekannt gegeben wird. Ähnliche Fragen stellen sich auch beim weiter entwickelten E-Cat QX.

Bemerkenswert ist die enorme Helligkeit des Plasmas, das heisst, es entsteht sehr viel Licht im sichtbaren Bereich. Dies soll auch im Innern des E-Cat QX der Fall sein. Von Randall Mills ist bekannt, dass er die sich entwickelnde Hitze in Heissdampf umsetzt und die thermische Energie auf diese Weise nutzbar macht. Früher hatte Mills versucht, die extreme Lichtstrahlung mittels Hochleistungssolarzellen direkt in Strom zu verwandeln. Das war aber offenbar technisch nicht optimal lösbar, vermutlich, weil wohl auf diese Weise zu wenig Strahlungsenergie umgesetzt werden konnte.

Der LENR-Prozess mit wesentlich höherer Temperatur wird im Labor der Leonardo Corporation weiterhin erforscht und ist noch nicht zu einem Industrieprodukt entwickelt. Künftige Geräte auf der Basis dieser Technologie sollen den Beinamen SK tragen, das heisst, Produkte aus dieser Klasse heissen dann "E-Cat SK". Die Abkürzung steht für Sven Kullander



Prof. Sven Kullander, der am 26. Januar 2014 im Alter von 77 Jahren gestorben ist, zeigte seit 2011 grosses Interesse an der Entwicklung des E-Cat. Er war überzeugt, dass der Rossi-Effekt ein reales Phänomen darstellt. Er stand Andrea Rossi mehrfach mit Rat und Tat zur Seite. (<http://www.ecat-thenewfire.com/blog/in-memory-of-sven-kullander/>)

der¹⁵, einem (inzwischen verstorbenen) renommierten Physiker aus Schweden, dessen Einsatz und aufwendigem Gutachten Andrea Rossi viel zu verdanken hat. Derzeit wird noch intensiv daran geforscht – ähnlich wie bei Randall Mills –, auf welche Weise die Hitze optimal in andere Energieformen, z.B. Elektrizität, umgewandelt werden kann¹⁶.

Bisher erfolgt die Anregung der Kernreaktionen durch Zufuhr von Hitze, z.B. über eine elektrische Heizspule. Es gibt aber durchaus noch andere oder eventuell auch ergänzende Möglichkeiten. So verwendet etwa Randall Mills elektromagnetische Schwingungen geeigneter Frequenz. Prof. Leif Holmlid, ein weiterer Forscher auf diesem Gebiet – siehe nächste Seite – arbeitet mit der Frequenz eines grünen Lasers.

Industrielle Version des E-Cat QX

Bis Jahresende 2018 bzw. Anfang 2019 soll laut Aussage von Andrea Rossi der Ende 2017 in Stockholm gezeigte E-Cat QX im Markt verfügbar sein. Die kleinen Geräte werden in grösserer Zahl, vermutlich je 100 Stück, zu einer kompakten Energie-Einheit von 10 kW zusammengestellt und von einer gemeinsamen Regелеlektronik gesteuert. Diese Geräte sind bereits über mehrere Monate im Dauertest betrieben und geprüft worden.

Die technischen Daten des E-Cat QX sind folgendermassen definiert¹²:

- Zylinder aus geeignetem Material;
- Dimensionen: Länge: 30 mm, Durchmesser: 1 mm;
- Mittlere Leistungsabgabe: 100 W;
- Leistungsaufnahme: 0,5 W;
- Lichtanteil (in % der produzierten Energie): 0-50%;
- Anteil der produzierten elektrischen Energie: 0-10%;
- Anteil der Hitzeproduktion: 0-100%;
- Oberflächentemperatur des E-Cat QX: mehr als 1500°C.

Hinweis: Die bei der Demo in Stockholm gezeigte Leistungsabgabe von "nur" 20 W pro E-Cat QX war bewusst niedrig gehalten worden, um wirklich jedes Risiko bei der Demonstration auszuschliessen. Die nominelle Nennleistung liegt jedoch – wie in der Tabelle angegeben – bei 100 W.

Aus den Angaben zur Energieverteilung ist zu entnehmen, dass diese – je nach Einsatzzweck – variabel eingestellt werden kann. Elektrische Energie lässt sich aus thermischer Energie z.B. über thermoelektrische Wandler gewinnen, die auf dem Seebeck-Effekt beruhen. Damit lassen sich bei Temperaturdifferenzen von maximal 1500°C allerdings nur bescheidene Wirkungsgrade erzielen. Diese dürften maximal bei 10 Prozent liegen. Beim E-Cat SK, der mit wesentlich höheren Temperaturen arbeitet, lässt sich die Umwandlung von Wärme in elektrische Energie wesentlich effizienter gestalten.

Der wirtschaftliche Erfolg und die Bewahrung des Knowhows

Es ist ganz klar, dass Andrea Rossi mit seiner E-Cat-Technologie den wirtschaftlichen Erfolg sucht. Genau dies machen ihm manche Wissenschaftler, die im Elfenbeinturm sitzen und von irgendwelchen staatlichen Instituten bezahlt werden, zum Vorwurf. Sie meinen, wissenschaftliche Forschung müsse frei von kommerziellen Interessen sein, sonst werde sie korrumpiert, oder es bestehe sogar der Verdacht, dass die wissenschaftliche Sorgfalt leide.

Eine solche idealistische Haltung mag ja ehrenwert sein, geht aber völlig an der Realität unserer heutigen ökonomischen Gegebenheiten vorbei. Tatsächlich werden alle grossen Entdeckungen und Erfindungen, sei es in der Physik, Chemie, Pharmazie, Gen-Technik usw., von unzähligen Patentanmeldungen begleitet, mit dem Ziel, das erarbeitete Knowhow zu schützen und die Forschungsergebnisse auch industriell zu vermarkten.

Wirtschaftlicher Erfolg beim E-Cat ist auch deshalb erforderlich, damit sich die Investitionen der Geldgeber irgendwann einmal rentieren. Rings um das weltweit gültige Patent¹⁷ des E-Cat gibt es zahlreiche ähnliche Anmeldungen und Patente. Wenn es diesen Konkurrenten gelingen würde, die Funktionsweise des E-Cat zu ergründen, könnte das geistige Eigentum Rossis in Gefahr geraten. Deshalb hatte sich Andrea Rossi immer darauf konzentriert, den E-Cat "unknackbar" zu

machen, selbst wenn man ihn in der Hand hat. Die Lösung besteht darin, dass das softwaregesteuerte Kontrollsystem für den E-Cat in einer Leonardo-eigenen Cloud betrieben wird. Zusammen mit anderen Sicherheitsmaßnahmen soll dies das geistige Eigentum auf absehbare Zeit schützen.

Nichtsdestotrotz gibt es verschiedene Versuche, die Energiewandlung beim E-Cat zumindest theoretisch zu verstehen. So hat z.B. der Doktorand Carl-Oscar Gullström von der Abteilung für Physik und Astronomie an der Fakultät für Nuklearphysik der Universität Uppsala, eine Theorie¹⁸ für den Rossi-Effekt¹⁹ publiziert. In Kooperation mit ihm hat er im Juli 2017 eine weitere Arbeit zum Thema "Nucleon polarizability and long range strong force from $\sigma_1 = 2$ meson exchange potential" veröffentlicht²⁰.

Fragen zum E-Cat SK

Auf dem Blog von Andrea Rossi²¹ stellen Leser laufend allgemeine oder auch sehr konkrete Fragen, um Näheres über die Technologie in Erfahrung zu bringen. Sofern die Fragen keine "sensitiven" Themen berühren, die derzeit nicht bekannt gegeben werden können, antwortet der Erfinder meistens recht freimütig, wenn auch nicht immer sehr umfassend.

Am 27. Mai 2018 wollte ein anonymer Fragesteller wissen, welche Leistung der in Entwicklung befindliche E-Cat SK produziere. Rossi bestätigte, dass dieser eine (thermische) Leistung von 100 kW erzeuge. Das Gerät sei – ohne Wärmetauscher - viermal so gross wie die 1-kW-Version des E-Cat QX. Er meinte noch ergänzend, dass beide Geräte, also der E-Cat QX und der E-Cat SK, zu gleicher Zeit in den Markt gehen werden.

Einen Tag später fragte ein Mr. Gerard u.a., ob die Geräte, wenn sie denn mal produziert werden, in ihrer Ausgangsleistung auch kombiniert werden können, z.B. zu 100 MW oder gar 1'000 MW (das ist die Leistung eines heutigen Kernkraftwerkes).

Rossi bestätigte, dass die Module theoretisch zu jeder Grössenordnung zusammengestellt werden können.

Frank Acland, der die Arbeiten von Andrea Rossi seit Jahren genau verfolgt und dokumentiert, fragte ihn

Anfang Juni 2018, warum der offizielle Test des E-Cat SK extern und nicht in seiner eigenen Firma durchgeführt worden war²². Rossi informierte, dass er spezielle Instrumente benötigt hatte, die er selber nicht zur Verfügung hat. Es sei aber auch eine Frage der Sicherheit gewesen, denn die Tests des Prototyps des E-Cat SK hätten auch gefährlich werden können. Beides war der Grund dafür, dass er für den Test ein spezialisiertes Labor beauftragt und bezahlt habe. Die Tests hätten zwei Tage gedauert, und die Kühlung der produzierten 100 kW sei mit einem speziellen Wärmetauscher erfolgt. Die Durchschnittstemperatur bewegte sich zwischen 12'000 und 24'000 Grad Celsius.

Zu den Grössenverhältnissen der beiden Reaktortypen ergänzte Rossi noch, dass der 1-kW-E-Cat QX ein Volumen von einigen Kubikzentimetern aufweise, der E-Cat SK dagegen ein Volumen von einem halben Liter habe. In letzterem seien auch noch eine Reihe zusätzlicher spezieller Erfindungen "verbaut". Im Übrigen werde das Innenleben des E-Cat SK für immer verschlossen bleiben, auch für die Kunden.

Auf die Frage, welche Kompetenzen die Personen gehabt hätten, die mit den Tests beauftragt gewesen seien, sagte Rossi, dass es Spezialisten auf diesem Gebiet gewesen wären, Doktoren der Physik. Diese hätten nach den Tests gesagt, ja, die Geräte bzw. Toys (Spielzeuge) könnten durchaus nützlich sein.

Vermarktung nach Pressekonferenz

Zur Frage der Industrieintroduction bestätigte Andrea Rossi mehrfach, dass für Ende Jahr, spätestens Ende Januar 2019, die beiden E-Cat-Typen an einem nicht näher bezeichneten Standort an der Ostküste der Vereinigten Staaten im Rahmen einer Pressekonferenz gezeigt werden sollen. Unmittelbar danach werde die Serienproduktion starten, jedenfalls schon mal mit dem E-Cat QX.

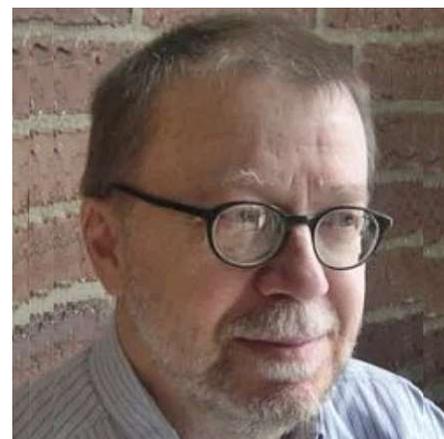
Es versteht sich von selbst, dass sich das "NET-Journal" zur Pressekonferenz angemeldet hat und wegen der persönlichen Beziehung zu

Andrea Rossi Zugang erhalten wird, auch wenn Andrea Rossi die Teilnehmer vorab persönlich auswählen wird, weil die Besucherzahl begrenzt ist.²³

Die Konkurrenz schläft nicht

Wie schon verschiedentlich im „NET-Journal“ erwähnt wurde, gibt es ausser der Leonardo Corporation noch die Firma Brioullin⁵ sowie das Unternehmen Brilliant Light Power⁶, die ebenfalls kommerzielle Energiegeräte im Bereich mehrerer Kilowatt Leistung vermarkten wollen. Wann genau die Markteinführung starten wird, ist noch nicht bekannt. Sie dürfte aber ebenfalls in naher Zukunft erfolgen.

Willi Meinders sieht noch einen weiteren Konkurrenten, der – jedenfalls in Zukunft – ziemlich Bedeutung erlangen könnte. Es handelt sich um Prof. (em.) Leif Holmlid, dessen Technik ähnliche Leistungsdaten wie jene von Rossi aufweist und der auf direktem Wege Strom produzieren kann. Er lehrte am Department für Chemie und Molekularbiologie an der Universität Göteborg in Schweden. Im Gegensatz zu Rossi tritt Holmlid nicht als grosser Kommunikator auf, er ist jedoch in der Physikwelt als seriöser Wissenschaftler bekannt.



Prof. (em.) Leif Holmlid

Wie Meinders weiter auf seiner Webseite schreibt, hat Prof. Holmlid schon vor einem Jahr eine Vermarktungsgesellschaft gegründet, über die künftige Geräte vertrieben werden sollen.

Schwerpunkt der Forschungsarbeiten von Prof. Holmlid sind die sog. Rydberg-Wasserstoff-Atome²⁴. Diese bzw. deren Eigenschaften sollen die Grundlage des Energiegewinns bei

seinem LENR-Prozessor sein. Es ist bekannt, dass die Rydberg-Atome beim ultradichten Wasserstoff oder seinem Isotop Deuterium eine 1000fach höhere Dichte aufweisen, als dies im Zentrum unserer Sonne vorkommt. Bereits im Jahr 2016 hatte Prof. Holmlid zusammen mit seinem Kollegen, Professor Sveinn Olafsson aus Island, aufgezeigt, dass ultradichter Rydberg-Wasserstoff in der Lage ist, eine sogenannte kalte Fusion zu stimulieren²⁵. In einem Power-Point-Vortrag findet sich auch eine Liste mit über 30 Veröffentlichungen von Prof. Holmlid im Zeitraum von 2008-2015 zum Thema "Ultra-dense hydrogen"²⁶. Erstaunlicherweise betonen die Autoren im Punkt 3 der Zusammenfassung gegen Schluss, dass ihre Forschungsergebnisse - sollten sie sich in der Praxis umsetzen lassen - eindeutig beweisen, dass sich mit dieser Art "Kalter Fusion" letztlich Energien freisetzen lassen, die ähnlich hoch oder sogar noch höher sind als bei der klassischen Uran-Spaltung ($\geq 200 \text{ MeV}$)²⁷.

Im Patent, das Prof. Holmlid am 25. Juni 2012 eingereicht hat und das am 1. Januar 2014 publiziert wurde, geht es um ein Verfahren und um einen Apparat, mit dem sich Energie aus einer nuklearen Reaktion gewin-

nen lässt²⁸. Die Zusatzenergie ergibt sich aus dem Massendefekt bei der Vereinigung eines Wasserstoffatoms mit einem anderen Atom. Er verwendet hierzu Wasserstoffatome, die mittels eines speziellen Katalysators vom gasförmigen Zustand in eine ultradichte Phase gebracht werden. Anschließend werden die Atome über einen grünen Laserstrahl in einen angeregten Zustand versetzt, und zwar in der Weise, dass ein "Break Even" erreicht wird, also danach mehr Energie gewonnen werden kann, als zur Anregung und Steuerung des gesamten Prozesses erforderlich ist. Bemerkenswert ist vor allem, dass bei diesem Prozess keine Neutronen ausgesendet werden, wie dies üblicherweise bei einer Kernspaltung (Fission) oder bei einer Kernverschmelzung (Heisse Fusion) der Fall ist.

Interessanterweise erwähnen die Erfinder des im letzten "NET-Journal" Nr. 5/6, 2018, vorgestellten LENR-Airbus-Patentes²⁹ ebenfalls, dass sich spezielle Systemzustände, wie sie Rydberg-Atome darstellen, über gepulst zugeführte elektromagnetische Energie anregen lassen. Als vorteilhaft hat sich für den Prozess ein Gasgemisch aus Wasserstoff und/ oder einer Kaliumverbindung erwiesen. Die Rydberg-Atome verhalten sich – so heisst es im Patenttext - elektromagnetisch für einen kurzen Zeitpunkt wie ein neutrales Nukleon.

Damit ist eine - quasi "kalte" - Fusion realisierbar, weil damit für einen kurzen Moment die sogenannte Coulombschwelle, also die elektrostatische Abstoßungsbarriere der positiv geladenen Protonen, ausser Kraft gesetzt ist.

Welche Art von Energieprozessoren, die auf der Basis niedrig-energetischer nuklearen Reaktionen funktionieren, als erste in

Serie gehen werden und wie sich die verschiedenen Konkurrenzgeräte im globalen Energiemarkt verteilen werden, muss die Zukunft zeigen. Es ist auch davon auszugehen, dass es neben der LENR-Technologie noch weitere unkonventionelle Verfahren von Energiewandlungen und entsprechende Produkte geben wird, an die heute noch kaum jemand gedacht hat.

Literatur:

- 1 <http://coldreaction.net/zur-person.html#top>
- 2 www.borderlands.de/Links/ICCF21abstracts.pdf
- 3 http://www.borderlands.de/net_pdf/NET0312S4-10.pdf
- 4 <https://ecat.com/>
- 5 <http://brioullinenergypower.com>
- 6 <https://brilliantlightpower.com>
- 7 www.borderlands.de/Links/ICCF21abstracts.pdf
- 8 <http://iscmns.org/work13/index.htm>
- 9 <https://www.iccf21.com/>
- 10 <http://coldreaction.net/>
- 11 www.borderlands.de/net_pdf/NET0518S12-14.pdf
- 12 <https://ecat.com/news>
- 13 <https://de.wikipedia.org/wiki/Elektronenvolt>
- 14 <https://de.wikipedia.org/wiki/Carnot-Wirkungsgrad>
- 15 www.borderlands.de/Links/SvenKullander.pdf
- 16 <https://de.wikipedia.org/wiki/Thermoelektrizit%C3%A4t>
- 17 www.borderlands.de/Links/US9115913B1.pdf
- 18 <https://ecat.com/news/carl-oscar-gullstrom-working-with-theory-about-the-rossi-effect>
- 19 <https://ecat.com/ecat-science/the-rossi-effect>
- 20 <https://arxiv.org/pdf/1703.05249.pdf>
- 21 <http://rossiliveecat.com>
- 22 <http://e-catworld.com/2018/05/29/qa-with-andrea-rossi-about-the-e-cat-sk/>
- 23 <http://www.greenstyle.it/e-cat-andrea-rossi-annuncia-una-presentazione-nei-primi-mesi-del-2019-249490.html>
- 24 <https://ecat.com/news/carl-oscar-gullstrom-working-with-theory-about-the-rossi-effect>
- 25 https://cmb.gu.se/english/about_us/staff?languageId=100001&userId=xholml
- 26 <http://atom-ecology.russgeorge.net/2016/04/04/holmlid-olafsson-rydberg-fusion/>
- 27 <http://tempid.altervista.org/SRI.pdf>
- 28 www.borderlands.de/Links/EP2680271A1.pdf
- 29 <https://patents.google.com/patent/WO2015040077A1>

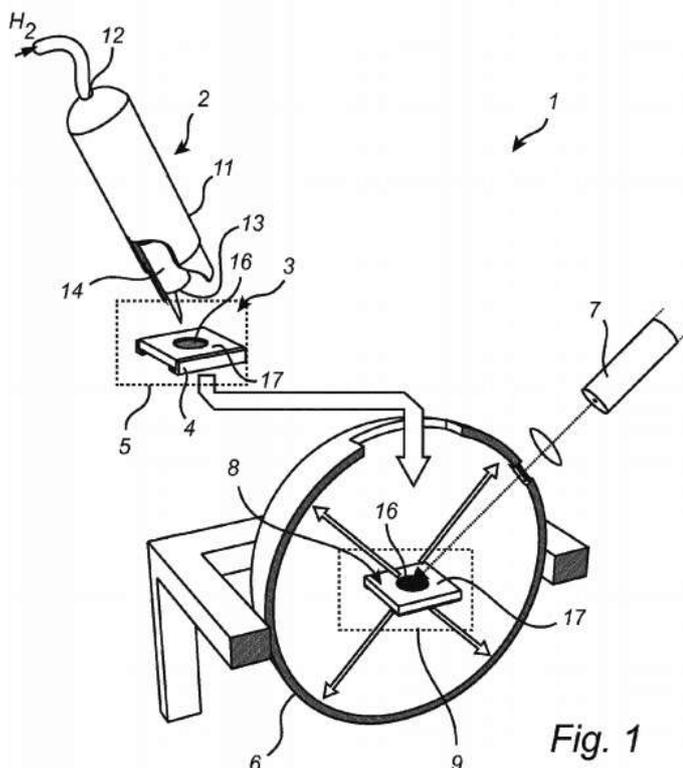


Fig. 1