

Var kold fusion ikke en and?

Skrevet af: **Claus Andersen** | Offentliggjort: 17. april 2017

Forskere i 'kold fusion' eller LENR har publiceret masser af eksperimenter, der ikke er i overensstemmelse med den nuværende fortolkning af fysikkens og kemiens love. Men hvis de holder stik, har LENR potentialet til at forsyne kloden med billig og forureningsfri energi, der kan produceres lokalt og hvor som helst. Dette potentiale kan dog meget vel være en del af årsagen til, at den etablerede videnskab ser den anden vej.

Kold [fusion](#) blev verdenskendt, da Martin Fleischmann fra University of Southampton og Stanley Pons fra University of Utah den 10. april 1989 offentliggjorde eksperimentelle resultater, som viste overskudsvarme efter et forholdsvist simpelt kemisk eksperiment med [elektrolyse](#)¹. Hermed skapte de håb om en praktisk taget utømmelig og billig energikilde uden forurening. Deres fund var meget kontroversielle, i og med at ledende forskere ikke kunne reproducere deres resultater og fordi, hvis disse var sande, ville gå imod den gældende teori for fusion. Denne teori foregiver, at kun høj energi kan forårsage kerneprocesser. Den energi, der er tilstede i et normalt kemisk eksperiment, er for lav til, at det kan forårsage ændringer i atomkernerne.

Selv om Fleischmann og Pons blev miskrediteret i den videnskabelige verden, har nogle forskere dog fortsat interessen, for det der i dag bliver kaldt 'Low Energy Nuclear Reactions' (LENR), hvilket dækker et bredere fænomen.

Formålet med denne artikel er at illustrere, hvor LENR-forskningsfeltet er nået til dato og fortælle om den løbende debat. Debatten bliver ladet og politisk af forskellige grunde, hvilket også vil blive berørt.

Kan kerneprocesser forekomme ved lav energi?

I et forsøg på at afskære evaluering af LENR-fænomenet fra andre aspekter, vil først nogle reproducerbare og simple LENR-eksperimenter blive behandlet.

Et sådant eksperiment er udsendelsen af [neutroner](#) fra [piezoelektriske](#) materialer, lige når de bliver knust². I en test, hvor Luserne stenprøver blev indsat i en presse, fandt i fem ud af de ni testede prøver stærk neutronudstråling sted lige præcis på det tidspunkt, hvor de gav efter for trykket. Neutronudstråling er som bekendt et vartegn for kerneprocesser.

At ændre på atomkernen, såkaldte [transmutationer](#), er ikke muligt ved lave energier ifølge gældende teori, men kan observeres når tungt brint ([deuterium](#)) gas bliver presset igennem flerlags palladium og tynde lag af andre metaller. Afhængig af hvilket slags metal, der bliver brugt, kan mange forskellige slags transmutationer laves, såsom as [cesium](#) -> [praseodymium](#), [barium](#) -> [samarium](#), [tungsten](#) -> [platinum](#)³. For eksempel så rapporterer forskerne, at de kan halvere mængden af indsat cesium samtidig med, at tilsvarende mængder af praseodymium bliver produceret.

Til at runde de forholdsvis simple eksperimenter af, kan nævnes, at når deuterium bliver pumpet ind og ud af et kammer, der indeholder [zeolite](#) behandlede [palladium nano-partikler](#), så observeres et fænomen, som ikke kan forklares inden for [elektrokemi](#). Dette indbefatter en mindre overskudsvarme, udsendelse af [radiobølger](#) og en unormal varme kinetik. Efter at have foretaget mere end tusind eksperimenter med dette setup, så blev det foreslået LENR-forskerne⁴ som et

modeleksperiment (i stil med [model organismer](#) der er blevet studeret indenfor biologien).

Mange andre eksempler er blevet publiceret, se evt. videre læsestof nedenfor.

LENR som en energikilde

Kold fusion er den oftest anvendte benævnelse, når man taler om at udvinde energi som varme fra kernereaktioner ved lav energi. Rigtig mange forskellige forsøgsopstillinger bliver brugt til at udvinde overskudsvarme. Noget forenklet sagt så har de alle brint som fællesnævner (tungt og/eller normalt brint), der bliver optaget i metal (f.eks. [palladium](#) eller [nikkel](#)) samt tilførsel af energi (f.eks. elektrisk strøm, varme eller en laser) til at starte LENR-fusionsreaktionen. Derved produceres [helium](#) og energi (et eksempel er illustreret [her](#)).

De fleste forsøgsopstillinger har behov for ekstern energitilførsel for at starte og i nogle tilfælde vedholde LENR-processen. Dette forhold giver anledning til den såkaldte 'coefficient of performance' (COP). Dette er et mål for, hvor meget ekstra energi der bliver produceret, hvilket for en COP, der er fire, betyder, at når 100 [watt](#) (forkortet W) elektrisk energi bliver brugt, så bliver 400 W energi produceret. Hvis en LENR-maskine bliver selvkørende, som for eksempel en [brændselmotor](#), vil COP ophøre med at være relevant.

Den forsøgsopstilling som Fleischmann og Pons brugte er blevet reproduceret et utal af gange¹⁰, hvor der tydeligt produceres overskudsvarme, men fuld teknisk kontrol er der ikke opnået med processen. For eksempel så er der rapporteret energiudvinding 50 gange større, end hvad der kan opnås fra mulige kemiske reaktioner⁹. Dette forekommer dog ved jævnstrøm i milli-[ampere](#) størrelsen, hvilket stadig er et godt stykke fra en brugsgenstand til konsum.

Mange påstande om varmereproducerende maskiner fremstillet af virksomheder og universiteter har været fremsat over årene, dog oftest uden ordentlig dokumentation på et detaljeniveau, der har muliggjort reproduktion. De videnskabelige og tekniske fremskridt, der muligvis er opnået, er stort set blevet holdt hemmelige højst sandsynligvis for at beskytte [ophavsretten](#). De påståede COP-værdier går helt op til tusinder og en ordentlig evaluering er svær, som videre beskrevet nedenfor. Rapporteringer af varmereproduktionen fra LENR-opstillinger varierer meget - fra små enheder med høj COP og lav energi (<1W⁵) til medium COP og høj energi (1MW enhed⁶); men en fuldkommen dokumentation, der muliggør uafhængig replikation, er ikke blevet offentliggjort.

COP-værdien af en LENR-maskine skal være omkring fire eller højere for at slå en normal [varmepumpe](#) og helst over ti for at være rentabel. Dette skyldes, at den energi, der produceres fra de fleste LENR-opstillinger, er varme, i modsætning til den elektricitet, der bliver brugt til at køre maskinen (i bedste fald kan kun [cirka 55%](#) af varmeenergien blive omdannet til strøm).

Før en egentlig LENR-maskine er til rådighed, så er det jo selvkært svært at evaluere dens COP. Brændstoffet, der benyttes, kan let nok udvindes af vand og er meget energirigt sammenlignet med oliebaseerede brændstoffer. Præcist hvor meget energi vil afhænge af den proces, der benyttes, og dens COP etc. Teoretisk set vil brinten i én milliliter vand - omdannet til helium - frigive energi i størrelsesordenen af tusind liter benzin⁸.

Reproducerbarhed, repeterbarhed og replikerbarhed

Det lader til at to forskellige aspekter bliver blandet sammen, når diskussionen falder på én af de tre termer: reproducerbarhed, repeterbarhed eller replikerbarhed. Første aspekt: Om den observerede LENR-effekt kan blive opnået når som helst - dét man kunne kalde fuld teknisk kontrol (normalt opnået af eet individ eller en forskningsgruppe). Det andet aspekt er, om LENR-effekten har været

observeret i forskellige laboratorier og af forskellige personer. I debatten om LENR bliver de tre termer - reproducerbarhed, repeterbarhed og replikerbarhed - generelt brugt til at dække det ene eller begge aspekter. Før fuld forståelse er opnået af et nyt fænomen, kan det ikke nødvendigvis forventes, at man har fuld teknisk kontrol. På den anden side er én af hjørnestenene for alle videnskabelige forskere, at eksperimentelle resultater - for at være gyldige - også kan observeres i andre laboratorier.

At kunne producere overskydende energi i et Fleischmann-Pons-lignende eksperiment er til dags dato ikke muligt på kommando, altså hvornår og hvor LENR-forskerne måtte ønske det. Alligevel er overskudsvarmen og helium blevet observeret i dusinvis af uafhængige laboratorier verden over. I dag haves flere LENR-eksperimenter, som ved nutidens teknologiske kunnen, kan kontrolleres, såsom de tre simple eksperimenter nævnt ovenfor. Én mulig farbar vej lader da til at være anerkendt replikation af sådanne velkontrollerede eksperimenter.

LENR-hypoteser

LENR-observationerne bliver af det etablerede videnskabelige selskab anset som eksperimentelle artefakter og inkompatible med vores nuværende forståelse af fysikkens love. Den såkaldte [Coulomb barriere](#) er den, der gør, at to atomkerner (som begge to er positivt ladede) frastøder hinanden så meget, at fusion af atomkerner kun kan foregå ved høj energi. Også selvom fusionprocessen skulle have fundet sted, så ville man efterfølgende forvente høj energetisk stråling, såsom [gamma stråling](#), der naturligt ville følge for at kunne frigive den producerede energi. Således vedholder den klassiske fysik (for de nævnte eksperimenter), at når strålingen ikke bliver observeret i LENR-forsøgene, så er fusion ikke muligt. LENR-forskerne hævder, at de klassisk fysiks principer bygger på eksperimenter fra frit flyvende partikler, hvilket ikke er hele forklaringen på, hvad der sker inde i en tæt matrix af atomer (såsom i et palladium metal eller i en piezoelektrisk krystal).

En simplificeret måde at beskrive klassisk fysik er, at den eneste måde, hvorpå der kan overføres energi til atomkernen, er ved hjælp af fotoner eller partiklers kinetiske energi i en kollision (f.eks. til at starte fusionen). Ligeledes: Skal energi overføres fra atomkernen efter fusionen, må det nødvendigvis ske via et begrænset antal fotoner (f.eks. gamma stråler) eller ved at udsende partikler med høj energi. Ved stuetemperatur er der dog rigeligt med samlet energi i et materiale til at starte fusion af to brint/deuterium-atomer, men det er nødvendigt at fokusere energien på de to fusionerende atomkerner. Dette vil i klassisk fysiske termer betyde meget hurtigtbevægende atomkerner eller gammastråler (dvs. høj energi). Efter at den antagne fusion har fundet sted, vil den klassiske fysik foreskrive, at den producerede energi (to brint/deuterium atomkerner frigiver energi, når de fusionerer til helium) bliver frigivet fra den nyskabte helium-atomkerne enten som [fotoner](#) og/eller [kinetisk energi](#) fra de resulterende partikler (hvilket påkræver mindst to partikler, der bevæger sig i modsatte retninger). (NB - [neutrinoens](#) rolle udelades her for at lette forståelsen).

Teorier, der forsøger at forklare de observerede effekter, er der mange af; de spænder fra det eksotiske (f.eks. medvirkende Dark [Energy/Matter](#)¹¹ og 'Zero point energy' ([Casimir effekt](#))) til sammensætning af eksisterende fysiske principper på en ny måde. Dannelsen af [super langsomme neutroner](#) fra en [elektron](#), der forceres sammen med en [proton](#)¹² inde i metallet, kunne forklare, hvorledes helium kan produceres. Det foregår trinvis ved, at de dannede neutroner fusionerer med en proton (hvilket er energetisk favorabelt) indtil sidste trin, når den tredje neutron fusionerer, og der udsendes [β-stråling](#). Ved hjælp af klassiske fysiske principper - vel at mærke - er hermed en forklaring på helium og energiproduktion stykket sammen. [β-strålingen](#) ville i så fald blive opfanget inde i materialet og vil derfor ikke være direkte målbar udenfor.

En anden forklaring introducerer en kobling mellem vibrationer i metalstrukturmatricen (såkaldte [phononer](#)) med de atomare kerner, hvormed den samlede energi i metallet behandles under ét¹³, ved

hjælp af en makroskopisk beskrivelse. Denne sammenføring af to forskellige domæner i klassisk fysik påkræver en kobling mellem atomkernerne og vibrationerne i metalstrukturen: phononerne, hvilket muligvis kan forklares med [nærfeltsteori](#). Denne kobling kunne måske forekomme med fotoner som mellemstation¹⁴. For at starte fusionen af [brintet, der er absorberet inde i metalmatrixen](#), kan man forestille sig disse vibrationer som bølger på havet som, når de rammer en fjord, kan fokusere energien nok til at overkomme Coulomb-barrieren i bunden af fjorden. Sådanne fjorde ville naturligt opstå inde i metalstrukturen pga. urenheder og/eller revner, der med den rette morfologi, vil danne det såkaldte 'Nuclear Active Environment' (NAE)¹⁵ dvs. det rigtige miljø for kerneprocesser til at starte fusionen.

Energien dannet ved fusionen ville i så fald blive frigivet tilbage til metalstrukturen som phononer. I nogle LENR-opsætninger¹⁶ ses energiproduktionen i korterevarende udbrud af energi. Man kan derudfra spekulere på, om en kædereaktion eller lavine effekt af nye fusioner er forekommet i et specifikt NAE-område, indtil dette område ødelægges af den producerede energi. Lavinen ville så være startet med den første fusion, som derefter frigiver den producerede energi direkte inde i NAE-området og dermed starter de efterfølgende fusionsprocesser.

Mange forskere arbejder på at be- eller afkræfte disse postulerede LENR-mekanismer.

LENR-politik

LENR-forskere rapporterer, at de bliver aktivt blokeret fra at publicere, anskaffe forskningsmidler og patentering. For at illustrere, hvorledes de bliver behandlet, så er Glenn Seaborgs beskrivelse af, hvorledes han gav en evaluering af kold fusion til Amerikas præsident¹⁷ blevet bragt på bane. I denne video beskriver han kort, hvorledes han informerede præsidenten, hvilket må siges ikke at være i overensstemmelse med en videnskabelig tilgang. Han sagde, at han ikke undersøgte LENR, før han rapporterede om det, og han skubbede på for at sammensætte en komité, hvor konklusionen var givet på forhånd. Seaborg dannede efterfølgende 'The Energy Research Advisory Board' i [Amerika's energiministerium](#) til at evaluere kold fusion¹⁸. USA's energiministerium afskrev kold fusion/LENR den 15. november 1989 blot syv måneder efter Pons og Fleischmann - en bemærkelsesværdig snæver tidsramme, når man ellers ved, hvorledes forskningsarbejde og offentlige undersøgelser normalt foregår.

Seaborgs konklusion blev gentaget i 2004¹⁹ efter et hold LENR-forskere præsenterede deres resultater til komiteen.

På Wikipedia kan man læse, at eftersom artikler om kold fusion sjældent publiceres i videnskabelige mainstream-tidsskrifter med peer review, så bliver de heller ikke efterprøvet på et niveau, der kan forventes af videnskaben²⁰. Dette standpunkt lader til at være delt blandt de fleste forskere, der arbejder inden for relaterede områder, som jo ligger inde med den ekspertviden, der skal til for at evaluere LENR-observationerne. LENR-forskerne svarer igen med en reference til Max Plancks berømte udtalelse, at "science advances one funeral at a time" (Planck var en af ophavsmændene til moderne fysik og blev mødt med kraftig modstand, da han introducerede kvantemekanikken).

Perspektiverne er store (for mange penge og megen berømmelse), hvilket har stået i vejen for at dele, diskutere og forestage en åben evaluering af resultaterne indenfor LENR-feltet. Derudover sår det mistillid, da vindinger af denne størrelse er kendt for, til tider, ikke at få det bedste frem i folk. På den ene side kan der argumenteres for, at videnskaben er gået i stykker "science is broken" i og med, at LENR forskning på nuværende tidspunkt "vil ødelægge din karriere", hvis du ellers gerne vil noget indenfor forskning. På den anden side er alle enige i, at der skal være visse minimumskriterier for videnskabeligt arbejde, ellers ville man kunne rapportere hvad som helst. Det videnskabelige ideal er, at ingen teori skal tage overhånd over eksperimentelle observationer, hvis de altså er lavet

ordentligt. I den henseende er det hemmelighedskræmmeri og den mangel på gennemsigtighed, der lader til at have plaget LENR-feltet, muligvis årsag til den manglende tillid, der er mellem det almene videnskabelige selskab og LENR-forskningen.

Interessekonflikten mellem etableret forskning og ny forskning med potentiale for at revolutionere feltet er beskrevet af LENR-forskerne²¹. Dette være sig i forbindelse med finansiering og akademisk ære, hvor milliarder af Dollars og Euro er blevet brugt og fortsat bliver investeret i varm fusion (efter årtiers forskning med tusindvis af forskere). Hvis LENR viste sig at være sandt, så ville det forskningsmæssige etablerement derfor befinde sig i en prekær situation i alle henseender.

Fra LENR-forskernes perspektiv befinder de sig i en fastlåst situation, hvor deres eksperimentelle resultater ikke kan publiceres i de normale videnskabelige tidsskrifter, fordi de ikke passer med den nuværende teori. Ny teori kan ikke blive publiceret, fordi der ikke er nogen anerkendte eksperimentelle resultater, der understøtter den. Derfor har de lavet deres egne tidsskrifter, hvor den normale peer-reviewed process foretages, dog med andre LENR-forskere. En mulig farbar vej kunne være at sammensætte teoretisk fortolkning med eksperimentelle resultater på en utvetydig måde²².

Det er svært at finde ud af, hvor mange der egentlig arbejder på LENR; men det lader til, at feltet er i fremvækst. F.eks. er Kim Daasbjerg fra Aarhus Nano gået ind i det åbne [MFMP projekt](#). LENR-feltet dækker omkring 16 lande med 200-500 forskere. Nogle LENR-forskere taler for at ændre USA's energiministeriums beslutning²³ - baseret på fire argumenter: For det første det store antal og globale spænd af LENR-forskere; for det andet at disse har opbygget en samling forskningsresultater, der ikke længere kan ignoreres; for det tredje er LENR-teorier, der forklarer observationerne, er på vej; og endelig for det fjerde at flere forsøgsopstillinger, der påviser LENR, allerede er fremvist.

Opsummering

LENR-forskere har publiceret masser af eksperimenter med detaljerede observationer, der ikke er i overensstemmelse med den nuværende fortolkning af fysikens og kemiens love. Men hvis de holder stik, har LENR potentialet til at forsyne kloden med billig og forureningsfri energi, der kan produceres lokalt og hvor som helst. Dette potentiale kan dog meget vel være en del af årsagen til den nuværende situation, hvor det etablerede videnskabelige selskab ikke vil kigge ordentligt på LENR-fænomener ved eksperimentelt at verificere eller falsificere dem.

Det bliver spændende at se, hvad der sker. Om LENR er en 'and' er stadig åbent. Men som Niels Bohr er citeret²⁴ for at sige: *"Prediction is very difficult, especially about the future"*.

Det sidste ord om LENR er endnu ikke sagt.

Uddybende materiale

Til den interesserede læser vedhæftes denne liste med materiale, der forhåbentlig er brugbar, selv om den hverken dækker LENR-feltet fuldstændigt eller er repræsentativt.

| Yderligere kilder |
|---|
| Upon Martin Fleischmann's death in 2012 various obituaries were written: There is Nature describing his cold fusion work as 'pathological science' ²⁵ , while The Guardian laud him for launching cold fusion research ²⁶ . LENR researchers have created a project in his name: The Martin Fleischmann Memorial Project (MFMP) www.quantumheat.org which carries out and promotes open science. |
| For a highly technical, but informative, critique of LENR see ²⁷ , where a reviewer rejection letter has been posted. It can be insightful also for the layperson if one reads around the technical details. |

LENR researcher's critique of the 2004 DOE assessment of LENR²⁹. In contrast PhysicsToday's reporting on the DOE report can be found here³⁰.

A large collection of scientific papers on LENR can be found on www.lenr-canr.org and www.iscmns.org

An Italian LENR researcher: Antonella De Ninno has published a recount of her experience³¹.

If you want an insider's story of one of the most debated people in the LENR community: Andrea Rossi, then you may find the book "An impossible invention"³² worthwhile, or to understanding the critics read e.g. Forbes³³, Discovery News³⁴ or Free Energy Scams³⁵, which goes to illustrate the LENR debacle. A test of a Rossi LENR device has been reported in 2014 in Lugano Switzerland³⁶ reporting a COP of ~3.5 over 32 days, but the temperature measurements have been questioned by MFMP³⁷ (Verbatim reports of the tests indicated the actual COP might be less although still well above one). A. Parkhomov claims to have replicated a Rossi LENR device and shared his design and results³⁸.

Listings of organizations and companies working on LENR:
<http://www.e-catworld.com/companies-and-organizations-researching-in-lenr/>
<http://coldfusionnow.org/investing-in-lenr-cold-fusion/>

References

1. Martin Fleischmann; Stanley Pons(1989). "Electrochemically induced nuclear fusion of deuterium". *Journal of Electroanalytical Chemistry* 261 (2A): 301-308, doi:10.1016/0022-0728(89)80066-3. Affiliation: The University, Southampton, Hants, Great Britain, University of Utah, USA. <http://www.lenr-canr.org/canr/bat/FleischmannElectroche.pdf>
2. A. Carpentieri, G. Lucifora, O. Borla, A. Manuelli and G. Nicolini: Electromagnetic and neutron emissions from brittle rocks failure: Experimental evidence and geological implications. *Sadhana* Vol. 37, Part 1, February 2012, pp.59-76. Affiliation: Politecnico di Torino, Italy. National Institute of Nuclear Physics, Torino, Italy. National Research Institute of Metrology, Torino, Italy. <http://www.iisn.it/risultati/2012/01/21/Feb37.pdf>
 Neutron emissions from piezoelectric crystal are reported here.
 Alan Widom, J. Swain and V. Srivastava, J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 40 (2013) 015006 (8pp). Affiliation: Northeastern University, Boston MA, USA, University of Perugia, Italy. http://iopscience.iop.org/0954-3899/40/1/015006/pdf/0954_40_1_015006.pdf
3. Yasuhiko Iwamura*, Takahiko Itoh and Shigenori Tsuruga. SPECIAL SECTION: LOW ENERGY NUCLEAR REACTIONS CURRENT SCIENCE, VOL.108,NO. 4, 25 FEBRUARY 2015; <http://www.currentscience.in/Volume108/04/0578.pdf>
 Affiliation: Yokohama R&D Center, Mitsubishi Heavy Industries Ltd, Japan
 Reproduction by Toyota Central R&D Labs, Nooko Takahashi, Satoko Kosaka, Tatsumi Hioki and Tomoyoshi Motohiro; Detection of Pr in Cs ion implanted Pd/CuO multilayer complexes with and without D2 gas permeation, 2013 Jun. J. Appl. Phys. 52 107301 doi:10.7567/JAP.52.107301
 Preprint <http://www.eseenergytimes.com/2/conferences/2012/ICCF17/papers/Takahashi-Detection-Pr-in-Cs-OCF17-pre.pdf>
 Y. Iwamura, M. Sakano and T. Itoh, Elemental Analysis of Pd Complexes: Effects of D2 gas permeation, Jpn. J. Appl. Phys. 41(2002), pp. 4642-4648. <http://lenr-canr.org/canr/bat/IwamuraYokohamaLab.pdf>
 Iwamura presentation at American Nuclear Society 2012: <https://www.youtube.com/watch?v=uraw-embedde6vceYdFaiAKRw>
 Iwamura ICCF19 presentation slides: <http://www.slideshare.net/yiwamura/2015-04-Iwamura-ICCF19-Monday-1.pdf>
 David Kidwell expressed doubts regarding Iwamura's transmission findings having filed a replication attempt at Novel Research Labs and after repeated visits to the Iwamura lab (prior to Toyota replication).
<http://www.eseenergytimes.com/2/news/2010/03/28/381589/Gar1009-shinai>
 Review listing >100 publications on transmissions from 2011 by Mahadeva Srinivasan, George Miley and Edmund Storms: <http://lenr-canr.org/canr/bat/SrinivasanSrinivasan.pdf>
4. David Kidwell ICCF19 www.iccf19.com presentation: Observations of RF emissions and heat in electrochemical loading experiments. Affiliation: Naval Research Laboratory, Washington DC, USA
 Old presentation on a video: <http://www.iccf19.com> (ICCF19). <http://www.lenr-canr.org/canr/bat/KidwellICCF19Presentation.pdf>
 Different but related work: D. A. Kidwell, D. D. Dominguez, K. S. Grabowski and L. F. DeChiaro, Observation of radio frequency emissions from electrochemical loading experiments; CURRENT SCIENCE, VOL. 108, NO.4, 25 FEBRUARY 2015 <http://www.currentscience.in/Volume108/04/0578.pdf>
5. Mitchell Swartz, Peter L. Hagelstein, Demonstration of Energy Gain from a Preloaded ZrO₂-PbD Nanostructured CF/LANR Quantum Electronic Device at MIT; J. Condensed Matter Nucl. Sci. 13 (2014) 516-527 <http://www.iscmns.org/CMNS/CMNS-Vol13.pdf#page=528>
 Mitchell R. Swartz, Gayle Verner and Jeffrey Tolleson, Energy Gain From Preloaded ZrO₂-PbD-Nanostructured CF/LANR Quantum Electronic Components; J. Condensed Matter Nucl. Sci. 13 (2014) 528-542 <http://www.iscmns.org/CMNS/CMNS-Vol13.pdf#page=535>
 Also described here: <http://world4id.com/~micra/jet.html> . Affiliation: JET Energy Inc.
6. Andrea Rossi E-cat claims: <http://www.greencar.com/news-releases/industrial-heat-has-acquired-andrea-rossi-e-cat-technology-21853361.html>; NB date of posting Dec 2013: <http://urlprice.com/Alternate-Energy/Nuclear-Power/Andrea-Rossi-Official-ECAT-Website-Ready-to-Accept-Orders-for-1MW-Unit.html>
 Affiliation: Industrial Heat LLC
7. Michael McKubre interviewed by PESNetwork: <https://www.youtube.com/watch?v=3rYv43Y10>
 Affiliation: Stanford Research Institute International, Menlo Park CA, USA
8. The theoretical upper limit of energy contained in a liter of water when fusing all hydrogens into helium can be estimated using a process similar to Widom-Larsen and Godes (see reference 12). Process (neutrons not detailed): Ultrashort neutron generation (n+p produces 4+2.225 MeV), helium generation (4+4 protons He+2.8465 MeV). Energy gain using four hydrogens (ignoring natural abundance of deuterium in water): 2*+0.782+2*2.225+2.8465=26.7325 MeV. Scaling to final estimate: 1 liter H2O = 55.4089 mol H2O containing 110.8178 mol H producing 27.70445 mol He and 4.46710*26 MeV energy. This energy = 7.15*10¹³ Joules is equivalent to approximately 2.0 million liters gasoline.
9. V. Violante, E. Castagna, S. Lecci, F. Sarfo, M. Sansonetti, A. Torre, A. La Gatta, R. Duncan, G. Hubler, A. El Boher, O. Aziz, D. Pesce, D. Kines and M. McKubre: Review of materials science for studying the Fleischmann and Pons effect; CURRENT SCIENCE, VOL. 108, NO. 4, 25 FEBRUARY 2015 Affiliation: ENEA Research Center, Rome, Italy; CVR/SEM, Padova, Italy; Texas Tech Univ., USA; Univ. Missouri, Columbia MO, USA; Condensec LLC, Boulder CO, USA; Stanford Research Institute International, Menlo Park, USA <http://www.currentscience.in/Volume108/04/0540.pdf>
10. A. De Ninno, E. Di Giulio, and A. Fratullo: Excess Heat and Calorimetric Calculation: Evidence of Coherent Nuclear Reactions in Condensed Matter at Room Temperature: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.chem.5b0027>
 Affiliation: ENEA, Centro Ricerche Frascati, C.P. 65-00044 Frascati, Roma, Italy
 M. McKubre and F. Tannella and P. Tripodi: Evidence of d-d fusion products in experiments conducted with palladium at near ambient temperatures; Trans. Am. Nucl. Soc., 83, 2000
 Affiliation: Stanford Research Institute International, Menlo Park CA, USA
 M. H. Miles and M. A. Iman and M. Fleischmann: Excess heat and helium production in the palladium-boron system; Trans. Am. Nucl. Soc., 83, 2000
 Edmund Storms' book summarizing hundreds of publications: The Explanation of Low Energy Nuclear Reaction: An Examination of the Relationship Between Observation and Explanation; ISBN-10: 292921610
 Affiliation: KivaLabs LLC, Santa Fe NM, USA
11. Graham Hubler ICCF19 www.iccf19.com presentation: On a Possible Cosmological Explanation for the Anomalous Heat Effect. Affiliation: Uni. of Missouri's Sidney Kimmel Institute for Nuclear Renaissance, USA
12. Alan Widom and Lewis Larsen, "Ultra-low momentum neutron catalyzed nuclear reactions on metallic hydride surfaces", The European Physical Journal C, 2006; Affiliation: Northeastern University, Boston, USA, Lattice Energy LLC, Chicago IL, USA <http://www.eseenergytimes.com/2/news/2006/02/08/Alan-Widom-and-Lewis-Larsen-Ultra-low-momentum-neutron-catalyzed.pdf>
 Robert Godes, Robert George, Francis Tannella and Michael McKubre: "Controlled Electron Capture hypothesis and the path Towards Commercialization" Affiliation: Brillouin Energy Corporation, Berkeley CA, USA; Stanford Research Institute International, Menlo Park MA, USA <http://www.eseenergytimes.com/2/conferences/2012/ICCF17/papers/Robert-Godes-ETC-hypothesis-Controlled-Electron-Capture-Paper-ICCF17-pre.pdf>
 Electron Capture Reaction visualized here: <https://youtu.be/1H7PH-g5IV>
13. Peter L. Hagelstein and I.U. Chaudhary, Photon-nuclear Coupling for Anomalies in Condensed Matter Nuclear Science; Journal of Condensed Matter Nuclear Science-12 (2013) 105-142 Affiliation: Massachusetts Institute of Technology, Boston MA, USA; University of Engineering and Technology, Lahore, Pakistan <http://www.iscmns.org/CMNS/CMNS-Vol12.pdf#page=110>
14. E. Alterweirder, M. P. van Estel & J. P. Woerdman; NATURE | VOL 418 | 17 JULY 2002 Affiliation: Leiden University, The Netherlands <http://home.physics.leidenuniv.nl/~ester/articles/nature.pdf>
15. Edmund Storms Nuclear Active Environment. <http://edmundstorms.org/edmund-storms-on-the-nuclear-active-environment-and-metals-that-work/>
 Affiliation: KivaLabs LLC, Santa Fe NM, USA
16. Robert Godes Brillouin Energy Corp HHT™ reactor Poster at ICCF19 see plot <http://www.e-catworld.com/blog/wp-content/uploads/2015/04/Brillouin-ICCF19-Poster1.jpg> and Mitchel Swartz ICCF19 presentation <http://www.iccf19.com> (given by P. Hagelstein) <https://www.youtube.com/watch?v=7oCvX1H2g> of the NanoR also described here: <http://world4id.com/~micra/nanotechnology.htm>
17. Glenn T. Seaborg LENR assessment to US president: https://www.youtube.com/watch?v=14_VYngT3E. Affiliation: University of California, Berkeley, USA
18. Frank Close, book title: "Too Hot to Handle: The Race for Cold Fusion" ISBN:1400861606, 9781400861606; page 238 Affiliation: University of Oxford. https://books.google.it/books?id=WtA8AAAJRAAJpg&pg=PA238&dq=%2EEnergy+Research+Advisory+Board%22+seaborg+source+3&context=GHZ7pN8GqzK9yepMDIA_YoloS636XmM446N1en6saaX6&sig=2H1061MfaiTpmAK&ved=0CC06AAEAA&usq=page6&usq=72Energy%20Research%20Advisory%20Board%22+seaborg+source
19. The DOE report could not be found at their official web site (linked in energy gain and dog) using the Internet Archive old versions of the DOE web site can be retrieved, which contains copies of the 2004 report: http://web.archive.org/web/*http://www.science.doe.gov/Sub/Newsroom/News_Releases/DOE-SC/2004/low_energy
20. Wikipedia as April 2015 was used. Link to present version: http://en.wikipedia.org/wiki/Cold_Fusion
21. Antonella De Ninno: <http://www.eseenergytimes.com/2/news/2015/04/04/antonella-de-ninno-5333e0e1a62>
 Affiliation: Centro Ricerche ENEA (ENEA) Nuclear e Energie Alternative, Frascati Roma, Italy
 English translation: <http://www.eseenergytimes.com/2/news/2015/04/04/antonella-de-ninno-5333e0e1a62&ved=0CC06AAEAA&usq=page6&usq=72Energy%20Research%20Advisory%20Board%22+seaborg+source>
22. Peter L. Hagelstein editorial 2013: <http://lenr-canr.org/canr/bat/HagelsteinEditorial.pdf>
23. Thomas Grimshaw LENR policy update: ICCF19 as well as Grimshaw, Thomas. Integrated Programming for Realizing Benefits and Mitigating Impacts of LENR. Presentation at International Conference on Cold Fusion #17 (ICCF-17) Abstract available on Page 31 <http://www.eseenergytimes.com/2/conferences/2012/ICCF17/ICCF17-Program-Abstracts.pdf>
24. "Prediction is very difficult, especially about the future" Attributed to Niels Bohr in Teaching and Learning Elementary Social Studies (1970) by Arthur K. Ellis, p. 431 <http://en.wikipedia.org/wiki/Prediction>
25. Nature Martin Fleischmann obituary <http://www.nature.com/nature/journal/462/n7144/full/462514a.html>
26. The Guardian Martin Fleischmann obituary <http://www.theguardian.com/science/2012/jan/21/martin-fleischmann>
27. LENR critique by reviewer page 136 <http://www.eseenergytimes.com/2/news/2015/04/04/lenr-critique-by-reviewer-page-136>
28. LENR researchers' critique of DOE report + review of LENR 2004: <http://lenr-canr.org/canr/bat/DOE-report-2004.pdf>
<http://www.eseenergytimes.com/2/news/2015/04/04/lenr-critique-by-reviewer-page-136>
 LENR researchers' collection of material on the DOE reports: <http://www.eseenergytimes.com/2/governance/DOE-DOE.shtml>
29. PhysicsToday article on DOE 2004 report: <http://pubs.aip.org/content/asp/magazine/physicsToday/article/58/1/10/1063/1.481886>
 Mito Lewis' "An impossible invention" <http://www.impossibleinvention.com/>
30. Affiliation: www.eseenergytimes.com (weekly tech magazine), Stockholm, Sweden
31. Forbes: <http://www.forbes.com/sites/immortel/2013/11/29/why-im-certain-that-the-rossi-e-cat-doesnt-work-as-advertised/>
32. Discovery News: <http://www.discovery.com/tech/alternative-power-sources/5-reasons-cold-fusion-bank-130528.htm>
33. Free Energy Scams: <http://freeenergyscams.com/bs-e-cat-thermojet-claim-of-andrea-rossi-part-2/>
34. Lugano Report: <http://www.eseenergytimes.com/2/news/2014/04/04/lugano-report>
35. MFMP test questioning Lugano temperature measurements preliminary results given verbatim at ICCF19. Test declared here: <http://www.eseenergytimes.com/2/news/2014/04/04/lugano-report>
36. <http://www.eseenergytimes.com/2/news/2014/04/04/lugano-report>

Alexander G. Parkhomov, International Journal of Unconventional Science, issue 7(3), pp. 68-72, 2015
Affiliation: Lomonosov Moscow State University, Russia
<http://www.unconventional-science.com/pdf/7/parkhomov-en.pdf>
Poster presented at ICF19, <https://www.iaea.org/infocentre/attach.jsp?attach=14379>
A collection of information shared regarding his E-Cat replication can be found here:
http://ibh.ecatworld.com/index.php?title=Alexander_Parkhomov%27s_E-Cat_replication_experiments

36