

De naad en de maas

Wat het vacuum net de batterij te bieden heeft

J. Konstapel, Leiden — bewerkte, goedlopende versie, 16 oktober 2026

Inleiding: een andere vraag

Europa wil eigen batterijen. Op 16 oktober 2026 beschreef *Het Financieele Dagblad* hoe het continent probeert los te komen van China: het Nederlandse LeydenJar dat in Eindhoven een celfabriek bouwt, de Europese gigafabrieken — ACC, Vekor, PowerCo, Northvolt — die hun machines in China kochten en ze niet aan de praat kregen, en een plan van het Battery Competence Cluster Nederland om uit bestaande Nederlandse machines een productielijn samen te stellen.

Achter dat artikel staat één hard feit. Op 9 oktober 2025 plaatste China een reeks artikelen onder exportvergunning (Besluit nr. 58): cellen vanaf 300 Wh/kg, dicht LFP-kathodemateriaal, kunstmatig grafiet, en de machines voor het wikkelen, stapelen, vullen, heetpersen en vormen. De vergunning werd geschorst tot 10 november 2026; of een latere Amerikaans-Chinese regeling, verlengd tot 10 januari 2027, ook dit besluit dekt, is niet bekendgemaakt.

De krant vraagt: hoe kopieert Europa de batterij? Dit essay stelt een andere vraag. Wat is een batterij als je er door de bril van het vacuum net naar kijkt — en wat volgt daaruit voor hoe we haar maken en gebruiken? Het antwoord valt uiteen in zes richtingen, die hier telkens naast het onderzoek worden gelegd dat al onderweg is. De rekenkunde wordt volledig gegeven, en een statusregister houdt aan het einde bij wat gemeten, afgeleid, gelezen of hypothetisch is.

1. Het net in een handvol regels

Beeld je een visnet in: draden die elkaar kruisen. Waar windingen elkaar vasthouden, ontstaat een knoop. Tussen de draden liggen mazen: openingen met een grootte en een richting. De vacuum net-theorie leest het vacuum als zo'n net onder spanning, gedragen door vijf axioma's: er is één draad, en elk onderscheid is die draad die zichzelf raakt (**slinger**); een configuratie blijft alleen bestaan als ze in fase op zichzelf sluit (**sluiting**); het net onthoudt de richting van wat eerst werd neergelegd (**geheugen**); constanten zijn toestandsgrootheden van het lokale vacuum (**context**); en hetzelfde patroon keert op elke diepte terug (**schaal**).

Uit die regels volgen drie objecten. Een **winding** is een draad die in fase op zichzelf terugkeert: energie, met dimensie T/S. Een **knoop** is windings die elkaar in drie richtingen vasthouden: massa. Een **maas** is een opening tussen draden — geen materie, maar wel een grootte S.

Eén gevolg is direct belangrijk: vermogen is energie per tijd, dus $(T/S)/T = 1/S$. Vermogen door een maas schaalt met één gedeeld door haar open grootte. Nergens in die regel komt een reservoir voor.

Verder draagt elke kruising één van drie waarden: +1, 0 of -1. Drie naburige kruisingen vormen een **venster**. De vensterregel zegt: een venster sluit als de som van zijn drie waarden deelbaar is door drie. Van de 27 mogelijke vensters sluiten er 9 — drie homogene ((-1,-1,-1), (0,0,0), (+1,+1,+1)), statisch en kristalachtig, en zes heterogene (de volgordes van -1, 0 en +1), die roteren en een levendige beweging dragen. De overige 18 vensters zijn **open**: ze staan onder spanning. En nu de zin waar alles in dit essay op draait: *de grens tussen een homogene en een heterogene sluiting is altijd een open venster*. Wat sluit, blijft.

2. Wat een batterij is in het net

In het dagelijks taalgebruik "bevat" een batterij energie. In het net bestaat dat niet: energie is een gesloten beweging, geen substantie in een pot. Een batterij is een toestand die een tijdlang wordt vastgehouden. Zo gelezen heeft ze vier fasen — laden, vasthouden, ontladen, rusten — waarvan het gewone elektriciteitsnet er maar twee kent, tot één gesmolten: wat opgewekt wordt, wordt op hetzelfde ogenblik gebruikt. De houdtijd τ van het net is nul.

Houdtijden vormen een ladder, en elke sport heeft haar eigen drager:

Houdtijd	Drager	Stand der techniek, 2026
seconden	vliegwiel, supercondensator	30 MW-vliegwiel op het net; supercondensatoren met een miljoen cycli
uren	lithium-ion, natrium-ion	commercieel
dagen	ijzer-lucht, zand, warmte	eerste netwerksystemen (Form Energy, Ore Energy, Polar Night)
maanden	moleculen (waterstof)	zoutgrot-piloten

Geen sport vervangt een andere. Een cel die dagen moet overbruggen, wordt gevraagd het werk van een andere sport te doen — en wordt daarom zwaar, duur en afhankelijk van schaars materiaal. Een batterij van 200 MW in Winschoten die vier uur vasthoudt, is 800 MWh: één houd op één sport. Ze maakt geen ladder.

3. De naad

Eén muur voor elke lijn

De huidige onderzoekslijnen verschillen in chemie maar delen één limiet. Elke winst in energiedichtheid komt van een elektrode die van vorm verandert — en de grenslaag moet die verandering volgen zonder te breken:

Lijn	Wat er aan de grens gebeurt
silicium-anode	volume groeit met meer dan 300%; de grenslaag (SEI) scheurt en hervormt elke cyclus
lithium-metaal, anode-vrij	lithium plaatst ongelijk en groeit langs scheuren en korrelgrenzen
solid-state	vast-vast contact raakt verloren; lithium-filamenten groeien langs korrelgrenzen
lithium-zwavel	tussenproducten lossen op en verlaten de kathode
magnesium, calcium	de grenslaag sluit af en laat geen ion meer door
kwantumbatterij	de koppeling die laadt, ontlaaft ook

De naad in het net

Elke grens uit deze tabel verbindt twee structuren die verschillend sluiten: een kristal en een vloeistof, een metaal en een keramiek, een rooster en een film. Volgens de vensterregel is zo'n grens een open venster — hij staat onder spanning en blijft niet staan, tenzij iets hem voortdurend sluit. Dit is een correspondentie, geen mechanisme: de regel zegt niet waarom een naad scheurt, alleen welke configuraties blijven bestaan. Uit de lezing volgen drie ontwerp vragen: kan de cel zo worden gelegd dat er minder vensters open blijven staan, en kan de beweging in een maas — een open ruimte — plaatsvinden in plaats van in de naad?

Antwoorden die al bestaan

Ruimte in plaats van greep. LeydenJar laat silicium als zuiltjes op koperfolie groeien; de ruimte ertussen vangt de zwelling op. E-magy doet hetzelfde met poriën, LionVolt met een driedimensionale structuur. In het beeld van het visnet: de beweging gaat de maas in, niet de knoop.

Eén richting. Zheng, Archer en collega's lieten zink epitaxiaal groeien op een dunne grafietlaag (*Science*, 2019). De afzetting werd omkeerbaar, en onder netwerk-schommelingen steeg het aantal stabiele cycli van ongeveer 200 tot meer dan 2.000. De onderlaag zet de richting, en de afzetting volgt. Het net heeft dezelfde regel voor ringen: een wand of zaad met de juiste richting geeft alleen de passende ring; een fles zonder richting geeft een mengsel.

Homogene sluiting. Kathodedeeltjes als enkelkristallen NMC532 overleven polykristallijne ruim. Een Dalhousie–Tesla-groep projecteerde levensduren richting een eeuw bij 25 °C (*Journal of the Electrochemical Society*, 2022). Een enkelkristal heeft geen korrelgrenzen, dus geen interne naden: de homogene, kristalachtige sluiting van de vensterregel.

Geen naad die moet houden. In een nikkel-waterstofcel is de ene kant een gas dat op een katalysator stuit. Er is niets dat kan scheuren. EnerVenue specificeert zulke cellen op 30.000 cycli.

Wat de regel nog niet geeft

De vensterregel telt open vensters, maar zet die telling nog niet om in een aantal cycli; het register van spanning dat grootheden zou moeten dragen, is nog open. De regel doet wél één ordeningsvoorspelling: neem een reeks grenslagen, tel hun open vensters en meet hun leven — de volgorde van het leven zou de volgorde van de telling moeten volgen. Die meting is niet gedaan.

4. Maken zonder vuur

Hoeveel vuur een cel draagt

Een conventionele elektrode is een pasta van poeder, bindmiddel en oplosmiddel, gesmeerd op folie en gedroogd in ovens van tientallen meters. Daarna: persen, snijden, stapelen, vullen met elektrolyt en de eerste lading — de vorming.

De energieprijs valt af te lezen aan één gepubliceerd cijfer. Schütte, Degen en Walter (*Batteries*, 2024) geven 11,02 kWh droogenergie per kWh celcapaciteit; drogen is in hun studie 27% van het fabrieksverbruik, dus de fabriek verbruikt in totaal 40,8 kWh per kWh cel. Andere studies stellen drogen op 47 tot 48%, wat neerkomt op 23,4 kWh. Het bereik is dus ongeveer 23 tot 41 kWh per kWh cel. Schroot maakt het erger: passeert 70% van de cellen, dan draagt elke goede kWh 40,8 / 0,70 = 58,3 kWh fabrieksenergie. Een cel van 1 kWh moet dus 23 tot 58 keer volledig worden ontladen voordat ze de energie van haar eigen fabricage heeft terugverdiend — grondstoffen nog niet meegerekend.

De vorming voegt tijd toe: drie tot zeven dagen, gevolgd door tot twee weken rijping; ze kan een kwart van de vloer en tot 30% van de maakkosten beslaan. En het gebruikelijke anodemateriaal, kunstmatig grafiet, wordt wekenlang gebakken op tot 3.000 °C.

Processen zonder de oven

Proces	Wat het weghaalt	Stand, oktober 2026
droge elektrode (Tesla, LEAD, Dürr)	oplosmiddel en droogoven	in productie in China en de VS; pilot in Europa
plasmadepositie (LeydenJar)	pasta, bindmiddel, oven	fabriek gepland voor 2027
ruimtelijke ALD (TNO Holst Centre)	laag-op-laag bij lage temperatuur, ca. 1 nm per seconde	pilot-apparatuur
elektrodepositie van kathodemateriaal (Xerion)	calcinatie	pilot
	grafitering op 3.000 °C	opschaling

Proces	Wat het weghaalt	Stand, oktober 2026
koolstofnetwerk uit raffinageresidu (CarbonX)		

Verweken, schrijven, verharden

Het net beschrijft maken als een drieluik. **Verweek** de lokale toestand tot dicht bij haar kantelpunt. **Schrijf** er een maas in: een vorm, een maat, een gelaagdheid, een asymmetrie. **Verhard** de toestand, zodat alleen de sluitende windingen overblijven. Verharden selecteert onder configuraties die kunnen sluiten; het plaatst niets — het zet de toestand zo dat alleen het doel blijft staan.

De vorming past in de derde stap. Tijdens de eerste lading ontstaat de grenslaag: wat sluit, blijft; de rest wordt verbruikt. Snelle vormingsprotocollen bij Oak Ridge bekorten de stap minstens zesmaal — in de taal van de cyclus: een korter verharden.

5. De lus in plaats van de hand

De machine draagt de kennis niet

Het FD-artikel noemt de eigenlijke moeilijkheid: een machine loopt niet vanzelf. De kennis zit bij de mensen die haar afstellen.

Northvolt kocht circa 1.200 machines bij Wuxi Lead en had honderden Chinese technici nodig om ze te bedienen — die weken tot 70 uur maakten, waarvoor hun werkgever in Zweden werd beboet. Na vier jaar bereikte Northvolt ongeveer 70% opbrengst; een Chinees directeur zei dat zijn fabrieken 96% halen binnen vier maanden. **ACC** heeft schroot als voornaamste probleem; in september 2026 moest Stellantis twee Franse autofabrieken stilleggen om gebrek aan ACC-cellen, waarna ACC een team experts uit China liet overkomen.

De prijs: Fraunhofer FFB rekent 15 tot 30% schroot in de eerste jaren en ongeveer 10% na vijf jaar. Elk procentpunt kost ongeveer €30.000 per dag: $30.000 \times 365 = €10,95$ miljoen per jaar. Bij 20% schroot is het verlies $20 \times 10,95 = €219$ miljoen per jaar.

Een lus die haar vaste punt vindt

De toegepaste theorie beschrijft een zelfstemmende maas: een lus die één instelling verschuift tot de uitgang maximaal is, en haar daar vasthoudt. Ze corrigeert drift en leest geen plek, geen tijd, geen operator en geen materiaal. De lus vervangt de hand van de maker. Ze is ontworpen, nog niet gebouwd.

Op een productielijn overgezet verschuift het zwaartepunt van de machine naar meting en regeling: waar de toestand van elke laag inline wordt gemeten en de instelling volgt, zit de kennis in de lus — niet meer bij de operator. De vooraanstaande Chinese fabrieken werken al zo: CATL rapporteert defecten op parts-per-billion-niveau, met inspectie van 1,7 seconden per cel.

En Nederland is sterk precies in dit segment: meten, positioneren en gesloten regelkringen, van de lithografieketen tot metrologiebedrijven. Dat is een andere sterkte dan de verfrobot uit de krantenkop.

6. Vasthouden in drie toestanden

Een ferro-elektrische wand als bariumtitaat heeft drie polarisatietoestanden: P+, P0 en P−. In de theorie vormen die een trit. Het teken van de perovskiet-tolerantiefactor minus één geeft dezelfde drie waarden: +1, het centrum geeft sluiting op (ferro-elektrisch); 0, rust (kubisch); −1, rotatie neemt de misfit op. Twee onderzoeklijnen slaan energie op in zo'n wand, zonder ion die moet verhuizen.

Diëlektrische opslag. Relaxor-ferro-elektrische films slaan in het laboratorium 182 J/cm^3 op bij 78% rendement (*Nature Materials*, 2022). Er is geen naad die met elke cyclus beweegt.

Kwantumbatterijen. Moleculen die samen aan een lichtveld zijn gekoppeld, laden sneller naarmate er meer zijn. CSIRO en partners toonden in maart 2026 de eerste elektrische ontlading uit zo'n apparaat, bij kamertemperatuur; de opslag hield ongeveer een miljoen keer langer stand dan het laden. De limiet: de koppeling die laadt, onlaadt ook. Het werkende antwoord is een donkere toestand — één kant die niet terugstraalt. Het vacuum net gebruikt dezelfde asymmetrie voor zijn generatorelement: een gesloten kant en een open kant met bewust verschillende randvoorwaarden.

Geen van beide levert energie per kilogram uit het net; de correspondentie zit in de structuur, nog niet in de getallen.

7. Doorgang in plaats van voorraad

De vraag

Een batterij is nodig omdat opwekking en gebruik niet samenvallen in tijd of plaats. Maar als een maas continu zou leveren op de plaats van gebruik, verandert de rol van de batterij ingrijpend: ze brukt dan geen energie meer over, maar vangt alleen pieken.

De energie van één maas

De energie tussen twee parallelle wanden op afstand L wordt gegeven door de Casimirtelling: per oppervlak $\pi^2 \hbar c / (720 L^3)$. Voor één maas met oppervlak L^2 resteert $\pi^2 \hbar c / (720 L)$. Stap voor stap: $\hbar c = 3,1615 \times 10^{-26} \text{ J}\cdot\text{m}$; maal $\pi^2 = 9,8696$ geeft $3,1203 \times 10^{-25}$; gedeeld door 720 geeft $4,3337 \times 10^{-28} \text{ J}\cdot\text{m}$. Bij de natuurlijke maasgrootte van het net, $S_0 = 45,588 \text{ nm}$, is de energie van één maas $4,3337 \times 10^{-28} / 4,5588 \times 10^{-8} = \mathbf{9,51 \times 10^{-21} \text{ J}}$. De natuurlijke tijdseenheid is $T_0 = 1,5207 \times 10^{-16} \text{ s}$; één doorgang per T_0 geeft $9,51 \times 10^{-21} / 1,5207 \times 10^{-16} = \mathbf{6,25 \times 10^{-5} \text{ W per maas}}$. Dat is de volle snelheid; wat er als stroom uit de maas treedt, is daar een fractie van.

Het gemeten apparaat

De groep van Garret Model aan de University of Colorado plaatste een optische holte aan één kant van een metaal-isolator-metaal-junctie en mat een stroom bij nul aangelegde spanning (*Symmetry*, 2021). Acht tests op artefacten kwamen negatief terug; de stroom steeg naarmate de holte dunner werd. Het patent (US 12,166,434) geeft een maximumvermogen van $1,4 \text{ pW}$; het per elektronenmicroscop gemeten actieve oppervlak is $0,02 \pm 0,006 \mu\text{m}^2$. Per oppervlak: $1,4 \times 10^{-12} \text{ W} / 0,02 \times 10^{-12} \text{ m}^2 = \mathbf{70 \text{ W/m}^2}$ (met de oppervlakt marge 54 tot 100).

Vergelijk dat met het net. Eén maas van $45,588 \text{ nm}$ beslaat $2,078 \times 10^{-15} \text{ m}^2$; de junctie bevat dus $0,02 \times 10^{-12} / 2,078 \times 10^{-15} = 9,6$ mazen, die elk $1,45 \times 10^{-13} \text{ W}$ leveren. Tegen de volle snelheid is dat $1,45 \times 10^{-13} / 6,25 \times 10^{-5} = \mathbf{2,3 \times 10^{-9}}$. Die fractie η is de koppeling van de open kant: het aandeel van wat de maas sluit dat als stroom vertrekt.

Een tweede apparaat: Casimir Inc. in Houston specificeert een chip van $5 \times 5 \text{ mm}$ die $1,5 \text{ V}$ levert bij $25 \mu\text{A}$ — $37,5 \mu\text{W}$ op 25 mm^2 , oftewel $1,5 \text{ W/m}^2$. Het is een specificatie, geen gepubliceerde meting, en per oppervlak $70 / 1,5 = 47$ maal onder de junctie van Model.

Wat het zou betekenen

Het volgende geldt alleen als twee dingen kloppen: 70 W/m^2 wordt gereproduceerd, en lagen stapelen zich op.

- **Een huis.** Een woning die voortdurend 1.450 W nodig heeft, vraagt $1.450 / 70 = 20,7 \text{ m}^2$ aan één laag. Met 100 lagen wordt dat $1.450 / 7.000 = 0,21 \text{ m}^2$ — een plaat van ruwweg $45 \times 45 \text{ cm}$.
- **Tegen een batterij.** Zo'n plaat levert $1,45 \text{ kW} \times 24 \text{ h} = 34,8 \text{ kWh}$ per dag. Een batterij van 250 Wh/kg die één zo'n dag vasthoudt, weegt $34.800 / 250 = 139 \text{ kg}$.
- **Een drone.** Een drone die 1 kW nodig heeft, vraagt $1.000 / 70 = 14,3 \text{ m}^2$ aan één laag, of $0,14 \text{ m}^2$ met 100 lagen.
- **Gewicht van één laag.** Een element is 232 nm dik; bij dichtheden van $2,7$ tot 12 g/cm^3 weegt dat $0,6$ tot $2,8 \text{ g/m}^2$ — 25 tot 112 kW per kilogram film. Op een drager van $25 \text{ }\mu\text{m}$ polyimide ($35,5 \text{ g/m}^2$) is dat ongeveer $1,9 \text{ kW/kg}$.

Wat er eerst moet kloppen

Vijf punten bepalen of deze rekenkunde telt:

1. **Reproductie.** Geen tweede groep heeft Moddels meting herhaald.
2. **De helling.** Het net leidt af dat vermogen schaal als $1/L$. Moddels figuur 4b toont stroom met een helling van $-0,9$; vermogen gaat met stroom in het kwadraat, dus zijn helling is ongeveer $-1,8$. De stroom matcht de afgeleide exponent; het vermogen nog niet.
3. **Stapeling.** Dat N lagen N keer het vermogen van één laag geven, is nooit gemeten — en er hangt een factor 100 mee aan de cijfers hierboven.
4. **Het mechanisme.** Maclay (*Physics*, 2024) betoogt dat het door Model voorgestelde mechanisme een stroom in de tegengestelde richting voorspelt; de meting zelf betwist hij niet.
5. **De open kant.** De koppeling η is de experimenteel onbekende parameter van het hele ontwerp.

De volgorde van de beslissende metingen volgt uit deze punten: eerst de uitgang tegen de holte-grootte, op vaste stapels van 10 tot 1.000 nm ; daarna een stapel van twee lagen tegen één.

8. De lijst en de route

De machines die China onder vergunning plaatste, horen bij één procesorde: mengen, coaten, drogen, persen, wikkelen of stapelen, vullen, vormen. Vier procesfamilies ontbreken op die lijst: plasmadepositie, ruimtelijke ALD, dunne-film-cellen en elektrodepositie. De vorming staat er wél.

Het Nederlandse plan uit de krant volgt de bestaande orde met bestaande machines — een lijn uit coaters, foillamineerders en verpakkingslijnen — en bevat daarmee de stappen die onder vergunning staan.

Maar er is een tweede route mogelijk: processen kiezen die die stappen niet nodig hebben (zie paragraaf 4), en de Nederlandse sterkte in meting en regeling in de lus leggen (paragraaf 5). Die route is minder rijp, raakt de Chinese lijst nauwelijks, en de stukken liggen er al: LeydenJars plasmalijn, E-magy's poreuze silicium, de ruimtelijke ALD van TNO Holst Centre, LionVolts driedimensionale cel en de proeffabriek OBIC in Helmond.

9. Wat er voor mensen verandert

Een batterij wordt gemaakt en gebruikt door mensen.

In **Eindhoven** assembleren laboratoriummedewerkers in witte jassen de testcellen van LeydenJar de hele dag met de hand; ongeveer 95% slaagt. Hun vakmanschap is wat de nieuwe machines zullen moeten dragen. In **Skellefteå** bouwde een stad van 75.000 inwoners haar toekomst op Northvolt; in één bezuinigingsronde alleen al verloren 1.600 mensen in Zweden hun baan, 1.000 van hen daar, terwijl de technici van Wuxi ernaast werkten, in hun eigen kamp, zorgend voor de machines. In **Debrecen** maakten bewoners zich zorgen over de CATL-fabriek; begin 2026 sloten de autoriteiten delen ervan nadat negen werknemers aan nikkel waren blootgesteld. In **Oekraïne** lopen de drones die soldaten dragen nog grotendeels op Chinese cellen; een vergunningsbesluit in Peking reikt tot aan hun frontlijn.

Elk van de zes richtingen verplaatst het werk. Minder vragen van de cel verhuist de opslag van de verre gigafactory naar de straat, het huis en de wijk. Maken zonder vuur maakt fabrieken schoner en kleiner, zodat ze in steden passen in plaats van aan de rand van het land. De lus in plaats van de hand verandert wat een fabrieksarbeider doet: van afstellen op gevoel naar het lezen van een toestand die zichzelf houdt. En doorgang in plaats van voorraad verandert, als ze klopt, het meest: een huishouden zou niet langer afhangen van een kabel, een onderstation of een batterijpark voor zijn basislast — de batterij wordt een klein buffertje in de meterkast.

10. Statusregister

Stelling	Status
Energie is een winding; vermogen = $1/S$	afgeleid binnen de theorie
Een batterij is een houdtoestand; vier fasen; τ -ladder	afgeleid construct van de theorie
Vensterregel: 9 van 27 vensters sluiten	geteld (exact)
Een grenslaag in een cel is een open venster	lezing
Ruimte in plaats van greep; één richting; homogene sluiting; geen naad	correspondenties met gemeten resultaten (bronnen in de referenties)
Volgorde van het leven volgt de telling van open vensters	hypothese, ongemeten
Fabrieksenergie 23–41 kWh per kWh cel; vorming 3–7 dagen	gemeten (bronnen); hier herberekend
Vorming als verhard	lezing
Zelfstemmende lus	ontworpen, niet gebouwd
Schrootkosten €10,95 miljoen per punt per jaar	gemeten (Fraunhofer FFB); hier herberekend
Ferro-elektrische wand als trit	geteld; correspondentie een lezing
Maas-energie $9,51 \times 10^{-21}$ J; volle snelheid $6,25 \times 10^{-5}$ W	afgeleid; hier herberekend
Model: 1,4 pW op $0,02 \mu\text{m}^2 = 70 \text{ W/m}^2$	gemeten door één groep; niet gereproduceerd
Koppeling van de open kant $\eta = 2,3 \times 10^{-9}$	hier berekend uit het voorgaande
Vermogenshelling -1 tegenover gemeten $-1,8$	open
N lagen geven N keer het vermogen	hypothese, nooit gemeten
Huisplaat, drone-oppervlak, gewicht per kW	voorwaardelijk aan de twee regels hierboven
Procesfamilies buiten Besluit nr. 58	uit de tekst van het besluit

Geannoteerde referenties

Konstapel, J. (2026). "Wat is er Mis met een Batterij? / The Grid That Cannot Hold." constable.blog, 31 augustus. <https://constable.blog/2026/08/31/the-grid-that-cannot-hold-what-is-wrong-with-the-electricity->

[system-the-thinking-errors-behind-it-and-the-simple-net-alternative/](#) *Waarom lezen?* De vierfasencyclus, dehoudtijd τ en de ladder vanhoudtijden. De basis van paragraaf 2.

Konstapel, J. (2026). "The Vacuum.Net Theory: Complete Derivation." constable.blog, 28 september. <https://constable.blog/wp-content/uploads/vdefThe-Vacuum.Net-Theory.pdf> *Waarom lezen?* Axioma's, definities, natuurlijke eenheden en de maasenergie. Lees eerst de statustabel aan het eind.

Konstapel, J. (2026). "Applied Vacuum Theory, Parts Two to Four." constable.blog, 25–27 september. <https://constable.blog/2026/09/25/applied-vacuum-theory/> *Waarom lezen?* Deel Twee geeft verweken-schrijven-verharden. Deel Drie de zelfstemmende lus. Deel Vier vermogen = $1/S$ en de volgorde van metingen — met name de sectie over energie zonder reservoir.

Konstapel, J. (2026). "One Direction or None." constable.blog, 10 oktober. <https://constable.blog/2026/10/10/one-direction-or-none-mirror-molecules-the-2026-nobel-prize-in-chemistry-and-the-closure-rule-of-the-vacuum-ne/> *Waarom lezen?* De naadregel en het zaad met een richting. De basis van paragraaf 3.

Konstapel, J. (2026). "A Wall with Three States." constable.blog, 12 oktober. <https://constable.blog/wp-content/uploads/v2A-Wall-with-Three-States-Perovskites-the-Trit-Cube-and-the-Open-Side-of-the-Mesh.pdf> *Waarom lezen?* De ferro-elektrische wand als trit en de correctie van de vermogenshelling.

Van Wijnen, J. F. (2026). "Europa maakt batterijen desnoods met een verbot om los te komen van China." *Het Financieele Dagblad*, 16 oktober. <https://specials.fd.nl/europa-maakt-batterijen-desnoods-met-een-verbot-om-los-te-komen-van-china> *Waarom lezen?* De aanleiding: LeydenJar, de gigafabrieken en het Nederlandse machineplan in één verhaal.

Zheng, J., Zhao, Q., Archer, L. A. e.a. (2019). "Reversible epitaxial electrodeposition of metals in battery anodes." *Science* 366, 645. <https://news.cornell.edu/node/315386> *Waarom lezen?* Het duidelijkste geval van een onderlaag die de groeirichting zet: tienmaal stabiel bij lage stroom.

Dalhousie University / Tesla Advanced Battery Research (2022). "Li[Ni0.5Mn0.3Co0.2]O2 as a Superior Alternative to LiFePO4 for Long-Lived Low Voltage Li-Ion Cells." *Journal of the Electrochemical Society*. <https://electrek.co/2022/05/24/tesla-battery-research-paper-high-energy-density-battery-last-100-years/> *Waarom lezen?* Enkelkristal-kathodes en hun levensduur: een kristal zonder interne naden.

Schütte, A., Degen, F. & Walter, L. (2024). *Batteries* 10(2), 64. <https://www.mdpi.com/2313-0105/10/2/64> *Waarom lezen?* Energie per productiestap per kWh cel; de bron van de 11,02 kWh in paragraaf 4.

Fraunhofer FFB. "The ramp-up of a gigafactory in battery cell production." <https://www.ffb.fraunhofer.de/en/press/news/the-ramp-up-of-a-gigafactory-in-battery-cell-production.html> *Waarom lezen?* Schrootpercentages en hun kosten per dag, zoals gebruikt in paragraaf 5.

KrASIA. "Northvolt's fall: how hubris and blunders shattered Europe's battery ambitions." <https://amp.kr-asia.com/northvolts-fall-how-hubris-and-blunders-shattered-europes-battery-ambitions> *Waarom lezen?* Wat het betekent als de kennis bij de operators van andermans machines zit.

TNO Holst Centre. "Spatial ALD." <https://holstcentre.com/expertise/materials-technologies/spatial-ald> *Waarom lezen?* Een Nederlandse procesfamilie buiten de gelicenseerde machinelijst.

Moddel, G., Weerakkody, A., Doroski, D. & Bartusiak, D. (2021). "Optical-Cavity-Induced Current." *Symmetry* 13, 517. <https://arxiv.org/abs/2101.03085> *Waarom lezen?* De meting achter paragraaf 7, met haar acht controletests. Let op: figuur 4b toont stroom, geen vermogen.

Moddel, G. US Patent 12,166,434, "Enhanced quantum vacuum energy devices." <https://patents.google.com/patent/US12166434B2/en> *Waarom lezen?* De 1,4 pW en het gemeten actieve oppervlak van $0,02 \mu\text{m}^2$.

Maclay, G. J. (2024). "Modeling Electronic Devices with a Casimir Cavity." *Physics* 6(3), 1124–1131. <https://doaj.org/article/31210466294848b0b30d3380b0056c2c> *Waarom lezen?* Een kritiek op het voorgestelde mechanisme die de meting overleidend laat.

Hymas, K. e.a. (2026). "Superextensive electrical power from a quantum battery." *Light: Science & Applications*. <https://arxiv.org/abs/2501.16541> *Waarom lezen?* De eerste volledige cyclus van een kwantumbatterij, en waarom de laadkoppeling ook ontladend.

IEA (2026). *Global EV Outlook 2026 — Electric vehicle batteries*. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2026/electric-vehicle-batteries> *Waarom lezen?* De primaire bron voor wie welke aandeel van 's werelds cellen maakt.

China Prospect (2026). "China's export controls on rare earths and battery materials." <https://chinapropect.com/china-export-controls-rare-earths-battery-materials/> *Waarom lezen?* Waarom 10 november 2026 nog in de wet staat, en wat Besluit nr. 58 dekt.