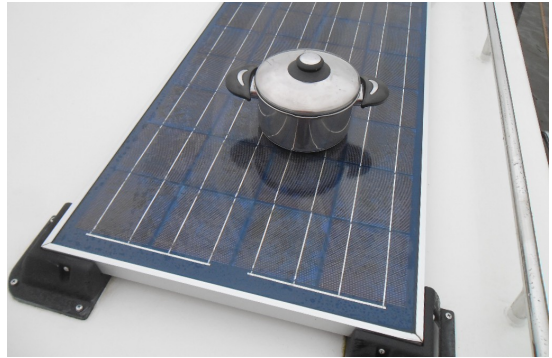


12 Volt Elektrisch Koken

Deze 6 pagina's beschrijven de overstap naar elektrisch koken aan boord van een schip of in een camper en het gebruik van een elektrische waterkoker en koffiezetter. Het verschaft inzicht in het **energieverbruik**, **rekenvoorbeelden** en een **schakelschema** als voorbeeld voor uw eigen situatie.

Het betreft het koken op een eenvoudige inductieplaat met één kookzone die bijvoorbeeld op een aanrecht of dichtgeklapt gastoestel geplaatst kan worden.



Waarom elektrisch koken

De belangrijkste reden om elektrisch te gaan koken is dat er geen **verbrandingsgassen, fijnstof en waterdamp** worden geproduceerd in het schip. Daarnaast komt er **geen open vuur** bij kijken, waardoor de kans op brand of explosies kleiner is. Bij inductie koken wordt de hitte **direct** in de bodem van de pan geproduceerd. Hierdoor gaat er minder geproduceerde hitte verloren aan het opwarmen van de omgeving (en handgrepen). Ook kan de vlam niet uitwaaien en spaart het slepen met gasflessen. De enige waterdamp die geproduceerd wordt komt uit de pan zelf.

Wat is er nodig om elektrisch te koken aan boord?

Het elektrisch koken vergt een **goed begrip** - en het **bewust in de gaten houden** - van het energieverbruik. Een accu heeft vergeleken met een gasfles van hetzelfde gewicht een zeer **bepaalde opslagcapaciteit** en bij het koken wordt een ontlad stroom van 100 ampères al snel bereikt. Waarschijnlijk zult u uw accucapaciteit moeten vergroten en extra voorzieningen moeten treffen om de accu's te laden.

Om de lading van 12V accu's aan te geven wordt doorgaans Ampère-uur (Ah) gebruikt. 1Ah wil zeggen dat de accu over een periode van 1 uur(hour) een stroom van 1 Ampère kan leveren.

Aan het eind van dit artikel wordt de vergelijking met kilowatt (kW) en kilowattuur (kWh) gemaakt.

Naast de capaciteit van de accubank is het **gebruik van de individuele gebruikers** van belang. Dit wordt het vermogen genoemd en is doorgaans in Watt aangegeven aan de onder of achterzijde van een apparaat. Deze opgave is doorgaans aan de veilige kant zodat installaties niet overbelast worden. Ook geven ze doorgaans alleen het maximum vermogen aan en niet het vermogen per kook stand. Bij mijn meetresultaten heb ik de in de werkelijk gemeten waarden in Watt aangegeven.

Wij gebruiken een inductiekookplaat maar een keramische kookplaat is ook mogelijk. Een plaat met vaste standen zou ik hierbij prefereren boven een plaat die thermisch geregeld wordt (en staat te schakelen). Het nadeel van een keramische- ten opzichte van inductie plaat is het verlies aan warmte die in de plaat zelf gestoken wordt en het daardoor trage reageren bij kookstand wijzigingen. Bij inductie koken is de reactie net zo direct als bij gas.

De voor het koken benodigde 220 Volt wisselspanning wordt met een omvormer uit de 12 Volt accu's geproduceerd. Meestal is de spanning wat hoger, bijvoorbeeld ingesteld op 230 Volt.

Onze Victron omvormer kan verbruikers aan tot een vermogen van **maximaal 1500 Watt**.

Vergeleken met een huisinstallatie is dit laag. Zo kan ik een standaard 1.5 liter waterkoker van 2000 Watt, die ik thuis zo in het stopcontact steek, via de omvormer aan boord niet gebruiken. Aan boord gebruik ik daarom een kleinere waterkoker van 955 Watt.

Onze eerste gecombineerde omvormer/ acculader heb ik in het voorschip geplaatst. Dit is een relatief koele ruimte. Deze omvormer/ lader wordt, als hij warm wordt, gekoeld met een fan vanaf de onderzijde.

Met een schakelaar naast de aanrecht schakel ik de omvormer aan/uit.

Net als accu's kan men de omvormer beter niet in een motorruimte plaatsen.

Vanwege de hoge stroom is het verstandig de kabellengte tot de accu's kort te houden.

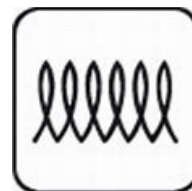
Er staan nu bij ons twee grote 230Ah deepcycle accu's naast de boegschroef en een 120Ah accu ten behoeve van de boegschroef. Deze kunnen indien nodig gekoppeld worden



Tijdens het gebruik van deze gecombineerde omvormer/lader als omvormer, schakel ik het “laden van de de startaccu” af om te voorkomen dat tijdens het gebruik van de omvormer, de startaccu geladen wordt. De jumper die je daarvoor moet plaatsen in het apparaat heb ik naar een schakelaar aan de buitenzijde doorgevoerd zodat deze optie aan de wal handiger beschikbaar is.

Naast de getoonde omvormer/lader zijn er tal van andere merken en soorten met nieuwere technologie en andere vermogens en prijzen. De prijzen van enkele omvormers (zonder lader erbij) starten zo rond de 200 Euro. We hebben er recentelijk een bij gekocht.

Een ander punt bij het inductie koken is, is dat de pannen er geschikt voor moeten zijn: Aan de bodem van de pan moet een magneet kunnen plakken en/of de geschiktheid moet op de bodem aangegeven zijn met een spiraal pictogram



De plaatsing van de gebruikers

Indien de 220 V installatie al boord is, is de plaatsing van de kookplaat simpel. Bij ons staat de kookplaat op het dichtgeklapte fornuis. Ik heb alleen de kookplaat iets hoger gezet met wat dik kurk (vastgeplakt met kit). Dit verbetert de ventilatie (Er zit een mechanische ventilatie aan de onderzijde van de kookplaat die bij een bepaalde temperatuur de elektronica in het toestel koelt)



Gebruikers en het verbruik:

Waterkokertje

955 W

Als ons waterkokertje “aan” staat, gebruikt de Victron omvormer ca. **116 A** uit de accu's.

Het aan de kook brengen van een **halve liter water** duurt 3 minuten en 10 seconden (3.16 minuten)

In Ampère-uur (Ah) uitgedrukt: $3.16 \times 116 / 60 = 6.11 \text{ Ah}$

Als de zonnepanelen intussen of daarna met 6.5 A kunnen laden is de accu na 1 uur weer aangevuld. (Je moet feitelijk iets meer laden vanwege je verliezen)



Filterkoffie apparaat

600 W

Deze gebruikt minder dan bovenstaand kokertje maar over een langere tijd. Het apparaat wordt af en toe automatisch uit/aan gezet om de koffie langer de gelegenheid te geven door te siepelen. Voor het verbruik heb ik 7 minuten in rekening gebracht van de ca. 8.5 min die het koffie maken duurt. Ook gevuld met een **halve liter water**, kwam op $7 \times 56 / 60 = 6.53 \text{ Ah}$

Silvercrest inductieplaat met één kookzone

Standen 5 en 6 zijn eveneens getest met een pan gevuld met een **halve liter water**.

Stand **5** **930 W** $4.45 \times 108 / 60 = 8.01 \text{ Ah}$

6 **1170 W** $3.7 \times 136 / 60 = 8.39 \text{ Ah}$

Stand **6** gaat met 3.7 minuut dus iets sneller maar met een **26% hogere stroom**.

Stand 1-4 500-930 W Deze standen schakelen aan en uit (onrustig voor de omvormer)

7 1379 W te veel voor de Victron omvormer bij continue gebruik

8 1550 W te veel voor de omvormer

9 1685 W te veel voor de omvormer

Het aan de kook brengen van een halve liter water (Victron Phoenix Multi 12 1300 70).

	Vermogen	T	tijd	Stroom	Lading
	Watt	°C	min	A	Ah
Waterkoker	955	11°	3.16	116	6.11
Koffie apparaat	max.600	11°	8.4/7 *	56	6.5
Inductie stand 5	930	11°	4.45	108	8.01
Inductie stand 6	1170	11°	3.7	136	8.39
Gas	pit diameter 62 mm		11°	4.66	ca.400gram Propaan
T	Omgevings-temperatuur en starttemperatuur van het water 11°				
*	Koffieapparaat stopt af en toe, 7 minuten in rekening gebracht voor de Ah				

Het gasgebruik is gemeten met een bagage handweger
(Gewicht fles voor – gewicht na koken 15.95 – 15.54).

Recentelijk heb ik een andere omvormer geïnstalleerd en bij ca.25° nieuwe vergelijkende metingen uitgevoerd. Hierbij heb ik gelijktijdig met de kWh meter het gebruikte vermogen opgenomen. Eveneens met een halve liter kwam ik op de volgende getallen:

	Walstroom	RoHS/Vevor 2500W	Victron Multi 12 1300 70
	kWh tijd	kWh tijd Amps uit accu	kWh tijd Amps uit accu
Waterkoker	0.041 2:37	0.046 2:49 95-97.5 A	0.045 2:48 118 A
Koffie apparaat	0.046 10:49	0.041 10:49 50-51A	0.046 11:12 54-55.5 A
Inductie stand 5	0.057 3:57	0.053 3:22 89 A	0.054 3:42 103 A (+15%)
Inductie stand 6		0.057 3:01 111-114.5 A	

De RoHS omvormer is met zijn recentere technologie dus beduidend efficiënter. Voor kleinere stromen (een DVD speler met monitor) is de Victron zuiniger (**1.86 i.p.v. 2.1 A**)

Helaas werkt de koeling van de Vevor omvormer niet zoals geadverteerd. We hebben er daarom uitwendig een extra fan bij geplaatst die al bij een lagere temperatuur begint te koelen.

Let wel: De getallen komen voort uit een “keuken omgeving” en niet uit een laboratorium met geijkte instrumenten.

We houden beide omvormers gereed voor gebruik. De groep stopcontacten die vanaf de omvormers gebruikt mogen worden, worden met een stekker verbinding aan één van de omvormers of het stopcontact van de walstroom aangesloten. Door maar één keuze te faciliteren worden vergissingen vermeden. Een stopcontact waarop bijvoorbeeld altijd een acculader is aangesloten en de boiler vallen bij ons buiten de omvormer-gebruiker-groep. Een schema staat verderop op deze pagina.

Bij het **koken in de praktijk** breng ik de inhoud van de pan aan de kook en zet de plaat af. Elke ca. twee minuten breng ik de inhoud weer aan de kook en schakel weer af. Dit herhaal ik tot het gerecht gaar is – dit duurt doorgaans 10-11 minuten vanaf het eerste tijdstip van koken. Bij een twee pan maaltijd wissel ik af en toe van pan, bijvoorbeeld even de pasta eraf en de saus erop. Koken op deze wijze, met 0.8 liter water, kost mij doorgaans rond de 0.161 kWh. Met 3x thee en 3x koffie maken kom ik op een **dagverbruik** van 0.422 kWh aan de 220 zijde gemeten. Bij 12 V komt dit overeen met 35.2 Ah en ik schat dat dit met **4 uur laden met 10A** ongeveer gedekt wordt (afhankelijk van verlies en efficiency van de omvormer). Dit betreft dus het extra gebruik door de overstap van gas. **Het gebruik van koelkast, radio, etc. komen hier nog bij voor het totale daggebruik.**

Het totaalplaatje

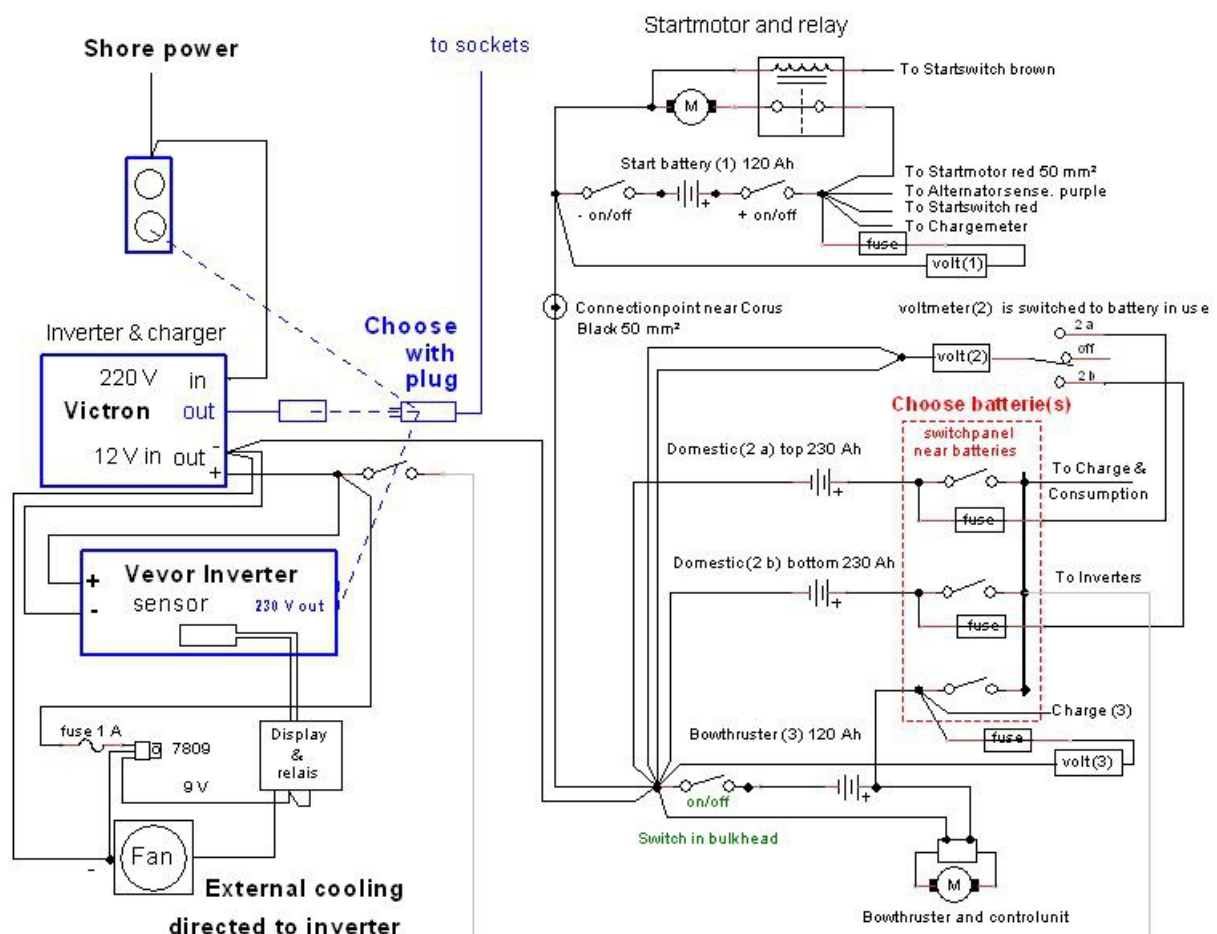
Het totaal van de energiebehoefte zal voor iedereen anders zijn en afhangen van kookgewoontes, vaarschema's, seizoenen en de mate van flexibiliteit die men heeft. Men zal zelf naar behoefte het gebruik en/of de installatie aan moeten passen.

De accu's

Een grote accubank is vanwege de hoge stromen waarmee ontladen wordt belangrijk.

Je kunt niet, uitgaande van de “lage” Ah waarden van slechts een paar minuten koken, met een kleine accu volstaan.

De accu moet de hoge ontlad stroom ook kunnen leveren als hij voor een groot deel ontladen is. Als een diep ontladen accu te zwaar belast wordt zal dit meestal resulteren in het onherstelbaar defect raken van één of meerdere cellen. Onze huidige opstelling:



We gebruiken er één huishoud accu tegelijk behalve tijdens het gebruik van de omvormer of als we aan het laden zijn. Dan zetten we beide accu's tegelijk op het systeem. We willen voorkomen dat de beste accu een lege accu of eventueel defecte accu gaat laden.

In de ochtend, vóór dat de zon kan gaan laden en na een avond met gebruik van TV en mogelijk de kachel, is doorgaans de spanning op zijn laagst. Vooral na enige dagen met weinig zon kan de spanning aardig gezakt zijn. Indien men op dat soort momenten wegvaart is het verstandig het gebruik van de boegschroef, ankerlier of andere grootgebruikers, indien mogelijk, te vermijden.

Het laden

Het laden ging bij ons met twee **zonnepanelen** die samen met zo'n 6-10 A kunnen laden. Omdat we meer zijn gaan gebruiken vanwege het elektrisch koken hebben we er een extra 175 Watt (peak) paneel bijgelegd.



Varend kan worden geladen met ca. 50A vanaf de **alternator** op de hoofdmotor. Dit vergt natuurlijk energie en dat is hoorbaar aan de belasting op de motor. Het kan soms praktisch zijn wat langzamer naar de volgende bestemming te varen, zodat er meer tijd beschikbaar is om te laden.



Mijn meetinstrumenten

Om het vermogen (watt) van de verbruikers te meten heb ik dit gedaan met nevenstaande meter



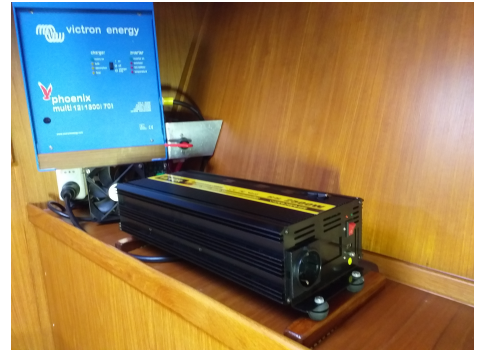
De stroom die loopt tussen de omvormer en de accu (de ontlad stroom) is gemeten met een ampère meter die om één van de kabels geklemd wordt



De nieuwe opzet met twee inverters.

De schakelaar met de rode sleutel verbindt de omvormers met de accu's. Hij staat normaal af om sluipverbruik te voorkomen. Als de schakelaar "aan" staat, staat er ook spanning op het temperatuur gestuurde relais die de fan aan kan schakelen. De Vevor omvormer is iets verhoogd opgesteld om ook langs de onderzijde een goede luchtstroom mogelijk te maken.

Met de stekker wordt de 220 V bron voor de gebruikers gekozen. Op de foto staan de verbruikers op het walstroom stopcontact.



Kilowattuur(kWh) versus ampère-uur(Ah)

*Bij elektrisch voortstuwen gebruikt men vaak kilowattuur (kWh) en geen ampère-uur (Ah)
Dit maakt vergelijken van apparaten zoals motoren, bij het gebruik van **verschillende voltages** duidelijker.*

Watt (W) is het elektrisch vermogen:

*Wanneer bij een spanningsverschil van 1 Volt een stroom van 1 Ampère vloeit gebruik je 1 Watt
 $1W = 1V \times 1A$*

*Je kan je sloep **bijvoorbeeld** aandrijven met motor van 3000 Watt (3kW)*

Bij gebruik op vol vermogen loopt er dan een stroom:

Bij 12 V : $3000 / 12 = 250 A$

Om 1 uur te varen is 250 Ah nodig

Bij 48 V (gebruikelijker) : $3000 / 48 = 62.5 A$

Om 1 uur varen te varen is 62.5 Ah nodig

In beide gevallen heb je 3000 Watt per uur nodig = 3kWh

Daarnaast kan de motor op diverse voltages lopen.

Door capaciteiten en benodigde vermogens in kWh en kW te benoemen is de vergelijking tussen accu's en gebruikers onafhankelijk van het voltage waarbij je ze gebruikt. Dit speelt ook bij elektrisch aangedreven auto's waarbij met verschillende voltages gewerkt wordt. Ook voor huisinstallaties wordt met kW en kWh gewerkt en in kWh afgerekend..

De eerder genoemde 12 volt 120Ah accu's hebben ter vergelijking dus elk ook een capaciteit van 1440Wh of 1.44 kWh

Een 12V 230 Ah accu heeft een capaciteit van 2.76 kWh.