

1. OP NAAR JOUW DROOMREIS, maar eerst die van Lotte en Gijs

Hi! Hartstikke bedankt dat je hebt gekozen voor ons eBoek! We vinden het geweldig dat je ons eBoek over camper elektra hebt gekocht. Door dit te doen, help je ons om onze website uit te breiden en zo nog meer camperbouwers te helpen!

Laten we ons even voorstellen: wij zijn Lotte & Gijs (en onze hond Noor), en in maart 2020 zouden wij vertrekken naar Canada om de PanAmerican Highway te rijden, van Alaska naar Chili. Het plan was om in Canada een camper te kopen en hiermee zowel Noord- als Zuid-Amerika mee te doorkruisen. Je raadt het al, dat ging niet door, Covid sloot de meeste landsgrenzen en de reis waar we al twee jaar naar toe leefden ging niet door.

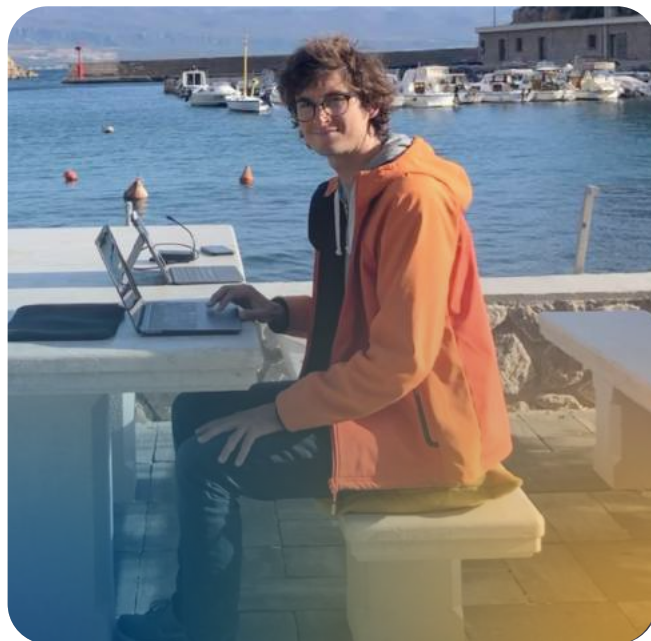


We vroegen onszelf wat we nu moesten doen, een huis kopen, een tiny house bouwen of een bus kopen en deze ombouwen naar een camper. We hoeven niet uit te leggen wat de keuze is geworden, toch? In juni 2020 kochten we Bas, een Mercedes Sprinter uit 2011 met 92.000 kilometer op de teller en konden we beginnen met de bouw.

Maar ja, waar begin je dan? Wij begonnen met het bekijken van talloze YouTube video's, Pinterest pagina's en het lezen van verschillende blogs. Uiteindelijk, na 12 maanden van bouwen, konden we op pad met onze camper! Maar tijdens dit proces viel ons een aantal zaken op: de nodige informatie over camper elektra was verspreid over het internet. Ook waren de hulpmiddelen nogal gedateerd, denk aan het maken van een stroomplan in Excel of op papier, of het uittekenen van een elektra schema. Hier besloten we verandering in te brengen en richtten www.camper-elektra.com op!



Met onze website proberen we de complexe informatie over camper elektra zo eenvoudig mogelijk uit te leggen, zodat jij ook je eigen camper kunt voorzien van stroom. Zo hebben we meer dan 23 blogs over camper elektra geschreven en hebben we handige hulpmiddelen ontwikkeld zoals de calculator, waarmee je eenvoudig het geschatte verbruik kunt berekenen. Ook hebben we het Camper Elektra Schema ontwikkeld – een slim PDF bestand waar een groot deel van de mensen hun elektra schema in kunnen maken, en daarmee dus een echte aanrader om te gebruiken bij je eigen klus!



Na deze tools te hebben ontwikkeld, ontbrak er eigenlijk nog één ding: een duidelijke, overzichtelijke verzameling van alle informatie om je eigen camper elektra aan te leggen, zodat ook anderen zich aan deze leuke uitdaging kunnen wagen! Dat brengt ons nu bij dit eBoek, waarin we camper elektra zo eenvoudig mogelijk proberen uit te leggen en iedereen die dit eBoek oppakt, stap voor stap mee te nemen in het maken van hun eigen elektra schema.

Dus ja, dit geldt ook voor jou! Ook jou willen we graag introduceren aan het aanleggen van je eigen camper elektra, zodat ook jij je eigen camper kan voorzien van stroom! We hopen dat we je hierin van genoeg informatie te hebben voorzien, en dat alles begrijpelijk genoeg is uitgelegd om je te helpen je eigen elektra schema te maken en alle nodige aansluitingen helemaal zelf kan doen. Heb je nog vragen, is er iets onduidelijk of klopt er iets niet, stuur dan een mailtje naar: info@camper-elektra.com

Voordat we het vergeten, hebben we een leuke verrassing voor jou! We werken nauw samen met twee fantastische bedrijven waar we onze spullen vandaan halen voor ons nieuwe camper project. Namens deze bedrijven mogen we jou een speciale kortingscode aanbieden! Als je ervoor kiest om deze kortingscode te gebruiken, krijgen wij een kleine vergoeding, zonder dat het jou extra kost. Als je hierover nadenkt, willen we je alvast hartelijk bedanken!

Voor onze accu's vertrouwen we op **Li Time**, en we kunnen jou 5% korting bieden op hun volledige assortiment met de code: **"camper-elektra"**

Voor de overige elektrische installatie maken we gebruik van producten van Victron, die we aanschaffen bij de **Bluepowershop**. Hier kunnen we jou 10% korting aanbieden op hun gehele assortiment, met uitzondering van sales, met de code: **"CAMP-E10"**

2. VOORDAT JE GAAT BEGINNEN

Bij het bouwen van een camper is elektriciteit voor velen een erg lastig onderdeel. Dat is ook niet zo gek, want er komt namelijk veel bij kijken. Je moet bijvoorbeeld bedenken hoe je precies wil kamperen en welke apparaten je zoal allemaal wil gebruiken. Het is dus erg belangrijk dat je de juiste spullen koopt en weet hoe deze precies aan te sluiten!

En dat is waar wij je mee gaan helpen. In dit e-boek leggen we namelijk stap voor stap uit hoe je de elektrische installatie in je camper aanlegt. En vrees niet: deze uitleg geven we op een zo eenvoudig mogelijke en goed te begrijpen manier, zodat iedereen weet wat te doen en waar rekening mee te houden – zelfs als je kennis over dit onderwerp momenteel nog 0,0 is!

Wat kan je zoal verwachten in dit eBoek? Natuurlijk geven we je uitleg over hoe de elektrische systemen aan te leggen in je camper, wat je hiervoor nodig hebt en waar je allemaal zoal rekening mee moet houden. Daarnaast hebben we de afgelopen jaren ook erg veel vragen gekregen over camper-electriciteit. Ook deze vragen zullen we allemaal gaan behandelen, zodat jouw kennis zo volledig mogelijk zal zijn!



DISCLAIMER

Het aanleggen van elektriciteit kan gevaarlijk zijn! We hebben dit eBoek geschreven op basis van vele uren onderzoek en ervaring met het aanleggen van onze eigen elektrische systemen. Hoewel we onze uiterste best hebben gedaan om juiste informatie te geven, kan het alsnog voorkomen dat er enkele fouten in staan. We zijn niet verantwoordelijk voor eventuele schade die kan ontstaan door het gebruik van dit eBoek of camper elektra schema's.

Je blijft zelf altijd verantwoordelijk voor een veilige elektrische installatie. Wij zijn dan ook niet aansprakelijk voor eventuele complicaties die je tijdens de installatie tegen kan komen. Bekijk altijd de handleiding van een elektrisch product en volg de installatie-instructies. Voel je je niet zeker, laat dan een professional je elektrische installatie controleren of besteed het hele elektriciteits-gerelateerde gedeelte uit!

Mocht je op een fout stuiten, dan horen we dit natuurlijk graag. Je bent hiervoor altijd welkom om contact met ons op te nemen en ons hierop te wijzen via: info@camper-elektra.com.

We hebben hard gewerkt aan dit e-boek. Het is niet toegestaan om zonder toestemming iets uit dit e-boek te publiceren, kopiëren of delen.

Inhoudsopgave

1. Op naar jouw droomreis, maar eerst die van Lotte en Gijs	01
2. Voordat je gaat beginnen	04
3. Disclaimer	05
4. Camper Elektra: eenvoudig uitgelegd	05
5. Begrippenlijst	06
6. Energieopslag in een huishoudaccu, het hart van je elektrische installatie	11
6.1 Loodaccu's	12
6.2 Lithium-accu's	13
6.3 Technische uitleg	15
6.3.1 Ampère per uur	15
6.3.2 12V en 24V	16
6.4 Beschermen en onderhouden van de accu	17
6.4.1 Laad- en ontlaadsnelheid	17
6.4.2 BMS	17
6.4.3 Accumonitor	18
6.4.4 BatteryProtect	18
6.5 Aansluiten en verbinden van de accu	19
6.5.1 Accucapaciteit	19
6.5.2 Verbinding van meerdere accu's	19
6.5.3 Bevestiging	20
7. Energieverbruikers	21
7.1 Gelijkspanning: 12V apparaten	22
7.1.1 aansluiten	23
7.2 Wisselspanning: 230V opwekken met een omvormer	24
7.2.1 Wat is een omvormer?	24
7.2.2 Welke verschillende omvormers zijn er allemaal?	25
7.3 Welke omvormer past bij jouw camper?	28
7.3.1 Welke apparaten te gebruiken, het maximale vermogen?	28
7.3.2 De grootte van je omvormer	28
7.3.3 Accucapaciteit ten opzichte van omvormers	29

7.4 Energieverbruikers: een korte samenvatting	30
8. Acculaders en andere manieren om op te laden	30
8.1 Opladen via de walstroom met een acculader	31
8.1.1 Walstroomaansluiting	31
8.1.2 Opladen van je huishoudaccu	32
8.2 Verschillende acculaders	33
8.2.1 De traditionele acculader	33
8.2.2 Omvormer met acculader-combinatie	34
8.2.3 Omvormer met acculader en zonnepaneel-aansluiting	35
8.2.4 Opladen via walstroom: een korte samenvatting	37
8.3 Opladen via de zonnepanelen	37
8.3.1 Verschillende zonnepanelen	37
8.3.2 Meerdere zonnepanelen met elkaar verbinden	38
8.3.3 Laadregelaar voor het zonnepaneel	40
8.3.4 Opladen met zonnepanelen: een korte samenvatting	42
8.4 Huishoudaccu laden tijdens het rijden	42
8.4.1 DC-DC lader	42
8.4.2 Scheidingsrelais	43
8.4.3 Slimme dynamo	44
8.4.4 Lithium-accu	44
8.4.5 Opladen tijdens het rijden: een korte samenvatting	45
9. De energiebalans opstellen o.b.v. je droomreis	46
9.1 Je doel: het maken van je droomreis	46
9.1.1 Je droomreis	46
9.1.2 Capaciteit voor je reis	47
9.2 Geschatte stroomverbruik	47
9.2.1 Verschillende gegevens	47
9.2.2 Hoeveel stroomverbruik	48
9.3 Accu's en zonnepanelen	49
9.3.1 Wat moet de grootte van de huishoudaccu zijn?	49
9.3.2 Hoeveel zonnepanelen heb je nodig?	50
9.4 Opladen tijdens het rijden	51
9.5 Energiebalans: een korte samenvatting	51

10. Elektrisch schema	51
10.1 Voorbereiding	52
10.2 Soort kabel	52
10.2.1 12 Volt kabels	52
10.2.2 230 Volt kabels	53
10.2.3 Bescherming van je kabels	53
10.3 Kabeldiktes	53
10.3.1 Kabeldikte berekenen	54
10.3.2 De berekening maken	54
10.4 Zekeringen	56
10.4.1 Bepalen van de juiste grootte voor je zekering	56
10.4.2 Bepalen van zekering grootte voor 230 V	57
10.4.3 Plaatsing van de zekering	57
10.4.4 Verschillende soorten zekeringen	57
10.5 Camper Elektra Schema tekenen: Aan de slag	59
11. Elektra aansluiten: Voorbereiding	60
11.1 Elektrische voorzieningen bepalen	60
11.2 Huishoudaccu plaatsen	61
11.3 Kabels trekken	61
11.4 Gereedschap	61
12. Elektra aansluiten: Een stappenplan	62
12.1 Het stappenplan	62
12.2 12V zekeringhouder	64

4. CAMPER ELEKTRA

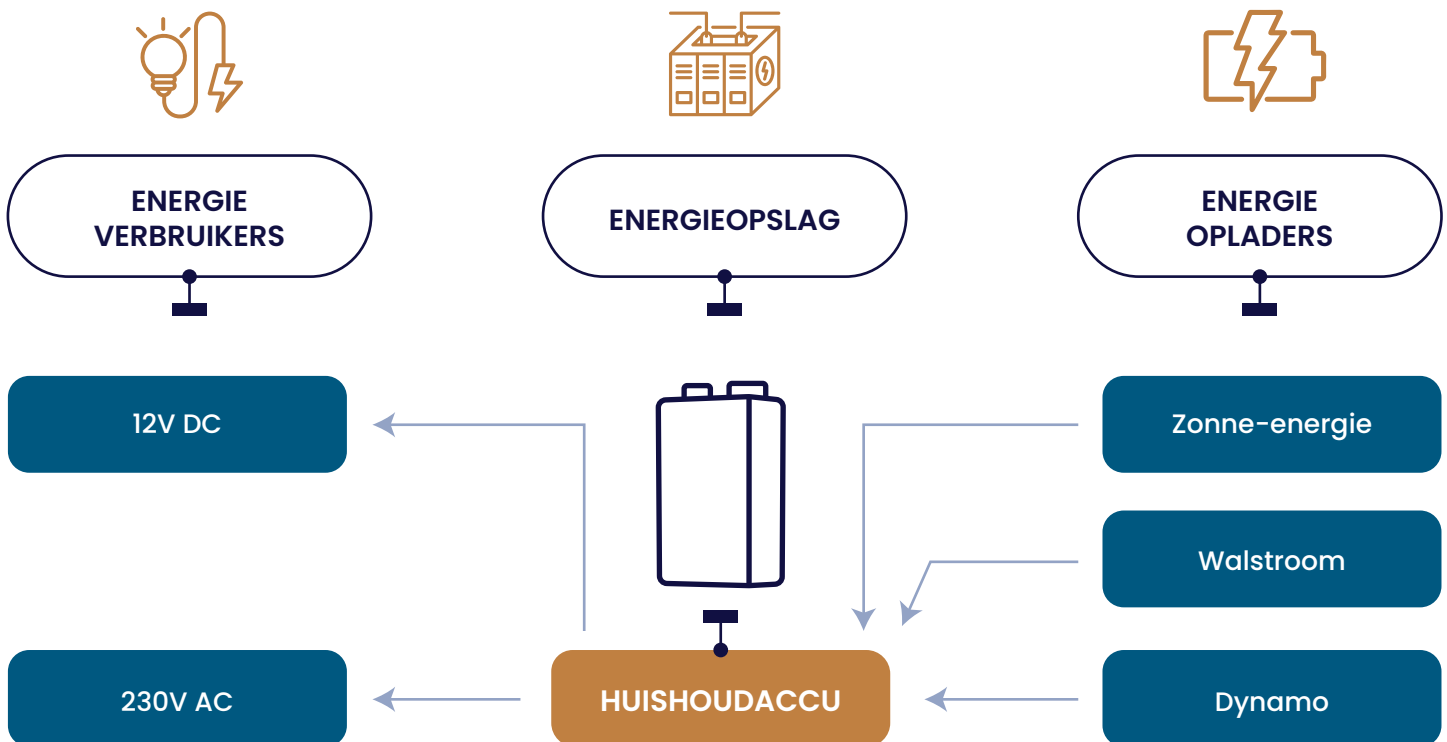
Eenvoudig Uitgelegd

Voordat we dieper duiken in alle details van de camper-elektra, lijkt het ons handig om eerst de basis aan je uit te leggen, zodat je de complexere zaken die we later gaan behandelen beter zal begrijpen. Natuurlijk gaan we deze basiskennis zo eenvoudig mogelijk aan je uitleggen.

Net als elke auto heeft een camper een **startaccu**. Met deze accu start je het voertuig. Maar in een camper zet je er een tweede accu bij, zodat je de startaccu niet hoeft te gebruiken, deze tweede accu noemen we een **huishoudaccu**.

De taak van de huishoudaccu is het opslaan en geven van stroom. Zo kun je overal het licht aandoen of je telefoon opladen. Maar de stroom in de huishoudaccu raakt op een gegeven moment op, dus moet je hem na een tijdje weer opladen. Net even wat anders dan in huis. Camper elektra kunnen we onderverdelen in drie verschillende blokken:

- ▶ **Energie opslag:** de Huishoudaccu
- ▶ Energieverbruikers
- ▶ Energieopbrengst



Deze hoofdstukken gaan we uitgebreid behandelen, maar voor we dat gaan doen, bespreken we eerst twintig belangrijke begrippen die je moet weten om met camper-elektra bezig te gaan. Daarna duiken we dieper in op de energieopslag, de huishoudaccu.

5. BEGRIPPENLIJST

Waarschijnlijk weet je in de kern wel wat elektriciteit doet: het geeft “energie” aan apparaten die op stroom werken. Toch werkt stroom in je camper anders dan bij je thuis. Thuis gaat het namelijk vrij eenvoudig: je legt je telefoon of laptop aan de lader, stopt deze lader in het stopcontact en – voilà – ze laden op. Ook als je een was gaat draaien of een kopje koffie zet, hoef je enkel de schakelaar in te drukken en doet het apparaat wat hij moet doen. We denken er meestal niet over na, omdat de stroomvoorziening thuis altijd aanwezig lijkt te zijn. In een camper daarentegen werkt dat toch net wat anders.

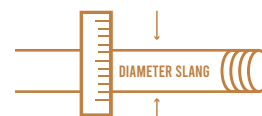
Hier gaan we later in dit eBoek wat dieper op in. We denken namelijk dat het makkelijker is om stroom in je camper beter te begrijpen door eerst kennis te hebben van enkele belangrijke begrippen. Deze begrippen gaan we in dit hoofdstuk uitgebreid met je behandelen. Wil je deze lijst liever overslaan en gelijk door naar het volgende hoofdstuk? Dat is natuurlijk geen probleem; als er iets is wat je niet begrijpt, kun je altijd terugkomen naar deze uitleg

Volt (Spanning):



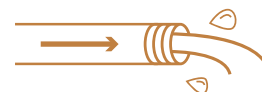
Spanning is te vergelijken met de kracht waarmee water uit een tuinslang komt. Hoe meer kracht, hoe verder het water reikt. In de wereld van stroom is spanning de "duw" die stroom door de draden en kabels geeft.

Stroomsterkte (Ampère):



Stroomsterkte is als de hoeveelheid water uit een tuinslang. Meer water betekent een hogere stroomsterkte. In termen van stroom, vertelt stroomsterkte ons hoeveel stroom er door de draden en kabels gaat.

Vermogen (Watt):



Vermogen is het resultaat van spanning en stroomsterkte samen. Als we het weer vergelijken met de tuinslang, dan is het vermogen de taak die het water kan doen; denk hierbij aan een emmer vullen of vuil wegspoelen. Oftewel, in stroomtaal betekent vermogen de hoeveelheid stroom of werk dat er gedaan kan worden. Hoe groter het vermogen, hoe groter de taak dus kan zijn.

Gelijkstroom (DC) (12V/24V):



Beeld je in dat water in één richting stroomt, zoals van een waterval naar een rivier. Gelijkstroom is net als dat: de stroom gaat in één vaste richting door de draad. Een voorbeeld van gelijkstroom is een batterij, zoals die in je afstandsbediening of zaklamp. De stroom gaat van de ene kant van de batterij (de pluskant) naar de andere kant (de minkant).

Wisselstroom (AC) (230V):



Stel je golven in de zee voor; het water gaat op en neer. Wisselstroom is net zo: de stroom verandert vaak van richting, dus het lijkt alsof het in de draad heen en weer gaat. De meeste dingen in je huis, zoals je TV en koelkast, werken met wisselstroom. We gebruiken wisselstroom omdat het makkelijker is om ver weg te sturen, zoals van energiecentrales naar huizen en bedrijven.

Huishoudaccu:

De huishoudaccu is een oplaadbare batterij die in campers wordt gebruikt om stroom op te slaan en te geven voor de dingen en lichtjes in de camper. Je kunt de huishoudaccu zien als een grote energievoorraad die je helpt om los te kunnen zijn van het stroomnet, waardoor je van je kampeerervaring kunt genieten zonder je zorgen te hoeven maken over het vinden van een stroombron.

Accucapaciteit:

Accucapaciteit is hoeveel stroom die een batterij kan opslaan. Je kunt het zien als een “bak” vol met stroom. Hoe groter de capaciteit van de batterij, hoe meer stroom er kan worden opgeslagen en hoe langer je elektrische dingen kunt gebruiken zonder dat je de batterij weer moet opladen.

Ah (Ampère-uur) bij een huishoudaccu:

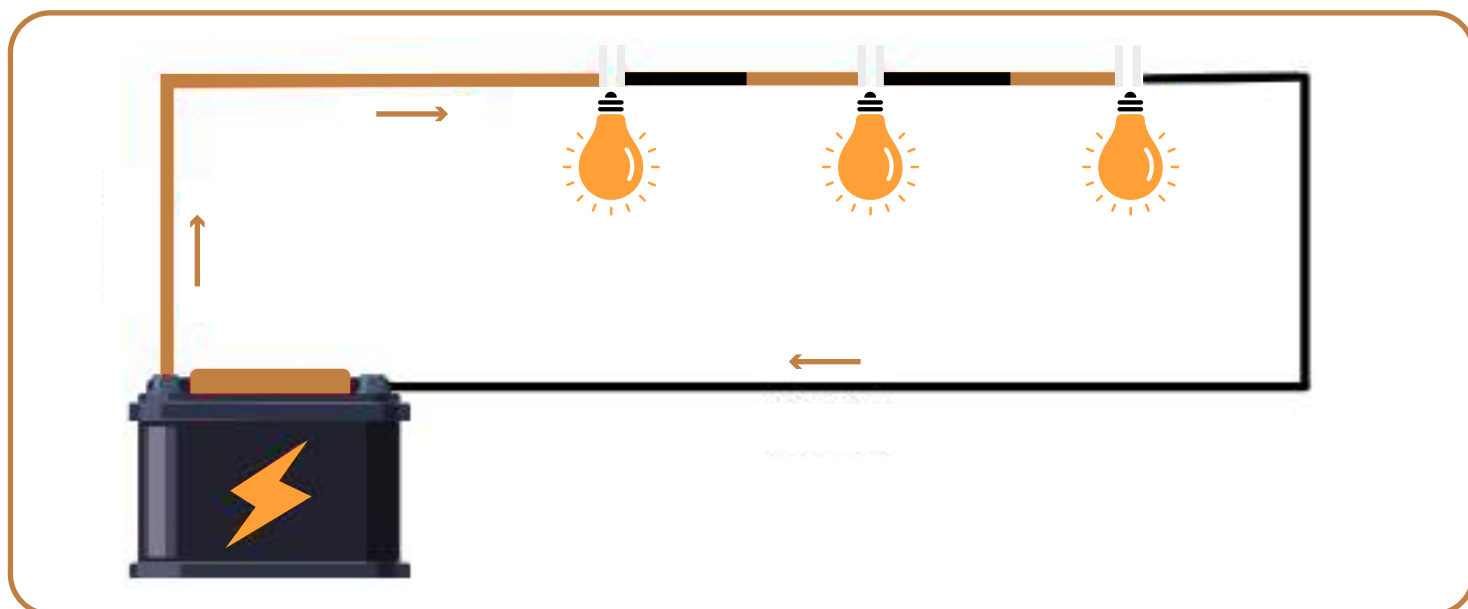
‘Ah’ betekent Ampère-uur en is de maat die we gebruiken om de capaciteit van een batterij aan te duiden. Het zegt je hoeveel stroom (Ampère) een batterij kan geven in één uur. Neem dit voorbeeld: een batterij van 100 Ah kan 100 Ampère geven in één uur, of 10 Ampère in 10 uur, enzovoort. Hoe hoger het Ah-getal, hoe meer stroom de batterij kan opslaan en hoe langer je dingen in de camper kunnen werken zonder dat je de batterij weer moet opladen.

DoD (Diepte van Ontlading):

DoD betekent "Diepte van Ontlading". Dit zegt hoeveel stroom er uit een batterij is gehaald in vergelijking met de totale capaciteit. DoD wordt meestal aangeduid als een percentage. Een voorbeeld: als een batterij met een capaciteit van 100 Ah is leeggemaakt tot 50 Ah, dan heeft deze een DoD van 50%. Het is belangrijk om de DoD van een batterij in de gaten te houden, omdat het helemaal leegmaken van een batterij de levensduur ervan kan verminderen. Voor veel batterijen, zoals loodzuurbatterijen, is het beter om de DoD niet meer dan 50% te laten zijn om de batterij langer te laten meegaan.

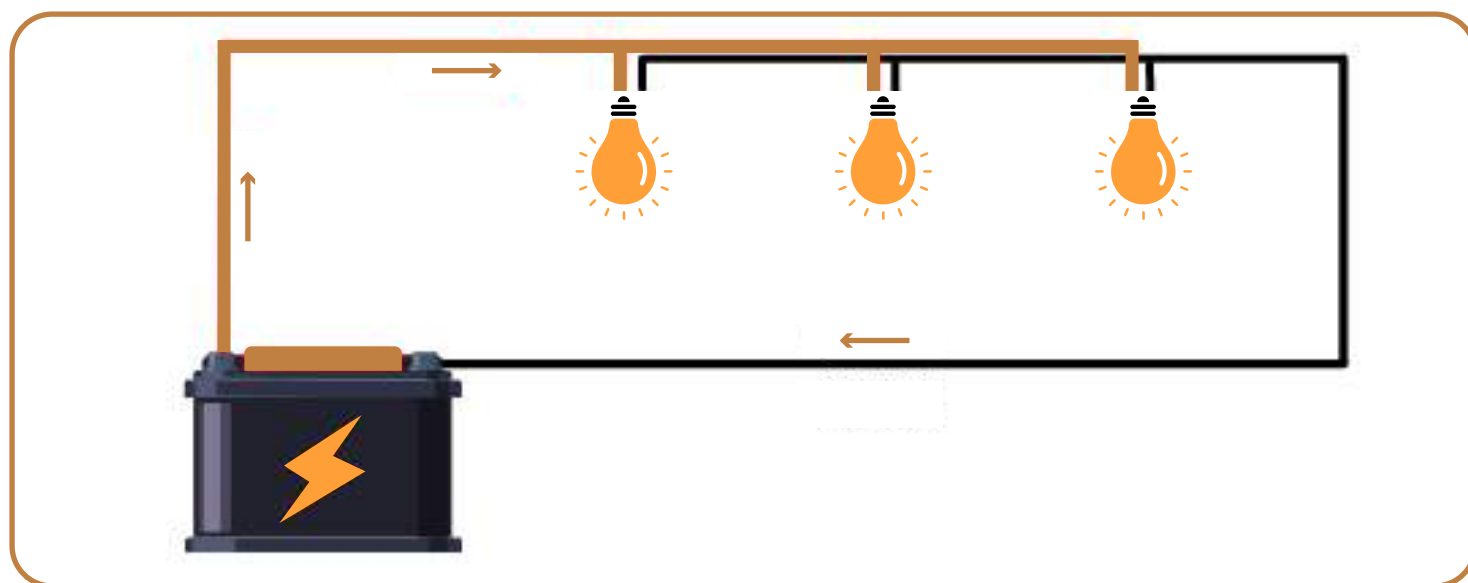
Serieschakeling:

Denk aan een rij kerstlampjes. Elk lampje zit aan dezelfde draad. Als één lampje stuk gaat, gaan ze allemaal uit. Dit komt doordat de stroom in een serieschakeling door elk “ding” (in dit geval lampjes) moet gaan om de ronde af te maken. Als je in een camper bijvoorbeeld twee batterijen in een serie aansluit, dan komt hun spanning samen. Maar de totale stroomcapaciteit (Oftewel het Ampère-uur, afgekort met Ah) blijft hetzelfde.



Parallele schakeling:

Stel je voor dat je veel telefoons tegelijk moet opladen. Je kunt een stekkerdoos gebruiken om elk ding apart aan te sluiten op het stopcontact, zodat ze allemaal tegelijk stroom krijgen. Dit is een voorbeeld van een parallelle schakeling, waarbij elk ding zijn eigen aparte stroompad heeft. In een camper betekent het aansluiten van twee batterijen in parallel dat hun stroomcapaciteit (Ampère-uur) samenkomt, maar hun spanning blijft hetzelfde.



Zonnepanelen:

Een zonnepaneel is een apparaat dat zonlicht verandert in stroom. Het heeft kleine stukjes die zonnestrallen opvangen en deze veranderen in stroom die we kunnen gebruiken.

MPPT Laadregelaar:

Een MPPT laadregelaar is een slim apparaat dat ervoor zorgt dat de zonnepanelen altijd zo goed mogelijk werken en de meeste stroom uit het zonlicht halen.

Slimme dynamo:

Een slimme dynamo is een speciaal soort dynamo die in veel moderne voertuigen, zoals campers, wordt gebruikt om de startbatterij op te laden. Een slimme dynamo is anders dan gewone dynamo's, die altijd dezelfde hoeveelheid stroom geven. Een slimme dynamo geeft stroom op basis van wat de startbatterij en de elektrische systemen in het voertuig nodig hebben. Dit helpt om de batterij langer mee te laten gaan en zorgt voor een betere manier om stroom op te wekken.

Walstroom:

Walstroom is de stroom die je krijgt van een extern netwerk, zoals een stopcontact op een camping of bij je thuis. In een camper kun je walstroom gebruiken om je batterijen op te laden en elektrische apparaten te gebruiken zonder de batterijen te gebruiken. Je sluit de camper gewoon aan op een beschikbaar stopcontact met een speciale kabel en dan kun je de stroom gebruiken.

Omvormer:

Een omvormer is een apparaat dat de gelijkstroom (12V DC) uit de camper accu verandert in wisselstroom (230V AC), het soort stroom dat je thuis uit de stopcontacten krijgt. Veel apparaten die we thuis gebruiken, zoals televisies, laptops en apparaten in de keuken, hebben wisselstroom nodig om te werken. Met een omvormer kun je deze apparaten gebruiken als je niet op het netwerk bent aangesloten en geen walstroom hebt.

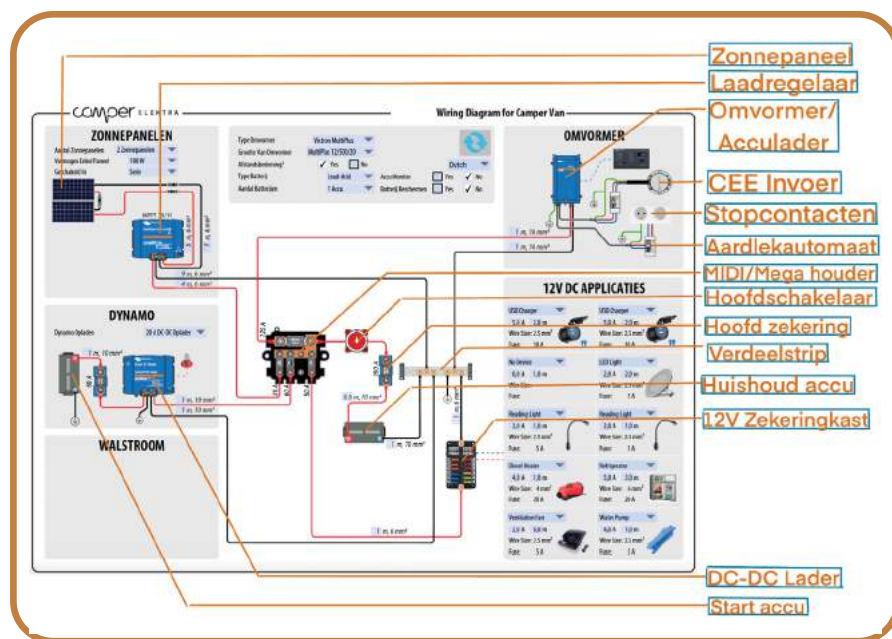
Accumonitor:

Een accumonitor is een apparaat dat je helpt om de conditie en prestaties van je camper accu's in de gaten te houden. Het geeft je informatie over de stroom die in en uit de accu's gaat, de resterende lading en hoe lang je nog kunt vertrouwen op de accu's voordat ze leeg zijn. Met een accumonitor kun je beter inzicht krijgen in je stroomverbruik en leer je hoe je je accu's het beste kunt beheren om langer te genieten van de opgeslagen stroom.

Elektra schema:

Een elektra schema is een visuele weergave van de elektrische bedrading en componenten in het elektrische systeem van je camper. Het helpt je om te begrijpen hoe de verschillende onderdelen met elkaar verbonden zijn en hoe de stroom door het systeem loopt.

In de komende hoofdstukken zul je afbeeldingen tegenkomen van ons Elektra Schema. Hieronder staat alvast een kleine legenda met de belangrijkste onderdelen getekend:



Zekering:

Een zekering is een veiligheidsapparaat dat wordt gebruikt in elektrische systemen om te voorkomen dat er te veel stroom door een draad stroomt. Als er te veel stroom door een draad gaat, kan dit ertoe leiden dat de draad oververhit raakt en mogelijk zelfs brand veroorzaakt. Een zekering bevat een dunne draad die smelt als er te veel stroom doorheen gaat. Hierdoor wordt de stroomtoevoer onderbroken en wordt het elektrische systeem beschermd.

Draaddikte:

Draaddikte is een maat voor de dikte van een elektrische draad. In Nederland wordt draaddikte aangegeven in millimeters (mm^2). Hoe dikker de draad, hoe meer stroom het kan dragen zonder oververhit te raken. Het is belangrijk om de juiste draaddikte te kiezen voor de verschillende elektrische componenten in je camper, omdat dit invloed heeft op de veiligheid en efficiëntie van het systeem. Te dunne draden kunnen oververhit raken en brandgevaar opleveren, terwijl te dikke draden onnodig duur en zwaar kunnen zijn. Het Camper Elektra Schema berekent automatisch de draaddiktes voor je.

Chassis:

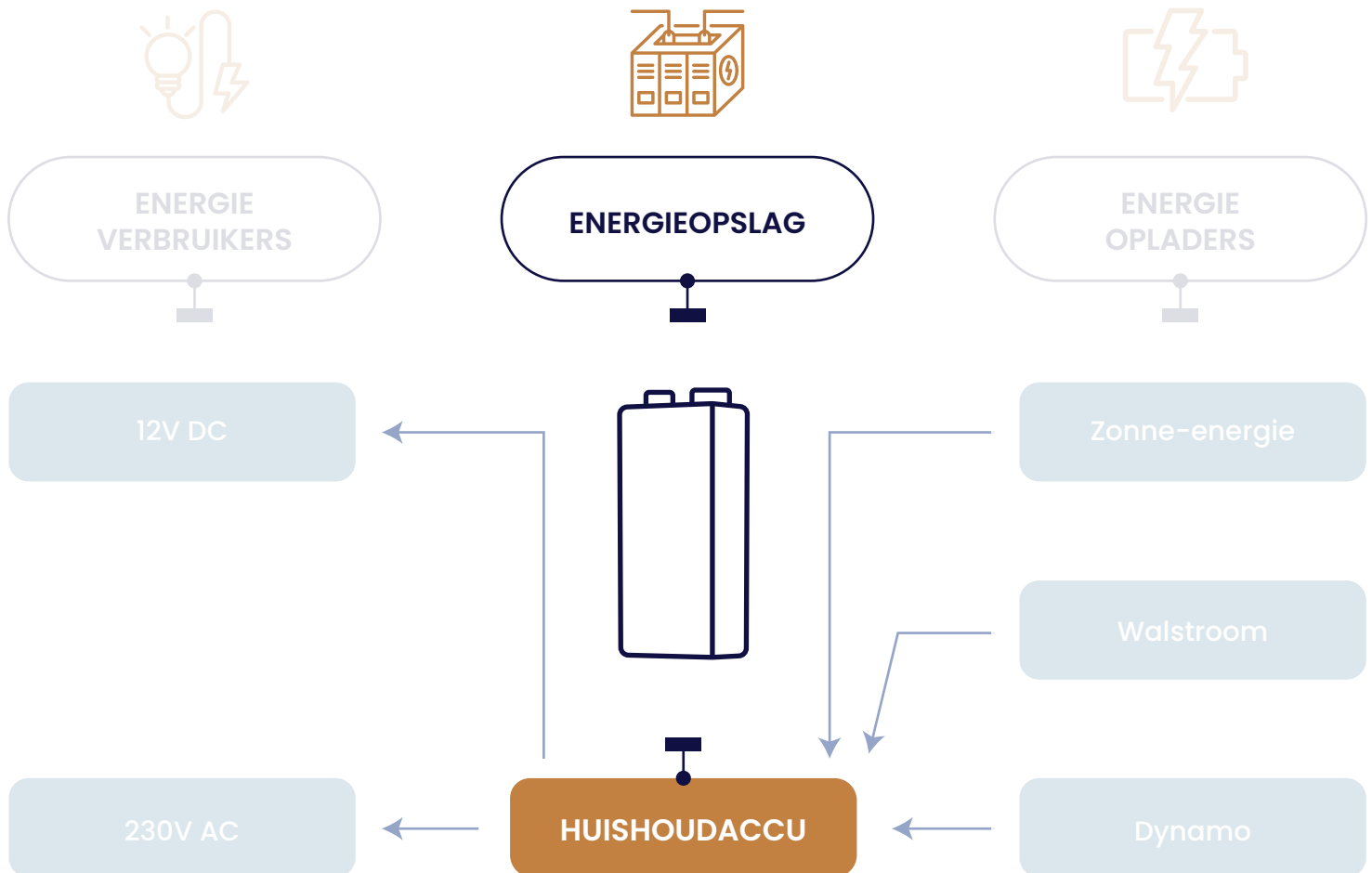
Het chassis van een voertuig, zoals een camper, is het basisframe waarop alle andere onderdelen zijn gemonteerd, zoals de carrosserie, motor, ophanging en elektrische systemen. In het geval van de elektra in een camper wordt het chassis vaak gebruikt als het gemeenschappelijke aardingspunt voor het elektrische systeem. Dit betekent dat negatieve draden van de elektrische componenten met het chassis kunnen worden verbonden om een veilige en efficiënte stroomkring te creëren.

Busbar/verdeelstrip:

Een busbar of verdeelstrip is een handig hulpmiddel om de bedrading netjes en georganiseerd te houden, en het maakt het makkelijker om aanpassingen of veranderingen te doen aan de elektrische verbindingen in je camper.

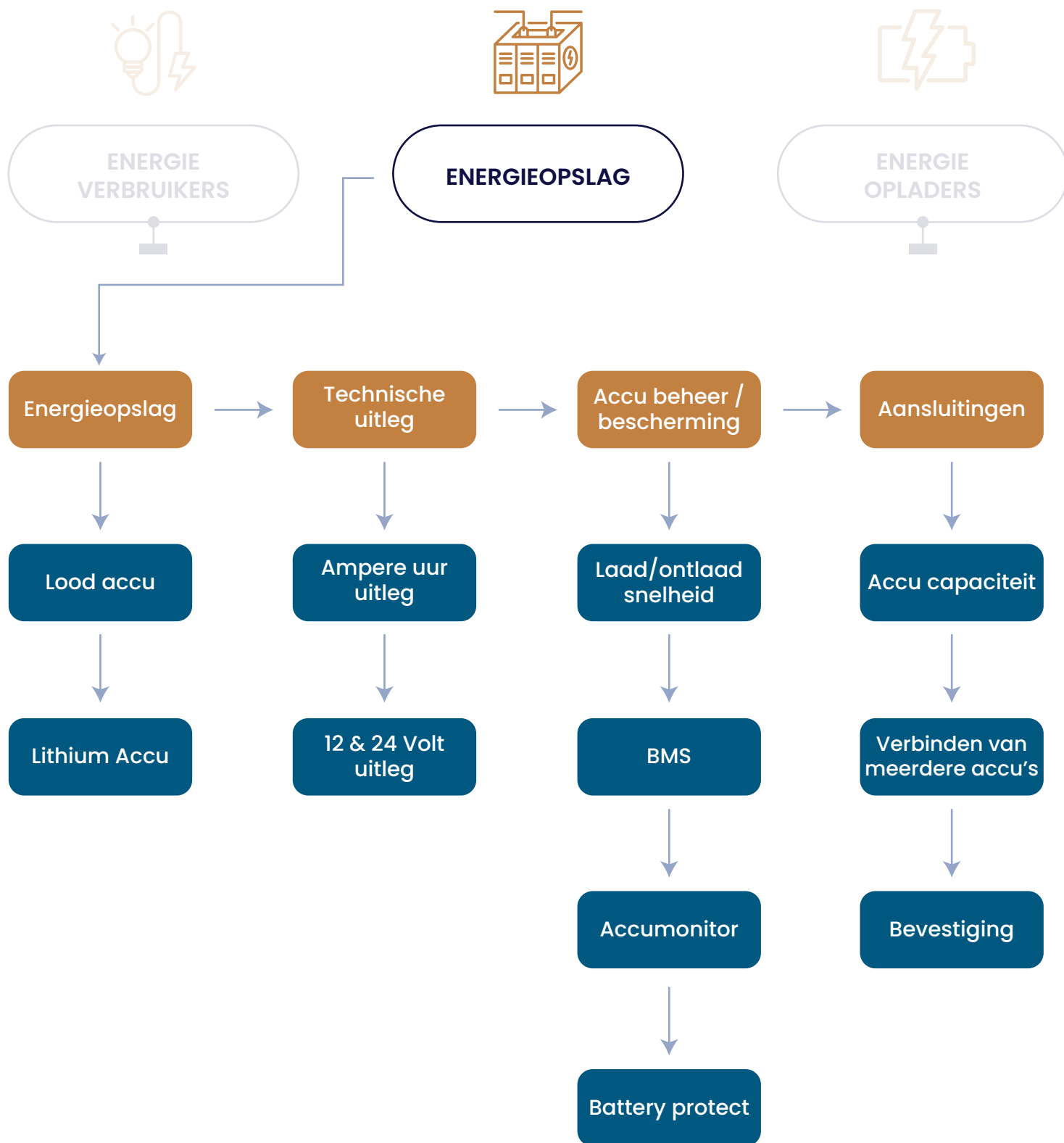
6. ENERGIEOPSLAG IN EEN huishoudaccu, Het Hart van je elektrische installatie

We beginnen met het hart van je elektrische installatie, de energieopslag in een huishoudaccu.



Elke camper heeft een startaccu, net als een auto. Met deze accu start je de motor van de camper. Maar in een camper zit nog een accu, namelijk de huishoudaccu. Deze accu geeft stroom aan alles wat in de camper stroom nodig heeft, zoals de lichten, de koelkast en de USB-lader. De stroom die we uit de huishoudaccu halen, vullen we weer aan. Dat kan op verschillende manieren: met zonnepanelen, door met je camper te rijden, of door een stopcontact te gebruiken als je op een camping staat.

Nou kan het kiezen van een huishoudaccu nog best weleens lastig zijn; er zijn per slot van rekening erg veel verschillende accu's, en zaken waarmee je rekening moet houden. Dat is waarom we beginnen met uitleggen welke soorten accu's er zoal zijn. Vervolgens bespreken we de technische aspecten gevolgd door een stukje accubescherming, als laatste bespreken we het verbinden van meerdere accu's en bevestiging.



We gaan het nu hebben over de energieopslag in de camper! We gaan het bespreken in de volgorde van het bovenstaande diagram.

We kunnen de accu's in twee groepen verdelen: **loodaccu's** en **lithium-accu's**.

6.1 LOODACCU'S

Loodaccu's zijn accu's die werken op lood en zuur. We kennen drie verschillende soorten loodaccu's:

- ▲ **Startaccu:** deze accu start de camper, net zoals de accu in een auto.
- ▲ **Semi-Tractie accu:** deze accu kan niet alleen de camper starten, maar ook de lichten, koelkast en andere apparaten in de camper laten werken.
- ▲ **Gel-accu en AGM-accu:** Deze accu's kunnen geen camper starten, maar zijn wel heel goed in het langzaam en gelijkmatig geven van stroom.

Deze laatste, AGM-accu, is een accu die we regelmatig in campers zien. AGM staat voor "Absorbed Glass Mat". Dit betekent dat het zuur in de accu wordt opgezogen door speciale glasvezels. Dit helpt de accu om veel stroom te geven zonder snel leeg te raken. Ook zijn deze accu's geschikt voor het laden en ontladen bij lage temperaturen. Maar ze zijn niet gemaakt voor apparaten die veel stroom nodig hebben, zoals een inductiekookplaat of een magnetron.

Er zijn ook wat nadelen aan AGM-accu's. Zo kun je deze accu's maar tot de helft ontladen. Ook kun je, zoals we eerder al benoemden, geen apparaten gebruiken die veel stroom verbruiken. Lekker koken met een AGM-accu kun je dus wel vergeten. Tot slot zijn AGM-accu's (en loodaccu's over het algemeen) erg zwaar; een AGM-accu van 220Ah weegt bijvoorbeeld ongeveer 65 kg!

BELANGRIJKSTE KENMERKEN VAN EEN AGM-ACCU SAMENGEVAT:

- ▲ + wordt regelmatig gebruikt in campers
- ▲ - zwaar in gewicht
- ▲ + geschikt voor hoge en lage temperaturen
- ▲ + geschikt voor hoge en lage temperaturen

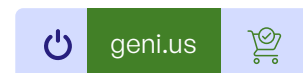


Victron AGM Accu 110Ah



Ontvang 10% korting met de code: **CAMP-E10**

Meer informatie op:



6.2 LITHIUM-ACCU'S

Lithium-accu's zijn ook een type accu die vaak in campers worden gebruikt. Deze werken echter net een tikkeltje anders dan loodaccu's zoals de AGM-accu. In plaats van zuur dat in glasvezels wordt gezogen, werken lithium-accu's met hele kleine deeltjes. Deze deeltjes noemen we lithium-ionen.

Een groot voordeel van lithium-accu's is dat je ze bijna helemaal kunt ontladen zonder dat ze stuk gaan. Je kunt ze tot wel 90% ontladen! Dat is nogal wat, gezien je met een AGM-accu maar tot de helft kunt ontladen. Dat is waarom je met een lithium-accu langer kan doen zonder hem op te laden.

Lithium-accu's zijn ook beter in het geven van veel stroom, in één keer. Dat is handig als je apparaten hebt die veel stroom nodig hebben, zoals een inductiekookplaat of een magnetron. Deze accu's kunnen dus snel ontladen, maar ook snel opladen!

Net zoals bij de AGM-accu's, heeft ook de lithium-accu een nadeel. De meeste lithium accu's kunnen niet worden geladen bij lage temperaturen (-0 graden). Hier dien je dus wel rekening mee te houden tijdens je camperreisjes. Hierin is een AGM-accu dan toch weer net wat beter; deze werkt bij alle temperaturen. Er zijn overigens lithium accu's te verkrijgen die geschikt zijn voor het laden bij negatieve temperaturen.

Wat de lithium-accu's dan wél weer mee hebben zitten, is dat ze ook een stuk minder wegen dan AGM-accu's. Een lithium-accu met dezelfde hoeveelheid stroom als een AGM-accu weegt bijvoorbeeld maar ongeveer 30 kg. Dat is veel lichter dan een AGM-accu, die wel 65 kg kan wegen!

Wat de lithium-accu's dan wél weer mee hebben zitten, is dat ze ook een stuk minder wegen dan AGM-accu's. Een lithium-accu met dezelfde hoeveelheid stroom als een AGM-accu weegt bijvoorbeeld maar ongeveer 30 kg. Dat is veel lichter dan een AGM-accu, die wel 65 kg kan wegen!

BELANGRIJKSTE KENMERKEN VAN EEN LITHIUM-ACCU SAMENGEVAT:

- ▲ + wordt steeds vaker gebruik in campers
- ▲ + hoge laad- en ontlaadstroom
- ▲ + licht in gewicht
- ▲ - (meestal) niet geschikt voor het laden bij lage temperaturen

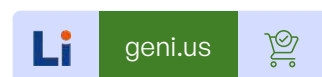


Li Time Lithium Accu 100Ah



Ontvang 5% korting met de code: camper-elektra

Meer informatie op:



AGM- en lithium-accu's samengevat:

- **AGM-accu's** zuigen het zuur in de accu op in glasvezels. Ze zijn niet zo duur, gaan niet snel stuk en werken goed bij zowel koud als warm weer. Echter, je kunt ze maar tot de helft ontladen en ze zijn niet sterk genoeg voor apparaten die veel stroom nodig hebben. Ook wegen ze erg veel.

- **Lithium-accu's** werken met lithium-ionen die heen en weer bewegen in de accu. Je kunt ze bijna volledig ontladen en ze zijn sterk genoeg voor apparaten die veel stroom nodig hebben. Ze zijn niet heel veel duurder dan AGM-accu's en kunnen niet opladen in vrieskou. Wel zijn ze lichter en gaan ze langer mee, waardoor ze op de lange termijn vaak goedkoper zijn.



100 AH
AGM - ACCU

30 KG

50 %

600

5 - 7 JAAR

GEWICHT

MAX. ONTLADING

LAAD CYLUS

LEVENSDUUR



100 AH
LITHIUM - ACCU

12 KG

90 %

4000

10 - 15 JAAR

6.3 TECHNISCHE UITLEG

Nu we de verschillen tussen loodzuur- en lithium-accu's voor je hebben uitgelegd, kunnen we ons richten op andere belangrijke aspecten die accu's hebben: de **capaciteit**, die we meten in **ampère-uur** (Ah), en de **spanning**, die we meten in **volt** (V). We hopen dat je de uitleg over de verschillende accu's goed genoeg hebt begrepen, want deze stof is een stukje technischer van aard. Let dus goed op; dit kan iets lastiger worden om te begrijpen.

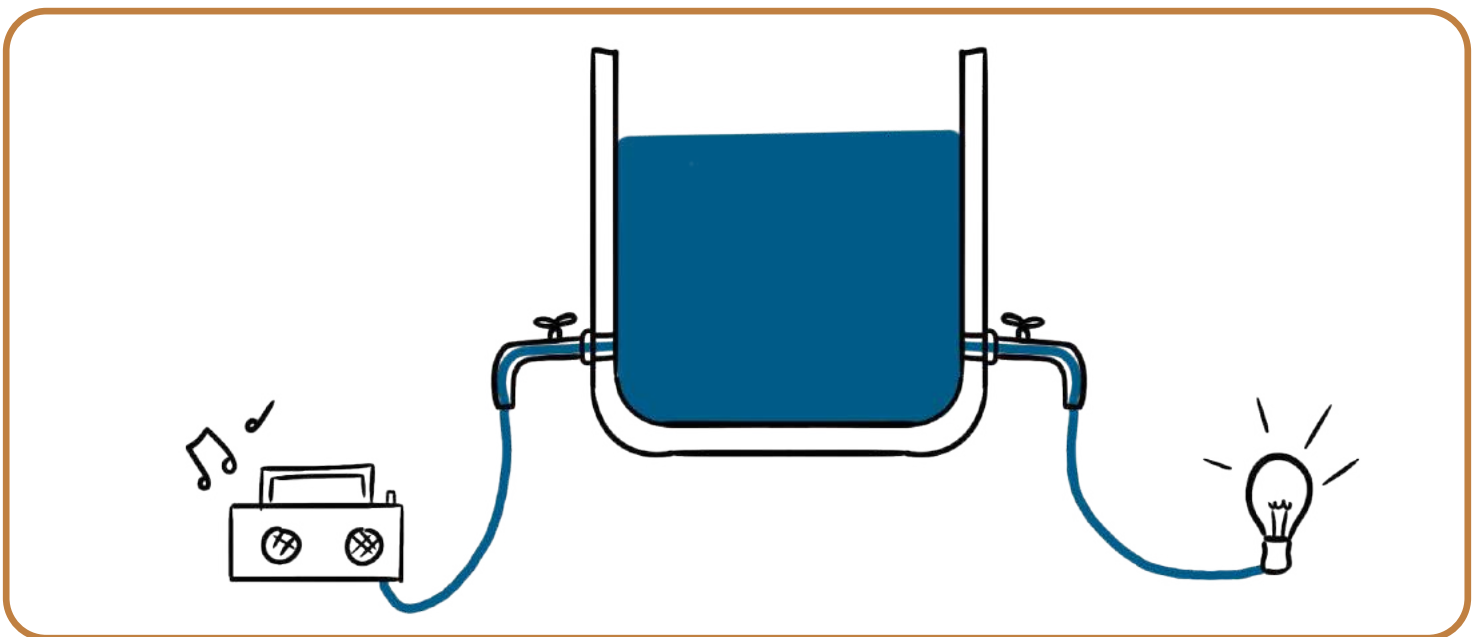
We gaan het dus hebben over twee belangrijke aspecten van een accu: 1) de **capaciteit** (aangeduid met Ah), en 2) de **spanning** (aangeduid met V). We gaan dit zo begrijpelijk mogelijk voor je uitleggen, en dat willen we doen met behulp van een voorbeeld. Laten we voor dit voorbeeld een normale startaccu gebruiken die de gemiddelde bestelbus heeft. Meestal heeft een startaccu van een bestelbus de waarden "100Ah 12V". Maar wat betekenen die getallen dan nu eigenlijk precies?

6.3.1 AMPÈRE PER UUR

Daar gaan we! Stel, we hebben dus een bestelbus met een 100Ah 12V startaccu. En je wil de radio en de lampen gebruiken. Hiervoor heb je natuurlijk stroom nodig, en deze komt uit de accu. Die voorziet je radio en lampen van de stroom die ze behoeven.

Om dit wat duidelijker voor te kunnen stellen, vraag ik je om de accu te zien als een grote bak vol met water. Dit water stelt dan de elektrische stroom voor. De radio en de lampen zijn dan als twee kranen die aan de bak vastzitten. Als je de kranen opendraait, komt er water (of eigenlijk dus elektriciteit) uit de bak (oftewel de accu), waardoor de radio en de lampen netjes kunnen werken.

Nu, laten we praten over de hoeveelheid stroom die in de accu zit, meten we in ampère-uren (Ah). De accu uit ons voorbeeld heeft een capaciteit van 100Ah. Dat betekent dus dat hij een uur lang een stroom van 100 ampère kan geven, of bijvoorbeeld 50 ampère voor twee uur.



Laten we weer even teruggaan naar de radio en de lampen uit het voorbeeld. Deze gebruiken samen **5 Ah** en werken op **12 Volt**. Dat betekent dat ze samen 5 ampère stroom uit de accu halen om te kunnen werken. Als ze constant 5Ah gebruiken, kunnen ze **20 uur** werken op de **100Ah accu** ($100 \text{ Ah} / 5 \text{ Ah} = 20$ uur), voordat de accu helemaal leeg is. Maar in de praktijk wil je een accu nooit helemaal leeg maken, omdat hij dan sneller kapot gaat.

En dat brengt ons bij het concept van watt-uren (Wh). Watt-uren zijn zoals het **totale volume** water dat uit de bak stroomt. Het wordt bepaald door de spanning (in ons geval 12 Volt) en de stroomsterkte (5 ampère). Dus, als de radio en de lampen samen 5 ampère verbruiken bij 12 Volt, betekent dit dat ze 60 watturen aan elektrische energie per uur verbruiken ($12 \text{ Volt} \times 5 \text{ ampère} = 60 \text{ wattuur}$). Dit kan je helpen begrijpen hoeveel energie je apparaten verbruiken, wat handig is bij het plannen van je energiebehoeften, vergelijkbaar met hoeveel water je kranen gebruiken uit de bak.

In een bestelbus met een 100Ah 12V startaccu voor radio en lampen, kun je de accu zien als een waterbak en de stroom als water. De capaciteit van 100Ah staat voor hoe lang de stroomkraan open kan blijven, terwijl watt-uren (Wh) meten hoeveel energie deze apparaten verbruiken, vergelijkbaar met het volume water dat uit de bak stroomt.

6.3.2 12V EN 24V

Naast ampère-uur is er nog een technisch begrip waarmee we je graag kennis willen laten maken. Nu gaan we het namelijk hebben over 12V en 24V. Dit leggen we uit aan de hand van een voorbeeld: de autoradio.

We zijn opzoek naar het stroomverbruik van een autoradio met een vermogen van 10 watt, die werkt op 12 Volt. De berekening is als volgt: $\text{Stroom (in ampères)} = \text{Vermogen (in watt)} / \text{Spanning (in volt)}$. Dus, $10 \text{ watt} / 12 \text{ volt} = \mathbf{0,83 \text{ ampère}}$. Dit betekent dat de autoradio bij 12V een stroomsterkte van 0,83 ampère nodig heeft om te functioneren.

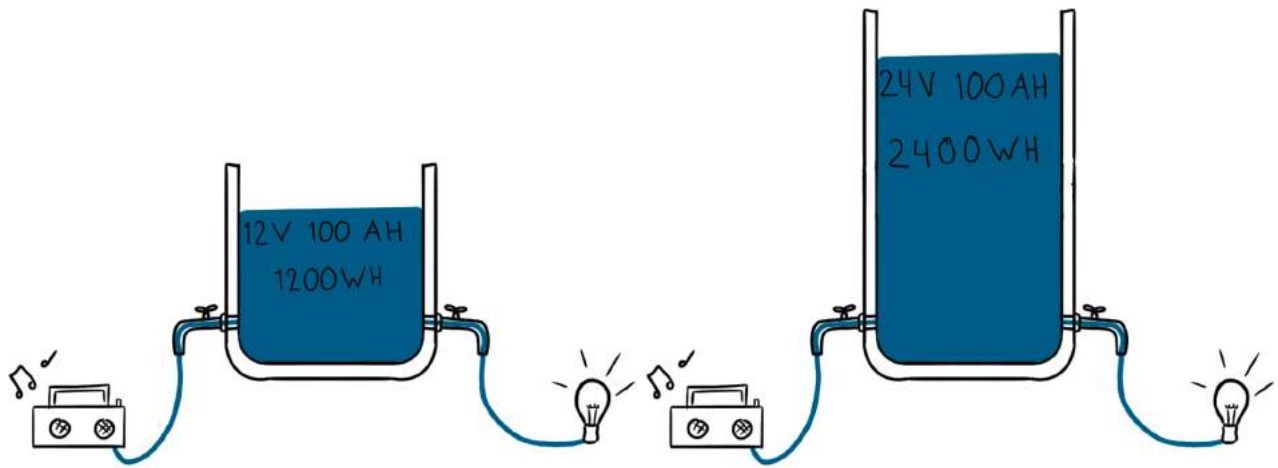
In systeem B (24V) doen we dezelfde berekening: $10 \text{ watt} / 24 \text{ volt} = \mathbf{0,42 \text{ ampère}}$. Dit betekent dat de autoradio bij 24V slechts 0,42 ampère nodig heeft om dezelfde hoeveelheid vermogen te leveren. Hier zie je het verschil duidelijk: bij 12V heeft de radio 0,83 ampère nodig, terwijl hij bij 24V slechts 0,42 ampère nodig heeft. Dit is als hetzelfde werk doen met minder inspanning.

Dus, bij 24V heb je minder stroomsterkte nodig om dezelfde prestaties te krijgen als bij 12V. Dit is handig als je van plan bent om grotere stroomsterktes te gebruiken; je kunt dan dunnere kabels gebruiken.

Nu, laten we naar de accu's kijken. Als we een 100Ah-accu hebben, betekent dit dat de accu gedurende 1 uur een bepaalde hoeveelheid stroom kan leveren.

Een 12V, 100Ah accu heeft een capaciteit van 1200 wattuur (Wh) ($100\text{Ah} \times 12\text{V}$) aan elektrische energie.

Een 24V, 100Ah accu heeft een capaciteit van 2400 wattuur (Wh) ($100\text{Ah} \times 12\text{V}$) aan elektrische energie.



Kort samengevat, bij 24V heb je minder stroomsterkte nodig om dezelfde prestaties te krijgen en een 100Ah-accu bij 24V heeft twee keer zoveel energieopslagcapaciteit als dezelfde accu bij 12V. Het is als hetzelfde werk doen met minder stroom.

6.4 BESCHERMEN EN ONDERHOUDEN VAN DE ACCU

6.4.1 LAAD- EN ONTLAADSNELHEID

Fantastisch, we zijn inmiddels al een stuk verder opgeschoten met onze kennis over accu's. Je hebt nu al een goed begrip van de soorten huishoudaccu's die we kennen, hun capaciteit en hoe de spanning die erop staat werkt. Toch zijn er nog een paar dingen die je moet weten. Laten we nu eens een kijkje nemen naar de **laadsnelheid** en **ontlaadsnelheid**.

Om ervoor te zorgen dat accu's – vooral die van lood – langer meegaan, is het belangrijk om ze niet te snel op te laden of leeg te laten lopen. Voor loodaccu's is het erg sterk aan te raden om **20% van de totale capaciteit** van de accu te gebruiken als de juiste snelheid voor het opladen en ontladen.

Neem bijvoorbeeld een AGM-accu van 100Ah. Je kunt deze accu opladen en leeg laten lopen met 20Ah, zonder dat er blijvende schade ontstaat. Vergeet ook niet dat deze accu's **niet** verder dan **50%** mogen ontladen.

Lithium-accu's werken echter net weer een beetje anders. De BMS (deze term zullen we hierna uitleggen) bepaalt hoe snel je een lithium-accu kunt opladen en ontladen. Meestal kun je een 100Ah lithium-accu opladen met 50Ah en ontladen met 100Ah. Je kunt deze accu's ook tot **90%** van hun capaciteit laten leeglopen.

Voor het laden en ontladen, dien je altijd de handleiding te raadplegen.

Loodaccu: Niet laden of ontladen met meer dan 20% van de accu capaciteit. Maximaal tot 50% ontladen.

Lithium-accu: Kan worden geladen met 50% en ontladen tot 100% van de accu capaciteit. Maximaal tot 90% ontladen.

6.4.2 BMS

Je kwam de term net al tegen: **BMS**. En zoals beloofd, leggen we je hier uit wat dit precies inhoudt. De BMS heeft in feite te maken met de veiligheid van de accu. Als je namelijk overweegt om een lithium-accu te kopen, is het van cruciaal belang dat deze op de juiste wijze beveiligd is. Dit wordt geregeld door een onderdeel dat het **“Battery Management System”** wordt genoemd – oftewel, het BMS.

Het BMS beschermt de lithium-accu en houdt zijn conditie in de gaten. Ook beschermt BMS de accu tegen andere zaken, namelijk te hoge en te lage spanning, te hoge laad- en ontlaadstroom, en extreme temperaturen*. En als je denkt dat dat alles is, dan hebben we nieuws voor je: het BMS controleert en balanceert ook nog eens de celspanning, om de 'gezondheid' van de accu te garanderen.

Kortom, het is ontzettend belangrijk dat je zorgt dat jouw lithium-accu altijd is uitgerust met een BMS. Bij de meeste fabrikanten is het BMS ingebouwd, maar in sommige gevallen kan het nodig zijn om een afzonderlijk BMS aan te sluiten.

** Niet alle lithium accu's zijn niet voorzien van low temperature cut-off. Deze bescherming zorgt ervoor dat bij vrieskou de lithium accu niet kan worden geladen. Let hier dus goed op.*

De BMS beschermt een lithium-accu tegen onder andere te hoge en te lage spanning.

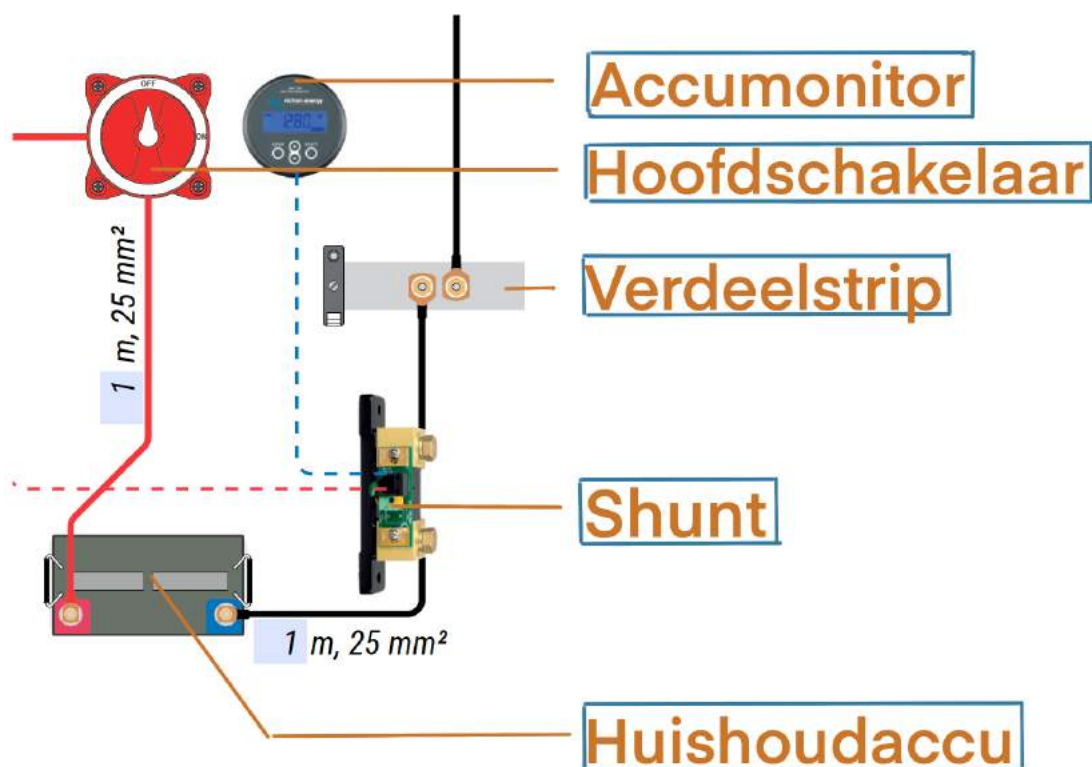
6.4.3 ACCUMONITOR

Om de levensduur van een loodaccu te verlengen, is het belangrijk te voorkomen dat deze te diep wordt ontladen. Loodaccu's mogen namelijk niet dieper dan 50% worden ontladen. Je kunt dit in de gaten houden door een **accumonitor** te installeren, ook wel bekend als een accumeter of batterijmeter.

De verschillen in inkomende en uitgaande stroom worden gemeten door een bepaald apparaat dat we kennen onder de naam **“shunt”** (niet te verwarren met een hemodialyse-shunt; dit heeft te maken met je bloedbaan). De shunt plaats je tussen de minpool van je huishoudaccu en alle elektrische verbruikers. Als je dit niet doet, meet je niet alle inkomende en uitgaande stroom, en krijg je geen realistisch beeld van je verbruik.

Het display van de accumonitor wordt aangesloten op de shunt, om zo de informatie die je nodig hebt op het display te tonen. Er zijn ook modellen beschikbaar zonder display; de gegevens kunnen dan worden uitgelezen via je telefoon.

Met een accumonitor lees je de status van een loodaccu af. Dit wordt gemeten met een shunt, deze plaats je tussen de minpool van je huishoudaccu en alle elektrische verbruikers.

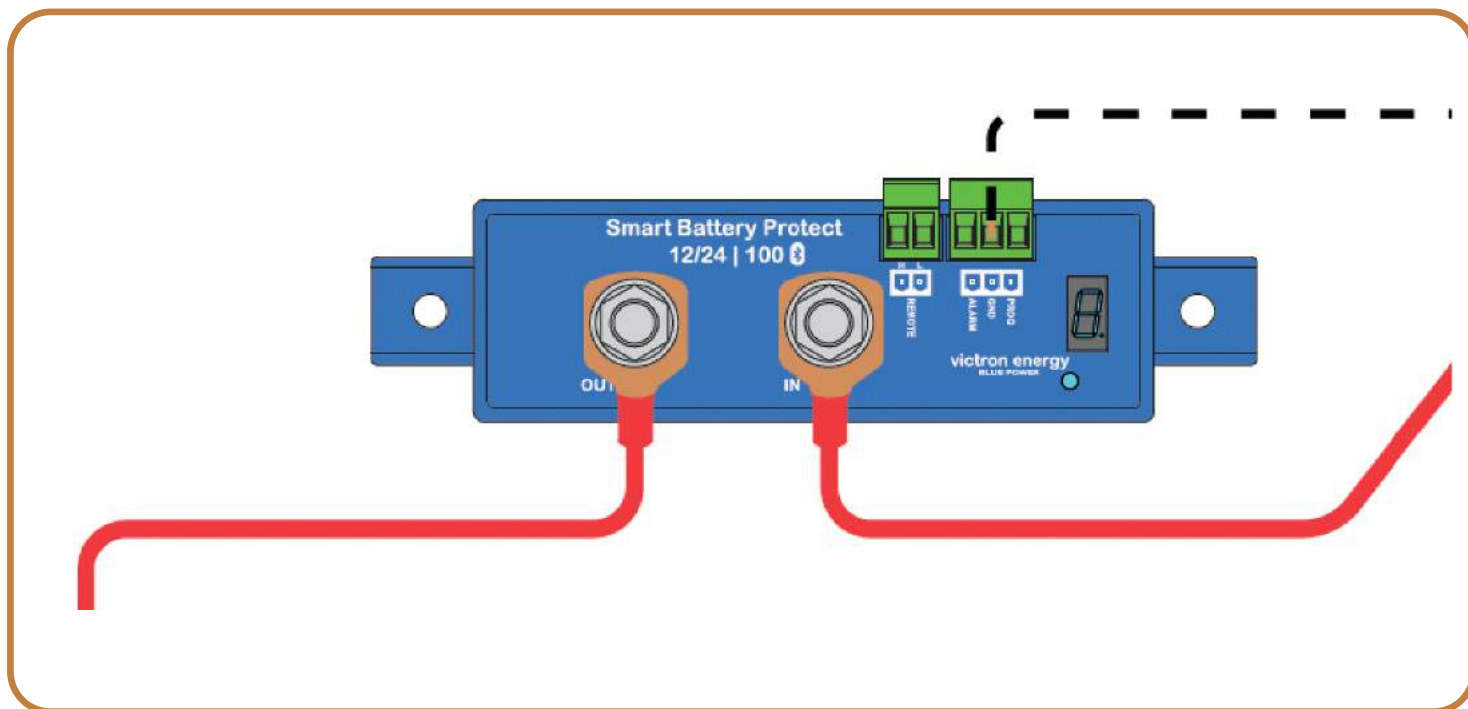


6.4.4 BATTERYPROTECT

Naast het gebruik van een accumonitor om de ontlading van je accu te controleren, kan het ook nuttig zijn om een **Victron Battery Protect** te installeren. Dit apparaat werkt als een veiligheidsmechanisme om overmatige ontlading te voorkomen. Het doet dit door een groep apparaten uit te schakelen als de spanning onder een bepaald vooraf ingesteld niveau daalt, bijvoorbeeld 11,09 Volt.

Hierdoor worden de meeste verbruikers – die vaak zijn aangesloten op de 12V zekeringkast – uitgeschakeld om te voorkomen dat de accu te diep ontlad. Dit is vooral handig in situaties waarin je bijvoorbeeld per ongeluk je verlichting aan laat staan.

Schakelt de stroom uit als deze onder een bepaalde, vooraf ingestelde waarde komt.



6.5 AANSLUITEN EN VERBINDEN VAN DE ACCU

6.5.1 ACCUCAPACITEIT

Het is essentieel om rekening te houden met de capaciteit van je accu. Je wilt immers genoeg stroom hebben om al je elektrische apparatuur te kunnen voorzien in de hoeveelheid elektriciteit die ze nodig hebben. Om dit te kunnen vaststellen, moet je overwegen welke apparaten je van plan bent te gebruiken in de camper.

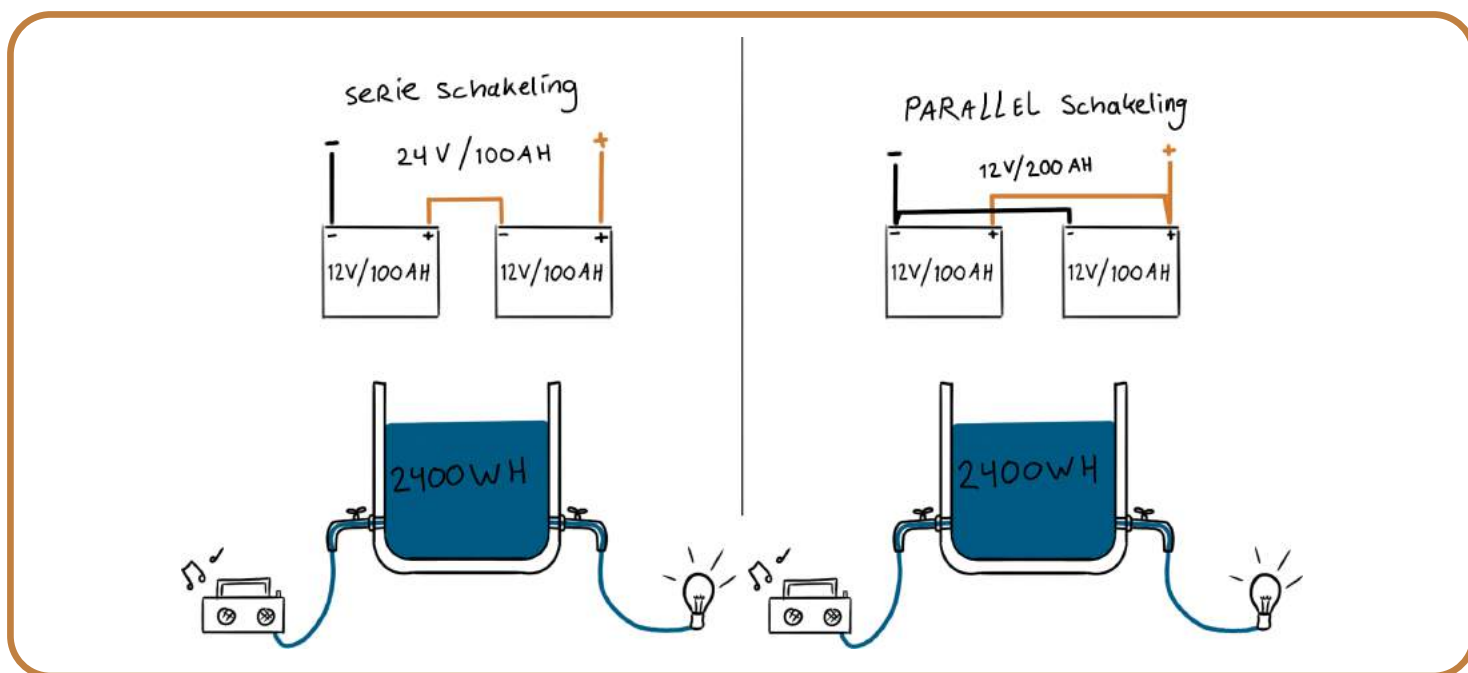
Verderop in dit eBoek leggen we precies uit hoe je een energiebalans opstelt en welke accucapaciteit daarbij past, maar eerst is het nuttig om te begrijpen wat er allemaal komt kijken bij het gebruik van elektriciteit in de camper. Maak je dus niet druk; alles komt aan bod!

6.5.2 VERBINDING VAN MEERDERE ACCU'S

Soms moet je accu's combineren om meer stroom te leveren voor je elektrische apparatuur of om je capaciteit te vergroten. Dit kan op twee manieren: via een serie- of parallelschakeling. Laten we dit concept weer simpel uitleggen aan de hand van een goede, oude, bekende vergelijking: die met waterbakken en kranen.

Stel je voor dat je twee waterbakken hebt, elk met een eigen kraan. Bak A staat voor een 12V-systeem, dat lijkt op een parallelschakeling, en bak B staat voor een 24V-systeem, dat overeenkomt met een serieschakeling. De waterdruk in de bakken vertegenwoordigt de spanning (Volt) en de snelheid waarmee het water uit de kraan stroomt, vertegenwoordigt de stroom (Ampère).

In bak A (het 12V-systeem) is er een gemiddelde waterdruk en stroomt het water met een gemiddelde snelheid uit de kraan. Dit is te vergelijken met de meeste elektrische apparaten in een auto, zoals de radio of de verlichting. Bij een parallelschakeling verbind je de plus met de plus en de min met de min van de accu's. De spanning (Volt) blijft gelijk, maar de totale hoeveelheid water (de capaciteit of Ah) neemt toe omdat je nu twee bakken hebt in plaats van één.



Bak B (het 24V-systeem) heeft een hogere waterdruk en het water stroomt sneller uit de kraan. Dit lijkt op krachtigere elektrische apparaten die meer stroom nodig hebben om te functioneren. Bij een serieschakeling verbind je de minpool van de ene accu (-) met de pluspool (+) van de andere accu. De waterdruk (spanning of Volt) neemt toe, maar de totale hoeveelheid water (capaciteit of Ah) blijft gelijk.

Samengevat, bij een parallelschakeling krijg je meer 'water' (meer capaciteit of Ah), maar de 'druk' (spanning of Volt) blijft gelijk. Bij een serieschakeling krijg je meer 'druk' (hogere spanning of Volt), maar de hoeveelheid 'water' (capaciteit of Ah) blijft gelijk. De keuze tussen deze twee hangt af van de apparaten die je wilt gebruiken en de hoeveelheid stroom die ze verbruiken.

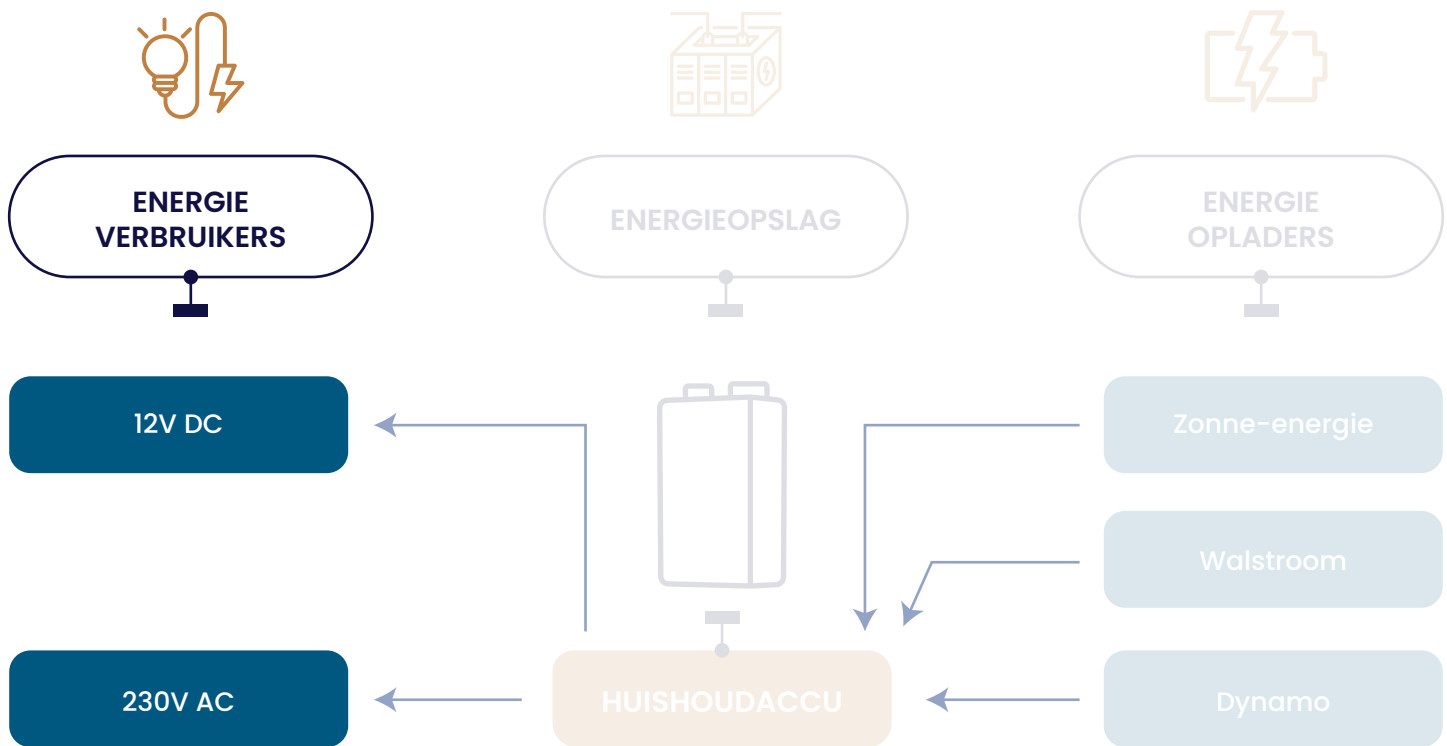
Accu's kunnen worden gecombineerd op twee manieren: parallel (voor meer capaciteit) en serie (voor hogere spanning). Dit is vergelijkbaar met waterbakken en kranen, waarbij parallel meer water (capaciteit) betekent en serie meer druk (spanning).

Bij een parallelschakeling blijft de spanning hetzelfde maar neemt de capaciteit toe, terwijl bij een serieschakeling de spanning toeneemt maar de capaciteit gelijk blijft.

6.5.3 BEVESTIGING

Een correcte en veilige bevestiging van je huishoudaccu is van cruciaal belang! Een accu kan al snel tientallen kilo's wegen en het is absoluut onveilig om deze los door de camper te laten bewegen. Idealiter plaats je de accu in een hoek en zet je deze stevig vast. Het wordt aangeraden de accu op de vloer te bevestigen en een spanband te gebruiken om deze stevig op zijn plaats te houden.

7. ENERGIEVERBRUIKERS



Zoals je gelezen hebt zijn accu's in verschillende spanningen te verkrijgen, maar wordt er in campers meestal een 12V accu gebruikt. Daarom is het gebruikelijk in een camper ook 12V apparaten te gebruiken. Gelukkig zijn er veel producten op de markt die voor zowel boten als campers op 12V geschikt zijn. Denk hierbij aan koelkasten, verlichting of ventilatoren. Maar wat nou als je iets wilt gebruiken wat niet op 12V gaat? Bijvoorbeeld je telefoon, die laadt op met 5V. Daarvoor zijn speciale inbouw USB laders die de 12V omzetten naar 5V.

Maar, wat dacht je van huishoudapparatuur zoals een magnetron of een inductiekookplaat? Deze apparaten werken allemaal op 230V, dus zul je een apparaat (omvormer) moeten gebruiken dat van 12V, 230V maakt.

Welke verschillende verbruikers er zijn en welke apparatuur je daarbij nodig hebt, gaan we in dit hoofdstuk behandelen.



**ENERGIE
VERBRUIKERS**



ENERGIEOPSLAG



**ENERGIE
OPLADERS**

12V DC

230V AC

Aansluiten

Wat is een
Omvormer

Verschillende
Omvormers

Geschikte
Omvormer

7.1. GELIJKSPANNING:

12V apparaten

Thuis ontvang je tegenwoordig geen 220V meer zoals vroeger, maar 230V. Maar de meeste apparaten gebruiken geen eens 230V, kijk maar eens naar de stekkers van veel van je elektrische apparaten, zoals je laptop lader, de lader van je elektrische fiets of je telefoonoplader. Deze apparaten hebben vaak een groot blok aan de stekker. Maar waarom is dat?

Nou, dit blok doet eigenlijk iets heel belangrijks. Het zet de 230V wisselspanning (AC) om in gelijkspanning (DC). En waarom is dat belangrijk? Omdat veel van onze elektronische gadgets, zoals laptops en fietsaccu's, gelijkstroom nodig hebben om te werken. Dus, dat grote blok aan je stekker transformeert de elektriciteit in iets wat je apparaat kan gebruiken. Bijvoorbeeld, het kan de 230V wisselspanning omzetten in een lagere spanning, zoals 19,5V gelijkspanning, die precies geschikt is om je laptop op te laden.

Maar hier komt het interessante deel: dit proces, waarbij de elektriciteit wordt omgevormd, heeft een bijwerking. Het kost energie en die energie gaat verloren in de vorm van warmte. Dus, terwijl je laptop wordt opgeladen, wordt een deel van de elektriciteit omgezet in warmte in dat grote blok aan je stekker.

Als je kijkt naar de afbeelding aan het begin van dit hoofdstuk zie je dat er twee manieren zijn waarom je stroom kunt verbruiken. 12V en 230V. Zoals we net hebben geleerd, kost het omvormen energie, wat verloren gaat in warmte. In de camper is de energievoorraad niet oneindig, zoals je thuis bent gewend. -Tenzij je op de camping aan 'de stekker staat'- Het is daarom belangrijk om zuinig te zijn met de energievoorraad die in de huishoudaccu zit en je zo min mogelijk probeert om te vormen.

Misschien heb je al wel door waar we naartoe willen: gebruik zoveel mogelijk apparatuur dat op 12V (of de spanning van je huishoudaccu) werkt. Op deze manier hoef je geen spanning om te vormen, heb je minder verlies en houd je meer capaciteit over.

De meeste apparaten thuis gebruiken een omvormer (blok aan je stekker) om van wisselspanning (230V) gelijkspanning (12-20V) te maken.

Tijdens het omvormen wordt er energie verloren in de vorm van warmte.

Energie in de huishoudaccu is niet oneindig, probeer daarom zo min mogelijk om te vormen

Zoals gezegd: je wilt zoveel mogelijk apparaten gebruiken op dezelfde spanning. Heb je een huishoudaccu van 12V, gebruik dan zo veel mogelijk apparatuur op 12V. Denk hierbij aan:

- ▲ Koelkast
- ▲ Verlichting
- ▲ Ventilatoren
- ▲ Waterpomp
- ▲ Dieselkachel etc.

Voor het laden van je telefoon op tablet kun je twee dingen doen, je kunt hier een omvormer voor gebruiken. Deze transformeert de 12V van de huishoudaccu naar 230V, zodat je met je 'blokje' je telefoon of tablet kunt opladen. (zometeen meer over de omvormer). Het blokje maakt vervolgens van de 230V weer 5V.. Maar, je kunt er ook voor kiezen om een USB lader te installeren. De USB lader maakt van de 12V, 5V zodat het geschikt is om je telefoon of tablet op te laden. De laatste optie, is de meest wenselijke, omdat je dan maar één keer hoeft om te vormen.

7.1.1 AANSLUITEN

Oke, het omvormen van spanning kost energie, dus wil je zo veel mogelijk op de spanning van je huishoudaccu laten werken, maar hoe sluit je deze apparaten aan?



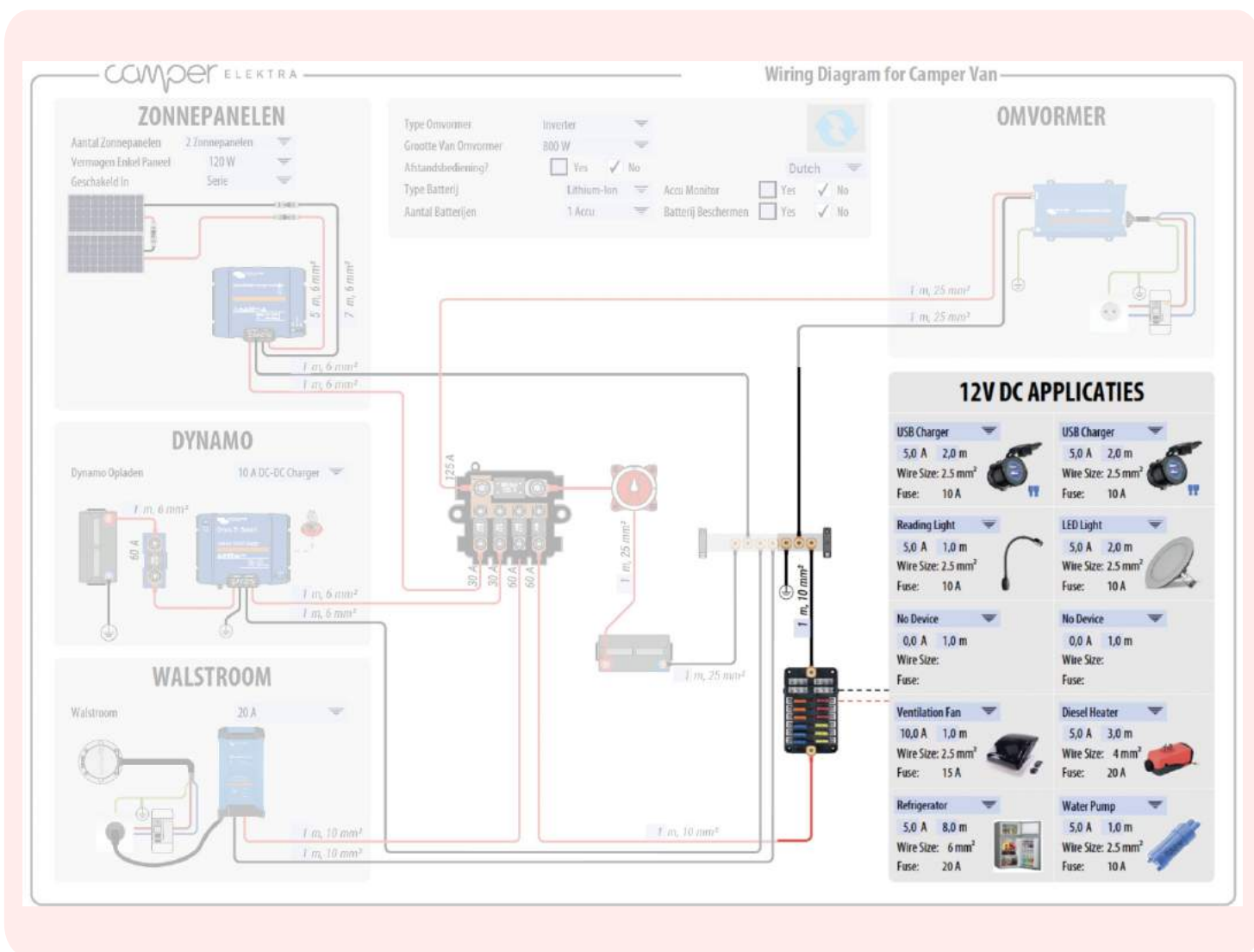
12V zekeringhouder



Meer informatie op:



Voor het aansluiten van al deze apparaten gebruik je een 12V zekeringskastje. Je kunt het vergelijken met de groepenkast in huis, alleen in deze situatie gebruiken we (meestal) maar één apparaat per groep. Hieronder zie je het Camper Elektra Schema, hiermee kun jij je eigen elektra schema maken. Misschien wat overweldigend, maar hier zie je de zekeringskast, waarop je alle 12V apparaten kunt aansluiten.



7.2 WISSELSpanning: 230V OPWEKKEN MET EEN OMVORMER

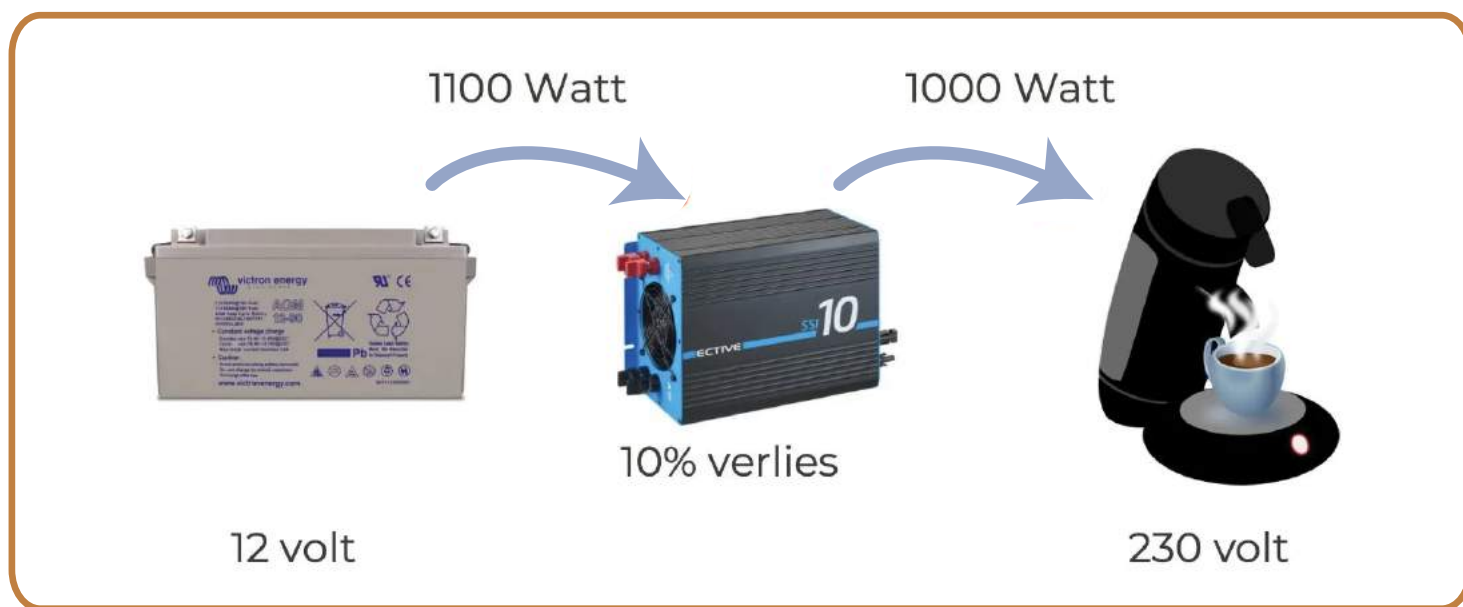
Niet alle apparaten kun je gebruiken op 12V, dus in sommige gevallen heb je een apparaat nodig dat de 12V omzet in 230V. Dit doe je met een omvormer. Er zijn verschillende types omvormers, zoals omvormers met een oplaadmogelijkheid voor de huishoudaccu, en er zijn verschillende fabrikanten die deze producten maken zoals Victron en Ective. Deze gaan we bespreken in dit hoofdstuk. Het hoofdstuk daarna gaan we dieper in op het gedeelte van de acculader.

7.2.1 WAT IS EEN OMVORMER?

Voor 230V-toestellen zijn dus **omvormers** nodig. Maar wat houdt dit dan precies in? Laten we eerst even een stapje terug doen. Want, welke apparaten zijn nu eigenlijk 230 V-toestellen? In feite zijn dit apparaten die werken met een stekker en niet direct gebruikt kunnen worden in een camper.

De enige manier om 230V-toestellen te gebruiken in een camper is door deze aan te sluiten op een externe stroombron, zoals een stroompaal, ook wel walstroom genoemd. Hier hebben we het later verder over.

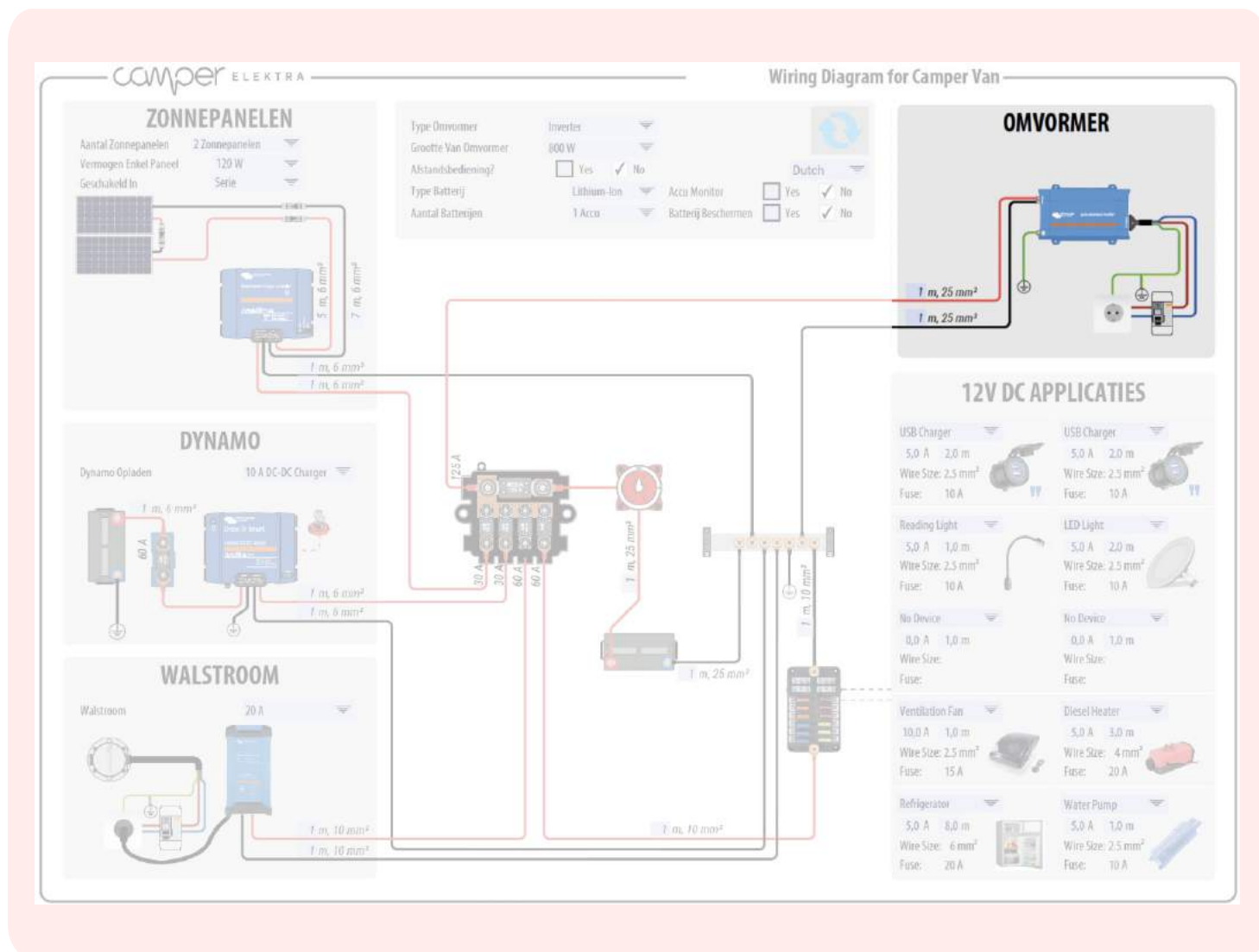
Deze apparaten werken op 230V, net zoals je thuis gewend bent. Echter, de huishoudaccu van 12V kan niet zomaar voldoen aan de nodige 230V. Dat is waarom deze stroom in een camper moet worden omgezet. Dat wil zeggen dat de 12V van je huishoudaccu moet worden omgezet naar 230V – en dat is waarvoor je de omvormer nodig zal hebben.



Afbeelding: de huishoudaccu van de camper heeft 12V, maar met behulp van een omvormer kan dit overgezet worden naar de nodige 230V, zodat 230 V-toestellen zoals een koffiemachine ook gebruikt kunnen worden.

7.2.2 WELKE VERSCHILLENDE OMVORMERS ZIJN ER ALLEMAAL?

Er is een breed scala aan omvormers beschikbaar. De meest bekende hiervan is de standaard omvormer. Dit is de omvormer die de 12V van je huishoudaccu omzet naar 230V. Maar er bestaan er nog meer! Er zijn ook geheel andere omvormers beschikbaar, zoals een omvormer met ingebouwde acculader. Er bestaat zelfs een omvormer met niet alleen een ingebouwde acculader, maar ook nog eens een MPPT-laadregelaar voor de aansluiting op een zonnepaneel!



Camper Elektra Schema: de omvormer haalt de 12V uit de accu en zet deze om in 230V

7.2.3 ZUIVERE OF GEMODIFICEERDE SINUS OMVORMER

In de basis kennen we eigenlijk twee verschillende soorten omvormers: omvormers met een zuivere sinus en omvormers met een gemodificeerde sinus. De zuivere sinus omvormer geeft een constante wisselspanning, net als thuis uit het stopcontact. Dit is goed voor alle elektrische apparaten. De gemodificeerde sinus omvormer geeft een blokgolf wisselspanning. Sommige moderne apparaten, zoals laptops en koffiezetapparaten, kunnen daar slecht tegen. Sterker nog, ze kunnen er zelfs kapot door gaan. **Kies daarom altijd voor een zuivere sinus omvormer.**

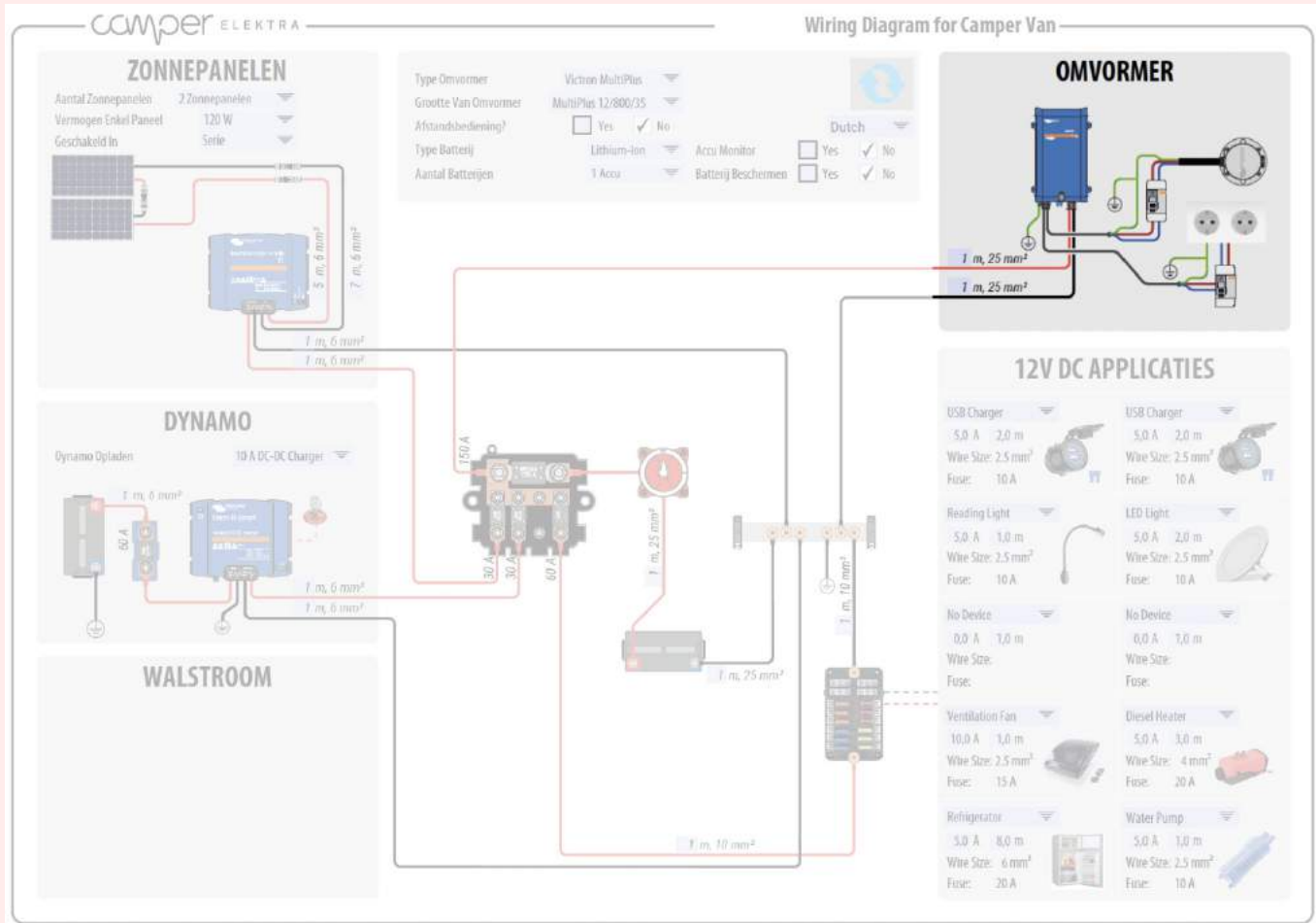
7.2.4 ACCULADER EN AUTOMATISCHE OMSCHAKELAAR

We gaan zo twee varianten omvormers bespreken die een ingebouwde acculader hebben. Door middel van een externe aansluiting -ook wel walstroom genoemd- is het mogelijk om de huishoudaccu op te laden. (In het volgende hoofdstuk wordt dit uitgebreid besproken). Deze twee apparaten zijn daarnaast ook voorzien van een automatische omschakelaar, ofwel omschakelautomaat.

Wanneer je de camper aansluit op de stroomvoorziening van de camping, laadt de acculader de huishoudaccu op, maar dat is niet alles! Er gebeurt namelijk nog meer: de automatische omschakelaar komt in actie. Dit werkt als volgt: de stroom die door de camping wordt geleverd, wordt rechtstreeks doorgeschakeld naar de stopcontacten in de camper. Oftewel, de stroom wordt dus niet uit de huishoudaccu getrokken, maar rechtstreeks doorgeschakeld naar de stopcontacten in de camper.

7.2.5 OMVORMER MET INGEBOUWDE ACCULADER

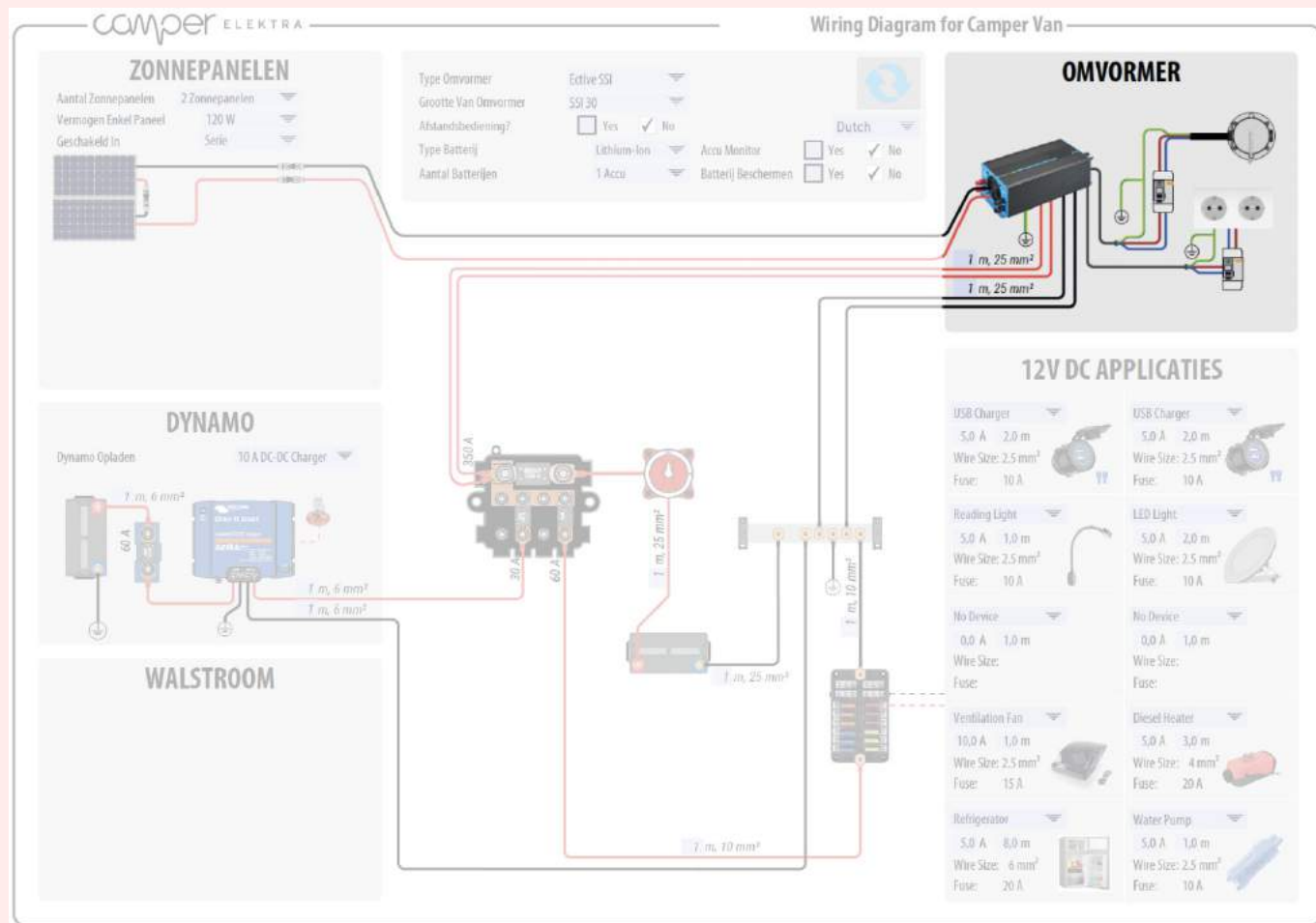
Laten we kijken naar de **omvormer met ingebouwde acculader**. Dit type apparaat combineert een omvormer en acculader in één behuizing. Met behulp van een externe stroomaansluiting in de camper (ook wel walstroom genoemd) kun je de huishoudaccu van je camper opladen en de stopcontacten in je camper van stroom voorzien, direct vanaf de externe (walstroom) aansluiting. De 'Victron Multiplus' of de 'Ective CSI' zijn voorbeelden van dit type apparaat.



Camper Elektra Schema: de Victron MultiPlus haalt de 12V uit de accu en zet deze om in 230V, ook is er een aansluiting voor walstroom aanwezig.

7.2.6 OMVORMER MET ACCULADER EN ZONNEPANEEL AANSLUITING

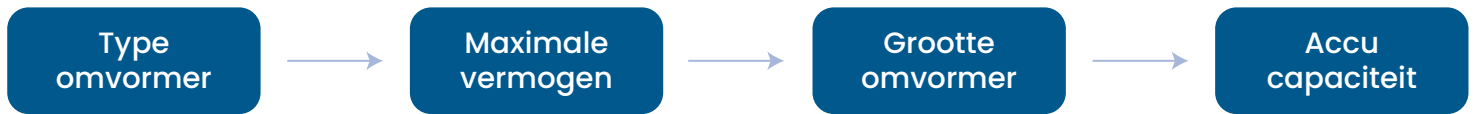
Dit handige apparaat hebben we zelf ook gebruikt in onze eerste zelfgebouwde camper, dus we kunnen met zekerheid zeggen dat je een goede zal hebben aan de **omvormer met acculader en zonnepaneel aansluiting**. Zelf hebben we gebruikgemaakt van de 'Ective SSI'. Dit model is uitgerust met een omvormer, acculader en aansluiting voor zonnepanelen in één behuizing. Dit is ideaal als je je elektrische installatie zo simpel mogelijk wilt houden. Meerdere functies in één apparaat dus!



Camper Elektra Schema: de Ective SSI haalt de 12V uit de accu en zet deze om in 230V, ook is er een aansluiting voor walstroom en zonnepanelen aanwezig.

7.3 WELKE OMVORMER PAST BIJ JOUW CAMPER?

Voordat je kunt kiezen welke omvormer het beste is voor jou, moet je bedenken of je een aparte omvormer wilt, of een omvormer die ook kan opladen. Vervolgens bereken je het vermogen van de apparaten die je wil gaan gebruiken. Dan kun je de grootte van je omvormer betalen en daar een huishoudaccu bij kiezen. Heb je geen omvormer nodig maar wil je wel de huishoudaccu kunnen opladen, ga dan door naar hoofdstuk acht!



7.3.1 WELKE APPARATEN GA JE GEBRUIKEN, MET WELK VERMOGEN?

Eerst is het belangrijk dat je weet welke 230V apparaten je in je camper wil gebruiken. Denk aan het opladen van elektrische fietsen, een blender of een koffiezetapparaat. Vervolgens zoek je uit wat het vermogen is van al deze apparaten, uitgedrukt in Watt. Deze informatie kun je meestal vinden in de handleiding van het apparaat, op de oplader of op zoekmachines als Google.

Waar je ook rekening mee moet houden, is de piekstroom. Sommige apparaten, zoals een koelkast of koffiezetapparaat, hebben een tijdelijke piek in vermogen wanneer je ze aanzet. Een koelkast die normaal 50 Watt gebruikt, kan bij het inschakelen bijvoorbeeld tijdelijk wel 200-300 Watt nodig hebben. Omvormers kunnen meestal voor een paar seconden piekstroom leveren. Vaak is dit twee keer het normale vermogen.

Zelf gebruiken wij onze omvormer alleen om onze laptops op te laden en soms om een staafmixer te gebruiken. Laten we eens kijken naar hun verbruik in wattage:

- ▲ Lader voor laptop 1: 60W
- ▲ Lader voor laptop 2: 80W
- ▲ Staafmixer: 400W

Als we alles tegelijk willen gebruiken, moet onze omvormer dus minstens een vermogen hebben van **540W**.

Noot: Het gebruiken apparaten die warmte creëren gebruiken ontzettend veel vermogen:

- ▲ Fohn: 1700W
- ▲ Elektrische kachel: 1500W

7.3.2 DE GROOTTE VAN JE OMVORMER

Je weet nu welke type omvormers er zijn en hoeveel vermogen (Watt) jouw apparaten (gezaamenlijk) nodig verbruiken. Om de juiste omvormer te kiezen, moet je op een paar dingen letten. Hiervoor is het handig om eerst te begrijpen wat de verschillende getallen betekenen die je bij je zoektocht tegen zal komen. Als voorbeeld zullen we de Victron MultiPlus 12/2000/80 gebruiken, zodat je het echt goed zal begrijpen.

Dus – waarvoor staan de getallen 12, 2000 en 80 in de Victron MultiPlus 12/2000/80?

12: Dit gaat over de **spanning** van het systeem. In ons voorbeeld kan het apparaat werken met een spanning van 12 volt, maar de MultiPlus is ook beschikbaar in 24 en 48 volt. Dus gebruik je een huishoudaccu van 12V, heb je een MultiPlus nodig, dit begint met 12 etc.

2000: Dit getal zegt iets over hoe **sterk** de omvormer is, uitgedrukt in voltampère (VA). **Dit is niet hetzelfde als Watt.** In ons voorbeeld kan de Victron 12/2000/80 een continu vermogen leveren van 1600 watt en een piekkracht van 3200 watt.

80: Het laatste getal staat voor hoe **sterk** de **acculader** is. Deze acculader kan de accu van de camper opladen met een ‘kracht’ van 80 ampère per uur. Meer hierover in hoofdstuk 8.

Bij dit voorbeeld moeten we wel even een kanttekening zetten: Victron is één van de weinige merken die het vermogen van hun producten in VA aangeeft, oftewel **voltampère**. Andere merken, zoals Ective, geven het vermogen aan in Watt. VA is meestal 10 tot 15% minder krachtig dan Watt. Dus een Victron MultiPlus met een kracht van 2000VA is eigenlijk 1600 Watt.



Victron Multiplus II 12/2000/80



Meer informatie op:



7.3.3 ACCUCAPACITEIT TEN OPZICHTE VAN OMVORMERS

Mooi! Je weet nu hoe je moet uitrekenen hoe groot de omvormer voor je camper moet zijn. Als je van plan bent een apparaat te gebruiken dat veel vermogen vraagt, zoals een inductiekookplaat, herinner je je misschien nog uit het vorige deel dat niet elke accu dat aankan. Dit is waarom het erg belangrijk is om te kijken hoeveel vermogen je gaat gebruiken. Bij het kiezen van je accucapaciteit, moet je aan een paar dingen denken. Eén daarvan is de snelheid waarmee de accu ontladst. En waarom? Omdat niet alle accu's geschikt zijn voor het ontladen met een hoge stroomsterkte (de ontladsnelheid).

- ▲ Accu's op lood basis maximaal ontladen met 20% van de capaciteit: 100Ah accu - ontladen met 20Ah
- ▲ Lithium accu's kunnen meestal ontladen met 100% van de capaciteit: 100Ah accu - ontladen met 100Ah

Wil je bijvoorbeeld op inductie koken, dan verbruik je al snel 2000 Watt aan vermogen. Met een systeem van 12 Volt zal je huishoudaccu ontladen met: $2000W / 12V = 167Ah$

- ▲ De capaciteit van een loodzuuraccu moet zijn: 850Ah
- ▲ De capaciteit van een lithium accu moet zijn: 200Ah

In hoofdstuk 9 gaan we het uitgebreid hebben over de capaciteit van je huishoudaccu.

*** Noot: controleer altijd de handleiding van je accu voor de juiste informatie.**

Dat was een beste hoeveelheid nieuwe kost, nietwaar? Laat het even bezinken of lees het nog een keer door. Zometeen leggen we je uit op welke manieren je de huishoudaccu kunt opladen. Tot slot leren we je ook nog zien hoe je een energiebalans maakt!

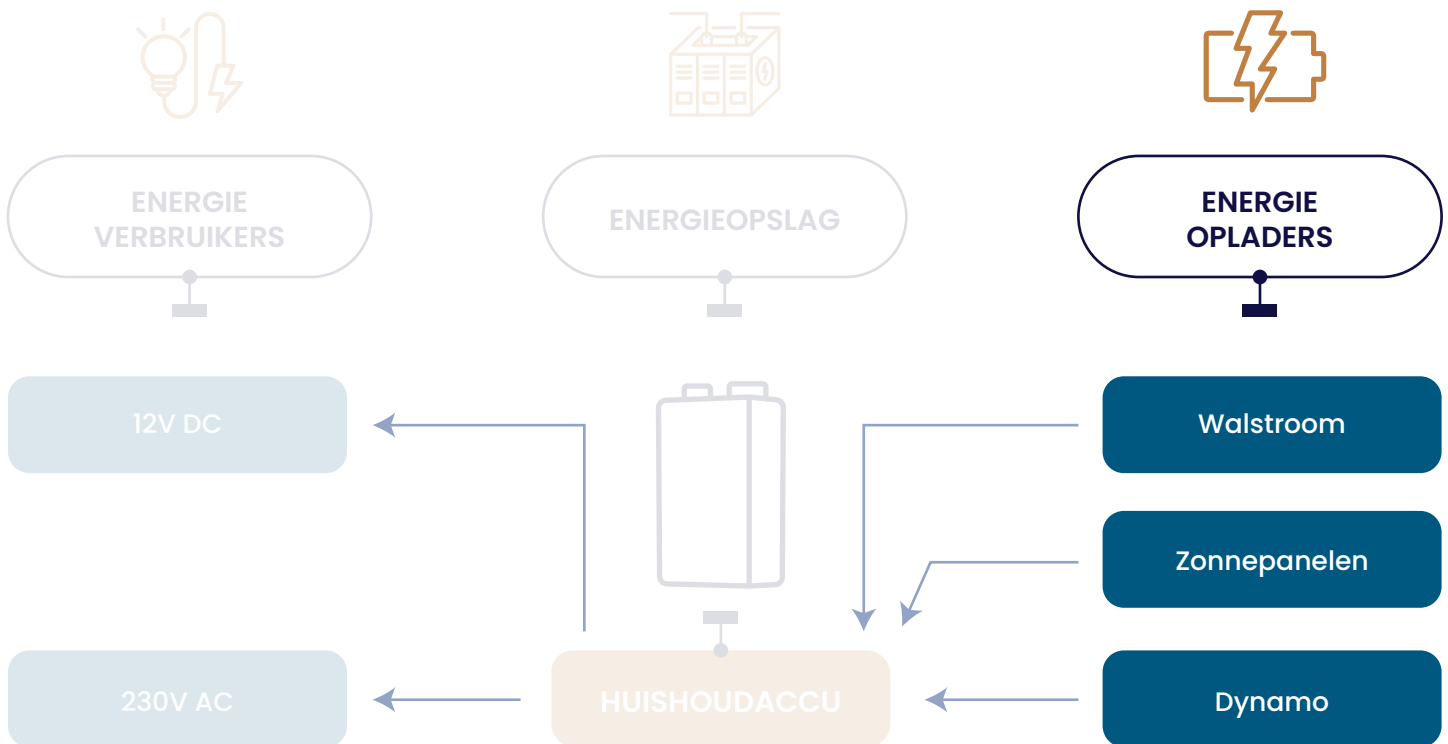
7.4 Energieverbruikers: een korte samenvatting

Goed, laten we nu kort doornemen wat we allemaal geleerd hebben in dit hoofdstuk. Het eerste wat we besproken hebben, is dat een **omvormer** de spanning van de huishoudaccu transformeert van **12V** naar **230V** - precies zoals je dat thuis gewend bent.

Om energie te besparen, is het dus aan te raden om zoveel mogelijk apparaten te gebruiken die op 12V werken, gezien deze op de spanning van de huishoudaccu werken. Mocht je toch een omvormer nodig hebben voor je 230V-apparaten, dan is het belangrijk om altijd voor een omvormer met een **zuivere sinus** te gaan.

Verder heeft het ook de voorkeur om een omvormer te kopen die over een gecombineerde acculader beschikt. Het type van de accu en de capaciteit van je omvormer zijn namelijk erg belangrijk en afhankelijk van je gebruik. Voor de eerste camper die wij zelf hebben gebouwd, hebben we bijvoorbeeld een Ective SSL gebruikt. Elke camper is echter anders. Door het verbruik van je apparatuur te berekenen, kan je zelf bepalen welke omvormer jij nodig hebt voor je eigen camper!

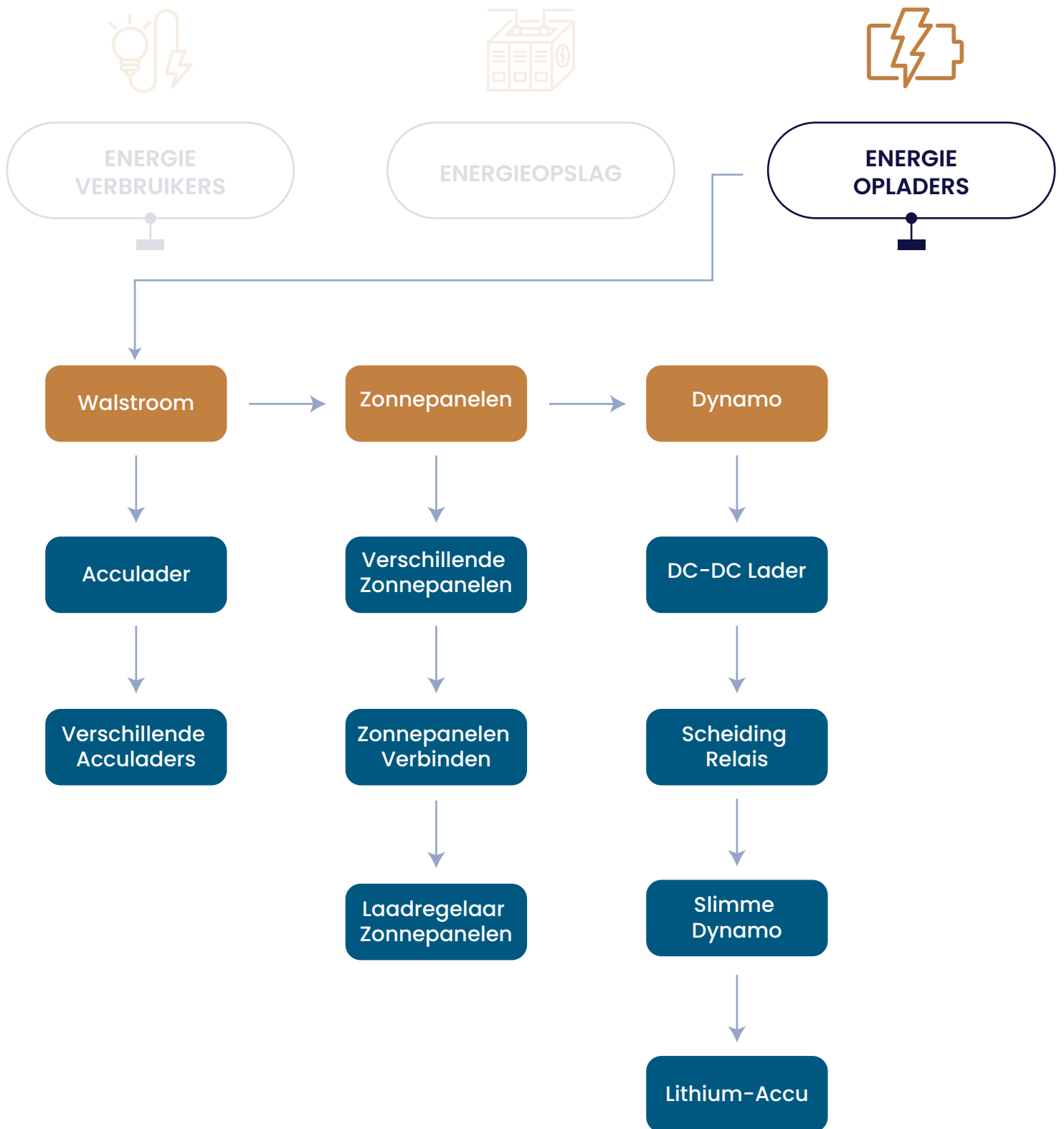
8. ACCULADERS EN ANDERE MANIEREN om op te laden



Inmiddels hebben we al met je besproken hoe de huishoudaccu werkt en op welke manieren je deze kunt ontladen. Het is natuurlijk niet mogelijk om oneindig veel stroom in de huishoudaccu op te slaan, dus het is noodzakelijk dat deze op een gegeven moment weer wordt bijgevuld. Er zijn meerdere manieren om dit te doen:

- ▲ Via de walstroom met een acculader
- ▲ Via de zonnepanelen
- ▲ Via de dynamo van je bus

Deze verscheidene manieren van het opladen van je huishoudaccu gaan we in dit hoofdstuk behandelen. Hiervoor beginnen we met de walstroom.



8.1 OPLADEN VIA DE WALSTROOM MET EEN ACCULADER

Het begrip ben je al eerder tegengekomen: walstroom. We hebben hierbij al een korte uitleg gegeven over wat het is: externe stroom voor je camper. Hier gaan we echter wat meer aandacht geven aan walstroom en hoe je deze kan gebruiken om de huishoudaccu van je camper op te laden.

Laten we eerst beginnen met een leuk feitje achter de term ‘walstroom’. Wist je dat deze naam afkomstig is uit de scheepvaart? Ja, dat is toch wel even wat anders dan elektriciteit in je camper, of niet? Toch is de naam niet gek: wist je dat het begrip ‘walstroom’ uit de scheepvaart komt? Wanneer een schip namelijk aan wal komt, is dat het moment om gebruik te maken van een stroomaansluiting aan wal!!

Ditzelfde principe kun je eigenlijk ook toepassen op je camper: zodra je camper “aan-meert” op de camping, bij je thuis, of op een andere plek waar een stroomvoorziening is, kan je de huishoudaccu opladen met de netstroom die daar aangeboden wordt. Oftewel, met behulp van de walstroom-aansluiting van je camper is het mogelijk om je huishoudaccu op te laden via het stopcontact op de netstroom.

8.1.1 WALSTROOMAANSLUITING

We hebben dus een walstroomaansluiting nodig op je camper om dit voor elkaar te kunnen krijgen. Deze aansluiting zit aan de buitenkant van de camper, en er zijn verschillende soorten aansluitingen waar je voor zou kunnen kiezen.

Een voorbeeld hiervan is een CEE-invoerdoos. Het zou kunnen dat je deze wel eens hebt gezien: het is een grote blauwe stekker met drie pinnen. De CEE-invoerdoos is de meest gebruikte walstroomaansluiting die we kennen. Deze wordt dan ook in de meeste gevallen aangeraden.

Natuurlijk zijn er ook nog andere varianten, namelijk DEFA- en Powercon-stekker. Deze zijn net als de CEE geschikt voor buitengebruik, maar hebben enkele voordelen over de CEE-invoerdoos. De DEFA- en Powercon-stekkers zijn namelijk beide een stuk compacter en kunnen minder opvallend gemonteerd worden – bijvoorbeeld in de bumper. Het nadeel van deze aansluitingen is dat hun stevigheid wel wat minder is dan een CEE. Echter, als je zelden aan de stroom staat, kunnen deze stekkers ook gewoon een prima optie zijn.



8.1.2 OPLADEN VAN JE HUISHOUDACCU

Er zijn dus verschillende soorten aansluitingen, maar hoe laad je je huishoudaccu nu precies op via de walstroom? Dat doe je met een **acculader!** Acculaders worden gebruikt om de huishoudaccu van je camper op te laden met stroom van buitenaf, zoals een stopcontact (230 Volt) of een generator. De acculader zet deze 230 Volt om naar de juiste spanning die nodig is om de 12 Volt (of soms 24 Volt) huishoudaccu op te laden.

Er zijn verschillende acculaders verkrijgbaar met verschillende laadsnelheden. Acculaders die meer stroom kunnen leveren, laden ook sneller. Het is echter belangrijk om een laadsnelheid te kiezen die past bij de grootte en het type accu. Voor de meeste loodzuuraccu's raden fabrikanten een maximale laadstroom aan van 20% van de accucapaciteit (uitgedrukt in ampère-uur, Ah).

Een huishoudaccu van 100 Ah op basis van loodzuur moet dus worden opgeladen met een acculader van 20 ampère. Als je een acculader met een hogere stroomsterkte kiest, kan dit de levensduur van de huishoudaccu verkorten.

Lithium-accu's kunnen daarentegen hogere laadstromen aan. Je kunt de aanbevolen laadstromen vinden in de gebruiksaanwijzing van de accu. Mocht je hier toch niet helemaal uitkomen, dan is het zaak om de aanbieder te raadplegen voor meer informatie.

8.2 VERSCHILLENDE ACCULADERS

Een acculader is dus een apparaat waarmee je de huishoudaccu kunt opladen. Deze zijn verkrijgbaar in verschillende varianten. Dat zijn de volgende:

- ▲ De traditionele acculader
- ▲ De omvormer met acculader-combinatie
- ▲ De omvormer met acculader en zonnepaneel-aansluiting.

Laten we de verschillende soorten eens met je doornemen:

8.2.1 DE TRADITIONELE ACCULADER

We beginnen met de traditionele acculader. Met deze acculader zijn er verschillende mogelijkheden. Zo kun je de acculader permanent installeren in de camper, zodat je accu zal opladen wanneer je met de walstroom bent verbonden. Je kunt er ook voor kiezen om de lader los mee te nemen en alleen te gebruiken in gevallen van nood.

In geval van nood kun je dan de accuklemmen aansluiten op de accupolen van je huishoudaccu en zal deze beginnen met laden. Eentje die wij hiervoor zouden kunnen aanraden is de 'Victron Blue Smart IP65 12/15(1)'. Als je er voor kiest om geen CEE-aansluiting te monteren, maar toch in geval van nood je accu aan de netstroom wil kunnen laden, dan kan een traditionele acculader een prima optie zijn.

Wat is het stroomschema van de traditionele acculader?

Met een speciale kabel (CEE-verlengkabel) verbind je de camper met het stroomnet. Deze kabel sluit je aan op het stroomnet thuis of op de camping en verbind je met de CEE-aansluiting van je camper.

Vanaf de CEE-aansluiting loopt er een draad via een aardlekautomaat (de zekering) naar een stopcontact. In het stopcontact plaatst je de acculader. Vanaf dit punt gaan de rode (positieve) en zwarte (negatieve) kabels naar de verdeelstrippen. Deze staan weer in verbinding met de huishoudaccu.

Vanaf de CEE-aansluiting loopt er een draad via een aardlekautomaat (de zekering) naar een stopcontact. In het stopcontact plaatst je de acculader. Vanaf dit punt gaan de rode (positieve) en zwarte (negatieve) kabels naar de verdeelstrippen. Deze staan weer in verbinding met de huishoudaccu.



Afbeelding: Vanaf de CEE-aansluiting loopt een draad via de zekering naar een stopcontact. Hierin plaats je ook de acculader en hiervandaan lopen de positieve kabels (rood) en negatieve kabels (zwart) naar de verdeelstrippen, die verbonden zijn met de huishoudaccu.

8.2.2 OMVORMER MET ACCULADER-COMBINATIE

De volgende variant van een acculader is de omvormer met acculader-combinatie. Zoals je misschien nog wel kan herinneren, hebben we al een omvormer met acculader-combinatie behandeld in het hoofdstuk over omvormers; namelijk de 'Victron MultiPlus'. Om je geheugen even op te frissen: omvormers met een acculader-combinatie zoals de 'Victron Multiplus' zijn erg handige apparaten die zowel een acculader als een omvormer zijn.

Hoe werken deze dan precies? Als je het apparaat aansluit op een externe stroombron, zoals walstroom, begint het met het opladen van de huishoudaccu. Tegelijkertijd zorgen de MultiPlus en andere omvormers met acculader-combinatie ervoor dat, wanneer er verbinding is met een externe stroombron, de stroom niet uit de huishoudaccu wordt gehaald, maar juist direct van de externe stroombron komt (omschakelautomaat). Als de externe stroombron wordt losgekoppeld, schakelt het apparaat moeiteloos over naar de stroomvoorziening van de huishoudaccu.

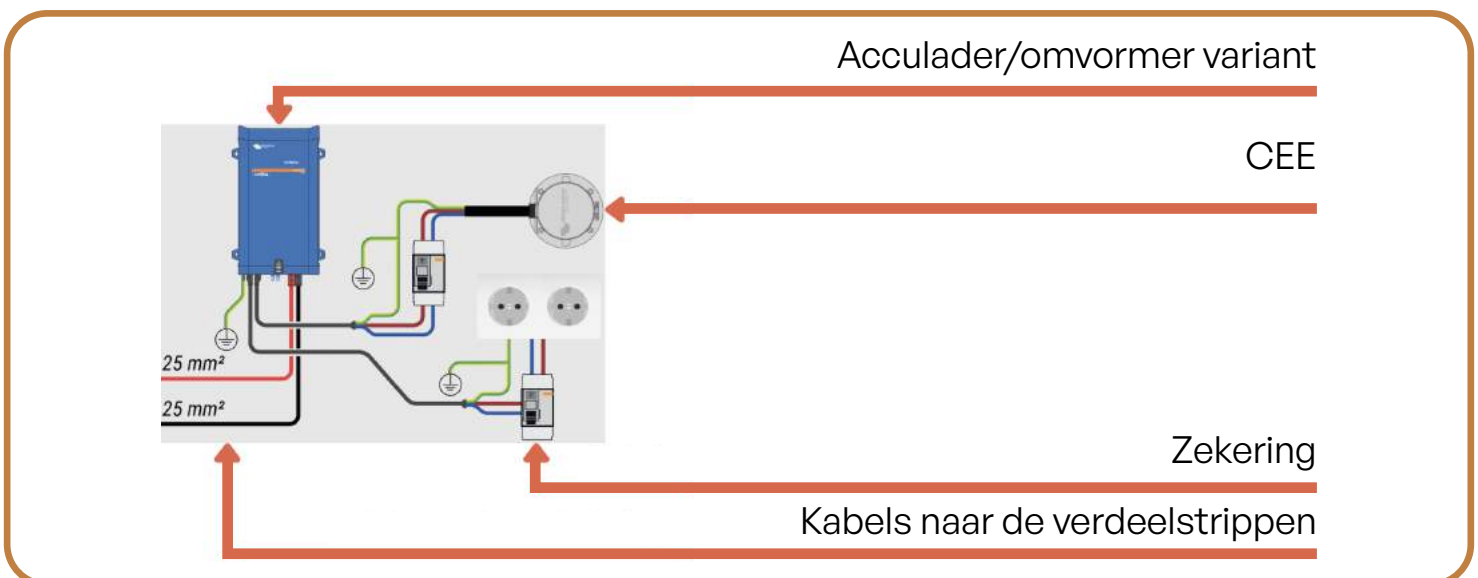
Door voor een multifunctioneel apparaat als de Victron Multiplus te kiezen, bespaar je ruimte, geld en tijd. De Victron MultiPlus is verkrijgbaar in verschillende uitvoeringen, met acculaders in diverse sterktes, zoals 20A, 35A, 50A, 70A en 80A. Je kunt zelf de sterkte kiezen waarmee de accu wordt opgeladen.

Wat is het stroomschema van een omvormer met acculader-combinatie zoals de Victron MultiPlus?

Met een speciale kabel (CEE-verlengkabel) verbind je de camper met het stroomnet. Deze kabel sluit je aan op het stroomnet thuis of op de camping en verbind je met de CEE-aansluiting van je camper.

Vanaf de CEE-aansluiting loopt er een draad via een aardlekautomaat (zekering) naar de 'AC-in' van de MultiPlus. Vanaf daar loopt er nog een kabel 'AC-out' naar de stopcontacten aan de binnenkant van je bus. Ook dit loopt weer via een zekering.

De rode (positieve) en zwarte (negatieve) kabels worden verbonden met verdeelstrippen, die in verbinding staan met de huishoudaccu.



Afbeelding: Vanaf de CEE-aansluiting loopt een draad via de zekering naar AC-in. Hiervandaan loopt een AC-out-kabel via een zekering naar de stopcontacten binnen in de camper. De huishoudaccu staan in verbinding met positieve kabels (rood) en negatieve kabels (zwart) die naar de verdeelstrippen lopen.

8.2.3 OMVORMER MET ACCULADER EN ZONNEPANEEL-AANSLUITING

In ons hoofdstuk over energieverbruikers hebben we je ook al kennis laten maken met een omvormer met acculader en zonnepaneel-aansluiting, namelijk de 'Ective SSI'. Dit was de omvormer die wij zelf gebruikt hebben voor het bouwen van onze eerste camper.

De omvormer met acculader en zonnepaneel-aansluiting, zoals de handige Ective SSI, is een apparaat dat is voorzien van een acculader, omvormer én laadregelaar voor je zonnepanelen. Als je het apparaat aansluit op een externe stroombron, zoals walstroom, begint het met het opladen van de huishoudaccu.

Tegelijkertijd zorgen de Ective SSI en soortgelijke omvormers ervoor dat, wanneer er verbinding is met een externe stroombron, de stroom niet uit de huishoudaccu wordt gehaald, maar direct van de externe stroombron komt. Als de externe stroombron wordt losgekoppeld, schakelt het apparaat moeiteloos over naar de stroomvoorziening van de accu.

Dit apparaat lijkt qua basisfuncties veel op de Victron MultiPlus, maar er zijn enkele verschillen:

- ▲ Ective heeft één type acculader, namelijk 20A
- ▲ Ective heeft een aansluiting voor zonnepanelen (20A MPPT lader)

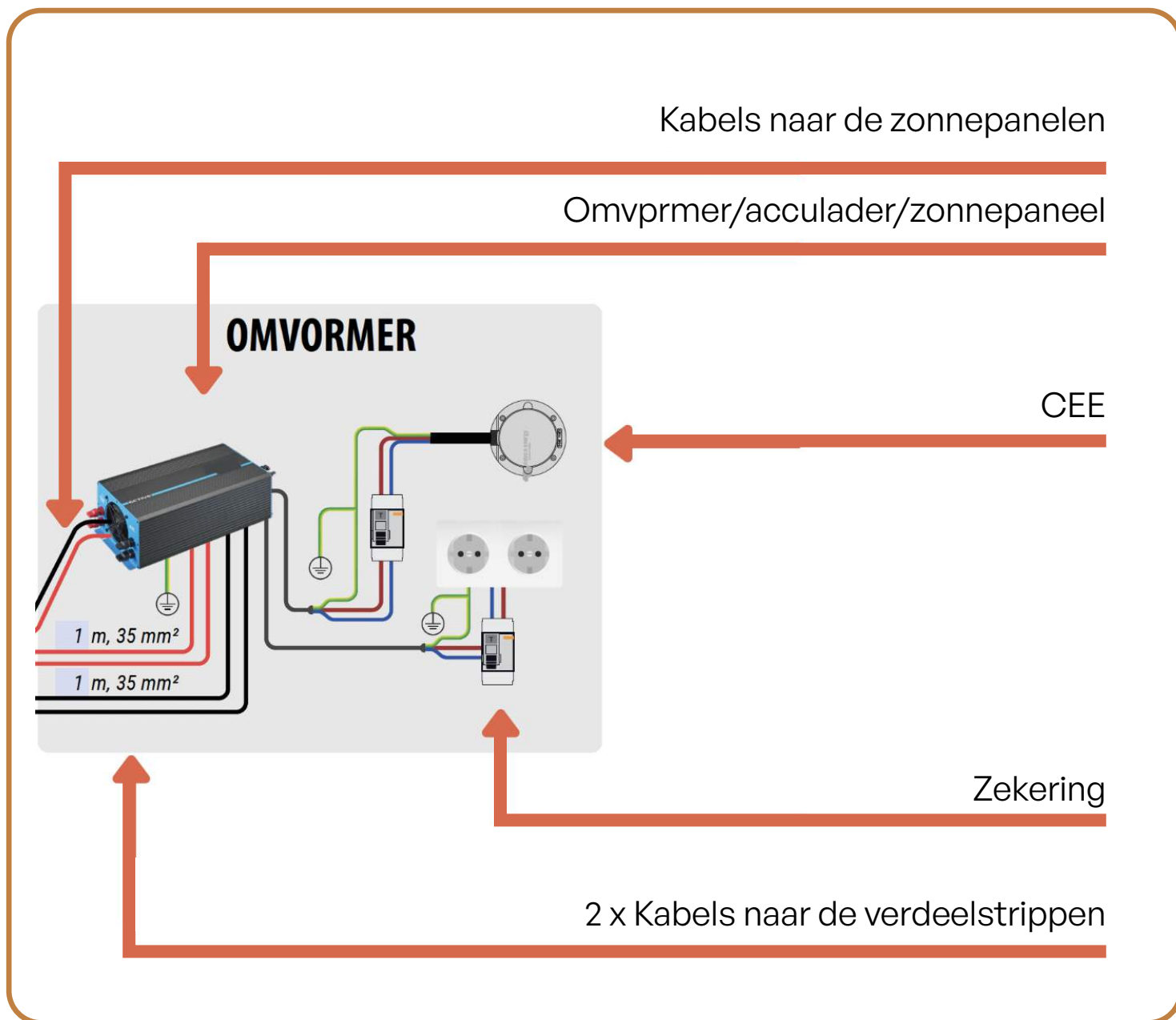
Als je kiest voor een Ective SSI, bespaar je ongeveer € 400 in vergelijking met een Victron MultiPlus. Dit scheelt in kosten, maar in ruil hiervoor heb je wel maar één soort acculader.

Wat is het stroomschema van een omvormer met acculader en zonnepaneel-aansluiting zoals de SSI acculader?

Met een speciale kabel (CEE-verlengkabel) verbind je de camper met het stroomnet. Deze kabel sluit je aan op het stroomnet thuis of op de camping en verbind je met de CEE-aansluiting van je camper.

Vanaf de CEE-aansluiting loopt er een draad via een aardlekautomaat (zekering) naar de 'AC-in' van de Ective SSI. Vanaf daar loopt er nog een kabel 'AC-out' naar de stopcontacten aan de binnenkant van je bus, ook weer via een zekering.

De twee rode (positieve) en twee zwarte (negatieve) kabels worden verbonden met verdeelstrippen, die in verbinding staan met de huishoudaccu. Ook kun je hier rechtstreeks de kabels van je zonnepanelen op aansluiten.



Afbeelding: Vanaf de CEE-aansluiting loopt een draad via de zekering naar AC-in. Hiervandaan loopt een AC-out-kabel via een zekering naar de stopcontacten binnen in de camper. De huishoudaccu staat in verbinding met twee positieve draden (rood) en twee negatieve draden (zwart) die naar de verdeelstrippen lopen.

8.2.4 Opladen via walstroom: een korte samenvatting

Walstroom is een externe stroomvoorziening voor je camper. Je kunt je camper erop aansluiten als je een walstroomaansluiting hebt. Dit kan een OEE-aansluiting zijn, maar als je niet vaak je camper aan walstroom zal aansluiten, zijn de DEFA- en Powercon-stekkers ook prima alternatieven.

Wanneer je een loodzuuraccu hebt, mag deze niet met meer dan 20% van de totale capaciteit op worden geladen. Lithium-accu's kunnen hogere laadstromen aan; deze kun je vinden in de gebruiksaanwijzing van de accu.

Het handigst is om te kiezen voor een acculader die ook een omvormer-functie heeft. Twee omvormers die wij zelf aan kunnen raden zijn de 'Ective SSI' (een omvormer met acculader-functie), of de 'Victron MultiPlus' (een omvormer met acculader en zonnepaneel-aansluiting).

8.3 OPLADEN VIA DE ZONNEPANELEN

Hoe lekker is het als jouw accu oplaadt als het zonnetje schijnt? Een zonnepaneel vind je dan ook op bijna iedere camper terug. En terecht! Daarbij: wist je dat jouw zonnepaneel ook stroom kan leveren als het bewolkt is?

Zodra er zonlicht op een zonnepaneel valt, begint het zonnepaneel elektriciteit op te wekken. De opgewekte spanning ligt gemiddeld tussen de 16 en enkele honderden volt, afhankelijk van de grootte van je zonne-installatie. Deze spanning wordt vervolgens naar een speciaal apparaat gestuurd, dat we de MPPT laadregelaar noemen. De **MPPT laadregelaar** zorgt ervoor dat de accu met de juiste spanning wordt opgeladen; je kunt zonnepanelen namelijk niet rechtstreeks op je accu aansluiten!



8.3.1 VERSCHILLENDE ZONNEPANELEN

Er zijn ontzettend veel zonnepanelen op de markt, maar we kunnen ze onderverdelen in drie hoofdcategorieën:

- ▲ Starre (glas-) zonnepanelen
- ▲ Flexibele zonnepanelen
- ▲ Opvouwbare zonnepanelen

Laten we eens gaan kijken naar de verschillen tussen deze soorten. We beginnen met de starre panelen.

8.3.1.1 STARRE (GLAS-) ZONNEPANELEN

De starre (glas-) zonnepanelen zijn veruit de meest gebruikte variant zonnepanelen. Dit zijn ook de zonnepanelen die je op woonhuizen ziet liggen. Eén van de redenen dat ze zo populair zijn, is dat ze het hoogste rendement behalen in vergelijking met andere zonnepanelen.

8.3.1.2 FLEXIBELE ZONNEPANELEN

De flexibele zonnepanelen zijn oorspronkelijk ontwikkeld voor de scheepvaartindustrie, maar worden ook wel eens op campers gebruikt. Goede flexibele panelen zijn prijzig. Goedkopere flexibele zonnepanelen zijn vaak van matige kwaliteit en hebben meestal een relatief korte levensduur.

Dit komt onder andere doordat de panelen kunnen krimpen en uitzetten. Dit leidt er uiteindelijk toe dat de panelen intern zullen 'breken'. Daarnaast hebben goedkope panelen vaak een toplaag die gevoelig is voor UV-straling, waardoor deze mettertijd dof wordt. Hierdoor loopt de opbrengst na enkele jaren al drastisch terug.

De betere flexibele zonnepanelen hebben deze twee problemen niet. Deze flexibele zonnepanelen hebben namelijk een aluminium ondergrond (plaat) en een stevigere toplaag (EFTE). Het nadeel is dat ze duurder zijn dan andere panelen.

8.3.1.3 OPVOUWBARE ZONNEPANELEN

Opvouwbare zonnepanelen zijn een uitstekend alternatief als je bijvoorbeeld geen ruimte meer hebt op het dak van je camper, of als je liever in de schaduw wilt staan. Deze panelen liggen niet permanent op je dak, en je kunt ze opvouwen en opbergen. Het voordeel is dat je ze waar en wanneer je maar wil in de zon neer kunt zetten.

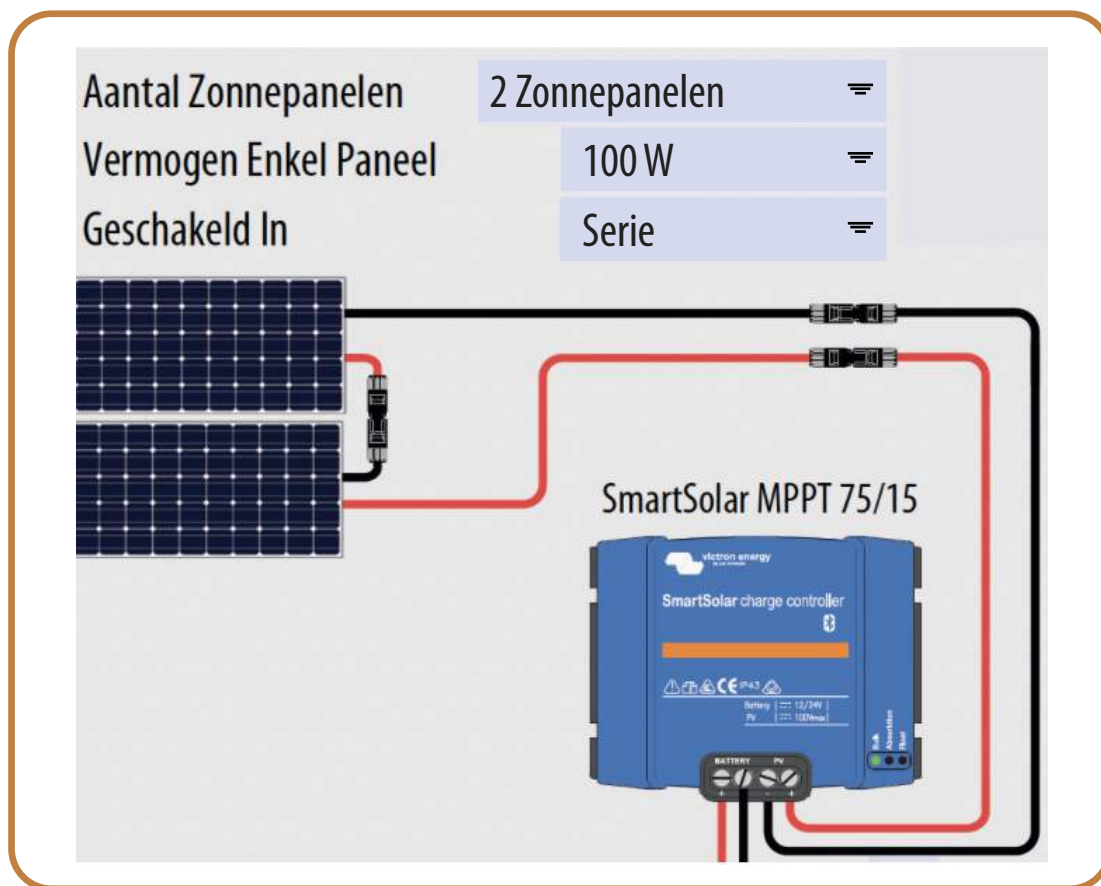
Waar je echter wel rekening mee moet houden, is dat er geen stroom wordt opgewekt wanneer je je paneel niet gebruikt. Rijd je bijvoorbeeld zonder je opvouwbare zonnepanelen op je dak, dan wek je tijdens de rit dus geen stroom op met het zonnepaneel.

8.3.2 MEERDERE ZONNEPANELEN MET ELKAAR VERBINDEN

Misschien heb je genoeg aan één zonnepaneel of heb je voldoende ruimte voor één groot zonnepaneel. Het kan ook zo zijn dat je meerdere panelen wilt installeren. De zonnepanelen dien je dan met elkaar te verbinden, en dit kan – net als bij de huishoudaccu – op twee verschillende manieren: **geschakeld in serie** of **parallel**.

8.3.2.1 ZONNEPANELEN GESCHAKELD IN SERIE

We gebruiken een eerder genoemd voorbeeld om een beeld voor je te schetsen van hoe zonnepanelen geschakeld in serie nu eigenlijk werken. Stel, je hebt een reeks kerstverlichting waarbij elk lampje achter elkaar is aangesloten op één draad. Als één lampje kapot gaat, gaan alle andere lampjes ook uit. Dit komt doordat de elektriciteit in een serieschakeling door elk onderdeel in de keten moet stromen om het circuit te voltooien.

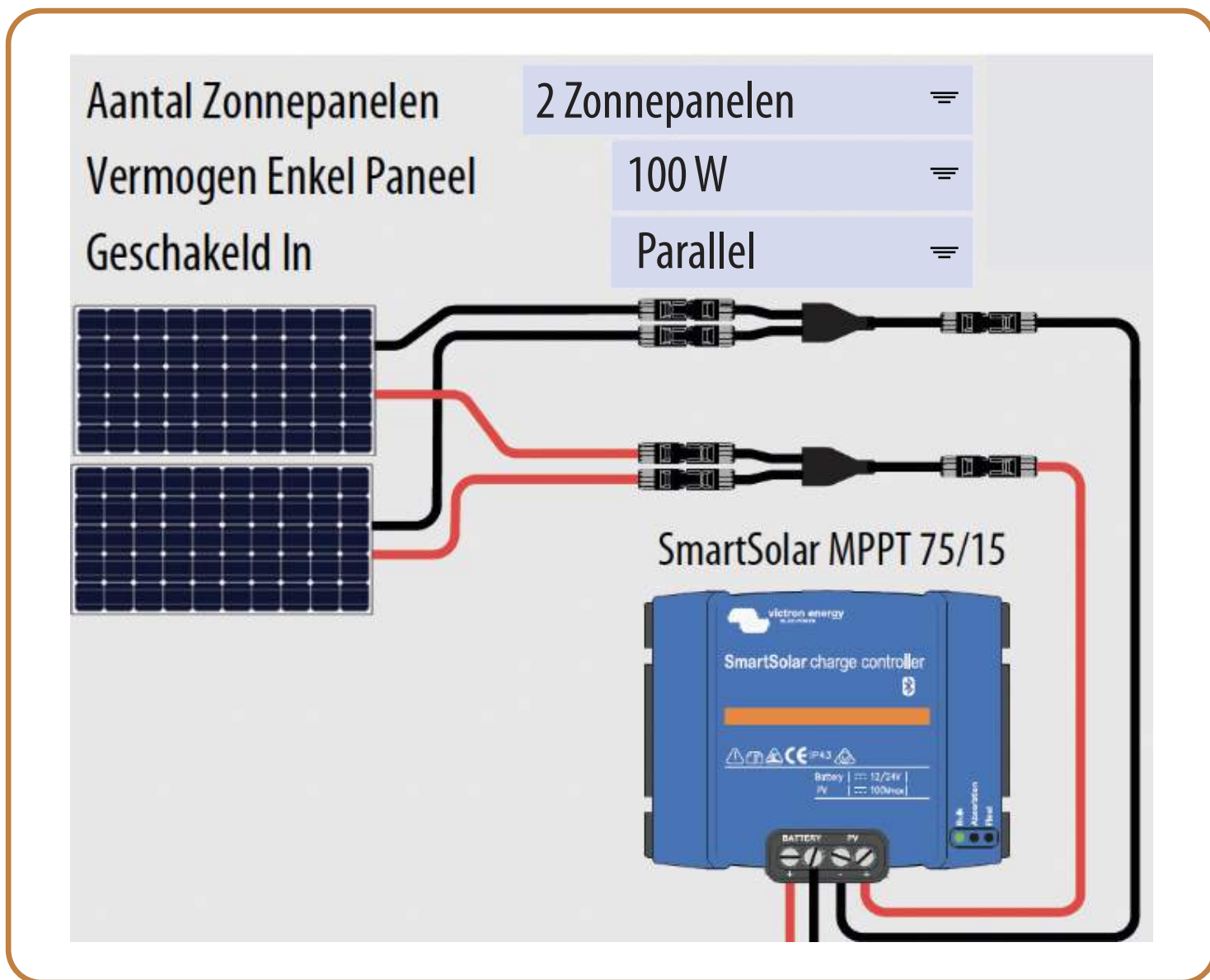


Afbeelding: Bij een schakeling in serie worden de zonnepanelen geïnstalleerd als één grote lus. Dit houdt in dat de gehele installatie minder goed tot niet werkt als er een van de zonnepanelen geen zonlicht ontvangt.

De zonnepanelen installeer je dus als één grote lus. Dit is eenvoudig te installeren. Het heeft echter ook een nadeel: ligt één zonnepaneel in de schaduw, of werkt hij om een andere reden niet goed, dan beïnvloedt dit de hele installatie.

8.3.2.2 ZONNEPANELEN GESCHAKELD IN PARALLEL

Om te snappen hoe zonnepanelen geschakeld in parallel werken, gebruiken we een ander voorbeeld. Denk nu eens aan een situatie waarin je meerdere oplaadapparaten (zoals smartphones) tegelijkertijd wilt opladen. Je kunt een stekkerdoos gebruiken om elk apparaat afzonderlijk op het stopcontact aan te sluiten, waardoor ze allemaal tegelijkertijd stroom krijgen. Dit is een voorbeeld van een parallelle schakeling, waarbij elk onderdeel zijn eigen aparte elektrische pad heeft.



Afbeelding: Bij een parallelschakeling worden de zonnepanelen los van elkaar geïnstalleerd, waardoor de gehele installatie minder wordt beïnvloed als één van de zonnepanelen geen zonlicht ontvangt.

Op deze manier heeft iedere zonnepaneel zijn eigen verbinding, en is de zonnepaneel-installatie minder gevoelig als één paneel in de schaduw ligt. Je hebt hiervoor wel aparte connectoren nodig en als je meerdere grote panelen met elkaar verbindt, heb je een dikkere kabel nodig. Het Camper Elektra Schema houdt hier rekening mee.

8.3.2.3 INSTALLATIE VOORKEUR

Zonnepanelen die verbonden zijn in serie zullen met een laagstaande zon meer stroom opwekken. Dit komt doordat de spanning (Volt) van deze zonnepanelen installatie hoger ligt. De MPPT laadregelaar kan meer zonlicht omzetten in stroom met een hogere spanning. Heb je weinig schaduwvorming op je dak, dan heeft een serieschakeling dus de voorkeur.

Heb je toch last van schaduwvorming, dan kun je twee dingen doen: de zonnepanelen parallel schakelen of een aparte laadregelaar per zonnepaneel. Kies je voor een parallelschakeling, houdt dan hier rekening mee: op dagen met bewolking, of later in het jaar waar de zon laag staat, bestaat de kans dat je weinig rendement zal behalen. Dit komt doordat de spanning van je zonnepanelen te laag is en je MPPT lader niet kan starten. *Dit leggen we zo wat uitgebreider uit!

Door elk zonnepaneel een aparte laadregelaar te geven, behaal je een hoger rendement. Kies je voor een meerdere MPPT laders van Victron, dan kun je deze met elkaar verbinden zodat deze samenwerken!

8.3.3 LAADREGELAAR VOOR HET ZONNEPANEEL

Als je een keuze hebt kunnen maken tussen de verschillende zonnepanelen en manier van verbinden, kunnen we door naar de volgende stap: het opladen van de huishoudaccu met zonnepanelen. We kunnen zonnepanelen namelijk niet rechtstreeks aansluiten op de huishoudaccu; hiervoor hebben we een **laadregelaar** nodig.

Deze term hebben we al eerder genoemd, maar nu wordt het tijd om deze toe te lichten. Om te beginnen is het belangrijk om te weten dat we twee soorten laadregelaars kennen: de **MPPT** en de **PWM**.

8.3.3.1 MPPT LAADREGELAAR

MPPT staat voor Maximum Power Point Tracking. Deze techniek zorgt ervoor dat de regelaar de maximale hoeveelheid energie uit je zonnepaneel haalt. Met een MPPT-regelaar haal je dus het maximale rendement uit je zonnepanelen.

8.3.3.2 PWM LAADREGELAAR

PWM staat voor Pulse Width Modulation en is een minder geavanceerde techniek. PWM-laders worden tegenwoordig nog zelden gebruikt.

8.3.3.3 HOE WERKT DE LAADREGELAAR?

Zoals eerder beloofd, willen we je nu meer inzicht geven in laadregelaars en waarom parallel schakelen van zonnepanelen niet de beste optie is. In latere hoofdstukken zullen we je laten zien hoe je de omvang van je zonnepanelen-installatie kunt berekenen. Maar eerst, laten we in detail uitleggen hoe de MPPT laadregelaar werkt.

Op een MPPT laadregelaar staan altijd twee getallen, bijvoorbeeld 100|20. Het eerste getal, in dit geval 100, staat voor de maximale ingangsspanning in Volt. Het tweede getal, 20, vertegenwoordigt de maximale stroomsterkte in Ampère. We zullen deze beide getallen in het volgende voorbeeld toelichten.



Victron SmartSolar MPPT laadregelaar



Meer informatie op:



Stel dat je een totaal vermogen van 300 Watt nodig hebt. Laten we zeggen dat je twee 150W-panels wilt gebruiken. Nu moet je beslissen of je deze zonnepanelen in serie of parallel gaat schakelen. Over het algemeen is een serieschakeling de betere keuze.

Voordat je een laadregelaar aanschaft, moet je echter eerst weten welke zonnepanelen je wilt kopen en hoe je ze gaat verbinden. De zonnepanelen die je kiest, hebben een datasheet waarop belangrijke waarden vermeld staan. Let met name op de open spanning, aangeduid als 'Voc.' De waarde die je hier vindt, is cruciaal bij het bepalen van de geschikte laadregelaar.

Een MPPT laadregelaar begint met het opladen van de accu zodra de spanning van de zonnepanelen 5V hoger is dan de spanning van je huishoudaccu. Bijvoorbeeld, om een accu met een spanning van 12,5V op te laden met een zonnepaneel gekoppeld aan een MPPT laadregelaar moet de zonnepaneelspanning minimaal 17,5V bedragen.

We hebben als voorbeeld twee 150W-panels met een open spanning van 22,8V. Als ze in serie zijn geschakeld, heeft de installatie een totale spanning van 45,6V. Bij parallelle schakeling is de totale spanning slechts 22,8V. Panelen in serie hebben voldoende spanning om de MPPT te activeren, zelfs bij bewolking of lage zonnestand. Maar panelen in parallel kunnen in dezelfde situatie problemen ondervinden.

Daarnaast is het de moeite waard om te vermelden dat als je panelen hebt die individueel genoeg spanning leveren voor individuele regelaars, je ook per paneel een (kleine) regelaar kunt toepassen. Dit heeft als voordeel dat je geen last hebt van de andere panelen op het dak die mogelijk minder energie opwekken vanwege gedeeltelijke schaduw.

Voor deze toepassing zijn de Victron SmartSolar laadregelaars ideaal, omdat je ze in hetzelfde Bluetooth-netwerk kunt "hangen", waardoor de regelaars als één lader samenwerken. Het is echter belangrijk op te merken dat deze aanpak niet geschikt is voor 'normale' 36-celspanelen (spanning tussen 18-22V), maar wel voor speciale panelen met een hogere spanning, zoals deze:



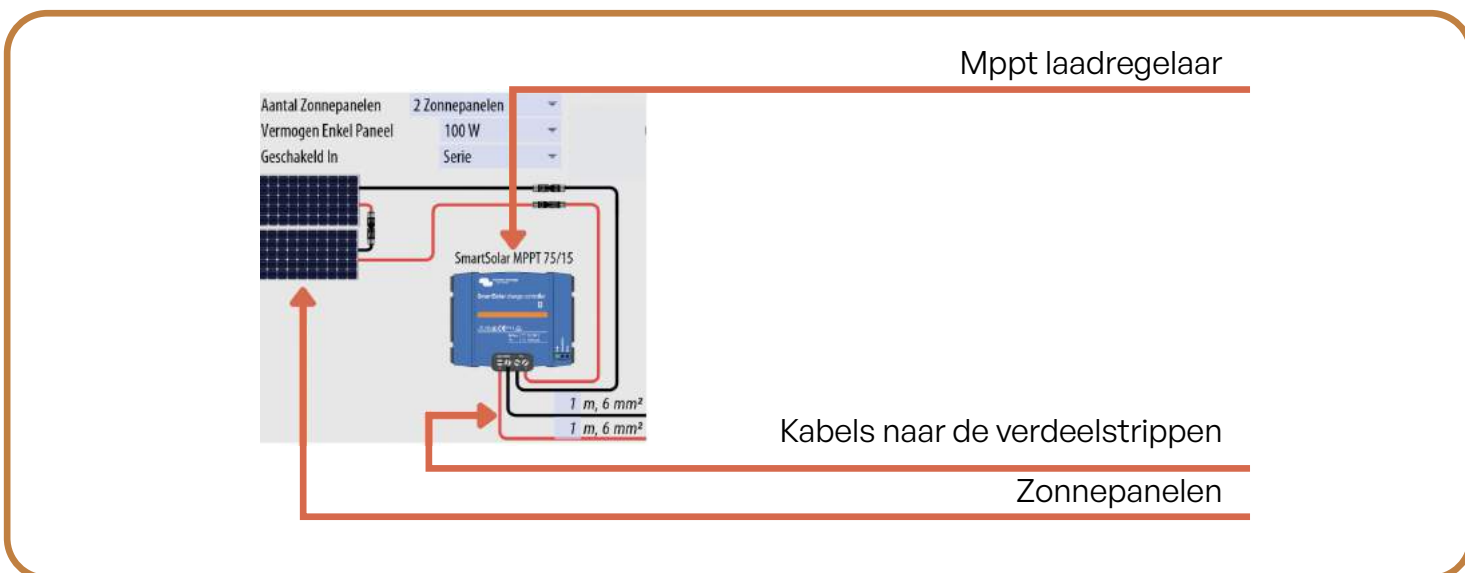
BPS Zonnepaneel 110W



Meer informatie op:



Te ingewikkeld allemaal? Victron heeft een gratis tool ontwikkeld voor het berekenen van de juiste MPPT laadregelaar. Ook het Camper Elektra Schema heeft een ingebouwde calculator die de juiste MPPT lader selecteert.



Afbeelding: De zonnepanelen verbind je met de MPPT laadregelaar. Hiervandaan lopen er twee kabels die in verbinding staan met de verdeelstrippen, zodat de huishoudaccu kan worden opgeladen.

8.3.4 Opladen met zonnepanelen: een korte samenvatting

Een zonnepaneel zet zonlicht om in stroom doordat de laadregelaar van het zonlicht bruikbare stroom maakt. Hiermee kan de huishoudaccu van de camper op worden geladen. Er zijn verschillende soorten zonnepanelen, maar starre zonnepanelen hebben de voorkeur en leveren het meeste rendement op. Dit geldt ook voor het soort laadregelaar: de MPPT-laadregelaar is aan te raden als het beste type. Tot slot kan je ook nog kiezen hoe je je zonnepanelen schakelt. Ook hierbij gaat de voorkeur uit naar een serieschakeling in plaats van een parallelschakeling.

8.4 HUISHOUDACCU LADEN TIJDENS HET RIJDEN

We hebben in dit hoofdstuk inmiddels twee verschillende manieren behandeld waarmee je je huishoudaccu kan opladen: via walstroom met een acculader en via zonnepanelen. Er is echter nog een manier om de huishoudaccu op te laden, namelijk: via de dynamo van je voertuig.

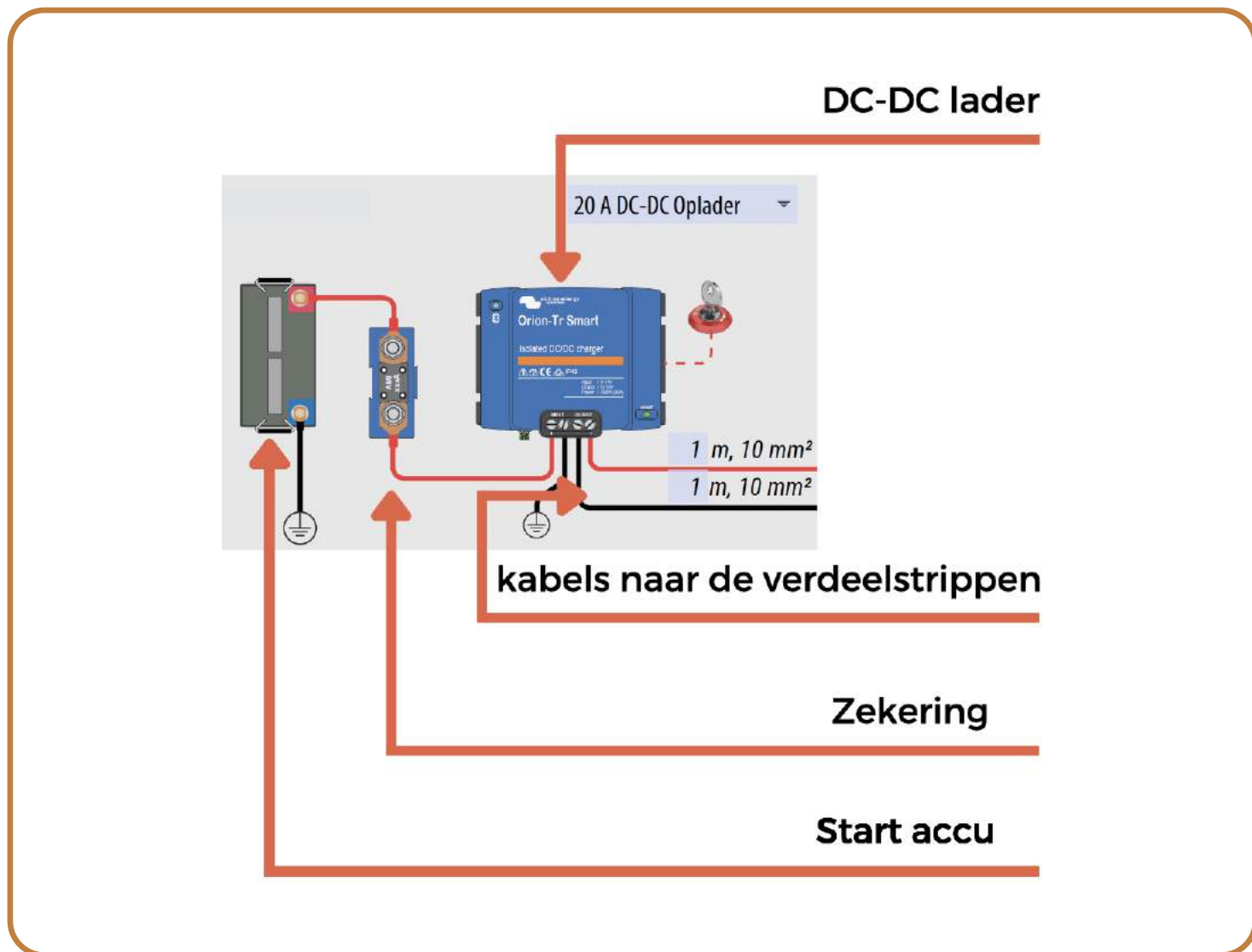
De huishoudaccu kan met twee apparaten worden opgeladen via de dynamo: met een **DC-DC** lader of met een **scheidingsrelais**. In beide gevallen gebruiken we de stroom die door de dynamo van je voertuig wordt geproduceerd, om de huishoudaccu te laden. Toch is niet elke manier geschikt voor elke situatie.

8.4.1 DC-DC LADER

Een DC-DC lader – door sommigen ook wel Buck Booster of Booster genoemd – zet de stroom die de dynamo opwekt om naar bruikbare stroom voor je huishoudaccu.

Wanneer je de motor van je voertuig start, krijgt de DC-DC lader een signaal dat hij kan beginnen met het opladen van de huishoudaccu. Wanneer je het voertuig weer uitzet, krijgt hij dit signaal ook en stopt hij met opladen. Bij DC-DC laders van sommige fabrikanten moet je de signaalkabel zelf aansluiten – dit noemt men de D+ aansluiting – maar bij bijvoorbeeld Victron hoeft dit niet. Bij DC-DC laders van andere fabrikanten (zoals Victron) schakelen de DC-DC laders vanzelf aan als er trillingen worden waargenomen.

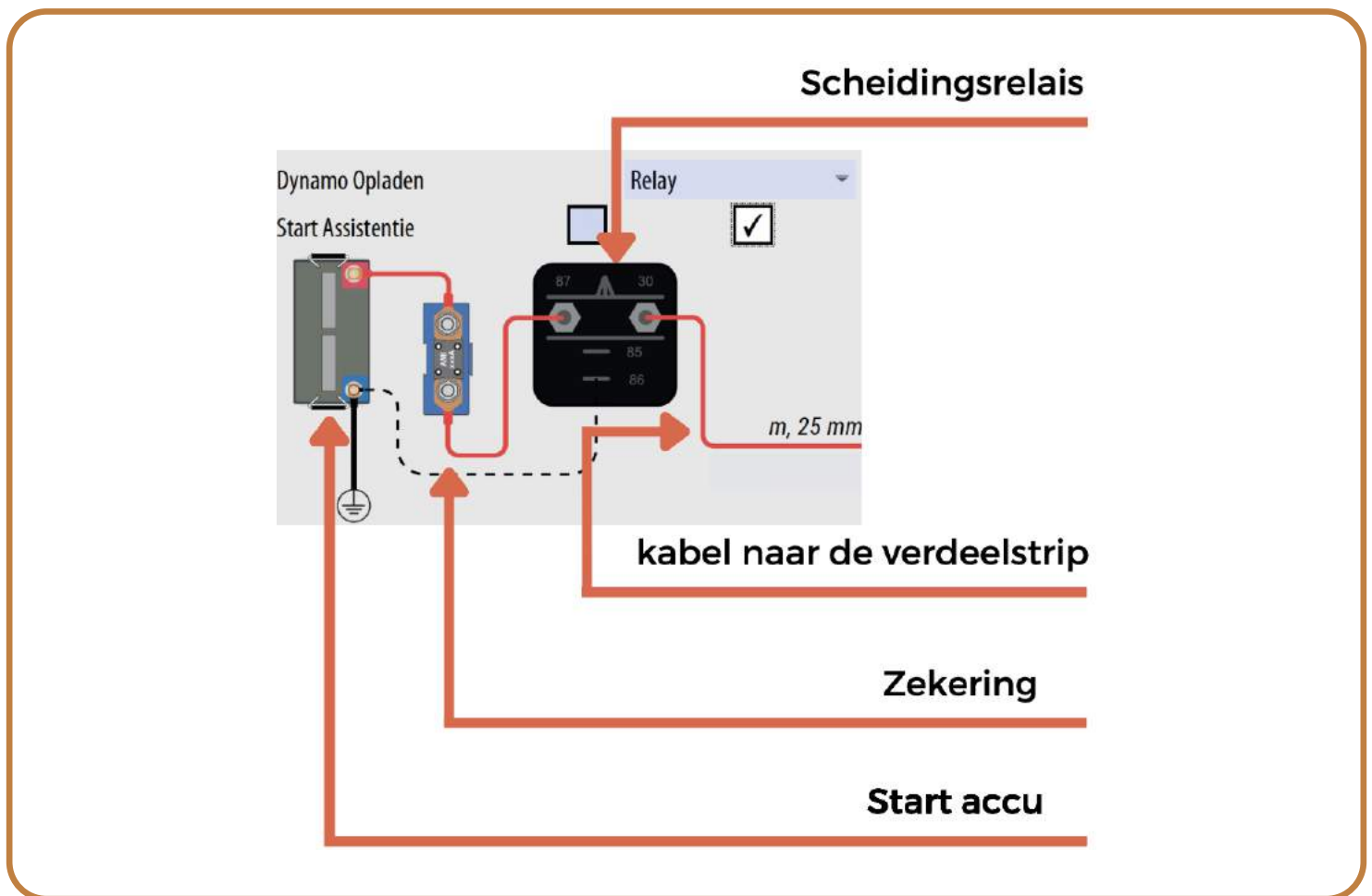
Deze apparaten zijn verkrijgbaar in verschillende groottes: 10A, 20A, 30A, 40A, etc, en werken in vrijwel alle voertuigen. Ook zijn deze laders **geschikt voor elk type huishoudaccu**, je kunt namelijk zelf de laadspanning invoeren.



Afbeelding: De startaccu wordt verbonden met de DC-DC. Wanneer het voertuig wordt gestart, krijgt de lader een signaal (afhankelijk van het type lader) en wordt de DC-DC lader ingeschakeld. Vanaf de DC-DC lader lopen twee positieve draden (rood) en twee negatieve draden (zwart) die naar de verdeelstrippen.

8.4.2 SCHEIDINGSRELAIS

In sommige gevallen kun je ook een scheidingsrelais gebruiken. Dit apparaat kun je zien als een schakelaar tussen de startaccu en je huishoudaccu. Het apparaat leest de spanning van de startaccu, en wanneer deze boven een bepaalde waarde komt, worden de twee accu's met elkaar verbonden zodat de huishoudaccu kan opladen. Hetzelfde gebeurt als de spanning zakt (dus zodra je stopt met rijden): wanneer de spanning onder een bepaalde waarde komt worden de twee accu's weer losgekoppeld.



Afbeelding: De startaccu wordt verbonden met het scheidingsrelais. Als het voertuig wordt gestart, zal de dynamo de startaccu beginnen te laden. De spanning in de startaccu stijgt langzaam naar een spanning van (ongeveer) 14.4 V. Wanneer de spanning van de startaccu rond de 13.5 V bedraagt, 'leest' het scheidingsrelais dit, en schakelt het relais open, zodat er stroom vloeit naar de verdeelstrippen, die in verbinding staan met de huishoudaccu.

Er zijn helaas twee gevallen waarin je geen gebruik kunt maken van een scheidingsrelais: als je voertuig is voorzien van een slimme dynamo, of als je een lithium accu gebruikt.

8.4.3 SLIMME DYNAMO

Het scheidingsrelais is niet geschikt voor elk voertuig en huishoudaccu-type, en dat is omdat nieuwere voertuigen voorzien zijn van een slimme dynamo. Met deze dynamo probeert de fabrikant de uitstoot zo laag mogelijk te houden. Dit gebeurt onder andere door de startaccu niet constant op te laden. Daarnaast wordt er ook **regeneratief** geladen. Dit betekent dat wanneer er wordt afgeremd, de stroom die dit opwekt, wordt gebruikt om de startaccu te laden.

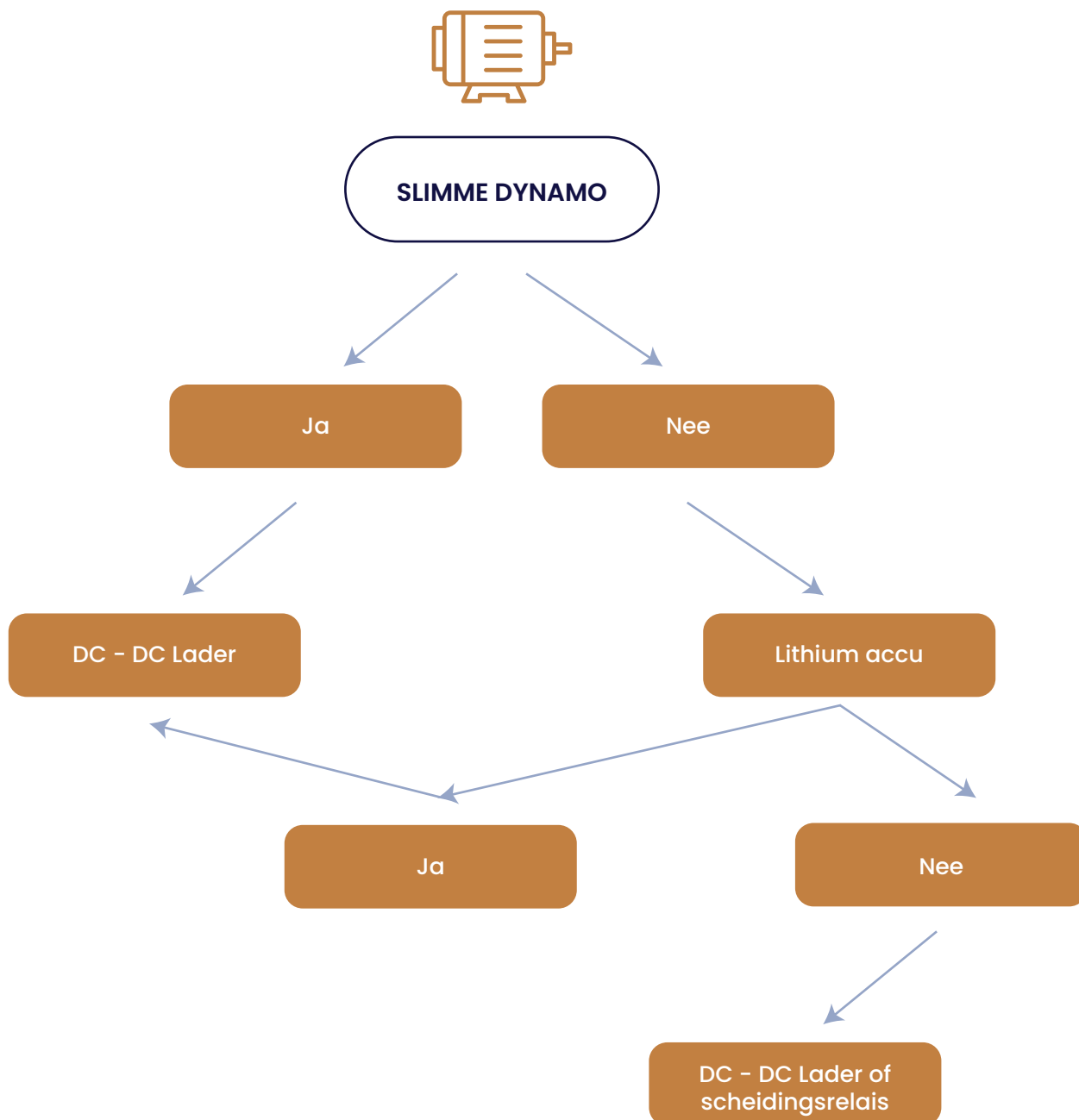
Doordat de startaccu niet constant wordt opgeladen, zakt de spanning van de startaccu. Het scheidingsrelais denkt vervolgens dat het voertuig niet meer rijdt en zal de verbinding met de huishoudaccu verbreken.

Maar hoe weet je nou eigenlijk of jouw voertuig een slimme dynamo heeft? Op je kentekenbewijs kun je aflezen welke Euro-norm jouw voertuig heeft; de meeste Euro 5/6 voertuigen zijn voorzien van een slimme dynamo. Twijfel je toch nog? Dan kan je natuurlijk ook altijd nog aan je lokale garage vragen.

8.4.4 LITHIUM-ACCU

Voor we dit onderwerp afsluiten, willen we het nog even hebben over lithium-accu's. Lithium-accu's kunnen namelijk niet worden opgeladen met een scheidingsrelais. Het scheidingsrelais is een oud ontwerp dat gebouwd is om loodzuuraccu's te laden. We gaan niet in detail over de precieze werking, maar doordat een lithium-accu een lage interne weerstand heeft, kan deze accu met een hoge stroomsterkte laden. Hier is het scheidingsrelais niet voor ontworpen, en je kunt daardoor ook de dynamo van je voertuig overbelasten.

Elk voertuig is geschikt voor een DC-DC lader, ongeacht welke euronorm of type dynamo jouw bus heeft. Een scheidingsrelais is alleen mogelijk in combinatie met een traditionele dynamo en een loodaccu (zie het diagram hieronder). Dit maakt de DC-DC lader de meest gebruikelijke lader.



Afbeelding: Om te bepalen of je voor een DC-DC lader gaat of een scheidingsrelais, zijn enkele factoren belangrijk om in acht te nemen. De belangrijkste hiervan vind je in bovenstaand diagram.

8.4.5 Opladen tijdens het rijden: een korte samenvatting

Er zijn twee apparaten om een huishoudaccu met een dynamo op te laden. Hiervan is opladen met een DC-DC lader geschikt voor de meeste voertuigen. De andere variant, een scheidingsrelais, is dit niet. Dit komt doordat deze ontworpen zijn voor loodzuuraccu's, wat minder snel aan te raden is dan een lithium-accu. Deze kan je dus niet opladen met een scheidingsrelais. Dit maakt dat de DC-DC lader altijd de voorkeur heeft.

9. DE ENERGIEBALANS OPSTELLEN

o.b.v. je droomreis

We zijn alweer flink wat stappen verder gekomen op onze reis op weg naar het bouwen van je droomcamper – en dus ook bij het plannen én maken van je droom-reis! Je bent dus goed bezig! Als het goed is, weet je nu hoe de basis van camper elektra in elkaar steekt, en snap je hoe de huishoudaccu, de omvormer, de acculader en zonnepanelen werken. Plus, je weet ook nog eens hoe je je camper oplaadt tijdens het rijden.

Om écht te kunnen beginnen met je droomreis, zijn er nog enkele belangrijke zaken die je goed dient te begrijpen. Daarbij hoort nog de belangrijkste van allemaal: het opstellen van de energiebalans. Waarom is dit nu zo essentieel voor het bouwen van je camper?

9.1 JE DOEL: HET MAKEN VAN JE DROOMREIS

Misschien ben jij al in het bezit van een bus die je wil ombouwen tot camper, heb je al wel eens een camperreis gemaakt of droom je ervan om met je eigen zelfgebouwde camper op pad te gaan. Met je eigen gebouwde camper ervaar je tijdens je vakantie de ultieme vrijheid, kun je op de mooiste plekjes gaan staan die je tegenkomt, en heb je alles wat je nodig hebt bij de hand!

Bij het bouwen van je eigen camper is het eigenlijk al stap één om te visualiseren dat jij ook daadwerkelijk met je camper op reis gaat. Waarom? Omdat dat je helpt om je camper met de beste apparaten, voorzieningen en attributen aan te kleden. Je weet dan wat je wil, wat je nodig hebt en hierdoor dus ook wat je er allemaal voor moet doen om dit voor elkaar te krijgen. Dus – laten we gelijk beginnen bij het vormen van dit ideale plaatje!



9.1.1 JE DROOMREIS

Goed, nadenken over je camper zou niet moeilijk moeten zijn; het is immers waarschijnlijk de reden dat je overweegt er zelf eentje te bouwen. Toch is het belangrijk om nog even alles goed na te gaan van wat jij nu zo belangrijk vindt voor je vakantievervoer.

Want als jij nadenkt over jouw camper droomreis, waar zou je dan naar toe gaan, waar ga je kamperen, en hoeveel tijd gaat het je kosten om op deze plek te komen? Daarnaast zijn er ook nog geheel andere factoren om over na te denken, zoals wannéér je van plan bent om te gaan. Ga je in de winter naar Scandinavië om het noorderlicht te zien, trek je in de hitte van de zomer naar Italië, of zwerf je voor onbepaalde tijd door Europa – net zoals wij dat hebben gedaan?

Andere vragen die je jezelf kunt stellen over deze lang begeerde reis zijn:

- ▶ Hoelang zou je op een bepaalde plek willen blijven (één dag, drie dagen, een hele week, of misschien zelfs een maand of langer)?
- ▶ Welke campings liggen er op je route?
- ▶ Of wil je dat je camper uitgerust is om vrij te staan in de natuur – ook wel “**off grid**” kamperen genoemd?

Bedenk waar, wanneer en hoelang je op reis gaat met je camper.

9.1.2 CAPACITEIT VOOR JE REIS

Nou, was dat niet heerlijk? Mooie, onvergetelijke reizen maken in je hoofd, of samen met elkaar praten over alles wat je nog zou willen zien tijdens je tocht – wij vinden weinig zo geweldig als hierover dromen.. Naast dat het heel erg leuk is om te doen, helpt dit je ook met het maken van bepaalde keuzes.

Waarom? Omdat je natuurlijk voldoende stroom mee wil nemen of op kunnen wekken tijdens deze reis! Oftewel, hoeveel capaciteit jouw droomcamper nodig zal hebben, hangt af van wat voor soort je droomreis je voor ogen hebt.

Probeer hiervoor te bedenken welke elektrische apparaten je allemaal nodig hebt om zorgeloos op jouw droomlocatie te staan, voor zo lang als dat je van plan bent. Denk hierbij onder andere aan een koelkast, verlichting en opladers, maar ook apparaten waar je misschien niet zo snel aan zou denken, zoals een waterpomp, dakventilator, elektrische fiets of misschien zelfs wel een airfryer.

Om een helder voorbeeld voor je te creëren, zullen we hieronder voor je noteren welke apparaten wij allemaal gebruiken:

- ▶ Koelkast
- ▶ Dakventilator
- ▶ Led verlichting
- ▶ Waterpomp
- ▶ Kachel (op diesel)
- ▶ Mobiele telefoon
- ▶ 2 x Laptop

Het is aan te raden om hier rustig over na te denken, en de tijd te nemen om zelf een lijst op te stellen aan de hand van je behoeftes en natuurlijke budget. Zodra je weet welke apparaten je precies wilt gebruiken in je camper, kunnen we overgaan naar de volgende stap: het geschatte verbruik berekenen. We zullen je helpen bij het maken van een schatting van hoeveel stroom jouw apparaten verbruiken gedurende 24 uur.

Bedenk welke elektrische apparaten je allemaal gaat gebruiken in je camper.

9.2 GESCHATTE STROOMVERBRUIK

Idealiter heb je er goed en lang genoeg over nagedacht welke elektrische apparaten je in je camper wilt gaan gebruiken. Om een zo nauwkeurig mogelijk beeld te krijgen, is het belangrijk om de juiste waarden van deze apparaten te kennen. Nu je een lijst hebt van de apparaten die je wil installeren is het van belang om na te gaan welk type apparaten dit moeten zijn. Oftewel, wat voor soort koelkast of lampjes wil je precies in je camper installeren?

9.2.1 VERSCHILLENDE GEGEVENS

Waarom is dit zo belangrijk? Een koelkast is toch een koelkast? Niet helemaal; er zijn verschillende soorten koelkasten – en andere apparaten – die elk andere functies hebben en daarmee dus ook verschillende hoeveelheden energie nodig hebben. En je wilt per slot van rekening weten wat het vermogen (in Watt) is van elk apparaat dat je gaat gebruiken.

Daarbij is het ook erg belangrijk om te bedenken hoe lang je deze apparaten per dag van plan bent te gaan gebruiken en is het ook essentieel om te bepalen welke 230V apparaten je (tegelijkertijd) wilt gebruiken.

Kort samengevat bevat onderstaande lijst alle gegevens die je dient te hebben om te kunnen berekenen hoeveel stroom je in totaal gebruikt:

- ▲ Bekijk het vermogen (Watt) van je apparaten
- ▲ Bepaal welke 230V apparaten je (tegelijkertijd) wilt gebruiken
- ▲ Bedenk hoeveel uur per dag je al deze apparaten gaat gebruiken

9.2.2 HOEVEEL STROOMVERBRUIK

Op het moment dat je over alle bovengenoemde gegevens beschikt, is het mogelijk om te berekenen hoeveel stroom je verbruikt in een dag (24 uur). Deze berekening kun je maken op een stuk papier, in Excel of met onze handige tool, de calculator (hiernaast bijgevoegd).

Als je geen gebruik wil maken van de calculator, is het natuurlijk ook nog gewoon mogelijk zelf een lijst maken met de apparaten die je gaat gebruiken, en aan de hand hiervan het vermogen te vermenigvuldigen met het dagelijkse gebruik. Om je hier een handje bij te helpen, hebben we hieronder een voorbeeld voor je opgesteld.

12 Volt				
	Apparaat ?	Vermogen (W) ?	Dagelijks Gebruik (uur) ?	Dagelijks Verbruik (Ah) ?
X	Koelkast	15	24	30
X	Ventilator	20	1	1,7
X	Led Spots	12	3	3
X	Led Strip	12	0,5	0,5
X	Waterpomp	54	0,2	0,9
X	Kachel	25	2	4,2
X	Telefoon	24	1	2
X	Telefoon	24	1	2
X	Camera	20	1	1,7
X				0
Nieuwe regel				
Totaal				45,9

Calculator

Afbeelding: Als je aan de hand van dit voorbeeld je dagelijks verbruik wil berekenen, is het handig om helemaal links het apparaat te noteren, daarnaast het vermogen in Watt, de kolom daar weer naast hoe lang je ze per dag van plan bent het apparaat te gebruiken, en helemaal rechts hoeveel ampère-uren dit zal kosten. Door de laatste kolom bij elkaar op te tellen, krijg je de complete hoeveelheid dagelijks verbruik.

Als je de calculator hebt ingevuld – of zelf je eigen lijstje hebt gemaakt om de berekening te kunnen doen – beschik je over de gegevens die we nodig hebben: de hoeveelheid stroom die je per dag zal gaan gebruiken. Op basis van deze gegevens kunnen we volgende stap zetten en een aantal nieuwe zaken gaan bepalen.

We hebben het hierbij over wat de grootte van de huishoudaccu zal moeten zijn, hoeveel zonnepanelen je nodig zal hebben indien je deze wil gebruiken, en hoe je accu op kan laden tijdens het rijden. Laten we daar dus gelijk maar even naar kijken.

*** Noot: Het maken van een exacte schatting is onmogelijk, er zijn namelijk erg veel factoren waarmee je rekening mee moet houden. Vaak ligt het geschatte verbruik hoger dan het daadwerkelijke verbruik.**

9.3 ACCU'S EN ZONNEPANELEN

In je droomreis heb je nagedacht over een aantal zaken, waaronder welke apparaten je nodig zal hebben, door wat voor klimaten je van plan bent heen te reizen, en hoeveel dagen je op een camping of off grid stil wil gaan staan. Aan de hand daarvan weet je nu hoeveel stroom je dagelijks zal gaan verbruiken.

Op basis van al deze zaken gaan we de volgende stap zetten: onderzoeken welke manieren je nodig zal hebben om jouw camper van de benodigde energie te kunnen voorzien. Eerst gaan we kijken naar de huishoudaccu – een essentieel onderdeel van je camper.

9.3.1 WAT MOET DE GROOTTE VAN DE HUISHOUDACCU ZIJN?

In de droomreis heb je nagedacht over een aantal zaken, waaronder hoeveel dagen je vrij/off grid wil kunnen kamperen. Aan de hand van de **accucapaciteit** (uitgedrukt in Ah) die je per dag zal verbruiken, kunnen we de benodigde capaciteit van de huishoudaccu bepalen.. Het lijkt ons handig om dit aan de hand van een voorbeeld uit te leggen:

Voor je camper heb je de volgende gegevens bepaald:

- ▲ Het dagelijks (24H) stroomverbruik (van al je apparaten) bedraagt 60 Ah.
- ▲ Het aantal dagen dat je zonder stroom wil staan is 3.

Je wilt 3 dagen zonder stroom staan met een dagelijks verbruik van 60 Ah. Dit betekent dat je een totale bruikbare accucapaciteit nodig hebt van 180 Ah. In het hoofdstuk over huishoudaccu's heb je geleerd dat je niet alle accucapaciteit kunt gebruiken. Ook weet je dat je maar 50% van de capaciteit van een loodaccu kan gebruiken (AGM/gel) en 90% van een lithium accu..

Aan de hand van deze kennis kan je de volgende zaken bepalen:

- ▲ De capaciteit van een loodzuuraccu moet zijn: 360 Ah
- ▲ De capaciteit van een lithium accu moet zijn: 200 Ah

In deze berekening gaan we ervan uit dat er **geen** stroom wordt opgewekt.

In de praktijk komt het niet vaak voor dat er geen stroom wordt opgewekt, helemaal als je zonnepanelen op het dak hebt liggen. Daarnaast moet je rekening houden met het seizoen en het land waarin je reist. Als je ook in de winter op reis gaat, is het bijvoorbeeld verstandig om je aan deze berekening te houden. Ga je voornamelijk in de zomer op pad en installeer je zonnepanelen, dan kun je er ook voor kiezen om een iets kleinere huishoudaccu te installeren.

9.3.2 HOEVEEL ZONNEPANELEN HEB JE NODIG?

In het hoofdstuk over zonnepanelen hebben we besproken welk type zonnepanelen er zijn, hoe je meerdere panelen met elkaar kunt verbinden, wat een laadregelaar is en hoe je de panelen kunt aansluiten. Als je weet hoeveel stroom je dagelijks verbruikt, kun je nu berekenen hoeveel zonnepanelen je nodig hebt.

Dagelijks verbruik je een bepaalde hoeveelheid stroom (voor bijvoorbeeld je verlichting, koelkast, telefoon, etc.). Om dit verbruik te kunnen compenseren, kan je ervoor kiezen om zonnepanelen te plaatsen. Hoeveel vermogen (Watt) aan zonnepanelen op jouw dak moet komen, hangt af van je verbruik, het seizoen waarin je gaat reizen en de stand van je zonnepanelen (en nog een aantal andere zaken, zoals de laadregelaar, het type zonnepanelen, het spanningsverlies etc. We houden het wat simpel, dus daar gaan we niet op in).

Op basis van deze gegevens kun je een berekening maken, of je kunt de calculator gebruiken. De calculator neemt het dagelijkse verbruik en deelt dit door het gemiddelde aantal zonuren in Nederland (4 uur per dag). Je kunt het ook handmatig berekenen:

- ▲ Neem je totale dagelijkse verbruik in wattuur.
- ▲ Deel dit door het aantal zonuren in Nederland: 4.
- ▲ Voeg een verlies toe van 23% (zonnepanelen die plat liggen hebben 23% minder rendement).

Om het simpel te houden gebruiken we hetzelfde voorbeeld als dat we gebruikten om de grootte van de huishoudaccu te bepalen, en rekenen we met een stroomverbruik van 60 Ah per dag. De grootte van zonnepanelen wordt uitgedrukt in Watt, dus het is handig om ons verbruik ook om te zetten in Watt. Dat doen we met de volgende berekeningen: $60 \text{ Ah} \times 12 \text{ Volt}$ (uitgaand van een 12V huishoudaccu) = 720 Wh

De zonnepanelen berekening ziet er dan als volgt uit: $720 \text{ watt-uur} / 4 \text{ zonuren} \times 1,23$ (23% verlies) = 221 Watt. Om een verbruik van 720 Wh te compenseren, heb je dus een zonnepaneel van 221 (of afgerond 250) Watt nodig!

9.4 OPLADEN TIJDENS HET RIJDEN

Het kan natuurlijk voorkomen dat je een weekje slecht weer hebt en je zonnepanelen niet genoeg opbrengen. Dan is het handig dat je de huishoudaccu toch nog kunt opladen als je aan het rijden bent. Het is daarom ook verstandig om altijd een **DC-DC** lader te plaatsen.

In principe hoef je hier niet echt een bepaalde berekening voor te maken, omdat je per slot van rekening de energie “aanvult” tijdens het rijden. Bovendien proberen we het in dit eBoek eenvoudig voor je te houden. Wil je toch wat meer weten over het verschil tussen een DC-DC lader of scheidingsrelais, dan kan je natuurlijk altijd het hoofdstuk hierover teruglezen.

9.5 Energiebalans: een korte samenvatting

Om je energiebalans op te kunnen stellen, dien je verschillende zaken en kampeer wensen voor jezelf vast te stellen en uit te zoeken. Enkele van de belangrijkste zaken zijn welke apparaten je wil gebruiken, hoe lang je stil wil staan en in welk seizoen of klimaat je wil reizen.

Als je bijvoorbeeld voornamelijk in de zomer op pad gaat, dan kun je ervoor kiezen om een iets kleinere accu te installeren in combinatie met zonnepanelen. Daarnaast is het ook altijd aan te raden om je huishoudaccu te laden via de dynamo.

10. ELEKTRISCH SCHEMA

Je bent fantastisch goed op weg! Je hebt nu inzicht in je stroomverbruik, de capaciteit van je accu, omvormer, acculader, zonnepanelen en hoe je oplaadt via de dynamo. En bovenal: je weet nu hoe je je energiebalans correct op moet stellen. Goed gedaan! Met deze kennis in pacht, kun je nu aan de slag gaan met het opstellen van het **elektrisch schema** voor je camper. In dit schema geef je alle apparaten weer en teken je uit hoe alles moet worden aangesloten.

Maar eerst: waarom is het opstellen van een elektrisch schema nou eigenlijk zo belangrijk? Om te beginnen, heb je dit schema nodig om precies vast te stellen hoe alles aangesloten moet worden en of dit ook daadwerkelijk op die manier kan. Doe je dit alles op je eigen instinct, dan kan het erg vervelend uitpakken als je bijvoorbeeld aan het einde van je klus merkt dat er ergens een figuurlijke (of letterlijke) kink in de kabel ligt, maar je weet niet waar.

Daarnaast weet je door het opstellen van je elektrisch schema wat je allemaal nodig zal hebben voor de aansluitingen. Denk hierbij aan welke kabeldiktes je moet kiezen, of wat de juiste zekeringen zijn.

Het elektrisch schema dat wij gebruiken, helpt je bij de volgende punten:

- ▶ Het weergeven van al je apparaten in het schema
- ▶ Het berekenen van de benodigde kabeldiktes
- ▶ Het bepalen van de juiste zekeringen
- ▶ Een overzichtelijke weergave
- ▶ Persoonlijke hulp bij vragen



10.1 VOORBEREIDING

Zoals we eerder stelden, is het doel van het opstellen van een elektrisch schema om op een zo overzichtelijk en eenvoudig mogelijke manier in te kunnen zien hoe alles moet worden aangesloten en om een gemakkelijke wijze af te lezen welke kabeldiktes en zekeringen je hiervoor dient te gebruiken.

Voordat je daarmee kunt beginnen, is het echter zaak om enkele voorbereidingen te treffen. Als eerste moet je gaan bepalen waar alle apparaten precies komen te staan in jouw camper. Dit kan je het beste vaststellen door jezelf de volgende vragen te stellen:

- ▶ **Welke** apparaten installeer je?
- ▶ **Waar** in je camper installeer je het elektrisch systeem?
- ▶ Wat is het **maximale vermogen** van elk apparaat?
- ▶ Wat is de **afstand** tussen het apparaat en de huishoudaccu/verdeelstrip?

Pas zodra je op al deze vragen een antwoord hebt kunnen geven, kun je je naar de volgende stap begeven: het bepalen van de kabeldiktes.

10.2 SOORT KABEL

In een rijdend voertuig gebruikt men altijd een **gevlochten koperkabel**. Deze gevlochten koperen kabel is flexibel en veel beter bestand tegen trillingen tijdens het rijden dan 'gewone' koperkabel, zoals die je in huis gebruikt. Deze gewone koperkabel wordt ook wel een **massieve kabel** genoemd. Gebruik dus **nooit** een massieve kabel in de camper: er is een reële kans dat deze na verloop van tijd kapot zal gaan door de trillingen. En probeer dan maar eens die ene kabelbreuk op te sporen! Dat is geen makkelijk karwei, kunnen wij je zeggen.

10.2.1 - 12 VOLT KABELS

Voor het aansluiten van 12 Volt apparaten is deze kabel een uitstekende keuze: **VMVL kabel 2 x 2,5 mm²**. Het prettige aan deze kabel is dat hij over een extra laag plastic beschikt; deze dient als bescherming en houdt de draden bij elkaar.



De VMVL kabel heeft **2 draden** met de volgende kleuren:

- ▲ **Bruin** – symbool L = fasedraad, zorgt voor **stroomtoevoer** (de + draad)
- ▲ **Blauw** – symbool N = nuldraad, zorgt voor **afvoer** van de stroom (de – draad)

Je kunt ook kiezen voor een luidsprekerkabel met flexibele koperen kern. Deze kabels hebben een rode en zwarte draad die aan elkaar zijn bevestigd.

De luidsprekerkabel kabel heeft **2 draden** met de volgende kleuren:

- ▲ **Rood** = fasedraad, zorgt voor **stroomtoevoer** (de + draad)
- ▲ **Zwart** = nuldraad, zorgt voor **afvoer** van de stroom (de – draad)

Let goed op: Gebruik **géén CCA kabel**, oftewel Copper Cladded Aluminium; deze kabel geleidt veel slechter dan koper. Probeer dat dus vooral te vermijden.

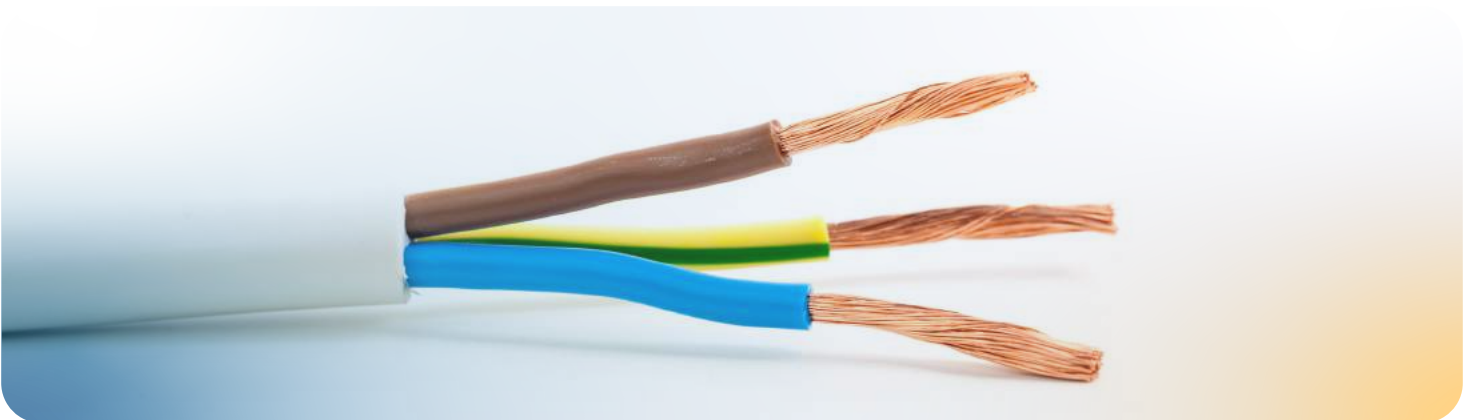
Voor de zwaardere apparaten, zoals een omvormer of laadregelaar, gebruik je een zogenaamde **accukabel**. Deze kabels variëren in dikte van 6 mm² tot 95 mm² en worden geleverd in de kleuren rood (plus) en zwart (min). Als je gebruik van het camper elektra schema maakt, weet je precies hoeveel meter kabel je van elke dikte moet kopen.

10.2.2 - 230 VOLT KABELS

Voor het aansluiten van 230 Volt gebruik je meestal een **drie aderige kabel van 2,5mm²**. Gebruik hiervoor **VMVL** of **PUR** kabels; deze hebben namelijk een extra laag plastic. Deze laag dient als bescherming en houdt de draden bij elkaar.

De kabel heeft **3 draden** met de volgende kleuren:

- ▲ **Bruin** – symbool L = fasedraad, zorgt voor **stroomtoevoer** (de + draad)
- ▲ **Blauw** – symbool N = nuldraad, zorgt voor **afvoer** van de stroom (de – draad)
- ▲ **Geel/groen**: aardedraad, zorgt ervoor dat elektrische apparaten op een stopcontact direct **aarden**.



Tip: bestel altijd minimaal 10% extra kabellengte; een foutje is immers zo gemaakt, zelfs door de besten. Mocht dit gebeuren, dan heb je altijd extra kabel om mee te werken.

10.2.3 BESCHERMING VAN JE KABELS

Om je kabels te beschermen, kun je het beste gebruikmaken van een **ribbelbuis**. Gebruik bij voorkeur de zwarte versie. Deze is namelijk flexibeler en zal, vooral bij lage temperaturen, veel minder snel stug worden en vervolgens breken.

10.3 KABELDIKTES

In campers zijn dikkere stroomkabels nodig dan in een huis, en dit heeft te maken met een aantal factoren:

- ▲ Campers gebruiken een lagere spanning (12 of 24 Volt) dan huizen (230 Volt). Om dezelfde hoeveelheid stroom te leveren met een lagere spanning, moet er meer stroom door de kabels lopen. Dikkere kabels zijn nodig om deze hogere stroom veilig te kunnen dragen zonder te warm te worden.
- ▲ De afstanden in campers zijn korter dan in huizen, waardoor dikkere kabels het stroomverlies beperken en zorgen voor een efficiëntere stroomvoorziening.

Dit is waarom de juiste dikte van de kabel dus cruciaal is voor je elektrische installatie. Je merkt dat dikkere kabels enkele voordelen hebben wanneer je de elektra van een camper aan wil sluiten. Hoe dik deze precies moeten zijn, kan je gelukkig helemaal zelf berekenen.

10.3.1 KABELDIKTE BEREKENEN

Voor het berekenen van de kabeldikte heb je twee gegevens nodig:

- ▲ Het **maximale vermogen** (Watt) van elk apparaat
- ▲ De **afstand** van je apparaat naar de verdeelstrip of huishoudaccu

10.3.1.1 HET MAXIMALE VERMOGEN VAN ELK APPARAAT

Het maximale vermogen van een apparaat kun je vinden in de handleiding van het product, op het product zelf of op zoekmachines zoals Google. Om de kabeldikte te bepalen, moeten we het **vermogen** (Watt) omrekenen naar **stroomsterkte** (Ampère). Dit doen we aan de hand van de volgende formule:

$$\text{Watt} / \text{Volt} = \text{Ampère}$$

Je kunt hiervoor ook een calculator gebruiken. Zet in dit geval het dagelijks verbruik op 1 uur.

10.3.1.2 DE AFSTAND VAN JE APPARAAT NAAR DE VERDEELSTRIP OF HUISHOUDACCU

Er gaan altijd twee kabels naar je apparaat: een **positieve** en een **negatieve** kabel. Voor het berekenen van de afstand tellen we altijd de positieve en de negatieve kabel bij elkaar op. Laten we er even een voorbeeld bij pakken. Stel, jouw omvormer staat op 50 cm afstand van de huishoudaccu. De lengte die je noteert voor de kabelberekening is in dit geval 100 centimeter.

Als de stroomsterktes en kabellengtes bekend zijn, kun je twee dingen doen: zelf alle kabeldiktes en zekeringen handmatig berekenen, of deze berekeningen eenvoudig automatisch laten berekenen in het [Camper Elektra Schema](#).

Het in kaart brengen van een camper elektrisch schema, inclusief bijbehorende kabeldiktes en zekeringen, is een ingewikkeld en tijdrovend proces waarbij je veel kennis van zaken nodig hebt. Speciaal voor jou hebben wij daarom het Camper Elektra Schema ontwikkeld.

Deze heeft een ingebouwde calculator en berekent automatisch voor jou de draaddiktes en grootte van de zekeringen. Het resultaat is een duidelijk overzicht van welke onderdelen je allemaal moet bestellen. Daarnaast creëert het camper elektrisch schema een overzichtelijke weergave van jouw elektrisch systeem, wat de installatie veel eenvoudiger maakt.

10.3.2 DE BEREKENING MAKEN

Voor het berekenen van de juiste draaddikte heeft Victron een handige tabel ontwikkeld. In deze tabel kun je aflezen welke diameter geschikt is voor de kabels van en naar jouw elektrisch apparaat.

Cable diameter (mm)	Cable cross-section (mm ²)	Maximum current (A) for a total cable length up to 5 meters	Maximum current (A) for a total cable length up to 10 meters	Maximum current (A) for a total cable length up to 15 meters	Maximum current (A) for a total cable length up to 20 meters
0.98	0.75	2.3	1.1	0.8	0.6
1.38	1.5	4.5	2.3	1.5	1.1
1.78	2.5	7.5	3.8	2.5	1.9
2.26	4	12	6	4	3
2.76	6	18	9	6	5
3.57	10	30	15	10	8
4.51	16	48	24	16	12
5.64	25	75	38	25	19
6.68	35	105	53	35	26
7.98	50	150	75	50	38
9.44	70	210	105	70	53
11.00	95	285	143	95	71
12.36	120	360	180	120	90

Noot: raadpleeg altijd eerst de handleiding voor de juiste kabeldikte. Mocht dit er niet in staan, dan kun je deze voorgestelde manier met de tabel toepassen

Een voorbeeld: je hebt een apparaat met een maximaal vermogen van 40 Ampère. Dit apparaat staat op 2 meter afstand van je huishoudaccu. Je hebt dus in totaal 4 meter kabel nodig. Het aflezen werkt als volgt: je kijkt in de kolom 'Maximum current for a total cable length up to 5 meters' (maximale stroom voor een kabel tot 5 meter). Daarna neem je de stroomsterkte (A) van je apparaat: in dit geval 40 Ampère.

Vervolgens rond je de stroomsterkte (A) van jouw apparaat volgens de tabel af naar het eerstvolgende hogere stroomsterkte. Voor jouw apparaat van 40 Ampère kijk je dus bij de gegevens van 48 Ampère. Volgens de tabel gebruik je voor dit apparaat dus in principe een draaddikte van 16 mm². In de volksmond wordt dit ook wel een **16 kwadraat kabel** genoemd.

Tip:

In een elektrisch systeem heb je altijd te maken met een minimale draaddikte om doorbranden te voorkomen. Deze kun je dus door middel van bovenstaande tabel berekenen. Een maximale draaddikte is echter minder van toepassing. Heb je volgens jouw berekening een kabel van 0,75 mm² nodig, maar heb je nog een stuk kabel van bijvoorbeeld 2,5 mm² liggen? Dan kun je deze indien gewenst ook prima gebruiken. Dat scheelt weer in de kosten!

10.3.3 Samenvatting

- ▲ Gebruik altijd gevlochten koperdraad met een goede beschermingslaag.
- ▲ De kabeldikte wordt gebaseerd op het maximale vermogen van het apparaat en afstand naar de stroombron.
- ▲ Voor de juiste kabeldikte, raadpleeg altijd eerst de handleiding.

10.4 ZEKERINGEN

Naast de kabels, is er nog een aspect dat we dienen te verwerken en af te lezen in ons elektrisch schema, namelijk de **zekeringen**. Zekeringen zijn bedoeld om je elektrisch circuit te beschermen tegen kortsluiting, brand, enzovoorts. Als er kortsluiting of overbelasting plaatsvindt, komt dat doordat er een te hoge stroom door de kabel gaat. Op het moment dat de stroom op de kabel hoger is dan wat de kabel aankan, dan 'springt' de zekering. In feite brandt de zekering dan door.

En misschien klinkt het niet leuk dat je zekering doorbrandt, maar eigenlijk is dit wat je in het geval van een kortsluiting juist wilt – zonder deze zekering zouden de gevolgen namelijk een stuk intenser zijn. Want als je geen zekering plaatst, blijft de stroomsterkte voor langere tijd hoger dan wat de kabel aankan, en zal uiteindelijk de kabel zelf doorbranden. En waar dat tot leidt... nou, waarschijnlijk heb je al een vermoeden.

In feite verbrandt in dit geval de kabel en – ja hoor – er ontstaat brand. Je leest dus het al: het is ontzettend belangrijk dat jouw elektrisch systeem voorzien is van (de juiste) zekeringen!

10.4.1 BEPALEN VAN DE JUISTE GROOTTE VOOR JE ZEKERING

Voor het bepalen van de grootte van een zekering en de juiste kabeldikte moet je de maximale stroomsterkte weten die door de kabel loopt. Hieronder nemen we je uitgebreid mee in een voorbeeld.

****Noot: raadpleeg altijd eerst de handleiding voor de juiste zekering. Mocht dit er niet in staan, dan kun je deze voorgestelde manier met de tabel toepassen****

Voor het voorbeeld dat we hier zullen gebruiken, nemen hetzelfde apparaat dat we eerder hebben gebruikt bij het berekenen van de kabeldikte, om de grootte van je zekering te bepalen. Het apparaat in kwestie betreft een apparaat met een piekbelasting van 40 Ampère. We hebben eerder berekend dat dit apparaat in totaal een 4 meter lange kabel met een dikte van 16 mm^2 nodig heeft. Met deze gegevens gaan we voor de zekering aan de slag.

Voor het bepalen van de juiste zekering, gebruiken we dezelfde die we gebruikt hebben voor het berekenen van de dikte van de kabel: de tabel van Victron. Als je deze bekijkt, zal je zien dat de maximale stroomsterkte van een kabel van 16 mm^2 48 Ampère is. Om de kabel te beschermen tegen doorbranden, mag de zekering daardoor dus nooit hoger zijn dan 48 Ampère. Gebruik je bijvoorbeeld een zekering van 50 of 60 Ampère? Dan zal bij kortsluiting niet de zekering doorbranden, maar zal je alsnog meemaken dat de kabel juist door zal branden.

Het kiezen van de juiste zekering doen we aan de hand van de volgende formule:

Maximaal vermogen apparaat * 1,2

Volgens deze berekening hebben we in het geval van een apparaat met 40 Ampère dus een zekering nodig van $40 * 1,2 = 48$ Ampère. Deze zekering bestaat niet, dus we nemen de eerstvolgende optie. In de tabel zal je zien dat dit een zekering van 50 Ampère is. Maar waarschijnlijk zie je het probleem hierbij al: nu overschrijden we de maximale stroomsterkte van de kabel; want deze was immers 48 Ampère. Wat nu? In een eerdere tip lezen we dat het niet erg is om een dikkere kabel te gebruiken. In dit voorbeeld is het dus nodig om de 16 kwadraatkabel te veranderen in een kabel van 25 mm².

Dus, wat is aan de hand van dit voorbeeld nou de uiteindelijke conclusie? Nou, dat je voor een apparaat met een maximaal vermogen van 40 Ampère dat op 2 meter afstand van de camper huishoudaccu staat, je een kabel met een dikte van 25 mm² met een zekering van 50 Ampère gebruikt.

Zoals je kunt lezen in bovenstaand voorbeeld, kan het berekenen van alle kabeldiktes en zekeringen in jouw camper elektrisch systeem nogal ingewikkeld zijn. Het neemt veel tijd in beslag en het vergt de nodige kennis. Ons camper elektra schema helpt je hiermee! Deze tool berekent alles heel eenvoudig en snel.

10.4.2 BEPALEN VAN ZEKERING GROOTTE VOOR 230 V

Het bepalen van de zekering voor het 230 V gedeelte verschilt van het 12 V gedeelte. De zekeringen voor 230 V zijn afhankelijk van het maximale vermogen dat tegelijkertijd wordt belast:

- ▲ Bij **10 Ampère** (x 230 Volt) mag je maximaal **2300 Watt** tegelijkertijd belasten.
- ▲ Bij **16 Ampère** (x 230 Volt) mag je maximaal **3680 Watt** tegelijkertijd belasten.

Deze informatie is belangrijk om te weten om te voorkomen dat je te veel apparaten tegelijkertijd aansluit en hiermee overbelasting en kortsluiting voorkomt.

10.4.3 PLAATSING VAN DE ZEKERING

Naast dat het belangrijk is om te weten wélke zekering je nodig hebt, is het natuurlijk minstens zo belangrijk om te snappen wáár je deze nou precies plaatst. Gelukkig kunnen we hier erg kort en bondig over zijn: dicht bij de bron.

Inderdaad; plaats de zekering zo dicht mogelijk bij de bron van de energie, zoals in het geval van een camper: bij de huishoudaccu. Waarom? Omdat dit zorgt voor optimale bescherming tegen kortsluiting en overbelasting. In het Camper Elektra Schema worden zekeringen doorgaans geplaatst dicht bij de busbar/verdeelstrip.

10.4.4 VERSCHILLENDE SOORTEN ZEKERINGEN

Er zijn diverse soorten zekeringen beschikbaar, elk met hun eigen toepassingen en voordelen:

10.4.4.1 - 12V/24 V ZEKERINGEN

Midi/MEGA zekering: Deze zekeringen zijn bedoeld voor zwaardere apparaten in het stroomcircuit. Ze worden geplaatst tussen de verbruiker (omvormer, acculader, etc.) en de accu of busbar/verdeelstrip.



Midi/MEGA zekering



Meer informatie op:



Automatische zekering: Hoewel je deze zekeringen vaak op internet tegenkomt, zijn ze niet altijd betrouwbaar, en bovendien toch nog duurder dan midi/MEGA zekeringen. Het is dus aan te raden deze zekeringen te **vermijden**.



Automatische zekering



Meer informatie op:



Zekeringhouder: Een zekeringhouder maakt het eenvoudig om 12 V-apparaten in de camper aan te sluiten. Het zorgt voor een overzichtelijke en veilige installatie van zekeringen.



12V Zekeringhouder



Meer informatie op:



10.4.4.2 - 230 V ZEKERINGEN

Aardlekschakelaar: Deze schakelaar meet het verschil tussen inkomende en uitgaande stroom. Als er een verschil wordt gedetecteerd, onderbreekt de aardlekschakelaar het stroomcircuit om schade te voorkomen.

Zekeringautomaat: Een zekeringautomaat beschermt tegen kortsluiting en overbelasting en is verkrijgbaar in zowel 10 Ampère- als 16 Ampère-varianten. Deze automaten zijn essentieel voor een veilig elektrisch systeem.

Aardlekautomaat: Deze automaat combineert de functies van een aardlekschakelaar en een zekeringautomaat, waardoor het een efficiënte keuze is voor bescherming tegen kortsluiting en overbelasting.

Isolatiebewaker: Als je **buiten** je camper een 230 Volt aansluiting wilt gebruiken, kun je een isolatiebewaker installeren. Deze wordt voornamelijk in bedrijfswagens gebruikt.

10.4.5 Samenvatting

- ▲ Een zekering beschermt de kabel tegen overbelasting.
- ▲ Plaats de zekering altijd zo dicht mogelijk bij de bron.
- ▲ Vermijd automatische zekeringen, maar gebruik midi/mega zekeringen.

10.5 CAMPER ELEKTRA SCHEMA TEKENEN: AAN DE SLAG

Nu je weet wat je allemaal in je elektrische schema dient te tekenen, beginnen je handen vast en zeker te jeuken om zelf aan de slag te gaan. Hoewel geen camper er hetzelfde uitziet – en dus ook niet hetzelfde elektrische schema heeft – kunnen we helaas niet stap voor stap precies jouw schema tekenen. Maar dat betekent niet dat onze hulp hier ophoudt!

Voor je begint aan je schema, zijn er enkele punten die handig zijn om in acht te nemen. Hier zullen wij even wat licht werpen op de belangrijkste. Heb je toch nog vragen? Schroom dan niet om contact met ons op te nemen!

Waarmee kan ik een elektrisch schema maken?

Je kunt je elektrisch schema maken op een papiertje, met Canva of met ons eigen programma, het Camper Elektra Schema.

Wat heb je nodig voor het Camper Elektra Schema?

Voor het Camper Elektra Schema heb je een computer of laptop nodig in combinatie met Adobe Reader. In het programma worden erg complexe berekeningen uitgevoerd; deze kunnen alleen op een computer of laptop gemaakt worden. Het is dus niet mogelijk om het Camper Elektra Schema te maken op een tablet of mobiele telefoon.

Hoe vaak kan ik het Camper Elektra Schema gebruiken?

Zodra je het Camper Elektra Schema eenmaal aan hebt geschaft, kun je dit zo vaak en zo lang mogelijk blijven gebruiken.

Wat is het voordeel aan het gebruik van het Camper Elektra Schema?

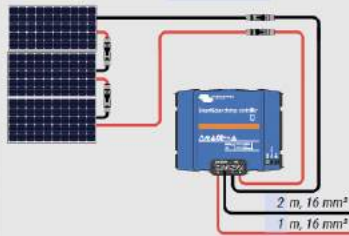
Een groot voordeel aan het gebruik van het Camper Elektra Schema, is dat deze over een ingebouwde calculator beschikt. Deze berekent automatisch de draaddiktes en grootte van de zekeringen voor je. Het resultaat is een duidelijk overzicht van welke onderdelen je allemaal moet bestellen. Een ander voordeel aan het gebruik van het Camper Elektra Schema, is dat het een overzichtelijke weergave van jouw elektrisch systeem creëert, wat de installatie een stuk eenvoudiger voor je maakt.

Waar kan ik het Camper Elektra Schema vinden?

Het Camper Elektra Schema kan je vinden op onze website: www.camper-elektra.com

SOLAR PANELS

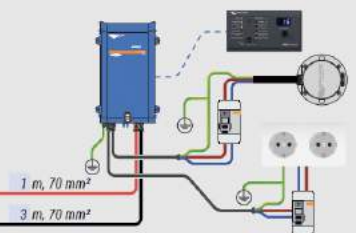
No. of Solar Panels: 3 Solar Panels
Size of Solar Panel: 150 W
Connection Type: Series



Choose Inverter: Victron MultiPlus
Choose Inverter Size: MultiPlus 12/2000/80
Remote Control? ☒ Yes ☐ No
Battery Type: Lead-Acid
No. of Batteries: 2 Batteries
Battery Monitor: ☒ Yes ☐ No
Battery Protect: ☐ Yes ☒ No

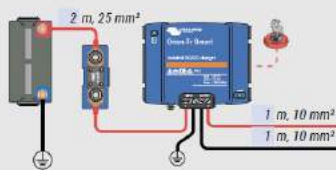
English

INVERTER

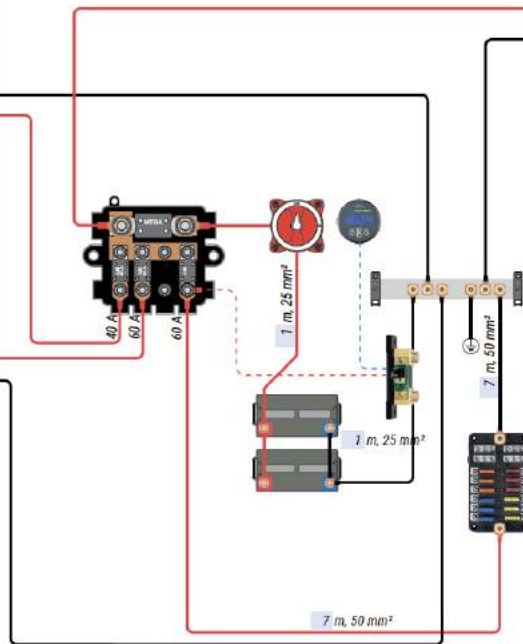


ALTERNATOR

Alternator Charging: 30 A DC-DC Charger



SHORE POWER



12V DC APPLIANCES

USB Charger 15,0 A 10,0 m Wire Size: 6 mm² Fuse: 20 A	USB Charger 15,0 A 5,0 m Wire Size: 4 mm² Fuse: 20 A
Reading Light 15,0 A 1,0 m Wire Size: 2,5 mm² Fuse: 20 A	No Device 15,0 A 2,0 m Wire Size: 2,5 mm² Fuse: 20 A
No Device 5,0 A 1,0 m Wire Size: 2,5 mm² Fuse: 10 A	No Device 5,0 A 1,0 m Wire Size: 2,5 mm² Fuse: 10 A
Ventilation Fan 10,0 A 1,0 m Wire Size: 2,5 mm² Fuse: 15 A	Diesel Heater 10,0 A 1,0 m Wire Size: 2,5 mm² Fuse: 15 A
Refrigerator 15,0 A 5,0 m Wire Size: 4 mm² Fuse: 20 A	Water Pump 10,0 A 1,0 m Wire Size: 2,5 mm² Fuse: 15 A

11. ELEKTRA AANSLUITEN:

Vorbereiding

We hebben je nu alle nodige theorie uitgelegd en als het goed is, snap je daarmee voldoende om aan de slag te gaan met het praktische gedeelte. Jazeker, we hebben het natuurlijk over de installatie! Beginnen je handen al te jeuken? Mooi! Want er valt genoeg te doen! Maar voordat we met de elektriciteit van de camper zelf beginnen, dien je eerst nog wat andere zaken te regelen. Een goede voorbereiding is immers het halve werk, maar in dit geval is het ook nog eens essentieel voor goed aangelegde elektra in je camper.

11.1 ELEKTRISCHE VOORZIENINGEN BEPALEN

Eerst moeten we even vaststellen of je een van onderstaande zaken geïnstalleerd zou willen hebben:

- ▲ Walstroomaansluiting
- ▲ Achteruitrijcamera
- ▲ Dakventilator

Mocht je je camper met een van deze elektrische voorzieningen willen uitrusten, dan is het aan te raden om, voordat je begint met isoleren, uit te zoeken waar je het precies wil plaatsen en hier de nodige gaten voor te zagen. Zodra je de gaten hebt gemaakt (let op dat het wel precies past), kan je beginnen met het plaatsen van de isolatie en de muren.

11.2 HUISHOUDACCU PLAATSEN

Zodra je bovenstaande hebt voltooid, is het tijd om te gaan beginnen met het bepalen van de plek voor je huishoudaccu. Vind je het lastig om te bepalen waar deze moet? Dan kunnen we je aanraden deze bij een van de achterwielkasten te plaatsen; dit is wat de meeste mensen doen en het is bovendien een vrij handige plek omdat je er hier genoeg ruimte voor hebt.

11.3 KABELS TREKKEN

Wanneer je je huishoudaccu geplaatst hebt, kunnen we gaan beginnen met het trekken van de kabels. Het is belangrijk dat je de kabels trekt naar plekken waar je elektrische apparaten komen te staan, zodat je deze altijd van stroom kan voorzien. Hiervoor raden wij aan om een kabel buis of goot voor te gebruiken; deze zorgen namelijk dat je kabels beter beschermd zijn tegen externe factoren zoals vocht en stof. Let altijd wel goed op dat je de kabelgoot goed vastzet.

Er zijn verschillende meningen over op welk moment je tijdens het bouwen de elektrische kabels moet gaan trekken. Sommige mensen doen dit voordat ze de isolatie en muren plaatsen, terwijl anderen juist weer liever wachten totdat de vloeren en muren al netjes op hun plek staan. Beide manieren hebben hun eigen voordelen en nadelen. Het is belangrijk dat je de manier kiest die het beste past bij jouw project en je geprefereerde werkwijze. Bij twijfel kan je natuurlijk ook over deze kwestie om raad vragen.

11.4 GEREEDSCHAP

Als je zelf de elektra gaat aanleggen, heb je daar natuurlijk de juiste tools voor nodig. Dat is waarom wij een lijst voor je hebben opgesteld met daarop gereedschappen die je nodig zal hebben voor het installeren van de elektra. Het is geen lange lijst, maar alles wat erop staat is toch wel belangrijk om te hebben!

▲ (Hydraulische) kabelkrimptang 4 – 70mm²

Met de (hydraulische) kabelkrimptang 4 – 70 mm² krimp je heel eenvoudig je kabelogen.

▲ Kabelkrimptang 0,5 – 6mm²

Met de kabelkrimptang 0,5 - 6mm² kun je de kleinere kabels voorzien van kabelogen en kabelschoenen.

▲ Kabelschaar

Met de kabelschaar kun je de accukabels op maat afknippen.

▲ Afstriptang

Met de afstriptang verwijder je eenvoudig de pvc mantel van de koperdraad.



Hydraulische Krimptang 4-7mm²



Meer informatie op:



geni.us



Kabelkrimptang 0,5-6mm²



Meer informatie op:



geni.us



Kabelschaar



Meer informatie op:



geni.us



Afstriptang



Meer informatie op:



geni.us



Heb je alles van het lijstje in huis gehaald? Top! Dan kunnen we nu dan eindelijk beginnen aan het échte werk: je eigen elektra aanleggen. Trek die werkhandschoenen dus maar aan, want we gaan er een mooie klus van maken! Ben je er klaar voor?

12. ELEKTRA AANSLUITEN:

Een stappenplan

Eindelijk! Hier zijn we dan; na alle kennis, voorbeelden en voorbereidingen, zijn we dan toch aangekomen bij dat waarvoor je waarschijnlijk aan dit eBoek bent begonnen: je elektra aansluiten. Je hebt alles wat je nodig hebt klaargelegd, je weet wat je in je camper wil hebben, en je hebt je eigen elektrisch schema voor je liggen. Kortom: alles om te beginnen met het aanleggen van de elektra.

Heb je weinig tot geen ervaring met elektra aansluiten, of überhaupt met elektra in het algemeen? Dan kunnen we ons voorstellen dat het een spannende klus voor je kan zijn. Wij raden in dat geval dan ook ten eerste aan om aan de klus te werken met behulp van, of onder het toezicht van, iemand die hier wél (professionele) ervaring mee heeft. Ken je niemand? Dan raden we aan een expert in te huren of te raadplegen.

Alles duidelijk? Dan wordt het eindelijk tijd om aan de slag te gaan! Lees het stappenplan dat wij hier voor je genoteerd hebben goed door, het liefst drie of vier keer, en begin daarna met je klus.

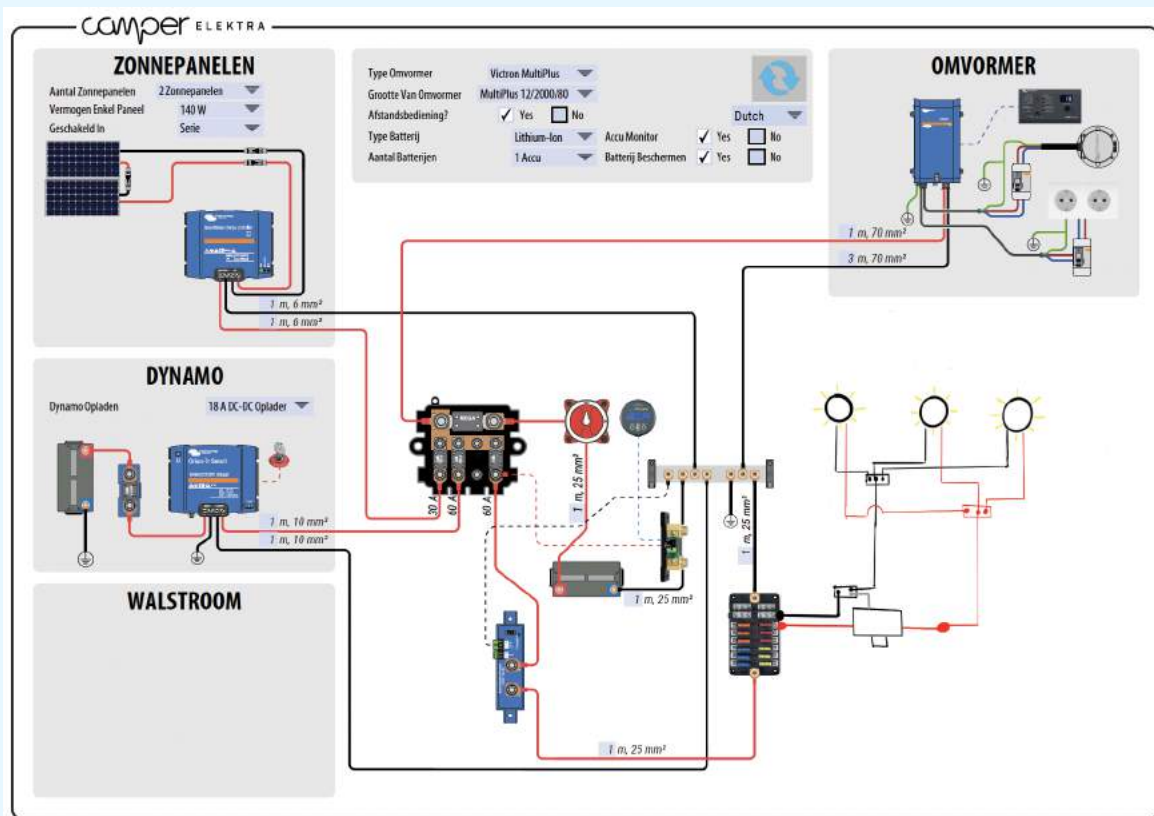
Noot: elektra aansluiten is een complexe taak die zonder kennis, ervaring of de juiste tools tot negatieve gevolgen kan leiden. Zorg te allen tijde dat je veilig te werk gaat, en indien nodig een expert het werk laat doen.

12.1 12V ZEKERINGHOUDER

Voordat we met het stappenplan beginnen, willen we de 12V zekeringhouder extra benadrukken.

Wie een camper bouwt, heeft natuurlijk al vanaf moment één nagedacht welke 12V apparaten je in je vakantievoertuig wil hebben; denk hierbij aan onder andere de verlichting, usb-laders, koelkast, en dieselkachel. Maar nu we dan ook daadwerkelijk aan zijn gekomen bij het punt waar je al je 12V apparaten aan moet gaan sluiten, waar moet je dan op letten? Gelukkig is het proces erg “straight forward”; in theorie is het enkel een kwestie van het aansluiten van de positieve en negatieve kabel op de juiste plekken.

Toch willen we nog wel wat dieper ingaan op het onderdeel van het aansluiten van de **led verlichting** – en dat met name in combinatie met een dimmer. In dit geval sluit je de led verlichting **parallel** geschakeld aan. Oftewel: je laat **alle positieve kabels én alle negatieve kabels** samenkomen op één punt.



Vanaf dat “knooppunt” laten we één kabel naar de dimmer lopen. Deze wordt vervolgens weer verbonden met de 12V zekeringhouder. Hieronder een illustratie van hoe dat eruit komt te zien:

Je andere 12V apparatuur is gelukkig een stuk eenvoudiger om aan te sluiten. Zoals we eerder al vermeldden, hoeft je enkel de positieve en negatieve kabels op de juiste plek aan te sluiten. Oftewel, zorg dat alle negatieve kabels naar de negatieve terminals lopen, en de positieve naar de positieve terminals.



12V Dimmer



Meer informatie op:



12.2 HET STAPPENPLAN

01. Zet de huishoudaccu op de juiste plek.
02. Plaats de **positieve** en **negatieve** verdeelstrip/zekeringhouder; je wilt de lengte van beide kabels naar de huishoudaccu (de + en de - kabel) even lang houden
03. Plaats de elektrische componenten op de juiste plek: **MPPT Laadregelaar, DC-DC lader, omvormer, 12v zekeringkast, MultiPlus, Ective SSI** en eventuele andere elektrische voorzieningen, indien je deze wenst toe te voegen aan je camper.
04. Begin met het aansluiten van de **MPPT lader**; sluit hiervoor eerst de accukabels aan op de MPPT lader die naar de verdeelstrip/zekeringhouder moet gaan. De kabels gaan in de MPPT lader, waarna je de kabels vanaf de MPPT aansluit op de verdeelstrip/zekeringhouder.

Als laatste sluit je de kabels van de **zonnepanelen** aan.

Let op: als je de zonnepanelen aansluit, komt er **meteen** spanning op je systeem te staan. **Dek je zonnepanelen af, of wacht met het aansluiten** tot na stap 11.

05. Pak de juiste kabeldiktes erbij en meet de afstand van het apparaat naar de verdeelstrip.
06. Om de elektrische installatie wat netter te houden en de kabels wat beter af te schermen, kun je het beste **kabelgoten** gebruiken. **Kabel organizers** zijn ook een manier om de kabels netjes te laten lopen.
07. Als je de juiste afstand hebt bepaald, kun je het draad voorbereiden voor de aansluiting:
 - ▲ knip het draad op lengte
 - ▲ strip het draad
 - ▲ breng eventuele kabelogen aan
 - ▲ werk het netjes af met een krimpkous

Wanneer je dit gedaan hebt, kan je de kabels aansluiten op het apparaat en de verdeelstrip/zekeringhouder.

Op dit moment kun je ook de **230v kabel** en **zekeringen** aansluiten.

08.

Zorg er voor dat de verbindingen met de verdeelstrip goed zijn! Er mag geen isolate/krimpkous zitten tussen de verdeelstrip en het kabeloog.

09.

Voor het aansluiten van de **positieve busbar** gebruiken we een **midi-mega zekeringhouder**. Bij het aansluiten van de kabels kun je hier direct de juiste zekeringen plaatsen.

Heb je alle apparaten aangesloten op de verdeelstrippen? Controleer of alles goed zit. Zo ja, dan kun je nu verbinding gaan maken met de **accu**.

10.

Maak je gebruik van een **accumonitor**? Zo ja, ga dan naar stap **10A**; zo nee, ga dan naar stap **10B**.

- ▲ **10A** Is je **wel** gebruikmaakt van een accumonitor, dan is dit hét moment om deze te plaatsen. Deze plaats je namelijk tussen de **negatieve busbar** en **min pool** van je huishoudaccu.
- ▲ **10B** Als je **geen** gebruikmaakt van een accumonitor, dan kun je de **negatieve busbar** verbinden met de **negatieve pool** van de huishoudaccu.

11.

Nu kan je de **midi-mega zekeringhouder** aan gaan sluiten op de **hoofdschakelaar**. **Voordat je begint is het zeer belangrijk** om ervoor te zorgen dat je de hoofdschakelaar op de **uit/off stand** hebt gezet.

Pas zodra je dat gedaan hebt, kan je beginnen.

Wanneer de midi-mega zekeringhouder is aangesloten op de **eerste aansluiting** van de hoofdschakelaar, kun je de **tweede aansluiting** van de hoofdschakelaar verbinden met de mega zekering en de positieve pool van de huishoudaccu.

12. Nu komen we dan eindelijk aan bij het moment van de waarheid: kijken of alles goed gegaan is.

- ▲ Controleer of alle kabels goed zijn aangesloten en of de verbindingen goed vast zitten.
- ▲ Maak je gebruik van een acculader i.c.m. walstroom? Dan is dit hét moment om deze aan te sluiten op het stroomnet. **Laat de hoofdschakelaar nog op de uit/off stand**. Je gaat nu de condensatoren opladen met de 230V van het stroomnet. Na twee minuten kun je de walstroom afkoppelen en de **hoofdschakelaar omschakelen**.
- ▲ Wil je zonnepanelen aansluiten, en heb je dit nog niet gedaan? Dan is dit hét moment om dat te doen..

13. Als je elektrische systeem goed werkt, is het tijd om de apparaten in te gaan stellen. Hierbij hangt dit af van het type huishoudaccu dat je gebruikt. In dit stappenplan gaan we uit van **Victron apparaten**.

Waarom Victron apparaten? Deze apparaten staan namelijk standaard ingesteld voor het opladen van **AGM accu's**.

Gebruik je echter een **lithium-accu**, dan zul je de instellingen moeten veranderen.

- ⚡ Gebruik je Victron apparatuur, installeer dan de **Victron Connect App**. Via deze app kan je al je instellingen zelf regelen. Lukt dit niet, of kom je er niet uit? Raadpleeg dan de handleiding of neem contact op met de fabrikant.
- ⚡ Gebruik je Multiplus, dan werkt dit net wat anders. Multiplus moet je namelijk met een speciaal apparaat aansluiten. Een goede leverancier (bijvoorbeeld Bluepowershop) kan dit voor je instellen, voorafgaand dat je het product koopt. Heb je een leverancier die dit je zelf laat doen? Dan heb je een extra apparaatje nodig waarmee je dit kunt programmeren.

14. Voer een laatste controle uit om te zien of alles werkt. Zit er toch nog een kink in de kabel? Ga dan goed na of je elke stap goed hebt gelezen en uitgevoerd.

Mocht je er nog steeds niet uitkomen, schakel dan vooral de hulp van een professional in.

BEDANKT!

Je bent aan het einde van ons eBoek, maar jouw Camper Elektra avontuur is nog maar net begonnen! Als je nog vragen hebt of wat extra hulp nodig hebt, kan je altijd een persoonlijk gesprek aanvragen (tegen een vergoeding).

We zouden het ook fantastisch vinden om foto's te zien van jouw project! Tag ons op Instagram, of stuur een mailtje van het eindresultaat!

En tot slot, als je genoten hebt van ons boek, overweeg je dan om een review achter te laten. Jouw feedback kan anderen helpen beslissen of dit boek hen kan bijstaan in hun Camper Elektra avontuur. Bedankt voor het delen van deze reis en veel succes met al je toekomstige projecten en mooie reizen!

LAAT HIER JE REVIEW ACHTER! →

LIEFS,

Lotte en Gijs

