

Tabel met het verloop van de celspanning bij het laden van een LFP cel

De cel is een LiFePO_4 cel met een nominale capaciteit van 160Ah en een nominale spanning van 3,2V. De cel heeft een zwarte 'min' pool om aan te geven dat de koperen 'min' plaat met een laagje koolstof is bedekt om een nog lagere R_i te halen. De R_i van de cel is $0,073\Omega$ (opgave fabrikant). De cel is ontladen tot 2,00V. De omgevingtemperatuur is 18°C en de cel is in de tweede laadfase.

De cel wordt geladen door een 'Switching Mode PowerSupply' (SMPS) met een uitgangspanning van 3,3V die door een trimpotentiometer (meerslags) omhoog wordt geregeld tot 3,45V onbelast. De SMPS heeft een uitgangstroom van 20A en kan 60W uitgangsvermogen leveren. Bij een uitgangstroom $> 20\text{A}$ treedt de stroombegrenzer in en beperkt de stroom tot 20A. Hierbij daalt de uitgangspanning van de SMPS en neemt de uitgangstroom af. De reeks van de celspanning loopt van 2,00V op in stappen van 100mV naar uiteindelijk 3,45V. De celweerstand blijft constant omdat de positieve temperatuurscoëfficiënt van aluminium-lithium elektrode wordt gecompenseerd door de negatieve temperatuurscoëfficiënt van de koolstoflaag op de koper elektrode. De temperatuurscoëfficiënten zijn niet gelijk maar gaan pas een meetbaar verschil geven boven de 50°C . Dit is een te vermijden temperatuur voor LFP cellen.

Let wel: de waarden voor de laadstroom en het laadvermogen worden berekend uit de inwendige weerstand en het spanningverschil tussen de actuele celspanning en de constante laadspanning van 3,45V. De invloed van de temperatuurscoëfficiënt ($10\text{mV}/^\circ\text{C}$) op de actuele celspanning wordt hierbij verwaarloosd.

De cel bereikt het 100% SoC punt als de spanning op de cel de 3,45V heeft bereikt, zijnde de som van de standaard elektrode potentialen van Lithium en Ferrum (ijzer).

De lader zal zijn volle vermogen leveren (60W) bij een R_i van $35\text{m}\Omega$ en een spanningsverschil van 1,45V. Daarbij zal de stroombegrenzer de stroom onder de 20A houden. Bij toename van de temperatuur van de lader zal de vermogensbeveiliging de stroom afschakelen en wachten tot de temperatuur lager is geworden en dan weer inschakelen. Dit kan een aantal malen plaatsvinden bij een cel met een lage R_i en een lage klemspanning. Naarmate de klemspanning (en de SoC) hoger wordt, neemt de laadstroom af.

Ucel V	ΔU V	Laadstroom $I_{in} = \Delta U / R_i$	Laadvermogen $P_{in} = I_{in} \times \Delta U$	Opmerkingen
2,00	1,45	19,863A	28,801W	De laadstroom blijft net onder het maximum van 20A. Bij een cel met hogere capaciteit en daarmee een lagere R_i wordt de stroombegrenzer aangesproken. Tegen het einde van het laadproces (vanaf een celspanning van 3,20V tot 3,45V) is de celstroom laag en het door de cel gedissipeerde vermogen kleiner dan 1W. De cel krijgt de tijd om af te koelen. Is de 100% SoC bereikt, dan wordt het spanningsverschil met de lader 0V, de stroom uit de lader 0A en het gedissipeerde vermogen in de cel 0W. Geen stroom is geen Lithium plating en geen vermogen betekent geen temperatuur verhoging.
2,10	1,35	18,493A	24,965W	
2,20	1,25	17,123A	21,403W	
2,30	1,15	15,753A	18,115W	
2,40	1,05	14,383A	15,102W	
2,50	0,95	13,013A	12,362W	
2,60	0,85	11,643A	9,896W	
2,70	0,75	10,273A	7,704W	
2,80	0,65	8,904A	5,787W	
2,90	0,55	7,534A	4,143W	
3,00	0,45	6,164A	2,773W	
3,10	0,35	4,794A	1,677W	
3,20	0,25	3,424A	0,856W	
3,30	0,15	2,054A	0,308W	
3,40	0,05	0,684A	0,034W	
3,45	0,00	0A	0W	

De stroombegrenzer is geen 'stroomafkapper', er blijft stroom lopen. Daalt de celspanning door de toename van de lading in de cel dan daalt de celstroom mee.

Wordt de cel tijdens het laden belast, dan daalt de celspanning en neemt de ΔU toe, waardoor de laadstroom en het laadvermogen ook toenemen en de cel weer opgeladen wordt.

Omdat dit een rekenkundige exercitie is, zijn hierbij geen mensen, dieren of cellen overladen, overbelast, oververhit of op andere wijze onaangenaam behandeld. Invalideren door deze berekening is uitgesloten.