



# Elfärjans batteri behöver bara räckta till nästa hållplats

*Litiumtitanoxidbatterier (LTO) kan sänka den totala ägandekostnaden för vissa tillämpningar, som eldrivna färjor. Vi förklarar hur.*



## Av Volker Schumann, Toshiba Electronics

**Volker Schumann**, chef för batteriförsäljning på Toshiba Electronics Europe. Volker Schumann inledde sin karriär på Toshiba år 1999. Han har innehaft flera olika befattningar på företaget sedan dess. En period var han ansvarig för marknadsföringsgruppen inom automotive. Senare ledde han säljarbetet inom automotive- och industrisystem. År 2021 flyttade han till batteriavdelningen.

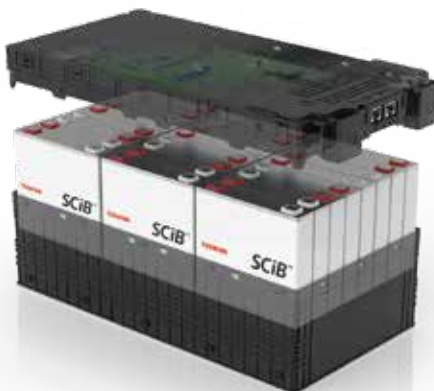
Om du skulle fråga en fordonskonstruktör hur man väljer batterityp är svaret enkelt: så mycket kapacitet som möjligt till minsta möjliga kostnad, volym och vikt. Det är det intuitiva rätta svaret och dessutom är det fullt korrekt när det gäller just tillämpningar inom fordonsområdet, på grund av hur elektriska vägfordon används.

När det gäller andra tillämpningar, som elfärjor, gäller inte samma regler. Sådana gör alltid samma rutt och den inkluderar ideliga stopp. Detta öppnar upp nya möjligheter när det gäller val av batterityp.

I denna artikel diskuterar vi LTO-batterier. Sådana lämpar sig där batterier måste laddas upp och ur ofta. Detta kan utnyttjas för att skapa fördelar som ligger utom räckhåll för de mer vanligt förekommande batterierna, NMC och LFP som används i bilar. Vi använder elfärjor som exempel. LTO känns till att börja med som ett dyrare alternativ. Men de kan faktiskt visa sig spara betydande kostnader under en tillämpnings hela livstid.

Batterier har fått allt större betydelse, där man ser dem som en viktig del i att nå de uppsatta klimatmålen. En av de viktigaste tillämpningarna är att lagra energi för att driva olika typer av elfordon, som bilar, skåpbilar och båtar. De är alla utrymmesbegränsade och kostnads känsliga, så det är en utmaning för batterikonstruktören att ta fram batterier som erbjuder allt mer energi per volymenhet samtidigt som förväntningarna är att kostnaden i kronor per kilowattimme ska fortsätta minska.

I tillämpningar där ett fordon körs långa sträckor och laddas ganska sällan är konceptet "låg kostnad och hög kapacitet" helt rätt. Om däremot ruten är väldefinierad och det ingår stopp under resan som en del av den



normala driften, behöver konceptet revideras. Detta gäller bland annat för tillämpningar som buss och färja. Ruten är förplanerad med regelbundna stopp för att ta ombord och släppa av passagerare. Därmed är det möjligt att addera laddning under resan utan att störa vare sig operatör eller passagerare. En förutsättning är dock att batteriet tål upprepade snabbaddning. Det är där LTO är ett mycket intressant alternativ.

### Tekniken bakom LTO-batterier

LTO är den mest robusta och kraftfulla litiumjonbatterityp som för närvarande finns på marknaden. Den använder en väsentligt annorlunda kemisk struktur. Anodens grafit – det typiska materialvalet – har bytts ut mot litiumtitanoxid (LTO).

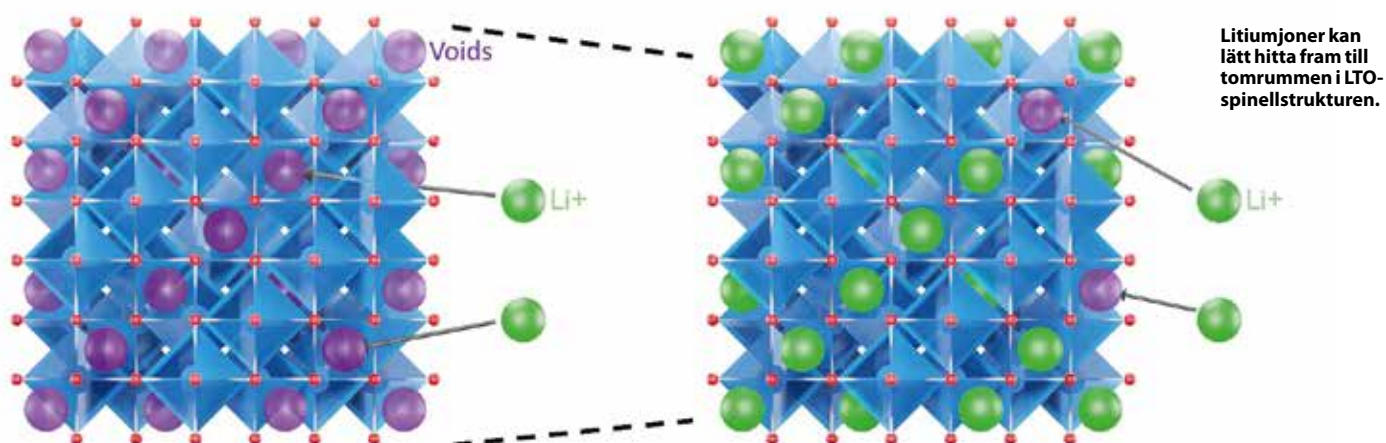
När en konventionell litiumjonkemi laddas, måste joner klämma sig in mellan grafitlager. Om de inte klarar att tränga in i (interkalera) skikten tillräckligt snabbt bildar de istället metalliskt litium vid gränssytan till elektrolyten. Denna plätering sker om batteriet laddas för snabbt och blir ett än större problem vid temperaturer under fryspunkten eller om batteriet redan är i ett högt ladd-

ningstillstånd (SOC, state of charge). Risken för att det sker metallplätering istället för interkalering i grafiten är en begränsande faktor för hur fort man tillåter sig att snabbadda. Metallplätering leder också till en kapacitetsförsämring. Till skillnad från grafitmaterialets skiktade natur har LTO:n i anoden på LTO-battericeller en kristallin spinellstruktur. I denna struktur finns tomrum där litiumjonerna kan föras in och extraheras mycket lättare. Detta minskar cellens inre motstånd och högre laddströmmar blir möjliga.

Spinellstrukturen hos anoden i en LTO-cella är "zero-strain". Det betyder att det sker en försumbar volymförändring när joner sätts in och extraheras. Detta innebär att cykelstabiliteten blir bättre. I tester behåller Toshiba högeffekts-LTO-celler mer än 90 procent av sin initiala kapacitet efter mer än 20 000 cykler, vid laddning och urladdning i 5C (vilket innebär att cellen är fulladdad/urladdad på 12 minuter).

Cellspänningen för LTO är 2,3V vilket är något lägre än de 3,6V som är vanliga i andra typer av litiumjonceller. Det betyder att den specifika energin är lägre. LTO-batterier klarar ändå att ta sig över 100 Wh/kg.

En fördel med den lägre cellspänningen är att den skapar en säkerhetsmarginal som eliminerar risken för litiummetallplätering. Följaktligen är LTO-celler extremt säkra. Inga litiumdendrit bildas, inte ens vid snabbaddning vid låg temperatur. Om det osannolika skulle inträffa att det uppstår en intern kortslutning, laddas LTO-celler ur mycket långsammare än celler med kolanod. Den långsammare kemiska reaktionen innebär att mindre värme genereras, vilket i sin tur innebär att risken för termisk rusning och termisk propagering är mycket mindre än i andra typer av litiumjonceller.



### LTO som batteriteknik i en elfärja

Elektriskt framdrivna färjor ökar i popularitet eftersom de är mycket mer miljövänliga och dessutom tystgående. Deras driftprofil är väldefinierad med körsträckor som upprepas kontinuerligt. Vanligen gör färjan en tur och returresa mellan två eller fler hållplatser, kanske längs med en kanal, runt en sjö, eller i ett hamnområde, med relativt frekventa stopp för att låta passagerare gå av och på.

Bortsett från mindre avvikelser från olika last, strömmar och vind, är det känt på förhand hur mycket energi som behövs för att slutföra varje etapp på resan. Och det är alltid densamma. Det är inte nödvändigt att använda ett batteri som klarar en arbetsdags totala förbrukning. Batteriet kan utan problem laddas vid varje planerat stopp, utan att rutten tar längre tid.

Laddning för nästa etapp måste dock kunna genomföras på ett fåtal minuter. Om man skulle försöka genomföra detta med ett konventionellt litiumjonbatteri skulle dess kapacitet behöva vara många gånger större än den energi som kan levereras under snabbaddning. Om inte skulle laddningsströmmen per cell vara så hög att det skulle leda till metallplätning, kapacitetsförsämring och risk för tillväxt av dendriter. Används däremot ett LTO-batteri kan kapaciteten vara mycket mindre. Förmodligen

någonstans kring en tiondel i kapacitet. Och det skulle ändå vara möjligt att snabbadda i tillräckligt hög takt.

Färjan kommer att kunna dra nytta av ett fysiskt mindre och lättare batteri, som följaktligen kommer att kosta mycket mindre än ett konventionellt litiumjonbatteri. Trots lägre energitäthet och högre kostnad per watt, blir priset på LTO-batteriet bara cirka 20 procent av en konventionell lösning. Detta på grund av att energikapaciteten är optimerad. Räknat på färjans hela livstid, säg 15 år, blir besparingarna i själva verket ännu mycket högre, eftersom NMC- eller LFP-batterier förmodligen skulle behöva bytas ut, medan LTO-batterier sannolikt inte skulle behöva bytas ut under samma tid.

Addera till detta att LTO är den säkraste typen av litiumjoncell. Dess egenskaper i princip eliminerar all risk för brand eller explosion. Brand på en båt är såklart ett allvarigare problem än brand i ett landbaserat fordon.

### Toshibas LTO-batterilösning SCiB

Toshiba erbjuder ett brett utbud av battericeller. Allt från små högeffektsceller med en kapacitet på 2,9 Ah upp till en ny 26 Ah-cell med en energitäthet över 100 Wh/kg. Toshiba lanserade nyligen en innovativ 20 Ah-HP-cell med mycket hög effektkapacitet. Den krympte det interna motståndet

hos en tidigare 20 Ah-HP-cell med cirka 40 procent. Detta betyder att ineffekten kan vara 70 procent högre och uteffekten 60 procent högre. Dessutom uppnås en längre livslängd. Nära 100 procent av kapaciteten är kvar efter 8000 cykler, vid laddning och urladdning i 5C (mätt vid 25°C och ett SOC mellan 10 och 90 procent).

Toshiba erbjuder även kompletta moduler bestående av 24 celler, två parallella strängar med 12 i varje. Beroende på lastprofil kan de levereras med olika celltyper antingen för hög effekt eller för hög energi. Dessa moduler används redan i olika marina projekt och var de första batterier i Japan som vann godkännande från Nippon Kaiji Kyokai (Class NK) för användning i marina fartyg.

### Sammanfattning

När det gäller tunga marina tillämpningar är det ofta snabbaddning, livslängd och säkerhet som är nyckelparametrar vid val av batteriteknik. Det faktum att det går att krympa storleken på batteriet och att det inte behöver ersättas under tillämpningens livstid, är viktigare faktorer än energitätheten när du räknar på den totala ägandekostnaden. LTO är den mest kraftfulla, robusta och säkra litiumjontekniken som existerar och den erbjuder många fördelar för marina tillämpningar av detta och liknande slag. ■