



Für BEVs (E-Pkw) sind **NMC und LFP Lithium-Ionen-Akkus** gängig, aber die **Unterschiede in Zellchemie** führen zu spürbar unterschiedlichen Eigenschaften im Alltag.

Wichtig: Moderne Zellgenerationen haben die klassischen Unterschiede teilweise deutlich verkleinert – insbesondere beim Schnellladen.

1. Grundprinzip: Was steckt in einem NMC- bzw. LFP-Akku?

Eine Lithium-Ionen-Zelle besteht vereinfacht aus:

- **Kathode** – bestimmt einen großen Teil der Zellchemie
- **Anode** – meist Graphit bzw. Graphit/Silizium
- **Elektrolyt** – transportiert Lithium-Ionen
- **Separator** – verhindert direkten Kontakt zwischen Anode und Kathode
- Stromableiter und Zellgehäuse

Beim Laden wandern Lithium-Ionen von der Kathode zur Anode; beim Entladen läuft der Prozess umgekehrt.

Der wesentliche Unterschied liegt in der **Kathodenchemie**:

NMC – Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Oxid

NMC steht für **Nickel-Mangan-Cobalt**. Typische Varianten sind beispielsweise NMC 111, NMC 622 oder NMC 811 – die Zahlen beschreiben das ungefähre Verhältnis der drei Metalle.

Moderne NMC-Zellen sind häufig nickelreich. Nickel erhöht die Energiedichte, während Mangan und Kobalt zur Stabilisierung bzw. zu den elektrochemischen Eigenschaften beitragen. Die Automobilindustrie hat den Kobaltanteil über die Generationen deutlich reduziert.

LFP – Lithium-Eisen-Phosphat (ohne Kobalt)

LFP steht für **Lithium Iron Phosphate**, also Lithium-Eisen-Phosphat.

LFP benötigt weder Nickel noch Kobalt. Die Chemie ist thermisch sehr stabil und zeichnet sich durch hohe Zyklenfestigkeit und vergleichsweise niedrige Materialkosten aus.

Die IEA beschreibt LFP inzwischen als weltweit sehr bedeutende EV-Chemie: 2025 entfielen bereits **mehr als 55 % der weltweit eingesetzten EV (Electric Vehicle) -Batterien auf LFP**.



2. Der grundsätzliche Unterschied in einem Satz

Wenn man die beiden Chemien stark vereinfacht charakterisieren möchte:

NMC = hohe Energiedichte, gute Kälteperformance, kompakter Akku.

LFP = niedrigere Energiedichte, hohe Lebensdauer, hohe thermische Stabilität und geringere Kosten.

Die Realität ist allerdings etwas differenzierter.

3. Energiedichte und Fahrzeuggewicht

Das ist einer der größten technischen Unterschiede.

NMC kann pro Kilogramm und pro Liter mehr Energie speichern.

Aktuelle NMC-Zellen erreichen je nach Generation und Hersteller sehr hohe Energiedichten; CATL nennt beispielsweise bis zu **265 Wh/kg** für seine NMC-Qilin-Batterien gegenüber bis zu **205 Wh/kg** für entsprechende LFP-Systeme.

Die IEA kommt für Batterie-Packs auf ungefähr:

- **LFP: ca. 20 % weniger Wh/kg**
- **LFP: ca. 1/3 weniger Wh/L**

gegenüber NMC.

Das bedeutet praktisch:

Nehmen wir einen Akku mit 75 kWh.

Ein NMC-Akku kann bei gleicher Fahrzeugarchitektur beispielsweise:

- kleiner
- leichter
- platzsparender

ausfallen.

Ein LFP-Akku benötigt für dieselbe nutzbare Energiemenge tendenziell mehr Masse bzw. Volumen.

Aber: Durch Cell-to-Pack-Technologien, bessere LFP-Zellen und strukturelle Batterien ist dieser Nachteil kleiner geworden.



4. Spannung der Zellen

Auch die Zellspannung unterscheidet sich. Typischerweise:

	NMC	LFP
Nennspannung Zelle	ca. 3,6–3,7 V	ca. 3,2–3,3 V
Ladeschlussspannung	ca. 4,2–4,3 V	ca. 3,6–3,65 V
Spannungskurve	relativ kontinuierlich	sehr flach

Die **flache Spannungskurve von LFP** ist für das Batteriemanagement interessant.

Ein LFP-Akku kann beispielsweise über einen großen SOC-Bereich nahezu dieselbe Zellspannung haben. Dadurch ist es für das BMS schwieriger, allein aus der Spannung den Ladezustand exakt zu bestimmen.

Deshalb benötigen LFP-Fahrzeuge eine regelmäßige **Vollladung zur SOC-Kalibrierung**.

Das ist ein wichtiger Unterschied im Alltag.

5. Lebensdauer und Alterung

Hier hat LFP grundsätzlich einen Vorteil.

LFP-Zellen können sehr viele Lade-/Entladezyklen verkraften. Hersteller geben bei bestimmten LFP-Zellen mehrere Tausend Vollzyklen an; CATL nennt beispielsweise für bestimmte LFP-Zellen 4.000 bis 6.000 Zyklen und bei speziellen Zellen noch deutlich mehr. Das sind allerdings **Zell-Spezifikationen unter definierten Laborbedingungen**, keine Garantie für die Lebensdauer eines kompletten Pkw-Akkus.

NMC kann ebenfalls sehr langlebig sein. Allerdings reagiert NMC empfindlich auf:

- hohe Temperaturen
- hohe Ladezustände
- hohe Lade-/Entladeströme
- hohe Zellspannungen

Insbesondere **hoher SOC + hohe Temperatur** ist eine ungünstige Kombination.

Deshalb wird bei vielen NMC-Fahrzeugen für den normalen Alltag beispielsweise ein Ladeziel von 80 % empfohlen.

Tesla empfiehlt bei Fahrzeugen mit entsprechender täglicher Ladegrenze beispielsweise etwa 80 % und 100 % eher für längere Fahrten.

Das ist aber **keine generelle NMC-Regel**. Der konkrete Hersteller bzw. das BMS entscheidet.



Es ist immer die Betriebsanleitungen der Hersteller zu beachten.

6. Warum kann LFP problemlos auf 100 % geladen werden?

Bei LFP ist es im Allgemeinen wesentlich weniger problematisch, den Akku regelmäßig auf 100 % zu laden.

Das bedeutet nicht:

„LFP kann immer bedenkenlos bei 100 % herumstehen.“

Auch LFP altert bei hoher Temperatur und hohem SOC.

Aber die chemische Belastung durch den hohen Ladezustand ist typischerweise geringer als bei NMC.

Deshalb können Hersteller bei LFP-Fahrzeugen empfehlen:

mindestens 1 x pro Woche oder auch täglich auf 100 % zu laden.

Das hat einen weiteren Vorteil: Man kann die größere nutzbare SOC-Spanne tatsächlich verwenden.

7. AC-Laden – gibt es einen großen Unterschied?

Hier lautet die Antwort überraschenderweise:

Im normalen AC-Laden ist der Unterschied relativ gering.

Bei AC-Laden mit beispielsweise:

- 2,3 kW
- 7,4 kW
- 11 kW
- teilweise 22 kW

ist die Batterie relativ wenig belastet.

Der Strom wird über das Onboard-Charger-System in Gleichstrom umgewandelt und anschließend von der Batterie aufgenommen.



Beispiel

75-kWh-Akku: **11 kW AC**

theoretisch: $75 / 11 \approx 6,8$ Stunden

In der Realität etwas länger wegen Ladeverlusten und Ladeleistungskurve.

Ob NMC oder LFP macht bei dieser geringen C-Rate normalerweise keinen dramatischen Unterschied.

Für den täglichen Betrieb

AC-Laden ist für beide Chemien sehr akkuschonend.

Das gilt insbesondere für:

- 3,7 kW
- 7,4 kW
- 11 kW

Deshalb ist ein BEV, das überwiegend mit 11 kW AC geladen wird, für beide Chemien in einer sehr günstigen Betriebssituation.

8. DC-Schnellladen – hier wird es interessanter

Beim DC-Laden wird die Batterie direkt mit Gleichstrom aus der Ladesäule versorgt.

Hier spielen wesentlich größere Ströme eine Rolle.

Beispiel:

75-kWh-Akku mit 150 kW Ladeleistung:

$$150 / 75 = 2C$$

Das ist eine sehr hohe Belastung verglichen mit 11-kW-AC-Laden.

Die Batterie muss dabei:

- hohe Ströme aufnehmen
- Wärme abführen
- Zellspannungen überwachen
- Temperatur kontrollieren
- Ladeleistung abhängig von SOC reduzieren

Das BMS bestimmt deshalb die tatsächliche Ladeleistung.



9. Die Ladeleistung hängt nicht einfach von NMC oder LFP ab

Man kann nicht sagen: „NMC lädt schnell, LFP lädt langsam.“ Das wäre bei modernen Fahrzeugen falsch.

Die tatsächliche DC-Ladeleistung hängt unter anderem ab von:

- Zellgeneration
- Zellformat
- Elektrodenaufbau
- Innenwiderstand
- Batteriegröße
- Batteriespannung
- Temperatur
- SOC
- Kühlung
- BMS
- maximaler Ladeleistung des Fahrzeugs
- Ladeleistung der Säule

Moderne LFP-Batterien können sehr schnell laden.

CATL hat beispielsweise LFP-Systeme entwickelt, die bei optimalen Bedingungen 80 % in etwa 10 Minuten erreichen; aktuelle Generationen gehen noch deutlich weiter.

Der klassische Vorteil von NMC beim Schnellladen ist daher **nicht mehr so absolut wie früher**.

10. Der entscheidende Unterschied beim DC-Laden: **Kälte**

Hier wird LFP interessanterweise deutlich schwieriger. Alle Lithium-Ionen-Batterien mögen keine niedrigen Temperaturen.

Bei Kälte:

- steigt der Innenwiderstand
- Lithium-Ionen bewegen sich langsamer
- die Ladefähigkeit sinkt
- die Leistung sinkt
- die Rekuperation kann reduziert werden
- DC-Ladeleistung kann massiv reduziert werden

Untersuchungen des US-Energieministeriums zeigen, dass Kälte die Lithium-Ionen-Beweglichkeit und damit Leistung und Ladeeffizienz reduziert.

Beim Schnellladen ist das besonders wichtig.



11. Warum ist kaltes Laden problematisch?

Ein wichtiger Mechanismus ist das sogenannte **Lithium Plating**.

Wenn eine Lithium-Ionen-Zelle bei niedriger Temperatur mit hoher Ladeleistung geladen wird, kann Lithium nicht schnell genug in die Graphitanode eingelagert werden.

Dann kann sich metallisches Lithium auf der Anode abscheiden.

Das ist unerwünscht und kann:

- die Kapazität reduzieren
- den Innenwiderstand erhöhen
- die Alterung beschleunigen
- unter ungünstigen Umständen Sicherheitsprobleme verursachen

Deshalb sagt das BMS bei kaltem Akku sinngemäß: „Noch nicht so schnell laden.“

12. NMC vs. LFP im Winter

Hier hat **NMC einen grundsätzlichen Vorteil**.

LFP verliert bei niedrigen Temperaturen relativ stark an Leistungsfähigkeit.

Das bedeutet beispielsweise bei einem kalten Wintermorgen:

NMC

- etwas weniger Reichweite
- reduzierte Rekuperation
- reduzierte Ladeleistung
- Batterieheizung erforderlich

LFP

- ebenfalls weniger Reichweite
- tendenziell stärkerer Leistungseinbruch
- stärkere Einschränkung beim Laden
- Batterieheizung besonders wichtig
- DC-Laden mit kaltem Akku kann deutlich langsamer beginnen

Das bedeutet aber nicht, dass ein LFP-BEV im Winter schlecht funktioniert.

Ein modernes Fahrzeug mit gutem Thermomanagement kann die Batterie aktiv auf Temperatur bringen.



13. Batterie-Vorkonditionierung ist deshalb extrem wichtig

Ein modernes Elektroauto kann die Batterie vor dem DC-Laden auf die optimale Temperatur bringen.

Beispielsweise:

Du navigierst zu einem Schnelllader.

Das Fahrzeug weiß: „In 25 Minuten erreichen wir den HPC.“

Dann beginnt es bereits während der Fahrt, die Batterie zu erwärmen.

Bei einem LFP-Fahrzeug ist diese Funktion besonders wertvoll.

Das kann den Unterschied zwischen:

20–40 kW am kalten Akku

und beispielsweise

100–200+ kW am optimal temperierten Akku

ausmachen – wobei die tatsächlichen Werte selbstverständlich vom konkreten Fahrzeug abhängen.

Dass Temperaturmanagement für Schnellladen entscheidend ist, zeigt auch die Entwicklung moderner LFP-Systeme: CATL kombiniert beispielsweise Zelltemperaturkontrolle mit LFP-Schnellladechemie.

14. Winterbetrieb – Reichweite

Hier muss man zwei Effekte auseinanderhalten.

Effekt 1: **Batterie**

Die Batterie liefert bei Kälte weniger nutzbare Leistung bzw. Energie.

Effekt 2: **Fahrzeug**

Der viel größere Reichweitenkiller kann die **Heizung des Fahrzeuginnenraums** sein.



Bei $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ muss das Fahrzeug:

- Innenraum heizen
- Scheiben entfrosten
- Batterie temperieren
- teilweise Motor/Antrieb erwärmen

Eine Untersuchung des Argonne National Laboratory fand beispielsweise bei $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ gegenüber $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ Reichweitenverluste von bis zu 60 % unter den untersuchten Bedingungen; dabei war die Innenraumheizung ein wesentlicher Faktor.

Das ist wichtig:

Der Winter-Reichweitenverlust eines BEV ist nicht einfach ein „LFP-Problem“.

Ein großer Teil kommt von der Fahrzeugheizung und den allgemeinen Kälteeffekten.

15. Sommerbetrieb

Hier drehen sich einige Vorteile.

Hohe Temperaturen sind für beide Chemien ungünstig.

Aber: **LFP ist thermisch robuster.**

Die Eisen-Phosphat-Kathodenstruktur ist bei hohen Temperaturen stabiler als viele NMC-Systeme.

NMC muss deshalb besonders sorgfältig thermisch kontrolliert werden.

Das bedeutet aber nicht, dass ein NMC-Akku im Sommer problematisch wäre.

Moderne Pkw haben:

- Flüssigkeitskühlung
- Temperaturfühler
- aktive Batterie-Klimatisierung
- Leistungsbegrenzung
- SOC-Management

Die Batterie kann damit im optimalen Temperaturbereich gehalten werden.



16. Sommer + Schnellladen NMC

Hohe Temperaturen + hoher SOC + hohe Ladeleistung

→ besonders ungünstige Kombination für die Alterung.

LFP

Ebenfalls ungünstig, aber chemisch robuster.

Das bedeutet: **Ein LFP-Akku verzeiht hohe thermische Belastungen grundsätzlich besser.**

Aber: Auch LFP sollte nicht unnötig heiß mit hoher Leistung geladen werden.

Das Batteriemanagement reduziert deshalb gegebenenfalls die Ladeleistung.

17. Sicherheit

Hier liegt einer der klassischen Vorteile von LFP.

LFP besitzt eine **höhere thermische Stabilität** als viele NMC-Systeme.

NMC hat eine höhere Energiedichte, aber die nickelreichen Kathoden können bei thermischer Überlastung reaktiver sein.

Daraus ergibt sich:

	NMC	LFP
Thermische Stabilität	gut	sehr gut
Thermal Runaway	möglich	deutlich höhere thermische Stabilität
Sicherheitsreserve	gut	sehr gut

Aber auch hier gilt: Ein moderner NMC-Pkw-Akku ist nicht automatisch unsicher.

Die Sicherheit eines kompletten Akkupacks hängt auch ab von:

- Zellqualität
- BMS
- Sicherungen
- Kühlung
- Zellabständen
- Gehäuse
- Crasheschutz
- Überwachung
- Produktionsqualität

Die Chemie ist nur ein Teil des Gesamtsystems.



18. Rekuperation

Hier gibt es ebenfalls einen interessanten Wintereffekt.

Bei kaltem Akku kann das BMS die Rekuperation reduzieren.

Man kennt das beispielsweise als: „**Rekuperation eingeschränkt**“ oder durch einen entsprechenden Hinweis im Display.

Warum?

Weil beim Rekuperieren die Batterie mit hoher Leistung geladen wird.

Bei kaltem Akku möchte das BMS eine zu starke Lithium-Einlagerung vermeiden.

Deshalb:

Kalter Akku → weniger Rekuperation

Das kann bei LFP besonders ausgeprägt sein.

Nach einigen Kilometern und Erwärmung der Batterie:

Rekuperation steigt wieder auf Normalniveau.

19. Was passiert bei 100 % SoC Aufladung?

Das ist ein weiterer sehr wichtiger Unterschied.

LFP

100 % sind im Alltag wesentlich unkritischer.

Das macht LFP beispielsweise attraktiv für:

- tägliches Pendeln
- Fahrzeuge mit kleiner Batterie
- Flotten
- Taxis
- Fahrzeuge mit sehr hoher Jahresfahrleistung



NMC

100 % sind nicht verboten.

Aber:

100 % SOC über längere Zeit sind ungünstiger.

Daher ist beispielsweise:

20 → 80 % für den täglichen Betrieb häufig schonender als **0 → 100 %**.

Noch wichtiger ist die Kombination:

100 % + hohe Temperatur + lange Standzeit. Sollte man bei NMC möglichst vermeiden.

Bei voller Ladung eingeschränkte Rekuperation, da Akku bereits vollgeladen ist.

20. Was ist mit 0 % SoC Aufladung also leer?

Auch hier gilt:

0 % sollte bei beiden Chemien nicht als normaler Dauerzustand betrachtet werden.

Die Anzeige „0 %“ bedeutet normalerweise nicht, dass die Zellen tatsächlich vollständig auf 0 V entladen sind.

Das BMS hält eine Sicherheitsreserve zurück.

Trotzdem:

- nicht regelmäßig bis 0 % fahren
- nicht wochenlang leer stehen lassen
- bei längerer Standzeit eher mittleren SOC wählen



21. AC vs. DC im täglichen Betrieb

Man kann die Belastung ungefähr so einordnen:

Ladesituation	Belastung
2,3 kW AC	● sehr gering
7,4 kW AC	● gering
11 kW AC	● gering
22 kW AC	● / ● je nach Akku
50 kW DC	● moderat
100–150 kW DC	● / ● hoch
200–300+ kW DC	● hoch
HPC mit kaltem Akku	● ungünstig
HPC mit sehr heißem Akku	● ungünstig

Das ist allerdings eine **technische Einordnung**, keine feste Alterungsskala.

Ein Auto, das regelmäßig 150 kW DC lädt, ist nicht automatisch nach wenigen Jahren „kaputt“.

22. Ein interessanter Punkt: C-Rate

Die reine Ladeleistung sagt noch nicht alles. Entscheidend ist die Ladeleistung **bezogen auf die Batteriegröße**.

Beispiel:

Auto A

50-kWh-Akku

150 kW DC

→ **3C**

Auto B

100-kWh-Akku

150 kW DC

→ **1,5C**

Obwohl beide Autos mit 150 kW laden, ist die Belastung der Zellen beim 50-kWh-Akku erheblich höher.

Das ist einer der Gründe, warum große Akkus bei gleicher Ladeleistung häufig relativ schonend geladen werden.



23. NMC hat einen weiteren Vorteil: hohe Reichweite

Wenn Fahrzeuggröße und Batterievolumen begrenzt sind, kann NMC seine Stärke ausspielen.

Beispielsweise bei:

- Limousinen
- SUVs
- Langstreckenfahrzeugen
- Premiumfahrzeugen
- Fahrzeugen mit großer Reichweite

kann NMC eine kompaktere Batterie ermöglichen.

LFP ist dagegen besonders attraktiv, wenn Kosten, Lebensdauer und robuste Nutzung wichtiger sind.

24. Warum wird LFP trotzdem immer populärer?

Weil die Kostenvorteile erheblich sind. BNEF ermittelte für 2025 durchschnittliche Batterie-Packpreise über verschiedene Anwendungen hinweg von:

- **LFP:** ca. 81 US\$ / kWh
- **NMC:** ca. 128 US\$ / kWh

Das sind rund **37 % Unterschied**.

Die IEA bestätigt ebenfalls, dass LFP 2025 mehr als 40 % günstiger pro kWh als NMC war – weist aber ausdrücklich darauf hin, dass dieser Vergleich teilweise durch den hohen LFP-Anteil bei stationären Speichern beeinflusst wird.

Für reine Pkw sollte man deshalb nicht einfach behaupten:

„Ein LFP-Akku kostet exakt 81 \$/kWh.“ Das wäre zu pauschal.

25. Was kostet eine Pkw-Batterie ungefähr?

Für eine realistische Größenordnung würde ich 2025/26 etwa mit folgenden **Hersteller-/Industrie-Packkosten** rechnen:

Batterie grobe Größenordnung

LFP ca. 70–100 €/kWh

NMC ca. 100–140 €/kWh

Das ist eine **grobe Orientierung**, keine Endkunden-Reparaturkosten.



Digital Mobil - Technik Handy & Tablet Treff

Denn: Batterie-Pack $\neq$ Ersatzteilpreis

Wenn ein Hersteller einen kompletten 80-kWh-Akku als Ersatzteil verkauft, kann dieser beispielsweise ein Vielfaches der eigentlichen Produktionskosten kosten.

Hinzu kommen:

- Logistik
- Händler
- Garantie
- Arbeitszeit
- Diagnose
- Kühlmittel
- BMS
- Gehäuse
- Marge
- MwSt.

Die von BNEF genannten 2025er Werte von \$81/kWh für LFP und \$128/kWh für NMC sind daher am besten als **Industrie-/Packpreisbenchmark** zu verstehen, nicht als Preis einer Werkstattrechnung.

Außerdem lagen die durchschnittlichen europäischen Batteriepreise 2025 laut IEA deutlich über dem chinesischen Niveau; die regionalen Unterschiede sind beträchtlich.



26. Die große Vergleichsmatrix

Eigenschaft	NMC	LFP
Grundchemie	Nickel-Mangan-Kobalt	Lithium-Eisen-Phosphat
Zellspannung	~3,6–3,7 V	~3,2–3,3 V
Energiedichte	● hoch	● niedriger
Gewicht bei gleicher kWh	● geringer	● höher
Volumen bei gleicher kWh	● geringer	● höher
Reichweitenpotenzial	● hoch	● gut
Lebensdauer	● gut	● ● sehr gut
Zyklenfestigkeit	● gut	● ● sehr hoch
Thermische Stabilität	● gut	● ● sehr hoch
Sicherheit	● gut	● ● sehr gut
Kälteperformance	● besser	● schwächer
Ladeleistung bei Kälte	● besser	● stärker eingeschränkt
Sommerhitze	● gut	● besser
100 % SOC	● eher vermeiden als Dauerzustand	● wesentlich unkritischer
80 % SOC Alltag	● sehr gut	● möglich, aber oft nicht notwendig
AC-Laden	● sehr gut	● sehr gut
DC-Laden	● sehr gut	● sehr gut bei moderner Generation
HPC bei warmem Akku	● sehr gut	● sehr gut
HPC bei kaltem Akku	● besser	● problematischer
Rekuperation kalt	● eingeschränkt	● stärker eingeschränkt
Materialkosten	● höher	● niedriger
Kobalt/Nickel erforderlich	ja, je nach NMC-Variante	nein
Batteriepreis/kWh	● höher	● niedriger
Geeignet für hohe Jahresfahrleistung	●	● ●
Geeignet für Langstrecke	● ●	●
Geeignet für Stadt/Pendeln	●	● ●
Typischer Kostenvorteil	–	● deutlich



27. Bewertung nach Einsatzszenario

Szenario	NMC	LFP
20 km Pendeln täglich	●	● ●
100 km täglich	●	● ●
30.000 km/Jahr	●	● ●
50.000 km/Jahr	●	● ●
Taxi/Flotte	●	● ●
Häufig 100 % laden	●	● ●
Viele HPC-Ladungen	● ●	●
Häufig -10 °C	● ●	●
Häufig +35 °C	●	● ●
Maximale Reichweite	● ●	●
Möglichst kleiner Akku	● ●	●
Möglichst niedriger Fahrzeugpreis	●	● ●
Fahrzeug 10–15 Jahre behalten	●	● ●
Batterie maximal schonen	●	● ●

28. Was bedeutet das für den Fahrer konkret?

Achtung, es gilt immer die Betriebsanleitung des jeweiligen Herstellers.

Wenn du einen LFP-BEV fährst

Ein sinnvoller Alltag könnte beispielsweise sein:

10–100 % beachte das vom Hersteller empfohlene Ladefenster.

Du musst dich weniger davor fürchten, regelmäßig auf 100 % zu laden.

Für Langstrecken: **100 %** → **losfahren** → **HPC** ist völlig normal.

Im Winter ist es besonders wichtig:

Batterie vor dem HPC-Laden vorkonditionieren lassen.

Wenn du einen NMC-BEV fährst

Für den Alltag eher:

20–80 % beachte die vom Hersteller empfohlene tägliche Ladegrenze.

Für Langstrecken: **100 % laden** → **möglichst zeitnah losfahren**.

Nicht: **100 % laden** → **drei Tage bei 35 °C stehen lassen**.

Beim DC-Laden: **Navigation zum Schnelllader nutzen**, damit die Batterie vorkonditioniert wird.



29. Sommer vs. Winter – kompakt zusammengefasst



Sommer

NMC

- hohe Leistung
- sehr gute Schnellladefähigkeit
- thermische Belastung beachten
- hohe SOC-Werte vermeiden, wenn das Fahrzeug länger steht
- aktives Batteriekühlsystem wichtig

LFP

- thermisch robuster
- hohe SOC-Werte weniger problematisch
- sehr gute Lebensdauer
- hohe Temperaturen trotzdem vermeiden



Winter

NMC

- bessere Kaltleistung
- bessere Reichweite
- schneller wieder auf Ladeleistung
- trotzdem Batterie vorkonditionieren

LFP

- stärker temperaturabhängig
- höhere Einschränkungen bei kaltem Akku
- reduzierte Rekuperation wahrscheinlicher
- DC-Laden ohne Vorkonditionierung kann deutlich langsamer sein
- Batterieheizung besonders wichtig



30. Der wichtigste Punkt:

Die Zellchemie allein entscheidet nicht über die Qualität. Das wird bei Vergleichen häufig übersehen.

-Ein **moderner LFP-Akku mit hervorragendem Thermomanagement** kann im Alltag besser funktionieren als ein älterer NMC-Akku mit schlechter Batteriearchitektur.

-Ebenso kann ein modernes NMC-System eine extrem lange Lebensdauer erreichen.

Entscheidend sind zusätzlich:

1. Zellgeneration
2. Zellformat
3. Zellhersteller
4. Batteriegröße
5. Packaufbau
6. Flüssigkeitskühlung
7. Batterieheizung
8. BMS-Strategie
9. Ladeleistung
10. Ladefenster
11. Vorkonditionierung
12. Software
13. thermische Integration in das Fahrzeug

Die IEA weist beispielsweise darauf hin, dass **Cell-to-Pack- und Cell-to-Chassis-Konzepte** die Nachteile der geringeren Energiedichte von LFP teilweise kompensieren.



Mein technisches Fazit

Wenn man **nur die Chemie** betrachtet:

NMC

→ **Energiedichte + Reichweite + Kälteperformance**

LFP

→ **Kosten + Lebensdauer + thermische Stabilität + unkomplizierter 100-%-Betrieb**

Der früher sehr deutliche Nachteil von LFP beim Schnellladen wird durch neue Zellgenerationen zunehmend kleiner. Moderne LFP-Zellen können sehr hohe Ladeleistungen erreichen; deshalb sollte man bei einem konkreten Fahrzeug immer die **reale Ladekurve und das Thermomanagement** betrachten und nicht nur „NMC oder LFP“.

Für den normalen deutschen Pkw-Alltag ist deshalb eine sehr interessante Faustregel:

Viel Langstrecke + Winter + maximale Reichweite → NMC hat technische Vorteile.

Viel Alltag + hohe Laufleistung + häufig 100 % + Kosten/Langlebigkeit → LFP hat technische Vorteile.

Und noch ein wichtiger Punkt: **Die Batteriechemie sollte man immer zusammen mit der konkreten Ladecharakteristik des Fahrzeugs betrachten.**

Ein 800-V-NMC mit 250-kW-Ladekurve ist ein völlig anderes System als ein älterer 400-V-NMC; genauso ist ein aktueller High-Power-LFP nicht mit einem älteren LFP-System gleichzusetzen.



Hier weitere Betrachtungen und weitere Details:

Die aktuellen Marktdaten bestätigen den grundsätzlichen Trend: LFP-Packs haben etwa 20 % weniger gravimetrische Energiedichte und etwa ein Drittel weniger volumetrische Energiedichte als NMC, können dafür aber bei Bedarf auf 100 % geladen werden. 2025 lagen LFP-Packs im globalen Durchschnitt über alle Anwendungen bei etwa 81 US\$/kWh gegenüber 128 US\$/kWh für NMC.

1. Ausgangspunkt für die Rechnung

Ich verwende drei typische Batteriegrößen:

- **60 kWh** – kompakter Pkw
- **75 kWh** – typischer Mittelklasse-BEV
- **100 kWh** – großer Langstrecken-BEV

Und zwei beispielhafte Reichweitenklassen:

- Sommer: etwa **15–17 kWh/100 km**
- Winter: etwa **20–25 kWh/100 km**

Das sind keine WLTP-Werte eines bestimmten Fahrzeugs, sondern realistische Größenordnungen für unterschiedliche Fahrprofile.

2. 60-kWh-Akku

NMC 60 kWh

Ein 60-kWh-NMC-Akku ist vergleichsweise kompakt.

Typische Größenordnung:

Parameter	60 kWh NMC
Nutzbare Energie	ca. 55–58 kWh
Akkugewicht	grob 350–450 kg
Sommerreichweite	ca. 330–390 km
Winterreichweite	ca. 240–300 km
10–80 %	ca. 25–35 min
10–100 % AC 11 kW	ca. 6–7 h
10–80 % Energie	42 kWh
150 kW DC theoretisch	16,8 min*

*Nur mathematisch. In der Praxis verhindert die Ladekurve, dass dauerhaft 150 kW anliegen.



LFP 60 kWh

Parameter	60 kWh LFP
Nutzbare Energie	ca. 57–60 kWh
Akkugewicht	grob 400–500 kg
Sommerreichweite	ca. 320–380 km
Winterreichweite	ca. 220–290 km
10–80 %	ca. 25–40 min
10–100 % AC 11 kW	ca. 6–7 h
10–80 % Energie	42 kWh

Der Gewichtsunterschied ist abhängig von der konkreten Packarchitektur. Moderne LFP-Packs können durch Cell-to-Pack den Nachteil deutlich reduzieren. Die IEA weist explizit darauf hin, dass CTP/CTC-Technologien die Pack-Energiedichte von LFP verbessern. EA

3. 75-kWh-Akku – für mich der interessanteste Vergleich

75 kWh sind eine sehr gute Größe, um die Unterschiede im Alltag zu verstehen.

75 kWh NMC

Nehmen wir beispielsweise:

75 kWh brutto
70–72 kWh nutzbar

Sommer

Bei 16 kWh/100 km:

$$70 / 16 \times 100 = \mathbf{438 \text{ km}}$$

Bei 18 kWh/100 km:

$$70 / 18 \times 100 = \mathbf{389 \text{ km}}$$

Realistisch kann man deshalb je nach Fahrzeug und Geschwindigkeit etwa:

380–440 km ansetzen.



Winter

Bei 22 kWh/100 km:

$$70 / 22 \times 100 = \mathbf{318 \text{ km}}$$

Bei 25 kWh/100 km:

$$70 / 25 \times 100 = \mathbf{280 \text{ km}}$$

Also grob: **280–320 km**

4. 75-kWh-LFP

Hier ist die Situation interessant.

Da LFP häufiger bis 100 % genutzt wird, kann beispielsweise ein größerer Teil der nominellen Batterie tatsächlich für den Alltag zur Verfügung stehen.

Nehmen wir:

75 kWh brutto

72–74 kWh nutzbar

Sommer:

Verbrauch Reichweite

15 kWh/100 km 493 km

17 kWh/100 km 424 km

20 kWh/100 km 360 km

Winter:

Verbrauch Reichweite

20 kWh/100 km 370 km

22 kWh/100 km 327 km

25 kWh/100 km 296 km

Damit sieht man etwas Wichtiges:

Der reale Reichweitenunterschied zwischen NMC und LFP ist häufig kleiner als der Unterschied bei der Zell-Energiedichte vermuten lässt.



Digital Mobil - Technik Handy & Tablet Treff



Warum?

Weil bei einem NMC-Fahrzeug eventuell nur beispielsweise 80 % des Akkus regelmäßig genutzt werden, während ein LFP-Fahrzeug einen größeren SOC-Bereich verwenden kann.

Die IEA beschreibt genau diesen Ausgleich: LFP hat eine geringere Energiedichte, kann aber bei Bedarf bis 100 % SOC geladen werden. IEA

5. Jetzt wird es beim Laden interessant

Nehmen wir einen 75-kWh-Akku.

11-kW-AC

10 → 80 %:

$$75 \times 0,70 = \mathbf{52,5 \text{ kWh}}$$

Mit 11 kW:

$$52,5 / 11 = \mathbf{4,77 \text{ Stunden}}$$

In der Praxis:

ca. 5–5,5 Stunden

Für NMC und LFP ist das nahezu gleich.

Das bedeutet:

Wenn du zuhause über Nacht lädst:

NMC vs. LFP praktisch kein relevanter Unterschied.



6. 150-kW-DC

Jetzt wird es interessanter.

75-kWh-Akku:

$10 \rightarrow 80 \% = 52,5 \text{ kWh}$

Theoretische Ladezeit:

$52,5 / 150 = \mathbf{21 \text{ Minuten}}$

Aber das ist **nicht die tatsächliche Ladezeit.**

Warum?

Weil die Batterie beispielsweise so laden könnte:

SOC	Ladeleistung
10 %	140 kW
20 %	150 kW
30 %	150 kW
40 %	145 kW
50 %	135 kW
60 %	115 kW
70 %	85 kW
80 %	55 kW

Die Ladeleistung fällt mit zunehmendem SOC.

Deshalb kann aus theoretischen 21 Minuten beispielsweise eine reale Zeit von:

ca. 25–35 Minuten werden.



7. Warum die Ladekurve wichtiger ist als die maximale Ladeleistung

Das ist für einen Fahrzeugvergleich extrem wichtig.

Auto A:

250 kW Peak

aber:

- 250 kW nur kurz
- ab 50 % starke Reduzierung

Auto B:

175 kW Peak

aber:

- 170 kW bis 55 %
- 120 kW bis 75 %

Dann kann Auto B auf einer Langstrecke **ähnlich schnell oder sogar schneller** laden.

Deshalb sollte man bei BEVs niemals nur auf:

„max. DC-Ladeleistung 250 kW“ schauen.

Wichtiger ist:

10–80-%-Ladezeit

und noch besser:

10–60-%-Ladekurve



8. 100-kWh-Akku

Jetzt kommt der große Vorteil eines großen Akkus.

Angenommen: **100 kWh NMC** und maximale DC-Leistung: **200 kW**

Dann entspricht das: **2C**

Denn: $200 / 100 = 2C$

Bei einem: **60-kWh-Akku**

mit 200 kW wären es: $200 / 60 = 3,33C$

Das ist eine deutlich höhere Zellbelastung.

Die IEA weist darauf hin, dass durchschnittliche BEVs bei 150 kW ungefähr etwas über 2C liegen, während neuere Systeme inzwischen deutlich höhere C-Raten erreichen.

9. 100 kWh NMC – typische Größenordnung

Parameter	100 kWh NMC
nutzbar	ca. 93–97 kWh
Gewicht	grob 550–650 kg
Sommerreichweite	ca. 500–600 km
Winterreichweite	ca. 380–470 km
10–80 %	ca. 25–35 min bei sehr guter Ladekurve
11-kW-AC 10–80 %	ca. 6–7 h

Bei einem sehr effizienten Fahrzeug kann die Reichweite auch höher liegen.

10. 100 kWh LFP

Parameter	100 kWh LFP
nutzbar	ca. 95–98 kWh
Gewicht	grob 600–700 kg
Sommerreichweite	ca. 480–570 km
Winterreichweite	ca. 360–450 km
10–80 %	ca. 25–40 min bei moderner Technik
11-kW-AC 10–80 %	ca. 6–7 h

Der Unterschied bei der Reichweite ist also nicht zwangsläufig riesig.

Der Unterschied beim **Gewicht** ist dagegen real.



11. Jetzt die entscheidende Frage: Wie viele Kilometer hält der Akku?

Hier muss ich eine wichtige Korrektur zu einer häufig verbreiteten Aussage machen:

Man kann nicht seriös sagen „LFP hält 500.000 km und NMC nur 250.000 km“.

Warum?

Weil die Lebensdauer extrem abhängig ist von:

- Temperatur
- SOC
- Ladeleistung
- Entladetiefe
- Zellgeneration
- Ladeprofil
- Kalenderalter
- Kühlung
- BMS

Eine DOE/US-NREL-Untersuchung kommerzieller Zellen zeigte, dass allein die unterschiedlichen Testbedingungen die Zeit bis 80 % Kapazität um **Tausende von Stunden bzw. Zyklen** verändern können. LFP zeigte in dieser Untersuchung die höchste Zyklenlebensdauer.

12. Trotzdem können wir eine Modellrechnung machen

Nehmen wir als **reines Rechenmodell**:

NMC 2.000 Vollzyklen

LFP 4.000 Vollzyklen

Das sind keine Garantiewerte, sondern eine Modellannahme.



13. 60-kWh-Akku

Ein Vollzyklus entspricht ungefähr: **60 kWh**

NMC

$$2.000 \times 60$$

$$= \mathbf{120.000 \text{ kWh Energieumsatz}}$$

Bei 16 kWh/100 km:

$$120.000 / 16 \times 100$$

$$= \mathbf{750.000 \text{ km}}$$

LFP

$$4.000 \times 60$$

$$= \mathbf{240.000 \text{ kWh Energieumsatz}}$$

$$240.000 / 16 \times 100$$

$$\mathbf{1.500.000 \text{ km}}$$

Das zeigt aber gleichzeitig, warum die Rechnung **nicht als Lebensdauerprognose** verwendet werden darf.

Denn ein Pkw-Akku wird nicht einfach bis „0 % Restkapazität“ gefahren.

Außerdem altert die Batterie auch im Stand.



14. Realistischer ist deshalb eine Betrachtung bis 80 % SOH

SOH = **State of Health**

100 %: neuer Akku

90 %: noch sehr gut

80 %: häufig verwendete Grenze für „Ende der automobilen Erstnutzung“

70 %: noch nutzbar, aber deutlich weniger Reichweite

15. Beispiel 75-kWh-Akku

Nehmen wir einen Akku mit:

75 kWh neu

Bei 80 % SOH: $75 \times 0,8 = \mathbf{60 \text{ kWh}}$

Es fehlen also: **15 kWh**

Das bedeutet bei einem Verbrauch von 18 kWh/100 km:

Neu: $75 / 18 \times 100$

= 417 km

Bei 80 % SOH: $60 / 18 \times 100$

= 333 km

Der Fahrer verliert also ungefähr:

84 km Reichweite



16. Interessant wird das bei LFP

Nehmen wir:

75 kWh LFP und beispielsweise 85 % SOH.

Dann: $75 \times 0,85$

= **63,75 kWh**

Bei 18 kWh/100 km:

= **354 km**

Das Fahrzeug ist also trotz Alterung noch sehr gut nutzbar.

17. Warum große Akkus beim Schnellladen einen Vorteil haben

Das wird häufig unterschätzt.

Vergleichen wir:

60 kWh

150 kW: **2,5C**

100 kWh

150 kW: **1,5C**

Das bedeutet:

Der 100-kWh-Akku muss für dieselbe Ladeleistung pro Zelle wesentlich weniger Strom verarbeiten.

Das ist einer der Gründe, warum große Akkus bei hoher DC-Ladeleistung thermisch leichter zu beherrschen sind.



18. 400 V vs. 800 V

Jetzt kommt noch ein Faktor hinzu, der teilweise wichtiger ist als NMC vs. LFP.

Bei:

400 V / 150 kW

beträgt der Strom ungefähr: $150.000 / 400$

= **375 A**

Bei:

800 V / 150 kW

sind es: $150.000 / 800$

= **188 A**

Also ungefähr halb so viel Strom.

Die ohmschen Verluste sind proportional zu: $I^2 \times R$

Halber Strom: → ungefähr **ein Viertel der Leitungsverluste**.

Die IEA beschreibt genau diesen Vorteil von 800-V-Systemen: Bei gleicher Leistung halbiert sich der Strom; die ohmschen Verluste können dadurch um etwa 75 % sinken.

19. Deshalb kann ein 800-V-LFP besser laden als ein 400-V-NMC

Das ist ein schönes Beispiel dafür, warum die Zellchemie allein nicht reicht.



Vergleiche:

Fahrzeug A

NMC / 400 V / 150 kW

schlechte Vorkonditionierung

Fahrzeug B

LFP / 800 V / 250 kW

sehr gute Kühlung

sehr gute Vorkonditionierung

Obwohl Fahrzeug A NMC hat, kann Fahrzeug B **deutlich schneller laden**.

20. Winter: Hier würde ich deutlicher unterscheiden

Nehmen wir einen Start bei: **-10 °C** und Akku ebenfalls kalt.

NMC

Nach dem Start:

- Rekuperation reduziert
- Ladeleistung reduziert
- Batterie erwärmt sich
- danach normale Leistung

LFP

Typischerweise:

- noch stärkere Einschränkungen
- weniger Rekuperation
- DC-Ladeleistung stärker reduziert
- Batterieheizung wichtiger

Das ist ein chemischer Unterschied, kein Softwarefehler.

Die IEA bezeichnet die höhere Energiedichte von NMC ausdrücklich als Vorteil für Betrieb in kalten Klimazonen, in denen LFP weniger effektiv ist.



21. Ein sehr wichtiger Wintervergleich

Angenommen:

Du kommst im Winter mit: **15 % SOC** an einen HPC.

Ohne Vorkonditionierung

LFP:

möglicherweise zunächst nur relativ geringe Ladeleistung.

NMC:

ebenfalls reduziert, aber tendenziell weniger problematisch.

Mit Vorkonditionierung

Beide:

deutlich bessere Ladeleistung.

Deshalb würde ich bei einem LFP-Fahrzeug besonders darauf achten, ob das Fahrzeug eine **automatische Batterie-Vorkonditionierung vor HPC-Ladern** beherrscht.

22. Was bedeutet das für eine 800-km-Langstrecke?

Nehmen wir einen effizienten 75-kWh-NMC.

Reale Reichweite: ca. 400 km.

Start: 100 %

Nach 350 km: ca. 10–15 %

Dann: HPC 10 → 70 %

Danach: weitere ca. 250–300 km

Man kann dadurch mit einer relativ kurzen Pause weiterfahren.



23. LFP bei derselben Fahrt

75-kWh-LFP:

Sommer: ähnliche Größenordnung.

Winter: etwas stärkerer Reichweitenverlust.

Beim ersten HPC: **unbedingt vorkonditionieren.**

Bei gutem modernen LFP-System kann die tatsächliche Langstreckenzeit trotzdem sehr konkurrenzfähig sein.

24. Die Batteriealterung im Alltag

Jetzt würde ich folgende Nutzung als besonders schonend betrachten:

NMC

Optimal:

- 20–80 %
- AC 11 kW
- Akku moderat temperiert
- 100 % nur vor längeren Fahrten
- 100 % nicht tagelang herumstehen lassen
- HPC hauptsächlich auf Langstrecke

LFP

Optimal:

- 10–100 % möglich
- AC 11 kW
- 100 % regelmäßig möglich
- HPC bei vorkonditioniertem Akku
- ebenfalls extreme Hitze vermeiden

Die IEA beschreibt LFP entsprechend als Chemie, die bei Bedarf auf 100 % geladen werden kann, ohne die für NMC typische zusätzliche langfristige Belastung.



25. Eine interessante Rechnung für 200.000 km

Nehmen wir: **75-kWh-Akku**

und: **18 kWh/100 km**

Für 200.000 km benötigt das Fahrzeug: $200.000 \times 18 / 100$

= **36.000 kWh**

Das entspricht: $36.000 / 75$

= **480 Vollzyklen**

Das ist erstaunlich wenig.

Und genau hier liegt ein wichtiger Denkfehler:

Ein Pkw mit 200.000 km macht **nicht 2.000–4.000 Vollzyklen**.

Er macht bei einem großen Akku vielleicht nur einige hundert Vollzyklen – abhängig vom Verbrauch und von Ladeverlusten.

26. 300.000 km

75-kWh-Akku: $300.000 \times 18 / 100$

= **54.000 kWh**

$54.000 / 75$

= **720 Vollzyklen**

Das bedeutet:

300.000 km sind für einen großen BEV-Akku zyklisch gar nicht so extrem.

Die Kalenderalterung wird zunehmend wichtig.



27. 500.000 km

$500.000 \times 18 / 100$

= **90.000 kWh**

$90.000 / 75$

= **1.200 Vollzyklen**

Das ist für moderne LFP-Zellen durchaus eine Größenordnung, die elektrochemisch nicht absurd hoch ist.

Bei NMC ist es stärker davon abhängig, wie die Batterie betrieben wurde.

Und genau hier zeigen Zelltests, dass LFP bei vielen Betriebsbedingungen eine höhere Zyklenlebensdauer als NMC erreichen kann.

28. Aber: Kalenderalterung!

Nehmen wir zwei identische Fahrzeuge.

Fahrzeug A

300.000 km

8 Jahre

viel gefahren

Fahrzeug B

80.000 km

8 Jahre

steht häufig bei 100 %

Fahrzeug B muss **nicht zwangsläufig den gesünderen Akku** haben.

Warum? Weil Batteriealterung aus mindestens zwei großen Komponenten besteht:

Cycle Aging und Calendar Aging

Also: Alterung durch Benutzung + Alterung durch Zeit.

Temperatur und SOC beeinflussen die Kalenderalterung stark.



29. Daher würde ich für die Lebensdauer folgende Hierarchie verwenden

Sehr günstig

- 20–80 %
- 15–25 °C Batterie
- langsames AC-Laden
- moderate Leistung
- wenig Zeit bei 100 %

Gut

- 10–90 %
- 11-kW-AC
- gelegentlich HPC
- gelegentlich 100 %

Belastender

- regelmäßig 5–100 %
- häufig HPC
- hohe Leistung
- sehr hohe Temperaturen

Besonders ungünstig

- kalter Akku + hohe DC-Ladeleistung
- sehr heißer Akku + hohe Ladeleistung
- lange Zeit 100 % bei großer Hitze
- sehr häufig extreme SOC-Bereiche



30. Jetzt die komplette Matrix

Merkmal	60 kWh NMC	60 kWh LFP	75 kWh NMC	75 kWh LFP	100 kWh NMC	100 kWh LFP
Energiedichte	●	●	●	●	●	●
Gewicht	●	●	●	●	●	●
Reichweite Sommer	●	●	●	●	● ●	●
Reichweite Winter	● ●	●	● ●	●	● ●	●
100 % Alltag	●	● ●	●	● ●	●	● ●
AC 11 kW	●	●	●	●	●	●
DC warm	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
DC kalt	●	●	●	●	●	●
Lebensdauerpotenzial	●	● ●	●	● ●	●	● ●
hohe Jahreskilometer	●	● ●	●	● ●	●	● ●
Langstrecke	● ●	●	● ●	●	● ●	●
Fahrzeugkosten	●	●	●	●	●	●
hohe Temperaturen	●	●	●	●	●	●



31. Meine technische Einordnung der drei Batteriegrößen 60 kWh

LFP sehr interessant, wenn:

- hauptsächlich Stadt/Pendeln
- zuhause geladen wird
- selten lange Strecken
- niedriger Fahrzeugpreis wichtig
- häufig 100 % geladen werden soll

NMC interessant, wenn:

- möglichst wenig Batteriegewicht
- maximale Reichweite aus einem kleinen Pack
- häufig Winterbetrieb
- häufig Langstrecke

75 kWh

Das ist meiner Meinung nach der **Sweet Spot für viele Pkw.**

Genug Reichweite für:

- Alltag
- Autobahn
- Langstrecke

aber noch kein extrem schwerer Akku.

Hier sind **beide Chemien sehr sinnvoll.**

100 kWh

Hier wird NMC wegen des Gewichts besonders interessant.

100 kWh LFP bedeuten eine sehr große und schwere Batterie.

100 kWh NMC ermöglichen dagegen:

- hohe Reichweite
- relativ hohe Energiedichte
- große Leistungsreserven

Für ein schweres Langstreckenfahrzeug ist NMC deshalb technisch sehr attraktiv.



Digital Mobil - Technik Handy & Tablet Treff

32. Und jetzt die Kostenrechnung

Mit den aktuellen BNEF-Durchschnittswerten von 2025:

LFP: \$81/kWh NMC: \$128/kWh

über alle Anwendungen hinweg. Für reine Pkw können die tatsächlichen Werte abweichen. BNEF nennt für BEV-Packs insgesamt 2025 durchschnittlich \$99/kWh; Europa lag regional über China.

Reine Rechenbeispiele:

Akku	LFP bei \$81/kWh	NMC bei \$128/kWh
60 kWh	\$4.860	\$7.680
75 kWh	\$6.075	\$9.600
100 kWh	\$8.100	\$12.800

Differenz:

zu 75 kWh - **\$3.525** zu 100 kWh - **\$4.700**

Das erklärt sehr gut, warum Autohersteller bei günstigeren Fahrzeugen zunehmend LFP einsetzen.

33. Ein Punkt, den ich für einen Autokäufer besonders wichtig finde

Wenn du zwei Fahrzeuge vergleichst:

75 kWh NMC gegen 75 kWh LFP

würde ich **nicht nur auf die Chemie schauen**.

Ich würde diese fünf Punkte in dieser Reihenfolge untersuchen:

1. **10–80%-Ladezeit**
2. **Ladekurve**
3. **Batterie-Vorkonditionierung**
4. **Winter-Ladeleistung**
5. **Garantiebedingungen/SOH-Grenze**

Denn ein gutes LFP-System kann ein schlechtes NMC-System im Alltag übertreffen – und umgekehrt.

Die heutigen LFP-Systeme sind technisch erheblich weiter als noch vor einigen Jahren. Die IEA berichtet, dass LFP 2025 bereits **über 55 % der weltweit eingesetzten EV-Batterien** ausmache.



34. Wenn ich die beiden Systeme technisch „charakterisieren“ müsste NMC

Stärken

- hohe Energiedichte
- geringeres Batteriegewicht
- sehr gute Langstreckentauglichkeit
- bessere Kaltperformance
- hohe Leistungsdichte möglich
- hervorragend für große Reichweiten

Schwächen

- teurer
- höherer Nickel-/Kobaltbedarf
- empfindlicher gegenüber hohem SOC und Temperatur
- 100 % als dauerhafter Alltagspunkt ungünstiger
- thermisches Management besonders wichtig

LFP

Stärken

- niedrige Kosten
- sehr hohe Zyklenfestigkeit
- thermisch robust
- 100 % SOC im Alltag wesentlich unkritischer
- kein Nickel/Kobalt in der Kathode
- sehr gut für hohe Kilometerleistungen

Schwächen

- geringere Energiedichte
- höheres Gewicht bei gleicher Kapazität
- schlechtere Kälteperformance
- kaltes DC-Laden problematischer
- SOC-Bestimmung wegen flacher Spannungskurve anspruchsvoller



35. Mein wichtigstes Ergebnis aus der ganzen Betrachtung

Wenn man einen modernen BEV-Akku **10 Jahre / 200.000–300.000 km** betrachtet, ist die Frage

„NMC oder LFP – welcher Akku hält länger?“

eigentlich nicht die wichtigste Frage.

Viel wichtiger ist:

Wie wird der Akku thermisch behandelt und wie wird er geladen?

Ein großer 75-kWh-NMC-Akku, der:

- meistens 20–80 % betrieben wird,
- zuhause mit 11 kW geladen wird,
- selten HPC sieht,
- vorkonditioniert wird,
- nicht heiß bei 100 % herumsteht,

kann eine sehr lange Lebensdauer erreichen.

Und ein LFP-Akku, der:

- ständig extrem schnell geladen wird,
- bei hoher Temperatur betrieben wird,
- häufig lange bei hohem SOC steht,

wird ebenfalls altern.

Die Zellchemie verschiebt die Grenzen – **sie hebt die Grundregeln der Batteriealterung aber nicht auf.**



Eine letzte, sehr interessante Schlussfolgerung

Für die nächsten Jahre würde ich deshalb drei Akku-Kategorien unterscheiden:

LFP 60–75 kWh

- Kosten-/Alltags-BEV
- hohe Lebensdauer
- tägliches 100-%-Laden möglich
- ideal für viele Kilometer und Heimladung

NMC 70–90 kWh

- universeller Langstrecken-BEV
- gutes Verhältnis aus Gewicht, Reichweite und Ladeleistung

NMC 90–110+ kWh

- Langstrecken-/Premium-BEV
- maximale Reichweite
- hohes Gewicht und höhere Kosten, aber sehr gute Autobahntauglichkeit

Und eine **moderne 800-V-LFP-Batterie** würde ich mittlerweile keinesfalls mehr automatisch als „langsamen Akku“ einstufen. Die aktuelle Batterietechnik hat die klassische Trennlinie zwischen „LFP = billig/langsam“ und „NMC = teuer/schnell“ deutlich aufgeweicht. Die neuesten Schnellladesysteme erreichen laut IEA bereits C-Raten bis etwa 10–12C in frühen Ladephasen. IEA