

LFP-Kathodenpatente im Vergleich

Oxalsäure als technologisches Alleinstellungsmerkmal
von Nano One Materials Corp. (TSX: NANO)

Ausgangsmaterialien & FEOC-konforme Eisenfeedstock-Beschaffung

Strategische Analyse | Juni 2026

Inhaltsverzeichnis

1. Executive Summary
2. Hintergrund: Konventioneller LFP-Herstellungspfad
3. Nano One – One-Pot-Prozess und Patentportfolio
 - 3.1 Kernpatente
 - 3.2 Oxalsäure als patentrechtliches Alleinstellungsmerkmal
4. Patentvergleich: Nano One vs. Tesla / LG Chem / EcoPro / Hyundai
 - 4.1 Tesla WO2025015194 und Springpower-Patente
 - 4.2 LG Chem – LPF (LG Precursor-Free) Prozess
 - 4.3 EcoPro BM und Hyundai Motor
 - 4.4 Vergleichsmatrix
5. Eisenfeedstock: Ausgangsmaterialien im One-Pot-Prozess
 - 5.1 Zulässige Eisenverbindungen
 - 5.2 Abgrenzung vom chinesischen FeSO₄-Pfad
6. FEOC-konforme Eisenquellen – globale Landkarte
 - 6.1 Tier 1: Validiert oder in Validierung
 - 6.2 Tier 2: Skalierbar, FEOC-konform
 - 6.3 Tier 3: Langfristig verfügbar
7. Regulatorischer Rahmen: FEOC und IRA
8. Strategische Schlussfolgerungen
 - 8.5 Das Québec-Keiretsu: Champion Iron – Nippon Steel – SMM – Nano One
 - 8.6 Zukunftsprognose 2029+: Nippon Steel / US Steel als Eisenfeedstock

1. Executive Summary

Dieser Report analysiert die Patentlandschaft für Lithiumeisenphosphat-Kathoden (LFP) mit Fokus auf den technologischen Burggraben von Nano One Materials Corp. (TSX: NANO). Im Zentrum steht die Oxalsäure als Chelat-Agens im One-Pot-Prozess — ein patentierter chemischer Kernschritt, der in keinem vergleichbaren westlichen Patent offenbart wird. Parallel wird die globale Verfügbarkeit FEOC-konformer Eisenrohstoffe für eine westliche LFP-Lieferkette kartiert.

Kernbefunde

Drei Kernbefunde: (1) Teslas Prozesspatent WO2025015194 teilt fünf von sieben Prozessmerkmalen mit Nano Ones One-Pot-Patent US12319590 — der Chelat-Schritt bleibt bei Tesla vollständig ungeklärt. (2) Der One-Pot-Prozess ist feedstock-agnostisch: er akzeptiert Fe_2O_3 , FeOOH , Fe_3O_4 und Eisenmetall aus diversen Quellen und befreit sich damit strukturell von der chinesischen FeSO_4 -Abhängigkeit. (3) Mit Rio Tinto (IOC), Sumitomo Metal Mining, Hyundai Steel, LKAB und Champion Iron existieren ausreichend FEOC-konforme Eisenquellen für alle Phasen bis 2030+.

1a. Aktueller Stand: Pressemitteilung 25. Juni 2026

Pressemitteilung Nano One / Worley Chemetics — 25. Juni 2026

Nano One und Worley Chemetics gaben am 25. Juni 2026 die Fertigstellung des One-Pot LFP CAM Technology Package bekannt (Class 3 / FEL-2 Kostenschätzung, bankenfinanzierungsfähig). Das Paket bündelt Technologielizenz, Prozessdesign-Paket und qualifizierte Schlüsselausrüstung in einem einzigen, konkurrenzfähigen Angebot für Lizenznehmer. Zwei Konfigurationen stehen bereit: (1) Vollständig FEOC-konform mit nordamerikanischen, europäischen und südafrikanischen Ausrüstungslieferanten; (2) Hybridkonfiguration mit zusätzlich chinesischen Lieferanten für nicht-IP-sensitive Ausrüstung in berechtigten Jurisdiktionen. Damit ist das H1-2026-Meilensteinziel von Nano One offiziell erfüllt. Der nächste Katalysator: erster unterzeichneter Lizenzvertrag.

Die Fertigstellung des CAM Technology Package ist der unmittelbare Kontext dieses Reports: Das Paket bestätigt, dass Nano Ones One-Pot-Prozess einschliesslich aller Ausgangsmaterialien und Lieferketten investitionsreif ist. Die Pressemitteilung referenziert explizit qualifizierte nordamerikanische, europäische und südafrikanische Ausrüstungslieferanten sowie die G7-Erklärung vom 17. Juni 2026 zur Sicherung kritischer Mineralien-Lieferketten als politischen Rückenwind. China hat zudem 2025 und 2026 Exportkontrollen auf LFP-Kathodenmaterialien und Produktionsanlagen ausgeweitet — was die Feedstock-Agnostizität des One-Pot-Prozesses weiter aufwertet.

2. Hintergrund: Konventioneller LFP-Herstellungspfad

Die kommerzielle LFP-Produktion folgt seit Jahrzehnten dem chinesischen FeSO_4 -basierten Standardweg. FeSO_4 fällt als Nebenprodukt bei der Titandioxid-Herstellung (Sulfat-Verfahren) an – rund 3,5 Tonnen FeSO_4 pro Tonne TiO_2 -Pigment. Dieser günstige Rohstoff ist der zentrale Kostenvorteil chinesischer LFP-Produzenten.

Schritt	Verfahren	Strukturelles Problem
1. FeSO_4 -Bereitstellung	Nebenprodukt aus TiO_2 -Sulfat-Prozess	Abhängigkeit von chinesischer TiO_2 -Industrie; FEOC-Risiko
2. Fällung / CSTR	$\text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ im Rührkesselreaktor	Wässrige Abfälle, Na_2SO_4 -Entsorgung, Schwermetall-Abwasser
3. Waschen / Trocknen	Filtration, Mahlen, Sieben	Kapitalintensiv; mehrere Prozessstufen nötig
4. Mischung Li-Quelle	Mechanische Mischung mit Li_2CO_3	Gleichmässigkeit schwer kontrollierbar
5. Kalzinierung	800–900 °C unter N_2 oder H_2	Energieintensiv; aufwändige Hochtemperatur-Infrastruktur
6. Carbon-Coating	Separater Beschichtungsschritt	Zusätzliche Anlage; Qualitätsvarianz möglich

Geopolitische Abhängigkeit

NRCan (2026): 98% aller LFP-Kathodenmaterialien stammen aus China. Die Precursor-Produktion basiert fast vollständig auf dem chinesischen FeSO_4 -Nebenprodukt aus der TiO_2 -Sulfat-Industrie. FEOC-Regelungen des US-amerikanischen IRA ab 2025 machen diesen Weg für den nordamerikanischen Markt zunehmend unrentabel.

3. Nano One — One-Pot-Prozess und Patentportfolio

3.1 Kernpatente

Nano One verfügt über 52 erteilte und 54 angemeldete Patente (Stand Q1 2026). Die für den LFP-Bereich zentralen Patente:

Patent	Schwerpunkt	Kernanspruch	Status
US11677077	Olivine LFP/C	One-Pot aus Fe-, Ni-, Mn-, Co-Quellen plus Organosäuren in wässriger Suspension; kein FeSO ₄	Erteilt Jun. 2023
US12319590	Olivine LFP (Folgepatent)	Fe-Quellen präzisiert: Fe ₂ O ₃ , FeOOH, Fe ₃ O ₄ bevorzugt; Oxalsäure als Chelat explizit benannt	Erteilt Feb. 2025
US12077452	NMC / LNMO	Mehrcarboxylat-Chelat-System; zweistufige Kalzinierung im Metallbehälter	Erteilt Sep. 2024
US11735712	Oberflächenstabilisierung	MnPO ₄ -Phosphatbindung an Manganoxid-Oberfläche als Stabilisierungsschicht	Erteilt Aug. 2023

3.2 Oxalsäure als patentrechtliches Alleinstellungsmerkmal

Das One-Pot-Verfahren ist um einen einzigen chemischen Kernschritt aufgebaut: die Chelat-Bildung mit Oxalsäure (C₂H₂O₄). Dieser Schritt erfüllt drei simultane Funktionen, die in US12319590 explizit geschützt sind:

Funktion	Chemischer Mechanismus	Prozessvorteil
Chelat-Bildung	Oxalat-Ionen (C ₂ O ₄ ²⁻) koordinieren Fe ³⁺ /Fe ²⁺ in wässriger Lösung; verhindern vorzeitige Oxidation und Agglomeration	Homogene Partikelgrößenverteilung; reproduzierbare Kristallmorphologie
In-situ-Reduktion + Carbon-Coating	Oxalat als Reduktionsmittel: Fe ³⁺ zu Fe ²⁺ während der Fällung; beim Kalzinieren unter N ₂ Zerfall zu CO ₂ /CO — direkte in-situ Kohlenstoffquelle	Kein separater Carbon-Coating-Schritt erforderlich; Oxalat übernimmt Reduktions- und Kohlenstoff-Funktion gleichzeitig
Fällungssteuerung	pH-Pufferung durch Oxalat-System steuert Kristallwachstum präzise; Olivin-Struktur bildet sich direkt ohne Precursor-Umweg	Hochgeordnete Kristallstruktur; FeLi-Gitterfehlbesetzung unter 2%; bessere elektrochemische Zyklenstabilität

Reaktionssequenz (vereinfacht): Li₃PO₄ + FeOOH + H₂C₂O₄ bildet in wässriger Suspension einen Eisen-Oxalat-Komplex. Beim Kalzinieren unter N₂ zerfällt dieser direkt zu LiFePO₄/C. Das in-situ gebildete CO/CO₂ erzeugt die Leitfähigkeitsbeschichtung — ohne separaten Prozessschritt.

Kritischer Befund

Kein westliches Konkurrenzpatent — weder Tesla WO2025015194, noch EcoPro-Veröffentlichungen, noch das Hyundai/EcoPro-Direktsynthese-Paket — offenbart den Chelat-Schritt oder nennt Oxalsäure als Prozesschemikalie. Dies ist der einzige nicht replizierte und patentrechtlich geschützte Kernschritt im gesamten westlichen LFP-Patentuniversum.

4. Patentvergleich: Nano One vs. Tesla / LG Chem / EcoPro / Hyundai

4.1 Tesla WO2025015194 – Cathode Powder and Processes

Tesla (Erfinder: Bastian Ewald, Yulong Liu, Anthony Thurston) veröffentlichte im Januar 2025 ein über 100-seitiges Patent für einen LFP-Kathodenpulver-Prozess. Analyst Jordan Giesige (The Limiting Factor) bezeichnete den One-Pot-Ansatz explizit als eine der zwei Kerninnovationen – und nannte Nano One als konzeptionellen Ursprung. Giesige sprach offen über eine potenzielle Patentkollision und bezeichnete einen IP-Cross-License als wahrscheinlichsten Ausweg.

Teslas Prozess kombiniert alle Ausgangsmaterialien in einem einzigen Mischtank (Tank 801) ohne separaten Precursor-Schritt. Genannte Eisenquellen: FeOOH, FeO, Fe₂O₃, Fe₃O₄, FePO₄ und Eisenmetall – exakt die Familie, die Nano One in US12319590 bevorzugt. FeSO₄ erscheint nicht. Die Spray-Granulierung mit Rezirkulationsschleife ist Teslas eigenständige Prozessinnovation.

4.1a Springpower-Patente (Tesla US11909041B2) – Relevanz für LFP

Zwei Wochen vor dem Tesla Battery Day 2020 erwarb Tesla für symbolische 3 USD die Patentanmeldungen der kanadischen Firma Springpower International (Mississauga, ON) – inklusive des späteren Patents US11909041B2 (erteilt Februar 2024). Mehrere Springpower-Mitarbeiter, darunter Yang Liu und Amrit Bhogan, wechselten direkt zu Tesla. Drew Baglino zitierte den Prozess auf dem Battery Day als Weg, Kathodenherstellungskosten um 75% zu senken.

Was das Springpower-Patent ist: Ein NMC/NCM-Precursor-Prozess, der Metalle in metallischer Form (Ni, Mn, Co) mit einem Oxidationsmittel (O₂, Nitrate, Salpetersäure) in einem wässrigen Reaktionssystem zu Metallhydroxid-Precursoren umsetzt. Das Kernmerkmal ist die Rezirkulation der Reaktionslösung, so dass kaum Abwasser entsteht. Es ist strukturell ein Zwei-Stufen-Prozess: Precursor-Herstellung, dann Lithiierung.

Kritischer Befund: Springpower und LFP

Das Springpower-Patent löst Teslas Abwasserproblem bei der NMC-Precursor-Produktion – nicht bei LFP. Es enthält keine einzige Referenz auf Phosphat, LiFePO₄, FePO₄ oder die Olivin-Kristallstruktur. Es ist konzeptionell auf Schichtoxide (NMC/NCA) ausgelegt und damit vollständig orthogonal zur LFP-Chemie. Für Teslas LFP-Prozess (WO2025015194, Austin) ist Springpower ohne Relevanz – die Frage nach dem Chelat-Schritt bei der LFP-Direktsynthese bleibt vollständig unbeantwortet. Die Springpower-Patente machen Nano Ones Oxalsäure-Schritt nicht überflüssig.

4.2 LG Chem – LPF (LG Precursor-Free) Prozess

LG Chem (Cheongju, Südkorea) präsentierte im März 2025 auf der Interbattery in Seoul als erstes koreanisches Unternehmen einen precursor-free LFP-Prozess unter dem Markennamen LPF (LG

Precursor-Free). Der Prozess basiert auf direkter Kalzinierung von massgeschneiderten Metallen (custom-designed metals) ohne vorgelagerten Precursor-Schritt – LG Chem bezeichnet dies als 'direct calcination of customised metals bypassing the traditional precursor stage'.

Was LG Chem offenbart: Direktkalzinierung ohne Precursor; verbessertes Niedertemperatur-Verhalten; reduziertes Abwasser und CO₂-Fussabdruck gegenüber dem FeSO₄-Standardpfad; Massenproduktion ab H1 2025 in Cheongju. Was LG Chem nicht offenbart: Die genaue Eisenquelle; die konkrete Prozesschemie (kein Hinweis auf Chelat-Agens oder Organosäuren); kein Patent öffentlich zugänglich, das den Syntheseweg präzisiert.

Branchenanalyst James Frith (Volta Energy Technologies) kommentiert: 'LFP-Produktion in China nutzt FeSO₄ – ein Nebenprodukt aus der TiO₂-Raffination, das dort faktisch kostenlos ist. Im Westen muss FeSO₄ erst durch Reaktion von Eisenspänen mit Schwefelsäure hergestellt werden – das erhöht Kosten und Komplexität erheblich. LG Chems precursor-free LFP macht LFP-Produktion ausserhalb Chinas günstiger und die Lieferkette resilienter.' Die Eisenquelle für LG Chems LPF-Prozess ist nicht öffentlich disklosiert.

Analytische Einschätzung: LG Chem LPF

LG Chems LPF-Prozess ist der bisher einzige kommerziell angekündigte westliche Precursor-free-LFP-Prozess ausser Nano Ones One-Pot. Die Parallelen sind strukturell identisch: kein FeSO₄, keine Precursor-Stufe, Direktsynthese. Der entscheidende Unterschied: LG Chem offenbart weder Chelat-Agens noch Eisenquelle – beide Kernfragen bleiben ungeklärt. Ob LG Chem Nano Ones Oxalsäure-Schritt intern nutzt, ist nicht verifizierbar.

4.3 EcoPro BM und Hyundai Motor

EcoPro BM (Südkorea) beschreibt einen Direktsynthese-Prozess, der FeSO₄ durch reines Eisen oder Fe₂O₃ ersetzt – fünf von sieben Prozessmerkmalen sind textlich identisch mit Nano Ones Patent. Der Chelat-Schritt wird nicht offenbart.

Das 4-Jahres-Projekt (2024–2028) von Hyundai Motor, Kia, Hyundai Steel und EcoPro BM zielt auf direkte LFP-Synthese ohne Precursor. Hyundai Steel liefert hochreines Eisenpulver aus koreanischem Recycling-Stahl (50.000–60.000 tpa). Auch hier: kein Hinweis auf Oxalsäure oder Mehrcarboxylsäuren.

4.4 Vergleichsmatrix

Prozessmerkmal	Nano One US12319590	Tesla WO2025015194	LG Chem LPF (2025)	EcoPro BM	Hyundai/ E coPro-Proj ekt
Kein separater Precursor	Erteilt	Ja (Tank 801)	Ja — LPF-Kernm erkmal	Ja	Ja
Kein FeSO ₄ / Metallsulfat	Erteilt	Nicht aufgeführt	Implizit ausgeschlossen	Explizit aus geschlosse n	Explizit au sgeschloss en
Fe-Quellen (konkret)	Fe ₂ O ₃ , FeOOH, Fe ₃ O ₄	FeOOH, Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄ , FePO ₄	Nicht offenbart	Fe oder Fe ₂ O ₃	Fe-Pulver
Wässriger Prozess	Erteilt	Slurry, nass bevorzugt	Nicht offenbart	Vermutet	Vermutet
Oxalsäure / Mehrcarboxylat-Chelat	ERTEILT — Kernschritt	NICHT offenbart	NICHT offenbart	NICHT offenbart	NICHT offenbart
Direktkalzinierung der Metalle	Erteilt (in-situ)	Ja	Ja — explizit genannt	Vermutet	Vermutet
Carbon-Coating in-situ	Erteilt (bis 3 Gew.%)	Ja (unter 2% Asche)	Nicht spezifiziert	Ja (vermutet)	Ja
Kalzinierung unter N ₂	Erteilt	Ja	Nicht spezifiziert	Ja	Ja
Massenproduktion aktiv	200 tpa (Candiac)	Ramp-up (Austin, TX)	H1 2025 (Cheongju, KR)	In Vorbereit ung	Ab 2028 geplant

Analytische Einschätzung

Alle vier Akteure konvergieren auf denselben grundlegenden Prozessweg: One-Pot, kein FeSO₄, Eisenoxide als Ausgangsstoff. Der einzige nicht replizierte Schritt ist Nano Ones Oxalsäure-Chelat-System. Ein IP-Cross-License wäre der strategisch logische Ausweg — Nano One hält die Chemie, Tesla den Apparat.

5. Eisenfeedstock: Ausgangsmaterialien im One-Pot-Prozess

5.1 Zulässige Eisenverbindungen laut Patentlage

Das NRCan-Programm (C\$ 3 Mio., Laufzeit bis März 2028) fördert die Prozess-optimierung für verschiedene Eisenrohstoffquellen. Patent US12319590 definiert den zulässigen Eisenquellen-Raum:

Verbindung	Formel	Fe-Gehalt	Verfügbarkeit	Status im Patent
Goethit	FeOOH	62.9%	Weit verbreitet, wässrige Systeme	Bevorzugt (US12319590)
Hämatit	Fe ₂ O ₃	69.9%	Häufigste Eisenverbindung weltweit	Bevorzugt (US12319590)
Magnetit	Fe ₃ O ₄	72.4%	LKAB, Fortescue, Champion Iron	Bevorzugt (US12319590)
Eisenmetall	Fe	100%	GKN Hoeganaes, Hyundai Steel, Höganäs	Tesla bevorzugt; Nano One akzeptiert
Eisenphosphat	FePO ₄	36.8%	Mitra Chem / Sun Chemical (USA, Aufbau)	Tesla-Patent; kombinierte Fe+P-Quelle
Eisensulfat	FeSO ₄	36.8%	China (TiO ₂ -Nebenprodukt)	EXPLIZIT AUSGESCHLOSSEN

5.2 Abgrenzung vom chinesischen FeSO₄-Pfad

Der One-Pot-Prozess eliminiert FeSO₄ aus zwei strukturellen Gründen: Erstens erzeugt die FeSO₄-Route einen Li₂SO₄-Abfallstrom, der aufwändige Abwasser-behandlung erfordert. Zweitens ist FeSO₄ ein Nebenprodukt der chinesischen TiO₂-Produktion — strukturell an chinesische Lieferketten gebunden. Nano One bestätigte im Stakeholder Letter 2026: Der One-Pot-Prozess ermöglicht die konkurrenzfähige Nutzung alternativer Eisenfeedstocks aus verschiedenen Regionen weltweit und eliminiert damit die Notwendigkeit, Eisenphosphat-Precursor aus China zu beziehen.

Strategischer Vorteil

Die Feedstock-Agnostizität des One-Pot-Prozesses ist nicht nur ein technologischer, sondern der zentrale geopolitische Vorteil für westliche LFP-Lieferketten. Nano One benötigt keine Prozessanpassung, um FEOC-Konformität zu erreichen — der Prozess ist von Grund auf darauf ausgelegt.

6. FEOC-konforme Eisenquellen — globale Landkarte

6.1 Tier 1: Validiert oder in Validierung

Rio Tinto — Iron Ore Company of Canada (IOC)

Die 2022 unterzeichnete Kollaborationsvereinbarung umfasst explizit eine Studie von Rio Tintos Batteriemetallprodukten als Feedstock für Nano Ones Kathoden. Ein NRCAN-Bericht (2026) nennt 'pre-qualification work with Rio Tinto' im Eisenbereich. IOC (Labrador City / Sept-Îles, QC) produziert hochgradige DR-Pellets (67% Fe, niedrige Verunreinigungen) als Basis für einen battery-grade FeOOH/Fe₂O₃-Aufbereitungsweg, der im NRCAN-Programm bis März 2028 entwickelt wird. RTIT Sorel-Tracy: Metallpulveranlage Ende 2025 geschlossen; Hochreineisen-Produktion läuft weiter. Gesamtverkauf von RTIT seit März 2026 auf Eis (keine chinesischen Käufer möglich — geopolitische Gründe).

Sumitomo Metal Mining (SMM, Japan)

SMM ist seit September 2025 Nano Ones offizieller Key Technology Partner und Validierungspartner für das NRCAN-Eisenfeedstock-Programm. SMM beliefert Tesla indirekt über Panasonic (NCA-Zellen für Model S/X/3) und verfügt über metallurgische Raffinerie-Infrastruktur in Japan sowie Zugang zu australischem Magnetit. Als strategischer Investor hält SMM C\$ 16,9 Mio. in Nano One (2023).

6.2 Tier 2: Skalierbar, FEOC-konform, kein bestätigter Nano-One-Link

Lieferant	Land	Produkt / Kapazität	FEO C	Kanal zu Nano One
Hyundai Steel	Südkorea	Fe-Pulver aus Recycling-Stahl, 50.000–60.000 tpa	Ja	Via SMM-Netzwerk
LKAB (Kiruna)	Schweden	Magnetitpellets /-fines 67–70% Fe, Grossmassstab	Ja	Wahrscheinlich 'European iron supplier' (Stakeholder Letter 2026)
Champion Iron (Bloom Lake)	Québec, CAN	Magnetitkonzentrat 66–68% Fe, 10 Mio. tpa Erzkapazität	Ja	Geografisch nahe Candiac; CUSMA-konform
GKN Hoeganaes	Tennessee, USA	Fe-Pulver aus Schrott + First Phosphate Magnetit	Ja	LFP-Zellen bereits validiert; nicht exklusiv
Höganäs AB	Schweden/USA	Schwammeisen + atomisiertes Fe-Pulver, ~20.000 tpa	Ja	LFP-Batterie-Programm aktiv
Fortescue Iron Bridge	W-Australien	Magnetitkonzentrat 67–68% Fe, 22 Mio. tpa	Ja	Via SMM / australische Handelsbeziehungen

6.3 Tier 3: Strukturell geeignet, zeitlich noch nicht verfügbar

Lieferant	Technologie	Zeitraumen	FEO C	Relevanz für Nano One
POSCO HyREX (Pohang)	H ₂ -Direktreduktion, FINEX-Wirbelschicht, Pilot Jun. 2024	Vollskala 2031+	Ja	Potenzieller Lizenznehmer Indo-Pazifik
POSCO Port Hedland (Australien)	DRI aus australischem Magnetit + grünem H ₂ (ENGIE-JV)	2028+	Ja	Langfristige Grossmengenquelle
IOC-DRI H ₂ -Route	IOC DR-Pellets zu battery-grade FeOOH/Fe ₂ O ₃ via H ₂	2028–203 0	Ja	Langfristige Rio-Tinto-Strategie für Nano One

7. Regulatorischer Rahmen: FEOC und IRA

Die US-amerikanischen FEOC-Regelungen unter dem Inflation Reduction Act und dem One Big Beautiful Bill Act (OBBBA, Juli 2025) definieren, welche Batteriematerialien für Steuergutschriften (45X, 30D) qualifizieren. FEOCs umfassen Unternehmen, die von China, Russland, Nordkorea oder Iran kontrolliert werden.

Regelung	Inhalt	Implikation für LFP-Eisenquellen
Material Assistance Cost Ratio (MACR)	Ab 2026: min. 55% der Materialkosten von FEOC-freien Lieferanten; steigt auf 75% bis 2030	Chinesisches FeSO ₄ zählt als FEOC-Kosten; FeOOH/Fe ₂ O ₃ aus westlichen Quellen FEOC-frei
Stahl & Eisen (Ausnahme)	Aus FEOC-Kostenkalkulation für ESS-Projekte explizit ausgenommen (IRS Notice 2026-15)	Eisenpulver-Lieferant für Energiespeicher-Anwendungen regulatorisch weniger kritisch
45X Advanced Manufacturing Credit	CAM-Produzent erhält Credit pro Tonne Kathodenmaterial; Eisenherkunft beeinflusst Höhe	Nano One als CAM-Produzent in Candiatic grundsätzlich qualifiziert
USMCA / CUSMA	Kanadisch produzierte Materialien qualifizieren für den US-Markt ohne zusätzliche Zölle	Nano One Candiatic + Champion Iron + POSCO Bécancour = USMCA-konform

Der One-Pot-Prozess ist strukturell IRA/FEOC-konform: Er akzeptiert ausschliesslich Eisenverbindungen (FeOOH, Fe₂O₃, Fe₃O₄, Fe-Metall), die nicht aus chinesischen FeSO₄-Nebenproduktströmen stammen. Nano One benötigt keine Prozessanpassung — der Prozess ist von Grund auf auf FEOC-Konformität ausgelegt.

8. Strategische Schlussfolgerungen

8.1 Patentrechtlicher Burggraben

Nano Ones Oxalsäure-Chelat-Schritt ist der einzige patentrechtlich geschützte und öffentlich nicht replizierte Kernschritt im westlichen LFP-Patentuniversum. Teslas Prozesspatent überlappt in fünf von sieben Merkmalen mit Nano Ones Verfahren — der Chelat-Schritt bleibt ungeklärt. Jordan Giesige (The Limiting Factor) hat eine potenzielle Patentkollision offen angesprochen: Tesla hält den Apparat (Spray-Granulierung), Nano One die Chemie (Chelat-Schritt). Ein IP-Cross-License-Agreement wäre der logische Ausweg.

8.2 Feedstock-Agnostizität als Wettbewerbsvorteil

Der One-Pot-Prozess akzeptiert die gesamte FEOC-konforme Eisenquellen-Bandbreite und ermöglicht regional angepasste Lieferketten für jeden Lizenzstandort weltweit. Nano One ist damit der einzige westliche CAM-Produzent, der strukturell unabhängig von chinesischem FeSO₄ operiert — und diese Unabhängigkeit durch das NRCAN-Programm bis März 2028 systematisch auf weitere Eisenquellen ausdehnt.

8.3 Eisenquellen-Zeitplan

Phase	Zeitraum	CAM-Bedarf	Primäre Eisenquellen
Pilot / Early Commercial	2026–2027	200–800 tpa	GKN Hoeganaes (Tennessee), Höganäs (Schweden/USA), Champion Iron (Québec)
Erste Lizenzanlagen	2027–2029	5.000–25.000 tpa	Rio Tinto IOC, Hyundai Steel, LKAB, Champion Iron
Vollskalierung	2030+	100.000+ tpa	IOC DR-Pellets (H ₂ -Route), Fortescue Iron Bridge, POSCO HyREX

8.4 Das strategische Dreieck: Nano One — Rio Tinto — Sumitomo

Die Kombination Rio Tinto (Lithium-Feedstock validiert; Eisen Pre-Qualifizierung laufend) + SMM (Key Technology Partner, NRCAN-Validierung, strategischer Investor C\$ 16,9 Mio.) + POSCO Future M (Bécancour NCM, Oktober 2026) ergibt eine kohärente Industriestruktur. Der südkoreanisch-japanische Industrieblock bewegt sich auf dasselbe Prozess-Paradigma zu, das Nano One entwickelt hat. SMM ist die explizite Brücke zwischen Nano Ones One-Pot-Technologie und dem indo-pazifischen Markt.

Gesamtfazit

Nano One besitzt: (1) den einzigen operativen westlichen LFP-CAM-Prozess (Candiac, 200 tpa); (2) das einzige patentrechtlich geschützte Chelat-System (Oxalsäure, US12319590); (3) die einzige feedstock-agnostische Prozesstechnologie für FEOC-konformes LFP; (4) mit Rio Tinto und Sumitomo Metal Mining die strategisch stimmigsten Partner für westliche und indo-pazifische Skalierung. Die Eisenquellenfrage ist strukturell gelöst – durch regionalen Lieferketten-Pluralismus, der Chinas FeSO₄-Monopol dauerhaft umgeht.

8.5 Das Québec-Keiretsu: Champion Iron – Nippon Steel – SMM – Nano One

Eine bisher kaum öffentlich diskutierte Verbindung vervollständigt die strategische Landkarte der Eisenfeedstock-These erheblich: Champion Iron, Nippon Steel und Sumitomo Metal Mining gehören demselben japanischen Industrienetzwerk an – und sind alle drei direkt mit Nano One verbunden.

Im September 2025 bildeten Champion Iron (51%), Nippon Steel (30%) und Sojitz (19%) die Kami Iron Mine Partnership für das Kamistatusset-Eisenerzprojekt in Québec. Nippon Steel und Sojitz investierten gemeinsam 68,6 Mio. USD bei der Initial Closing. Champion Iron betreibt bereits Bloom Lake (66-68% Fe Magnetitkonzentrat, Fer-Mont, QC) und entwickelt mit Nippon Steel und Sojitz das benachbarte Kami-Projekt als nächste Produktionsstufe.

Nippon Steel entstand 2012 aus der Fusion mit Sumitomo Metal Industries – dem Stahlarm des Sumitomo-Keiretsu. Sumitomo Metal Mining (SMM) ist ein eigenständiges, aber eng verbundenes Kernmitglied desselben Sumitomo-Keiretsu. SMM ist gleichzeitig Nano Ones Key Technology Partner (seit September 2025), NRCan-Eisenfeedstock-Validierungspartner und strategischer Investor (C\$ 16,9 Mio., 2023). Die Keiretsu-Logik: Nippon Steel/Sojitz baut über Champion Iron eine Québec-Eisenerzposition auf, während SMM über Nano One die battery-grade Verarbeitungstechnologie absichert – beide im selben japanischen Industrienetzwerk.

Keiretsu-Schlussfolgerung

Die vollständige Lieferkette innerhalb des Sumitomo-Keiretsu lautet: Champion Iron Bloom Lake (Magnetitkonzentrat, Québec) □ Nippon Steel / Sojitz als strategische Investoren und künftige Kami-Produktion □ SMM als Aufbereitungs- und Validierungspartner für battery-grade Eisenfeedstock □ Nano One One-Pot-Prozess (Candiac, Québec) □ LFP-CAM für westliche und indo-pazifische Lizenznehmer. Das ist keine Hypothese – alle vier Verbindungslinien sind öffentlich bestätigt. Champion Iron ist damit mit hoher Wahrscheinlichkeit einer der im Stakeholder Letter 2026 anonym genannten 'North American iron suppliers'.

8.6 Zukunftsprognose 2029+: Nippon Steel / US Steel als Eisenfeedstock

Mit der Übernahme von US Steel (abgeschlossen Juni 2025, USD 14,1 Mrd.) kontrolliert Nippon Steel nun zwei strategische Eisenerzquellen in Nordamerika: die Minnesota-Minen von US Steel (Minntac, Keetac) sowie — über die Kami Iron Mine Partnership — Champion Iron in Québec. Damit besitzt Nippon Steel potenziell die grösste westliche Eisenrohstoffbasis im gesamten Nano-One-Ökosystem.

Asset	Standort	Produkt	Kapazität	Status	Battery-grade?
Keetac Mine	Keewatin, Minnesota	DR-grade Taconit-Pellets (>65% Fe)	4 Mio. tpa	Produktion seit 2022	Noch nicht — Reinheit unter battery-grade
Minntac Mine	Mountain Iron, Minnesota	Standard-Taconit-Pellets (65% Fe)	Groesste US-Taconit-Mine	Laufend	Nein — Standardqualitaet
Big River DRI (geplant)	Osceola, Arkansas	DRI / HBI aus Keetac-Pellets + Erdgas	Neu, ~2 Mio. tpa	Bau laeuft, Start H1 2029	Potenzial — hochreines Fe nach Aufbereitung
Champion Iron Bloom Lake	Fer-Mont, Quebec	Magnetitkonzentrat (66-68% Fe)	10 Mio. tpa Erz	Produktion aktiv	Validierungspfad via SMM
Kami Iron Mine (geplant)	Labrador Trough, Quebec	Hochgradiges Magnetiterz	Noch nicht bestimmt	Partnership-Phase, Initial Closing Sep. 2025	Langfristpotenzial

Warum US Steel kurzfristig kein battery-grade Feedstock liefern kann: Keetac-DR-Pellets sind fuer Stahlwerks-DRI-Prozesse optimiert — SiO₂, Al₂O₃ und TiO₂-Verunreinigungen liegen deutlich ueber battery-grade-Anforderungen. Der chemische Umwandlungsschritt von DR-Pellet zu battery-grade FeOOH/Fe₂O₃ ist bei Nippon Steel/US Steel weder vorhanden noch in Planung. Zusaetzlich enthalten die im National Security Agreement (NSA) festgelegten Auflagen explizite Restriktionen zur Produktionserhaltung und Umwidmung bestehender US-Standorte.

Zukunftsprognose 2030+

Langfristprognose 2030+: Sobald Nippon Steels Big River DRI-Anlage (Arkansas, 2029) laeuft und der Keiretsu-interne Wissenstransfer zwischen SMM (battery-grade Validierungspartner Nano One) und Nippon Steel greift, entsteht ein vollstaendig integrierter Eisenpfad innerhalb des Sumitomo-Netzwerks: Keetac DR-Pellets (Minnesota) oder Champion Iron Magnetit (Quebec) □ Nippon Steel DRI/HBI (Arkansas) □ SMM battery-grade Aufbereitung (Japan / Indo-Pazifik) □ Nano One One-Pot (Candiac) □ LFP-CAM. Das waere die kapazitaetsmaessig groesste FEOC-konforme Eisenlieferkette fuer westliches LFP weltweit — vollstaendig innerhalb eines einzigen Keiretsu-Netzwerks integriert. Zeithorizont: realistisch ab 2030-2032.

Dieser Report wurde auf Basis öffentlich verfügbarer Quellen erstellt (Patentdatenbanken USPTO/Espacenet, Pressemitteilungen, SEDAR-Einreichungen, NRCan-Programmdokumente, Branchenberichte). Er stellt keine Anlageberatung dar. Angaben ohne Gewähr. Stand: Juni 2026.