



Human-AI-Training und Integration von Spezialwissen in Large Language Models

Executive Summary v1.0

Konzepte · Frontier-Lab-Strategien · Dienstleistungsmarkt · Anbieter · Fachgebietsspezifische Vorbereitung

Globaler Markt 2024–2030 mit modularer Fachgebietsmatrix (CF · Tax · Audit · Legal · Consulting · CS · Pharma)

Stand: 12. Mai 2026

Basis: KATALYSIA-Vollfassung v1.0 (63 Seiten)

Vertraulichkeitsvermerk: Erstellt mit Claude Opus 4.6 (Anthropic). Quantifizierungen sind indikative Bandbreiten auf Basis dokumentierter Annahmen.

EXECUTIVE SUMMARY

Executive Summary — Human-AI-Training v1.0

Kernaussage

Die Leistungssprünge moderner Large Language Models seit 2022 sind zu wachsendem Anteil Ergebnis eines dem Pre-Training nachgelagerten Human-AI-Trainings durch hochqualifizierte Expertinnen und Experten. Aus dieser Notwendigkeit ist seit 2022 ein eigenständiger, hoch professionalisierter und sehr profitabler Dienstleistungsmarkt entstanden, der 2026 global mit 9,5–18 Mrd. USD (Drei-Szenarien-Bandbreite, Base 13,5 Mrd. USD) bewertet wird und bis 2030 auf 22–60 Mrd. USD (Base 38 Mrd. USD, CAGR Base ~36 %) wachsen dürfte. Das margenstärkste Sub-Segment „Expert-RLHF / Domain-Trainer“ wächst überproportional (CAGR Base ~53 %); sein Anteil am Gesamtmarkt steigt von rund 22 % (2024) auf rund 40 % (2030). Für hochqualifizierte Berufsgruppen — Corporate Finance, Tax, Audit, Legal, Business Consulting, Computer Science, Pharma & Life Sciences sowie weitere modular ergänzbare Fachgebiete — eröffnet das Geschäftsfeld attraktive Side-Income- und Boutique-Optionen mit Stundensätzen von 40 bis 300 USD. Beratungs- und Prüfungsgesellschaften können „AI Training Services“ als margenstarkes Add-on aufbauen.

Markt in Zahlen

KENNZAHL	WERT	ANMERKUNG
Globaler Markt 2026 (Base, Mrd. USD)	13,5 (Bandbreite 9,5–18,0)	AI-Trainingsdaten- und Annotation-Services
Globaler Markt 2030 (Base, Mrd. USD)	38,0 (Bandbreite 22,0–60,0)	CAGR Base 2024–2030 ~36 %
Sub-Segment Expert-RLHF 2026 (Base, Mrd. USD)	4,2 (Bandbreite 2,5–6,5)	Wachstumsstärkstes Segment
Sub-Segment Expert-RLHF 2030 (Base, Mrd. USD)	16,0 (Bandbreite 8,0–28,0)	CAGR Base ~53 %
Anteil USA/Kanada 2026 / 2030 Base	55 % / 50 %	Frontier-Labs-Sitz, hochbezahlte Crowd
Anteil EU + UK + DACH 2026 / 2030 Base	19 % / 22 %	EU-AI-Act-Eval, Mistral, Aleph Alpha
Anteil IN/PH/Kenia 2026 / 2030 Base	20 % / 22 %	Crowd-Volumen
Vergütungsbandbreite Mittelfeld (USD/h)	35–180	nach Domäne stark differenziert
Post-Training-Daten-Invest pro Frontier-Modell (Mio. USD)	50–250	öffentlich teilweise dokumentiert
Halluzinationsraten Frontier 2026	2–5 %	vs. 8–14 % 2024 (Vectara)

Fünf zentrale Erkenntnisse

1. Post-Training ist der dominante Hebel der Frontier-Performance

Pre-Training liefert das Sprach- und Weltwissen, aber die kommerziell und sicherheitsrelevanten Eigenschaften — Helpfulness, Honesty, Harmlessness, Reasoning, Domain-Performance, Stilkontrolle — entstehen in der Post-Training-Phase. Frontier Labs investieren pro Modellgeneration zwischen 50 und 250 Mio. USD

allein in Post-Training-Daten. Phasen 3–6 des LLM-Lebenszyklus (SFT, RLHF/DPO/RLAIF, RLVR, Sicherheits-/Red-Team-Training) sind der Wirkungsraum des Human-AI-Trainings.

2. Methodische Konvergenz: SFT, präferenzbasiertes Lernen, RLVR, Constitutional AI

Trotz unterschiedlicher Schulen konvergieren die Frontier Labs auf eine gemeinsame Methodenpalette: SFT auf qualitativ hochwertigen Instruction-Daten; präferenzbasiertes Lernen entweder als klassisches RLHF oder als DPO-Familie (IPO, KTO, ORPO, SimPO); RLAIF zur Skalierung; konstitutionelle/prinzipiengeleitete Ansätze (Anthropic); Reasoning-Training mit verifizierbaren Belohnungen (alle, seit OpenAI o1 im September 2024); Synthetic-Data-Pipelines mit Experten-Validierung. Der Engpass verschiebt sich strukturell von Compute zu hochwertiger menschlicher Datenarbeit.

3. Mercor, Scale AI, Surge AI und Snorkel dominieren das Premium-Segment

Im Premium-Segment des Marktes haben sich vier Anbieter durchgesetzt: **Mercor** (Marktplatz, KI-gestütztes Recruiting, Premium-Profile, Series-C mit 2 Mrd.+ USD Bewertung 2025); **Scale AI** (Managed Service plus Outlier-Crowd, ~14 Mrd. USD Bewertung 2024, OpenAI-Premium-Vertrag); **Surge AI** (Premium-Marktplatz, bootstrap, profitabel, Anthropic/OpenAI/Meta/Google-Kunden); **Snorkel AI** (PaaS, Programmatic Labeling, ~1 Mrd. USD Bewertung 2024). Daneben relevant: Sama, Toloka, Outlier, Invisible, DataAnnotation, Prolific, Appen, Labelbox sowie Spezialisten für Red-Teaming (Haize, Gray Swan) und Synthetic Data (Datology, Gretel/NVIDIA, Mostly AI/AWS).

4. Vergütungsbandbreiten sind in Domänen-Spitzen sehr attraktiv

Stundensätze für Senior-Experten in Top-Domänen liegen bei 150–300 USD/h (ca. 135–270 EUR/h) und damit deutlich über klassischen Freelance-Beratungshonoraren. Für Side-Income-Profile sind brutto 12–60 k EUR p. a. realistisch; für Vollzeit-Trainer 60–150 k EUR p. a.; für Boutique-Spin-offs 2–10 Mio. USD Umsatz in Jahr 3. Long-Term-Retainer (2 000–18 000 USD/Monat) und Equity-Komponenten (selten, Mercor-Pilots) ergänzen das Spektrum.

5. Modulares Fachgebiets-Schema ermöglicht beliebige Erweiterung

Die Studie definiert ein verbindliches Acht-Punkte-Schema (Profil, Tasks, Inhalte, Methode, Plattform, Vergütung, Compliance, Karriere), das in v1.0 für sieben Fachgebiete (Corporate Finance, Tax, Audit, Legal, Business Consulting, Computer Science, Pharma & Life Sciences) ausgearbeitet ist. Reservierte Slots 6.8–6.15 (Strategy Consulting, Investment Banking, Compliance & Risk, Medizin klinisch, Engineering, WP Public Sector, Geistes-/Sozialwissenschaften) erlauben künftige Aufnahmen durch Copy-Paste eines Moduls ohne Änderung der übrigen Kapitel.

Glossar – Abkürzungen des LLM-Trainings-Lebenszyklus

Das folgende Glossar ist ein wiederverwendbares Modul (auch in der Executive Presentation, Folie 5, und in der Vollfassung Kapitel 10.2 enthalten). Es löst die Abkürzungen aus der LLM-Trainings-Pipeline auf, die in dieser Studie konsistent verwendet werden.

ABK. / PHASE	LANGFORM	KURZBESCHREIBUNG
Pre-Training	Pre-Training	Selbst-überwachtes Lernen auf großen, unstrukturierten Textkorpora (Common Crawl, Bücher, Code, Web). Liefert ein generelles Sprach- und Weltmodell.
Mid-Training	Mid-Training	Continued Pre-Training auf kuratierten Hochqualitätsdaten und Synthetic Data; erschließt fachliche Tiefe (Lehrbücher, Code-Repositoryn, Mathe-Beweise).
SFT	Supervised Fine-Tuning	Nachtraining auf 10 000–500 000 hochwertigen Instruction-Response-Paaren. Liefert Instruction-Following, Stil und Anweisungsbefolgung.
RLHF	Reinforcement Learning from Human Feedback	Drei-Stufen-Pipeline (SFT → Reward-Modell aus Präferenzpaaren → RL-Training, meist PPO oder GRPO). Prägt Helpfulness, Honesty, Harmlessness.
DPO	Direct Preference Optimization	Präferenzbasiertes Training ohne explizites Reward-Modell und ohne RL-Phase. Methodisch einfacher und compute-ärmer als RLHF; Varianten IPO, KTO, ORPO, SimPO.
RLAIF	Reinforcement Learning from AI Feedback	Bewertung durch ein anderes (oft größeres) LLM statt durch Menschen. Skaliert Volumina; Anthropic kombiniert RLAIF mit Constitutional AI zu RLHAIF.
RLVR	Reinforcement Learning from Verifiable Rewards	Reasoning-Training auf Aufgaben mit verifizierbaren Belohnungen (Mathe, Code, Logik). Dominanter Hebel der Frontier-Performance 2024–26.
Safety / Red-Team	Sicherheits- und Adversarial-Training	Refusal-Datensätze, Jailbreak-Tests, Capability-Evaluierung. EU-AI-Act Art. 55 verlangt dokumentiertes adversariales Testen für GPAI mit systemischem Risiko.

Ergänzende Begriffe und Varianten. *PPO* = Proximal Policy Optimization (klassischer RL-Algorithmus in RLHF). *GRPO* = Group Relative Policy Optimization (RL-Variante, in DeepSeek-R1 prominent). *IPO* = Identity Preference Optimization (DPO-Variante, robuster gegen Overfitting). *KTO* = Kahneman-Tversky Optimization (arbeitet mit Einzelannotationen statt Paaren). *ORPO* = Odds Ratio Preference Optimization (kombiniert SFT und Präferenz-Lernen in einem Schritt). *SimPO* = Simple Preference Optimization (längen-normalisierte DPO-Variante). *Constitutional*

AI (CAI) = prinzipiengeleitetes Alignment (Anthropic): Verfassung steuert Kritik und Revision. GPAI = General-Purpose AI (EU-AI-Act-Klassifikation; bei systemischem Risiko Pflicht zu adversarialem Testen).

Anbietervergleich (Kurzübersicht)

ANBIETER	GESCHÄFTSMODELL	SPEZIALISIERUNG	BEKANNTE AUFTRAGGEBER	STÄRKEN
Mercor	Marktplatz	Expert-RLHF, Reasoning, vertikal	Anthropic, OpenAI, Google, Meta	KI-Recruiting-Engine, Premium-Profile
Scale AI	Managed Service + Outlier-Crowd	Skalierungs- und Compliance-Marktführer	OpenAI (Premium), Verteidigung, Frontier Labs	Größte Skalen, FedRAMP-Ready
Surge AI	Premium-Marktplatz	Hochqualitäts-RLHF	Anthropic, OpenAI, Meta, Google	Bootstrap-profitabel, Datenqualität
Snorkel AI	PaaS + SME-Curation	Programmatic Labeling, Enterprise-Domain	Banken, Versicherer, Pharma, Behörden	BYOC, Compliance, wissenschaftliche Tiefe
Sama	Managed Service	Impact-Sourcing, CV → LLM-Expansion	Hyperscaler, Automotive	ESG-Profil, Schwellenländer-Apparat

Fachgebietspezifische Vorbereitung – Quick Reference

FACHGEBIET	PROFIL	TASKS	VERGÜTUNG MITTELFELD USD/H	TOP- PLATTFORMEN
Corporate Finance	IB-Analystinnen, PE-Pros, CFA	DCF/LBO bewerten, Pitchbook-Scoring, FinanceBench-Eval	90-150	Mercor, Outlier, DataAnnotation, Surge
Tax	Steuerberaterinnen, Tax-Anwälte	§ 8c-Aufsätze, Tax-Memos, Pillar-Two-Eval	75-125	Mercor, DataAnnotation, Anthropic Expert
Audit	WP, Big-4-Senior-Auditorinnen	ISA-240-Risikoanalysen, Going-Concern	80-130	Mercor, Snorkel, Big-4-eigene
Legal	Volljuristen, Big-Law-Senior	Rechtsfragen, Klausel-Pairwise, LegalBench-Eval	90-150	Mercor, Harvey, Anthropic Expert
Business Consulting	MBB, Top-MBA, Transformation	Strategiefragen, Slide-Decks, Hypothesenbäume	80-130	Mercor, DataAnnotation, Outlier
Computer Science	SWE 3+, ML-Engineers, Doktorandinnen	System-Design, PR-Diffs, SWE-Bench-Eval	60-110	Mercor, Surge, Outlier, Scale
Pharma & Life Sciences	Promovierte Pharma/Bio/Med, RA, Pharmakovigilanz	Studienprotokolle, Pharmakovigilanz-Signale, ADMET	110-180	Mercor, Centaur Labs, Snorkel, Anthropic

Drei strategische Optionen je Stakeholder

STAKEHOLDER	A — KONSERVATIV	B — BASE	C — AMBITIONIERT
Frontier Lab	Buy-First (30–80 Mio. USD)	Hybrid Make-or-Buy (80–250 Mio. USD)	Make-First mit Außenmix (200–600 Mio. USD)
Beratungs-/Prüfungsgesellschaft	Tolerate Side-Activities (0,1–0,3 Mio. EUR)	Build Service Line (1–3 Mio. EUR Invest, 5–15 Mio. EUR Umsatz Jahr 3)	Spin-off „AI Lab“ Boutique (5–15 Mio. EUR Invest, 20–50 Mio. EUR Umsatz Jahr 3)
Einzelperson / Boutique	Side-Income (12–60 k EUR p. a.)	Full-Time (60–150 k EUR p. a.)	Boutique-Spin-off (2–10 Mio. USD Umsatz Jahr 3)
Bildung / Kammer / Verband	Aware — Standesleitlinien	„AI-Trainer-Curriculum“ (0,5–3 Mio. EUR Umsatz Jahr 3)	Zertifizierungsregime mit Partner-Anbietern

Risiken

Fünf strukturelle Risiken sind 2026 erkennbar: **(1) Synthetic-Data-Substitution** reduziert Bedarf an Volumen-Annotation (jedes zusätzliche 10 % Substitutionsanteil → –6 bis –8 % Volumen-Segment). **(2) Frontier-Lab-Konsolidierung** reduziert Verhandlungsmacht der Anbieter (5 → 3 Auftraggeber → –10 bis –15 % Pricing-Macht). **(3) Talent-Konzentration** bei wenigen Top-Anbietern (Mercor, Surge) ermöglicht Pricing-Macht gegenüber Frontier Labs. **(4) EU-AI-Act und Mindestlohnregulierung** in Schwellenländern erhöht operative Kosten der Crowd-Anbieter; Verschiebung zugunsten EU- und Premium-Anbieter. **(5) Reputations- und Berufsrechtsrisiken** bei Beratungs-/Prüfungsgesellschaften, die Trainingsarbeit ohne klaren Compliance-Rahmen tolerieren.

Ausblick 2030+

Bis 2030 entsteht ein polarisierter Markt: Premium-Anbieter (Mercor, Surge, Scale, Snorkel) wachsen überproportional auf Basis von Expert-RLHF und Domain-Training; Volumen-Anbieter erleben Substitution durch Synthetic Data; vertikale Boutiquen (Legal, Medizin, Pharma) erschließen Spezialmärkte. Regulatorische Auditpflichten (EU AI Act, AISIs) schaffen ein institutionelles Sub-Segment für Eval/Red-Team. Für Beratungs-/Prüfungsgesellschaften und Einzelpersonen mit hochwertigen Fachprofilen bleibt das Geschäftsfeld bis mindestens 2030 strukturell attraktiv. Die Versionspflege regulatorischer Aussagen folgt der KATALYSIA-Routine in Versionspflege_EU-AI-Act_IDW.md.

Methodik & KI-Einsatz

- Erstellt mit Claude Opus 4.6 (Anthropic) auf Basis öffentlich zugänglicher Quellen (Branchenreports, Vendor-Dokumentation, Modellkarten, akademische Literatur, Anbieter-Webseiten, Stellenmarkt-Daten, Regulierungspublikationen).
- Schwerpunkt der Analyse: Globaler Markt für AI-Trainingsdienstleistungen, mit regionalen Vertiefungen USA, DACH und EU; Zeitraum 2022–2030, historische Vergleichsdaten ab 2018.
- Zahlenangaben zu Marktvolumina, Anbieter-Bewertungen, Mitarbeiterzahlen und Vergütungen basieren auf Anbieterangaben und Drittstudien und wurden nicht unabhängig verifiziert.
- Quantifizierungen sind szenarienbasiert (Konservativ / Base / Ambitioniert); tatsächliche Entwicklungen hängen von Frontier-CapEx, Reasoning-Skalierung, Synthetic-Data-Substitution und Regulierungsdynamik ab.
- Stand der Recherche: 12. Mai 2026 — spätere Marktbewegungen sind nicht berücksichtigt.

Kernquellen dieser Analyse

PRIMÄRQUELLEN — BRANCHENREPORTS & INDUSTRIE

REGULIERUNG, RECHT & STATISTIK

[McKinsey — State of AI](#)