

Whitepaper zur Alioth-Modelltheorie

Das Unternehmensdatenmodell aus Sicht der kommutativen Ontologie: mathematische Grundlagen, strukturelle Invarianten und maschinelle Verifikation

Version v2.1 · Oktober 2026 · Hangzhou Yuqi Technology Co., Ltd.

Zugehörige Implementierung: Alioth-Modell v10.0.44 (Release verifiziert am 2026-10-19) · AliothStudio-Plattform

Inhaltsverzeichnis

- Zusammenfassung
- Problembereich und Entwurfsziele
- Symmetrische monoidale Kategorie und Symmetrie
- Ontologieraum: Koordinatenprodukt und Orthogonalität
- Die Zeitdimension: totale Ordnung der Zustände und Spiegel-Involution
- Vollständigkeit der fünf Domänen
- Algebra der Strukturrelationen
- Skalare Externalisierung und Erhaltungsmaß
- Modelltheoretische Sicht: Theorie und Multi-Namespace-Modelle
- Maschinelle Verifikation und geschlossener Engineering-Kreis
- Schlusswort

1. Zusammenfassung

Alioth ist ein Unternehmensdatenmodell, das die PostgreSQL-Tabellenvererbung als physischen Träger und die kommutative Ontologie (Commutative Ontology) als semantischen Rahmen nutzt. Dieses Whitepaper legt seine mathematischen Grundlagen dar: Wirtschaftliches Handeln wird als Morphismus in einer

symmetrischen monoidalen Kategorie formalisiert, reversible Transaktionen bilden ein Gruppoid (groupoid) und sind mit einem involutiven Symmetriefunktor ausgestattet; jede Geschäftsentität besetzt eine eindeutige Koordinate in einem orthogonalen Produktraum aus Szene (Scene), Faktor (Factor) und Funktion (Function), und die Hauptzustandskette liefert die vierte Dimension, eine diskrete logische Zeit. Die strukturellen Eigenschaften des Modells — Symmetrieerhaltung, Koordinatenorthogonalität, Abdeckung der fünf Domänen, Azyklizität der Relationen, Additivität des Maßes — werden als zwölf ausführbare Invarianten formuliert und jeweils an ein Engineering-Gate verankert; fünf davon, die zentralen Metatheoreme, sind bereits mit dem Theorembeweiser Lean 4 maschinell verifiziert. Dieselbe Theorie hat sich in Produktionsbereitstellungen in sechs Branchen-Namespaces induktiv bestätigt.

2. Problembereich und Entwurfsziele

Die klassische Zwickmühle von Unternehmensdatenmodellen: Die Geschäftssemantik verteilt sich über hunderte Tabellen in empirischem Design, und es fehlt ein objektives Kriterium dafür, „was ein legitimes Geschäftsobjekt ist“; die Anbindung mehrerer Geschäftsdomänen geschieht per Copy-and-Paste, das Modell ist nicht wiederverwendbar; die Korrektheit hängt von Konfigurationsdisziplin statt von struktureller Garantie ab. Die Entwurfsziele von Alioth lauten:

Ziel	Bedeutung
Semantische Koordinatisierung	Jede Geschäftsentität lässt sich durch eine eindeutige Koordinate lokalisieren; die Koordinate selbst trägt die Domänensemantik
Entscheidbarkeit der Strukturinvarianten	Jede Modelleigenschaft ist ein maschinell prüfbares Prädikat, keine dokumentarische Konvention
Theorie einmal definiert, mehrfach domänenübergreifend genutzt	Die Anbindung einer neuen Geschäftsdomäne ändert die Modellstruktur nicht (null DDL); sie verleiht den Koordinaten nur eine Interpretation
Maschinelle Verifizierbarkeit der Theorie	Die zentralen Metatheoreme lassen sich von einem Theorembeweiser unabhängig nachprüfen

3. Symmetrische monoidale Kategorie und Symmetrie

3.1 Symmetrische monoidale Kategorie

Mit Wirtschaftssubjekten als Objekten und Transaktionen als Morphismen entsteht die Kategorie $\mathcal{E}$: Die Komposition von Transaktionen ist die Transaktionskette, das Einselement ist die Nulltransaktion. Beachte: $\mathcal{E}$ ist eine Kategorie, keine Gruppe — allgemeine Transaktionen sind nicht umkehrbar und lassen sich nicht als „Gruppe der Wirtschaftssubjekte“ beschreiben (die Morphismenmenge zwischen Objekten trägt keine globale binäre Operation).

3.2 Symmetrie: involutiver Funktor auf dem Kern-Gruppoid

Der reversible Kern $\text{core}(\mathcal{E})$ von $\mathcal{E}$ ist das Gruppoid, das aus allen reversiblen Transaktionen besteht. Die strenge Formulierung des Symmetrieprinzips lautet: Es existiert ein involutiver Endofunktor

$$S : \text{core}(\mathcal{E}) \rightarrow \text{core}(\mathcal{E})^{\text{op}}, S^2 = \text{id}$$

das heißt, zu jeder reversiblen Transaktion existiert eine spiegelbildliche inverse Transaktion, und das Spiegelbild des Spiegelbilds ist die Transaktion selbst. Die Involutivität garantiert, dass die Spiegelbeziehung keine Richtungspräferenz kennt — genau das ist die präzise Bedeutung von „zu jeder Transaktion existiert eine symmetrische inverse Transaktion“. Der Kern auf der Funktionsebene (die involutive Abbildung ist eine selbstinverse Bijektion) ist bereits maschinell in Lean bewiesen (fünf Theoreme, darunter `Symmetry.Involutive.injective_surjective`).

3.3 Erhaltungssatz

Seien die Ausstattungszuweisung und die Anspruchsbewertung gegeben: Das Erhaltungsgesetz verlangt, dass die von beiden Spiegelpartnern getauschten Ansprüche wertgleich sind: $v(M) = v(D)$; damit bleibt die Gesamtausstattung des Systems unter jeder Komposition reversibler Transaktionen invariant (Lean-Theorem `Conservation.endowment_conservation`). Auf der Implementierungsebene ist Erhaltung keine Deklaration, sondern wird Transaktion für Transaktion bezeugt: Die Basisklasse der Belege füllt für jeden Beleg den Anfangs- und den Endbestand zurück, sodass „Vorzustand + Nettoänderung = Nachzustand“ in jeder Zeile maschinell prüfbar ist; Belege für Warenein- und Warenausgang und Buchungsbelege der Finanzbuchhaltung erben von derselben Basisklasse — physische Erhaltung und finanzielle Erhaltung sind isomorph.

4. Ontologieraum: Koordinatenprodukt und Orthogonalität

4.1 Lebewesen und Koordinatenfunktor

Alle Geschäftsentitäten mit Lebenszyklus sind Vererbungsnachfahren der Wurzeltabelle `zc_id_lifecycle` (die aktuelle Veröffentlichung v10.0.44 enthält 1022 isahl-Tabellen, 1204 Vererbungskanten, darunter 374 Lebenszyklus-Blatt-Tabellen; die dreidimensionalen Koordinaten umfassen aktuell 645 Einträge — Szenen 109 + Faktoren 118 + Funktionen 418). Drei Fremdschlüssel bilden den Koordinatenfunktork:

$$\chi = (\text{dk_scene}, \text{dk_factor}, \text{dk_function}) : \text{Ob}(\mathcal{L}) \rightarrow S \times F \times U$$

S = Geschäftsszene (Where & When) F = Geschäftsfaktor (Who & What) U = Geschäftsfunktion (How)

Die drei Dimensionen bilden eine **Produktkategorie** — jede nimmt unabhängig Werte an und entwickelt sich unabhängig; dies ist die strenge Bedeutung von Orthogonalität. Jede Lebenszyklus-Entität besetzt genau einen Punkt im Ontologieraum. Innerhalb einer Dimension organisiert ein Kategorie-Fremdschlüssel eine Halbordnung in Form eines Waldes; der Dimensionscode `code = Kategoriecode || Symbol[Laufnummer]` (Zeichensatz mit 42 Zeichen) ist die hierarchische Adresse im Wald und wird beim Schreiben von einem Trigger automatisch vergeben.

4.2 Vier-Tupel-Snapshot

Zustände werden nicht über Entitätsspalten getragen, sondern über Relationstabellen angehängt. Die Hauptzustandskette ist eine total geordnete Menge (einseitige Entwicklung, etwa Geburt→Tod) und bildet die diskrete logische Zeit; `status_date` projiziert sie auf die physikalische Zeit. Der Vier-Tupel-Snapshot einer Entität am Zustandsknoten t lautet:

$$\Sigma(e, t) = (\text{scene}, \text{factor}, \text{function}, \text{status}) \in S \times F \times U \times St$$

Alle vier Dimensionen sind orthogonal; drei sind Raumdimensionen, der Zustand ist die Zeitdimension.

5. Die Zeitdimension: totale Ordnung der Zustände und Spiegel-Involution

Die Menge der Zeitausschnitte wird durch das „Jetzt“ in zwei Hälften geteilt: Das bereits Eingetretene heißt Ereignis (event, vergangene Tatsache), das noch nicht Eingetretene heißt Aufgabe (task, künftige To-do). Beide sind dasselbe Konzept des Zeitausschnitts als Spiegelbilder auf den beiden Seiten des Jetzt; die Erledigung einer Aufgabe ist das Umklappen des Ausschnitts ($\text{task} \rightarrow \text{event}$), und die Handlungsspur wird von einem Operationsträger (operation) festgehalten. Ein Plan (plan) entfaltet sich über zwei symmetrische

Brücken auf beide Seiten der Zeitachse (plan→event-Gruppe und plan→task-Gruppe) und organisiert die zeitübergreifende Absicht zu einem einzigen Ankerpunkt; der Fortschritt ist ein skalarer Verweis und keine Entität, und das Gantt-Diagramm ist die natürliche Projektion des Plansystems, kein eigenständiges Modell.

6. Vollständigkeit der fünf Domänen

Die Domänenzugehörigkeit wird über die Kategorienkette der Faktor-Dimension abgeleitet:

```
domain = a_type_ ◦ ck_category ◦ dk_factor : Ob(ℒ) → {L, C, G, P, F, ~}
L Person (Subjekt)  C Container (Medium · Behälter)  G Ware (Objekt)  P Ort (Medium ·
Stätte)  F Finanzen (Prozess und Information)  ~ Wildcard
```

Ein Snapshot ist genau dann vollständig, wenn das Bild der Domänenabbildung alle fünf Domänen überdeckt: $\text{domain}(\Sigma) \supseteq \{L, C, G, P, F\}$ — eine Symmetriebrechung ist nicht zulässig. Vollständigkeit ist ein **entscheidbares Prädikat** (Entscheidung über die Überdeckung endlicher Mengen, in Lean maschinell einlösbar) und wird vom Inferenzmodul zur Generierungszeit Snapshot für Snapshot geprüft; fehlende Domänen werden entlang der Vererbungs-Halbordnung durch Aufwärtsabschluss ergänzt. Terminierung und Idempotenz der Ergänzung sind maschinell bewiesen (`Completion.isAncestor_height_lt, closure_idempotent`).

Anmerkung zur theoretischen Ehrlichkeit: Die Abdeckung der fünf Domänen ist als Aussage über reale Transaktionen ein Postulat und kein Theorem — ihr Status entspricht dem von Erhaltungssätzen der Physik; sie stützt sich auf Falsifizierbarkeit und induktive Belege aus mehreren Namespaces (siehe Abschnitt 9). Dieses Modell gibt sie nicht als beweisbaren Satz aus.

7. Algebra der Strukturrelationen

7.1 Vererbungs-Halbordnung

Die Tabellenmenge mit der Vererbungsrelation bildet eine gerichtete azyklische Halbordnung ($\mathcal{T}, \leq$): Die Wurzel ist die abstrakte Objekttablette, der größte Geschäfts-Teilbaum ist die Lebenszykluskette; Blatt-Tabellen sind die minimalen Elemente der Halbordnung und der einzige legitime Ort für Datenschreibvorgänge; die Mehrfachvererbung macht diese Struktur zu einem DAG statt zu einem Baum. Modellerweiterungen dürfen nur als Wachstum des unteren Abschlusses der Halbordnung erfolgen (Subtyp registrieren und Vererbung anhängen); das eigenständige Kopieren von Tabellen ist verboten — so bleibt die Struktur eine einzige Quelle der Wahrheit.

7.2 Spaltenfamilien: typisierte Projektion

Entitätsspalten werden nach Präfix in Familien gruppiert; jede Familie ist eine typisierte Projektion auf ein bestimmtes Vererbungssystem: `dk_*` (Ontologiekoodinaten), `fk_*` (Assoziation zu Lebewesen), `qk_*` (Zeiger in den Wertraum), `sk_*` (Einheit), `ck_*` (Kategorie), `tk_*` (Tag), `lk_*` (Stufe), `tpl_id` (Brücke Instanz→Vorlage). Alle sind einheitlich bigint — Referenzspalten sind Zeiger im selben Typuniversum; die Typunterscheidung trägt das Präfix (die Zielkategorie).

7.3 Relationsfamilien: funktionale Relationen und Spans

Die `r_*`-Relationstabellen (`ref_right` eindeutig) kodieren funktionale Relationen (1:N, jedes Kind gehört zu genau einem Elternteil); die `rr_*`-Brückentabellen kodieren Spans (beliebige M:N-Relationen); die `fk_*`-Spalten kodieren N:1-Funktionen. Relationskomposition ist Morphismenkomposition; verschachtelte bzw. hierarchische Relationen erfordern die DAG-Invariante (Ahnenkette azyklisch, maschinell bewiesen: `isAncestor_irrefl`), und `rollup` ist ein Summenfunktional auf der transitiven Hülle.

7.4 Sechs Quadranten: Phase × Abstraktionsebene

Das Präfix des Funktionscodes trägt die Produktstruktur $\{\text{Idee, Design, Umsetzung}\} \times \{\text{Vorlage, Instanz}\}$ (sechs Quadranten); die Entitätsklassifikation wird über den Ableitungshomomorphismus mechanisch aus dem Codepräfix berechnet — nur diese sechs Paare, handschriftliche Angaben sind verboten. Die Achse Vorlage/Instanz ist zugleich die Eigentumsachse: Vorlagen sind öffentliche Güter der Organisation (sobald referenziert, unlösbar; Versionen sind nicht lösbar), Instanzen sind private Ergebnisse (frei vom Eigentümer verwaltet); gültige quadrantenübergreifende Übergänge existieren nur in zwei Richtungen, beide einseitig von privat nach öffentlich.

7.5 Entscheidung zu abgeleiteten Konzepten: Muster gehen nicht in die Struktur ein

Ontologie-Entscheidung («ALIOTH_ONTOLOGY_SPEC» § 8.5.11, Oktober 2026): Das Muster (样品) ist ein abgeleitetes Konzept der Charge/Verzweigung — der Produktentität ist es untersagt, eine Muster-Kennungsspalte hinzuzufügen, und ebenso untersagt, für Muster eine Produkt-Subtabelle anzulegen; die Muster-Semantik wird stets über Chargen-/Verzweigungsdatensätze und Klassifikations-/Relationsbrücken abgeleitet. Dies ist die jüngste Anwendung des Prinzips „eine einzige strukturelle Wahrheitsquelle“: Semantik, die aus bestehenden Koordinaten und Relationen abgeleitet werden kann, darf nicht als neuer Strukturpunkt sedimentieren. Im selben Monat wurde die goods-Konzeptfamilie auf Modellebene neu zugeschnitten (4 Gruppen umbenannter Identifikatoren), und Laufzeit, Seeds und abgeleitete Artefakte der Plattform

konvergierten im selben Batch — eine vollständige Demonstration des Propagationsmechanismus „das Modell im Zentrum, der Code als Produkt“.

8. Skalare Externalisierung und Erhaltungsmaß

Zahlenwerte sind nicht in Entitätszeilen eingebettet, sondern in ein skalares Vererbungssystem externalisiert (Wert + Einheit + Genauigkeit): Die Entität hält einen Zeiger, und derselbe Zahlenwert wird datenbankweit nur in einer einzigen Zeile gespeichert — die Externalisierung von Wertobjekten macht „Wertgleichheit“ zu einer mechanischen Entscheidung über „identischen Zeiger“; Arithmetik auf Zeigerspalten ist daher bedeutungslos und setzt stets die vorherige Auflösung voraus. Begleitrelationen tragen Gültigkeitszeiträume; Statistiken zum Zeitpunkt t werden nur über wirksame Relationen ausgewertet (raumzeitliche Begleitung). Bestand ist kein Attribut einer Entität, sondern das additive signierte Maß der Belegtatsachen:

$$\mu_t(P, S) = \sum \text{Beleg-Nettoveränderung (income - outgo)} + \sum \text{rollup verschachtelter Unterbestandselemente}$$

Das Maß erfüllt Additivität und Signiertheit; der materialisierte Wert ist der Cache des Maßes und wird über einen einzigen Eintrittspunkt inkrementell gepflegt. Die Inventur ist das atomare Ereignis der Maßkorrektur: Die Differenz zwischen Ist-Bestand und materialisiertem Wert (Mehrbestand/Fehlbestand) wird über einen Kalibrierungsbeleg in das Maß aufgenommen statt kaschiert.

9. Modelltheoretische Sicht: Theorie und Multi-Namespace-Modelle

In der Sprache der Modelltheorie zusammengefasst: Die Modellstruktur (eingefrorene Vererbungs-Halbordnung + Dimensionscodes + Invariantenmenge) ist die **Theorie $\mathbb{T}$** ; jede Bereitstellung eines Branchen-Namespace ist ein **Modell $\mathcal{M} \models \mathbb{T}$** von $\mathbb{T}$ — die Geschäftssemantik fällt in die lokale Interpretation der Koordinatencodes, strukturell gibt es keine Gabelung. Bis Oktober 2026 trägt dieselbe Theorie sechs Namespaces:

Namespace	Anwendungen	Module	Blocks	Services	Geschäftsdomäne
Alioth	3	11	50	20	die Plattform selbst
WZ	4	16	90	16	externe Logistikzusammenarbeit
AVIC-CAASEC	2	5	65	11	Begutachtung von Forschungsprojekten
SE	1	6	32	6	Budgetverwaltung
Cosmic-Tools	4	23	56	28	Tool-/WMS-/ERP-Suite
MAT	1	0	0	1	neue Domäne in Anbindung
Summe	15	61	293	82	—

Die Anbindung eines neuen Namespace (etwa SE oder MAT) erfolgt über „Vererbungspositionierung + Koordinatenbindung + Konfigurationsmontage“, mit null DDL und null Modell-Patch — die Ausdrucksfähigkeit der Theorie für neue Geschäftsdomänen wurde nicht durchbrochen; dies ist der induktive Beleg für die Koordinatenorthogonalität und die Vollständigkeit der fünf Domänen.

10. Maschinelle Verifikation und geschlossener Engineering-Kreis

Der Wert der Theorie bemisst sich an ihrer Ausführbarkeit. Zwölf mathematische Invarianten (Erhaltung, Orthogonalität, Abdeckung, Azyklizität, Monotonie, Konsistenz der sechs Quadranten, Wertexternalisierung, Strukturerhalt, Unlösbarkeit öffentlicher Güter, Reinheit der Vererbung, Zeitspiegelung, Additivität des Maßes) sind jeweils auf ein bestehendes Engineering-Gate abgebildet (aktuell registrierte Gates: 229 — 137 in der Commit-Phase / 92 in der Push-Phase); fünf davon, die zentralen Metatheoreme, sind mit dem Theorembeweiser Lean 4 maschinell verifiziert (grüne Builds seit 2026-09-18, null Abhängigkeiten von externen Bibliotheken, null Beweis-Platzhalter):

Invariante	Maschineller Beweis
Werterhaltung (T3)	Conservation.endowment_conservation
Abdeckung der 5 Domänen (Entscheidbarkeit)	Domain.complete_iff_image_covers
Relationen azyklisch (Korollar zu T1)	Completion.isAncestor_irrefl
Reinheit der Vererbung / Soundness der Ergänzung (T4)	Completion.closure_superset / closure_idempotent
Zeitspiegelung (T2, involutive Ebene)	Symmetry.Involutive.injective_surjective

Daraus entsteht ein dreistufiger geschlossener Kreis: mathematische Formulierung (dieses Whitepaper) → Engineering-Gates (fortlaufende Erzwingung berechenbarer Prädikate) → maschineller Beweis (unabhängige Nachprüfung durch den Theorembeweiser).

11. Schlusswort

Die grundlegende These von Alioth lautet: Die Korrektheit von Unternehmensdatenmodellen sollte in Struktur und Mathematik getragen werden, nicht in Disziplin und Erfahrung. Koordinatisierte Semantik, entscheidbare Invarianten, eine einmal definierte und mehrfach domänenübergreifend genutzte Theorie sowie maschinell verifizierbare Metatheoreme bilden gemeinsam die vollständige Beweiskette dieser These. Wir laden Wissenschaft und Praxis ein, diese Theorie zu prüfen, zu hinterfragen und zu verbessern.

Begleitliteratur: „AliothStudio-Handbuch zur Anwendungserstellung (Blue Paper)“; Online-Praxis: <https://cosmic-tools.shop/> .
© 2025-2026 Hangzhou Yuqi Technology Co., Ltd. (CosmicTools.ltd). Das Alioth-Modell wird unter der MIT-Lizenz veröffentlicht.