

Delta-Blueprint: "Gabriel" - 4D-Trichter, Hyperbion-Schicht und HDAG-Feld

Sebastian Klemm (System-Delta)

23. Oktober 2025

Ziel des Deltas

Dieses Dokument liefert ein neutrales, kompilierbares Skelett, um den bestehenden **4D-Trichter** (dynamischer Verdichter) mit einer **Hyperbion**-Schicht (morphodynamische Kopplung) und einem **HDAG**-Feld (5D-Resonanzgitter) *bündig* zu verschränken. Es ist vollständig offline, ohne Netzwerk-Endpunkte, deterministisch und reproduzierbar. Die Formeln definieren: (1) Zustandsräume, (2) Kopplung $4D \leftrightarrow 5D$, (3) Wachstums-/Pruning-Politiken, (4) einen Takt-Algorithmus, (5) optionale Proof-Artefakte (lokal).

1 Räume, Zustände, Mappings

1.1 Koordinaten

Wir nutzen einen gemeinsamen 5D-Raum mit Koordinaten (x, y, z, ψ, ω) :

$$\mathbf{s}_{5D} = (x, y, z, \psi, \omega) \in \mathbb{R}^5, \quad (1)$$

$$\mathbf{s}_{4D} = (x, y, z, \psi) \in \mathbb{R}^4 \quad (\text{Trichter-Prozessraum}). \quad (2)$$

Dabei bezeichnet ψ die semantische Gewichtung/Resonanz und ω die temporale Phase/Oszillation.

1.2 Lift und Projektion

Der *Lift* hebt 4D-Zustände in den 5D-Raum (Takt als Phase):

$$\text{lift} : \mathbb{R}^4 \rightarrow \mathbb{R}^5, \quad \text{lift}((x, y, z, \psi), \omega) = (x, y, z, \psi, \omega). \quad (3)$$

Die *Projektion* führt 5D-Leitinformatoren zurück in den Trichter-Raum:

$$\text{proj}_{4D} : \mathbb{R}^5 \rightarrow \mathbb{R}^4, \quad \text{proj}_{4D}(v_x, v_y, v_z, v_\psi, v_\omega) = (v_x, v_y, v_z, v_\psi). \quad (4)$$

2 Schichten und Rollen

4D-Trichter (Funnel). Kinetischer Verdichter, der Eingangsflüsse als gerichtete Muster kondensiert.

Hyperbion-Schicht. Viskoelastische morphodynamische Kopplung zwischen Fluss (4D) und Feld (5D). Sie kombiniert *Phasen-/Resonanzdynamik* und *morphisches Wachstum/Pruning*:

$$H(\mathbf{x}, t) = \alpha \Phi(\mathbf{x}, t) + \beta \mu(\mathbf{x}, t), \quad (5)$$

wobei Φ ein Phasen-/Resonanzfeld und μ eine morphodynamische Wachstums-/Dämpfungsfunktion ist. $\alpha, \beta \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ sind Modulationskonstanten.

HDAG-Feld. Hyperdimensionales, azyklisches Resonanzgitter; Knoten sind 5D-Tensoren, Kanten sind Phasen-Gradienten.

$$\mathbf{T}_i \in \mathbb{R}^5 \quad (\text{Resonanz-Tensor am Ort } i), \quad (6)$$

$$\Phi_{ij}(t) : \text{gerichteter Phasen-Übergang von } i \text{ nach } j. \quad (7)$$

Azyklizität wird nicht erzwungen, sondern ergibt sich durch *Phasen-Disalignment*: Zyklen kollabieren in nicht-kohärenten Subräumen.

3 Felder und Messgrößen

3.1 Resonanzfeld und Gradientenführung

Aus dem HDAG ergibt sich ein skalares Potential $\Phi(\mathbf{x}, t)$ und dessen Gradient als Leitfeld:

$$\nabla\Phi(\mathbf{x}, t) = \nabla_{\mathbf{x}}\Phi(\mathbf{x}, t). \quad (8)$$

Dieses Leitfeld lenkt die Trichterdynamik (Guidance).

3.2 Morphodynamik

Das Hyperbion-Wachstumsfeld $\mu(\mathbf{x}, t)$ steuert Verdichtung (Knoten-Split), Glättung (Knoten-Merge) und Kanten-Decay. Praktisch nutzen wir Schwellen θ_{split} , θ_{merge} , θ_{prune} sowie Hysterese.

3.3 Spektrale Kopplung (optional, lokal)

Wenn spektrale Features (z. B. Entropie, Peak-Frequenzen, Centroids) vorliegen, nutzen wir ein invertierbares Mapping auf (ψ, ω) :

$$\psi \propto \frac{1}{\text{Entropy}}, \quad \omega \propto \text{Centroid_Shift}. \quad (9)$$

Damit sichern wir Kohärenz zwischen Messraum und 5D-Feld.

4 Graphmodell und Metriken

Der *FunnelGraph* hält Knoten v mit Zuständen und Unsicherheiten sowie Kanten e mit Hebb-/Decay-Parametern:

$$v : (\mathbf{s}_{5D}, \text{mass}, \text{variance}, t_{\text{born}}), \quad (10)$$

$$e : (u \rightarrow v, w, \text{decay}, \text{phase_lock} \in [0, 1]). \quad (11)$$

Mass akkumuliert Evidenz; **variance** misst lokale Unsicherheit; **phase_lock** quantifiziert Kohärenzbindung.

5 Politiken (deterministisch)

Wir definieren drei deterministische Politiken, die nur Konstanten/Werte unterscheiden:

$$\textbf{Explore: } \alpha_{\text{hebb}} = \text{hoch}, \text{ decay} = \text{mittel}, \theta_{\text{merge}} = \text{niedrig}, \theta_{\text{prune}} = \text{sehr niedrig}. \quad (12)$$

$$\textbf{Exploit: } \alpha_{\text{hebb}} = \text{mittel}, \text{ decay} = \text{niedrig}, \theta_{\text{merge}} = \text{hoch}, \theta_{\text{prune}} = \text{mittel}, \text{ phase_lock strikt}. \quad (13)$$

$$\textbf{Homeostasis: } \text{halte Ziel-Dichte } \bar{\rho} \text{ durch adaptive Regelung von } (\alpha_{\text{hebb}}, \text{decay}) \text{ und } \theta\text{-Hysterese}. \quad (14)$$

6 Verschränkungslogik (bündig)

6.1 Kopplungssequenz pro Takt

Sei \mathbf{s}_{4Dt} ein Batch an 4D-Zuständen zum Takt t .

1. **Lift:** $\mathbf{s}_{5Dt} = \text{lift}(\mathbf{s}_{4Dt}, \omega=t)$.
2. **Hyperbion-Absorption:** Berechne (Φ, μ) gemäß (5): $(\Phi, \mu) \leftarrow \text{Absorption}(\mathbf{s}_{5Dt})$.
3. **HDAG-Relaxation:** Aktualisiere Tensoren \mathbf{T}_i und Übergänge Φ_{ij} , und erzeuge das Leitfeld $\nabla\Phi$.
4. **Guidance:** $v_{\text{guide}} = \text{proj}_{4D}(\nabla\Phi)$.
5. **Trichter-Schritt:** $\mathbf{s}_{4Dt+1} \leftarrow \text{advect}(\mathbf{s}_{4Dt}, v_{\text{guide}})$, inklusive Hebb-Update/Decay & Merge/Split/Prune gemäß Politik.
6. **Sicherung (optional):** lokale Proof-Artefakte (Hashes, Witness, Checkpoint).

6.2 Hebb-/Decay-Update (schematisch)

Für eine Nachbarschaft $\mathcal{N}(i)$ um Knoten i :

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \alpha_{\text{hebb}} \cdot \underbrace{\text{phase_lock}(i, j)}_{\in[0,1]} \cdot \underbrace{\text{co_use}(i, j)}_{\geq 0} - \text{decay} \cdot \Delta t. \quad (15)$$

phase_lock kann aus der aktuellen Phasenkohärenz (z. B. lokaler Spektralvergleich) und Kantenhistorie bestimmt werden.

6.3 Split/Merge/Prune

$$\text{Split: } \text{mass}(i) > \theta_{\text{split}} \wedge \text{variance}(i) \text{ hoch} \Rightarrow \text{teile } i \text{ in } (i_a, i_b). \quad (16)$$

$$\text{Merge: } \text{mass}(i), \text{mass}(j) < \theta_{\text{merge}} \wedge \text{dist}(i, j) \text{ klein} \Rightarrow i \oplus j. \quad (17)$$

$$\text{Prune: } w_{ij} < \theta_{\text{prune}} \Rightarrow \text{Kante entfernen.} \quad (18)$$

7 Deterministischer Takt-Algorithmus

Algorithm 1 Kopplungs-Tick (offline, bündig 4D \leftrightarrow 5D)

Require: Batch \mathbf{s}_{4Dt} , Politik-Parameter Π , Hyperbion-Koeffizienten (α, β)

- 1: $\mathbf{s}_{5Dt} \leftarrow \text{lift}(\mathbf{s}_{4Dt}, \omega=t)$
 - 2: $(\Phi, \mu) \leftarrow \text{Hyperbion.Absorption}(\mathbf{s}_{5Dt}; \alpha, \beta)$
 - 3: $\text{HDAG.Relax}(\Phi, \mu)$
 - 4: $\nabla\Phi \leftarrow \text{HDAG.Gradient}(\Phi)$
 - 5: $v_{\text{guide}} \leftarrow \text{proj}_{4D}(\nabla\Phi)$
 - 6: $\mathbf{s}_{4Dt+1} \leftarrow \text{advect}(\mathbf{s}_{4Dt}, v_{\text{guide}}; \Pi)$
 - 7: **if** Proofs **then** commit $\leftarrow \text{hash}(\mathbf{s}_{4Dt}, \mathbf{s}_{4Dt+1}, \Phi, \mu, \Pi)$
 - 8: **return** \mathbf{s}_{4Dt+1}
-

8 Qualitätsgarantien & Tests

- **Determinismus:** Gleiche Inputs & gleiche Politik \Rightarrow identische Pfade und Gewichte.

- **Bündigkeit 4D↔5D:** $\|\mathbf{s}_{4Dt+1} - \mathbf{s}_{4Dt}\|$ sinkt unter stabiler Kohärenz (Krümmungs-/Fehlleitungsmaß im Trichter nimmt ab).
- **Homeostasis:** Bei Politik *Homeostasis* bleibt die mittlere Knotendichte ρ in einem Band $[\rho_{\min}, \rho_{\max}]$.
- **Azyklizität durch Phase:** Forciertes Phasen-Mismatch verhindert Zyklenbildung im HDAG (Zyklen \Rightarrow Disalignment \Rightarrow Gewichtseinbruch).
- **Pruning-Sicherheit:** Entfernte Kanten/Nodes sind aus Proof-Checkpoints rekonstruierbar.

9 Optionale Proof-Artefakte (lokal)

Für Audit/Rebuild (ohne Netzwerk) definieren wir:

$$\text{TransitionHash}_t = H(\mathbf{s}_{4Dt}, \mathbf{s}_{4Dt+1}, \Pi), \quad (19)$$

$$\text{FieldHash}_t = H(\Phi(\cdot, t), \mu(\cdot, t)), \quad (20)$$

$$\text{Commit}_t = H(\text{TransitionHash}_t \parallel \text{FieldHash}_t), \quad (21)$$

wobei H eine lokale kryptographische Hashfunktion ist. Die Sequenz (Commit_t) ermöglicht deterministische Replays.

10 Minimale Schnittstellen (neutral)

Ohne Endpunkte; reine Modulgrenzen:

$$\begin{aligned} \text{Hyperbion.Absorption} &: [\mathbb{R}^5] \rightarrow (\Phi, \mu), \\ \text{HDAG.Relax} &: (\Phi, \mu) \rightarrow \text{Update von } (\mathbf{T}_i, \Phi_{ij}), \\ \text{HDAG.Gradient} &: \Phi \mapsto \nabla\Phi, \\ \text{Funnel.Advect} &: (\mathbf{s}_{4Dt}, v_{\text{guide}}, \Pi) \mapsto \mathbf{s}_{4Dt+1}. \end{aligned}$$

11 Implementierungsreihenfolge (kurz)

1. Typen & Indizes (4D/5D-State, Knoten/Kanten, Felder Φ, μ).
2. *Lift/Proj* + deterministische Tests (Roundtrip, Krümmungsmaß).
3. Hyperbion-Absorption ((5)) mit Schwellen/Hysterese.
4. HDAG-Relaxation + Gradientenfeld $\nabla\Phi$.
5. Advect/Guidance im Trichter + Politiken (Explore/Exploit/Homeostasis).
6. Optional: Commit/Checkpoint (lokal).

Kurzfazit

Der 4D-Trichter *atmet* (Dynamik), der HDAG *denkt* (Resonanz-Topologie), und Hyperbion *vernäht* beides (Morphodynamik). Diese Delta-Spezifikation macht die Kopplung bündig, deterministisch und offline-rekonstruierbar.