

# 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  $(x, y, z, \psi, \omega)$ :

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

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

Dabei bezeichnet  $\psi$  die semantische Gewichtung/Resonanz und  $\omega$  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-Leitinformationen 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  $\Phi$  ein Phasen-/Resonanzfeld und  $\mu$  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  $\theta_{\text{split}}$ ,  $\theta_{\text{merge}}$ ,  $\theta_{\text{prune}}$  sowie Hysterese.

#### 3.3 Spektrale Kopplung (optional, lokal)

Wenn spektrale Features (z. B. Entropie, Peak-Frequenzen, Centroids) vorliegen, nutzen wir ein invertierbares Mapping auf  $(\psi, \omega)$ :

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

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:

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

**Exploit:**  $\alpha_{\text{hebb}} = \text{mittel}$ ,  $\text{decay} = \text{niedrig}$ ,  $\theta_{\text{merge}} = \text{hoch}$ ,  $\theta_{\text{prune}} = \text{mittel}$ ,  $\text{phase\_lock}$  strikt. (13)

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

## 6 Verschränkungslogik (bündig)

### 6.1 Kopplungssequenz pro Takt

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

1. **Lift:**  $\mathbf{s}_{5D_t} = \text{lift}(\mathbf{s}_{4D_t}, \omega=t)$ .
2. **Hyperbion-Absorption:** Berechne  $(\Phi, \mu)$  gemäß (5):  $(\Phi, \mu) \leftarrow \text{Absorption}(\mathbf{s}_{5D_t})$ .
3. **HDAG-Relaxation:** Aktualisiere Tensoren  $\mathbf{T}_i$  und Übergänge  $\Phi_{ij}$ , und erzeuge das Leitfeld  $\nabla\Phi$ .
4. **Guidance:**  $v_{\text{guide}} = \text{proj}_{4D}(\nabla\Phi)$ .
5. **Trichter-Schritt:**  $\mathbf{s}_{4D_{t+1}} \leftarrow \text{advect}(\mathbf{s}_{4D_t}, v_{\text{guide}})$ , 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  $\mathbf{s}_{4D_t}$ , Politik-Parameter  $\Pi$ , Hyperbion-Koeffizienten  $(\alpha, \beta)$

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

## 8 Qualitätsgarantien & Tests

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

- **Bündigkeit 4D $\leftrightarrow$ 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  $\rho$  in einem Band  $[\rho_{\min}, \rho_{\max}]$ .
- **Azyklizität durch Phase:** Forciertes Phasen-Mismatch verhindert Zyklusbildung 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 ( $\text{Commit}_t$ ) 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  $\Phi, \mu$ ).
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 *vernaht* beides (Morphodynamik). Diese Delta-Spezifikation macht die Kopplung bündig, deterministisch und offline-rekonstruierbar.