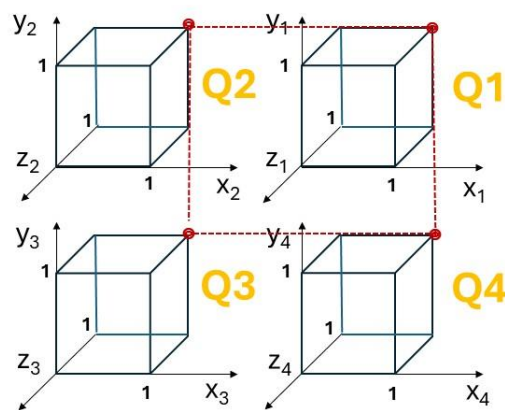


Mathematik des MQM

Das folgende 4-Quadranten-Schema bildet den Kern eines Mehr-Quadranten-Modells¹ zur geometrischen Beschreibung von Systemen. Der weite Begriff „System“ bezeichnet hier besonders ein Modell der Innensicht einer geschlossenen Bewegung oder Aktivität ohne äußeren Einfluss. Dies mit Ausnahme des Leeren Raums als inneren und äußeren Attraktor einer solchen Bewegung. Ein sogenannter „Drehimpuls“ wird im vorliegenden Beitrag (Kapitel 1-12) dazu alternativ in der Form einer mathematischen Schleife, eines Torus und eines sogenannten „Strings“ der Quantenphysik formuliert.

Geschlossenes System



Das obige vom Verfasser geometrisch formulierte 4-Quadranten-Modell wurde hierzu ChatGPT (genannt „Kurt“) für eine algebraische Formulierung vorgegeben.

Kurzs mathematischen Ergebnisse aus dem Chat sollen einer offenen Diskussion dienen.

Jeder Quadrant Q_i beschreibt danach, hier also beschränkt auf geschlossene Systeme, vier Facetten oder Komponenten (Funktionen f_i) einer zyklischen Bewegung.

Diese Funktionen f_i sind über die vorgegebenen Achsen-Kopplungen ($x_3, x_2; x_4, x_1; y_3, y_4; y_2, y_1; z_{1-4}$) miteinander verknüpft.

Die Formulierung ist dabei so gewählt, dass sie über alle Disziplinen konsistent ist und sich bei Bedarf mit konkreten Funktionsansätzen ausfüllen lässt.

¹ Das Mehr-Quadranten-Modell (M-Q-M) bildet die Grundlage eines vom BMBF geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekts der PRCSM zur konsistenten interdisziplinären Verknüpfung von Systemen

1. Grundstruktur des 4-Quadranten-Schemas (im Folgenden auch 4-Quadranten-Modell oder 4-Q-M genannt)

Jeder Quadrant Q_i wird durch eine algebraische Funktion f_i wie folgt beschrieben:

$$Q_i = f_i(s_i), \quad s_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}, \quad i \in \{1, 2, 3, 4\}.$$

Das Gesamtsystem Q lässt sich danach in Blockform so formulieren:

$$Q = \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1(s_1) \\ f_2(s_2) \\ f_3(s_3) \\ f_4(s_4) \end{bmatrix}.$$

Konkrete Beispiele für die Energiekomponenten oder -facetten einer Bewegung siehe Kapitel 2. Die folgenden geometrischen Nebenbedingungen koppeln die 4 Quadranten zu einem geschlossenen System:

$$\mathbf{C} \mathbf{s} = 0,$$

$$\text{mit } \mathbf{C} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Damit gilt geometrisch:

$$y_1 = y_2, \quad y_3 = y_4, \quad x_2 = x_3, \quad x_1 = x_4.$$

2. Quadrantenfunktionen (Energie-Facetten)

$$\begin{aligned} Q_1 &= F_1(s_1, s_2, s_3, s_4; \theta_1) && \text{Transformations- bzw. Verlustanteil,} \\ Q_2 &= F_2(s_2, s_1, s_3; \theta_2) && \text{Kinetische Energie / Prozess,} \\ Q_3 &= F_3(s_3, s_2, s_4; \theta_3) && \text{Gesamtenergie / Reflexion,} \\ Q_4 &= F_4(s_4, s_3, s_1; \theta_4) && \text{Potentielle Energie / Bestand.} \end{aligned}$$

Die Gesamtenergie Q_3 setzt sich dabei aus kinetischer (Q_2) und potentieller (Q_4) Energie zusammen, abzüglich möglicher Verluste an das Hypersystem im Falle offener Systeme. Für ein geschlossenes System im Leeren Raum Newtons (Absolute Zeit im Absoluten Raum) ist der Verlust gleich Null. Laut Chat von Kurt folgt daraus dessen Energiebilanz.

3. Energiebilanz des geschlossenen Systems

$$Q_3 = Q_2 + Q_4 - \Phi_{1 \rightarrow \text{HS}},$$

wobei $\Phi_{1 \rightarrow \text{HS}}$ die Verluste bzw. Abgabe an das Hypersystem beschreibt.

Gesamtenergieerhaltung:

$$E_{\text{tot}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = \text{const.}$$

4. Dynamische Form und Erhaltungsgrößen (nach Noether)

$$\dot{S} = G(S) + C^\top \lambda, \quad C S = 0,$$

$$\frac{dE_{\text{tot}}}{dt} = 0, \quad \frac{d\mathbf{L}}{dt} = 0,$$

mit $\mathbf{L}$ als Gesamtdrehimpuls.

5. Mechanisches Modell für Drehimpuls-Systeme

Kinetische Energie:

$$Q_2 = \frac{1}{2} I \omega^2$$

Potentielle Energie (Torsion):

$$Q_4 = \frac{1}{2} \kappa \theta^2$$

Gesamtenergie:

$$Q_3 = Q_2 + Q_4$$

Transformations- bzw. Dissipationsenergie:

$$Q_1(t) = \int_0^t c_t \omega^2(\tau) d\tau$$

Bilanzgleichung (geschlossenes System):

$$\frac{dQ_3}{dt} = -c_t \omega^2, \quad \frac{dQ_1}{dt} = +c_t \omega^2, \quad \frac{d(Q_3 + Q_1)}{dt} = 0.$$

Kinetische, potentielle, Gesamt- und Transformations- oder Dissipationsenergie bilden dabei die physikalische Grundlage des Modells.

Das System bleibt ohne externe stetige Zu- (Q_2) oder Abflüsse (Q_4) oder diskrete, wellenförmige Aufnahme (Q_3) oder Abgabe (Q_1) von Energie oder Information aus dem oder an das Hypersystem geschlossen. Der Leere Raum im Hintergrund des Systems bleibt als passiver Attraktor innen und außen in Bezug auf das Gesamtsystem neutral.

6. Spiegelbedingungen

Sofortige Spiegelung

$$\begin{aligned} Q_2(t) &= Q_4(t) \quad \forall t, \\ \Rightarrow \quad \theta_{\text{imm}}(t) &= |\omega(t)| \sqrt{\frac{I}{\kappa}}, \\ Q_3(t) &= 2 Q_2(t) = 2 Q_4(t). \end{aligned}$$

Folgespiegelung

$$Q_4(t + \tau) = Q_2(t), \quad \tau = \frac{\pi}{2\omega_n}, \quad \omega_n = \sqrt{\frac{\kappa}{I}}.$$

Abweichungstests:

$$\begin{aligned} D_{\text{imm}}(t) &= Q_4(t) - Q_2(t), \\ D_{\text{follow}}(t) &= Q_4(t + \tau) - Q_2(t). \end{aligned}$$

Q_3 fungiert als Symmetrieachse des Energieaustauschs zwischen Q_2 und Q_4 . Eine Spiegelung kann zeitgleich oder verzögert erfolgen (siehe dazu Kapitel 8, z-Achse).

7. Dimensionslose Gruppen nach dem Π -Theorem

$$\pi_4 = \frac{\kappa}{I\omega^2}, \quad \pi_5 = \frac{c_t}{I|\omega|}.$$

Beziehungen:

$$Q_2 = \frac{1}{2} I \omega^2, \quad Q_4 = \frac{1}{2} \kappa \theta^2 = \frac{1}{2} I \omega^2 \pi_4 \theta^2.$$

Die Kennzahlen π_4 und π_5 beschreiben Steifigkeit und Dämpfung dimensionslos und erlauben eine skalierbare Modellierung.

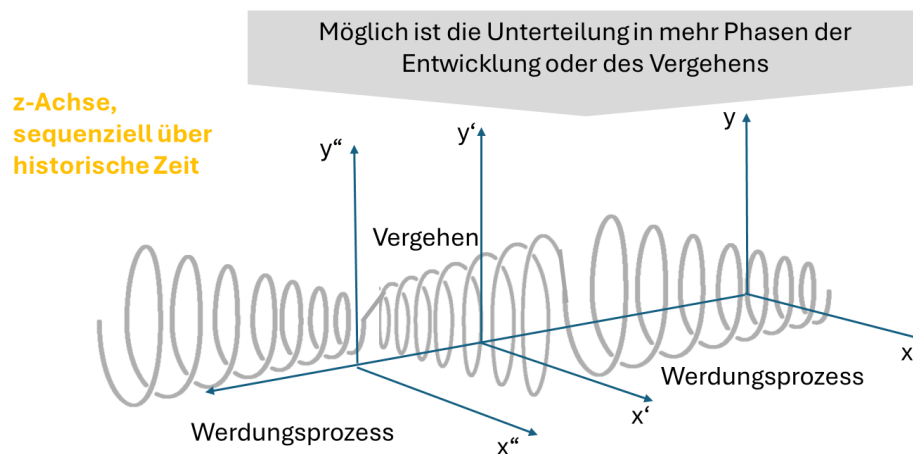
8. Historische Zeit / z-Achse (Hypersystemebene)

$$\theta(t) = \int_0^t \omega(\tau) d\tau,$$

$$z_{\text{turns}}(t) = \frac{\theta(t)}{2\pi},$$

$$n(t) = \lfloor z_{\text{turns}}(t) \rfloor, \quad \phi(t) = z_{\text{turns}}(t) - n(t).$$

Jede vollständige Drehung entlang der z-Achse (Zunahme von z_{turns} um 1) entspricht einem Modus n des Gesamtsystems und dokumentiert die historische Entwicklung des Systems.



9. Dimensionslose Energien (Spiegelsymmetrie)

$$u(t) = \frac{Q_2(t)}{Q_3(t)}, \quad v(t) = \frac{Q_4(t)}{Q_3(t)}, \quad u(t) + v(t) = 1.$$

Die normierten Energien u und v zeigen direkt die Spiegelsymmetrie (Balance) um Q_3 .

Bei perfekter Spiegelung gilt:

$$u = v = \frac{1}{2}.$$

10. Zeitabhängige Anregung (synthetisches Signal)

$$\omega(t) = 0.1 \omega_n e^{-t/(100t_P)} \left(1 + 0.05 \sin\left(\frac{0.08\pi t}{t_P}\right) \right),$$

mit den Planck-Einheiten:

$$\ell_P = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}}, \quad t_P = \frac{\ell_P}{c}, \quad m_P = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}}, \quad E_P = m_P c^2, \quad \rho_P = \frac{c^5}{\hbar G^2}.$$

Diese synthetische Anregung beschreibt eine modulierte, exponentiell gedämpfte Drehbewegung auf der Planck-Skala.

11. Eigenfrequenzen und Zeitskalen (Planck-Skala)

$$\omega_n = \sqrt{\frac{\kappa}{I}}, \quad \tau = \frac{\pi}{2\omega_n}.$$

Die Planck-Einheiten dienen als fundamentale Maßstäbe. Die Eigenfrequenz ω_n und die Phasenverschiebung τ definieren den zeitlichen Austausch zwischen Q_2 und Q_4 .

12. Zusammenfassung der Energiestruktur

$$Q_3 = Q_2 + Q_4, \quad Q_1 + Q_3 = \text{const}, \quad Q_3 \text{ ist Spiegelachse zwischen } Q_2 \text{ und } Q_4$$

Q_3 bildet die energetische Spiegelachse, während Q_1 die dissipative Rückkopplung zum Hypersystem darstellt. In der VWL entspräche dies beispielsweise dem Verhältnis von Güter und Geldmarkt in Q_1 (siehe dazu die beiden Abbildungen unten).

