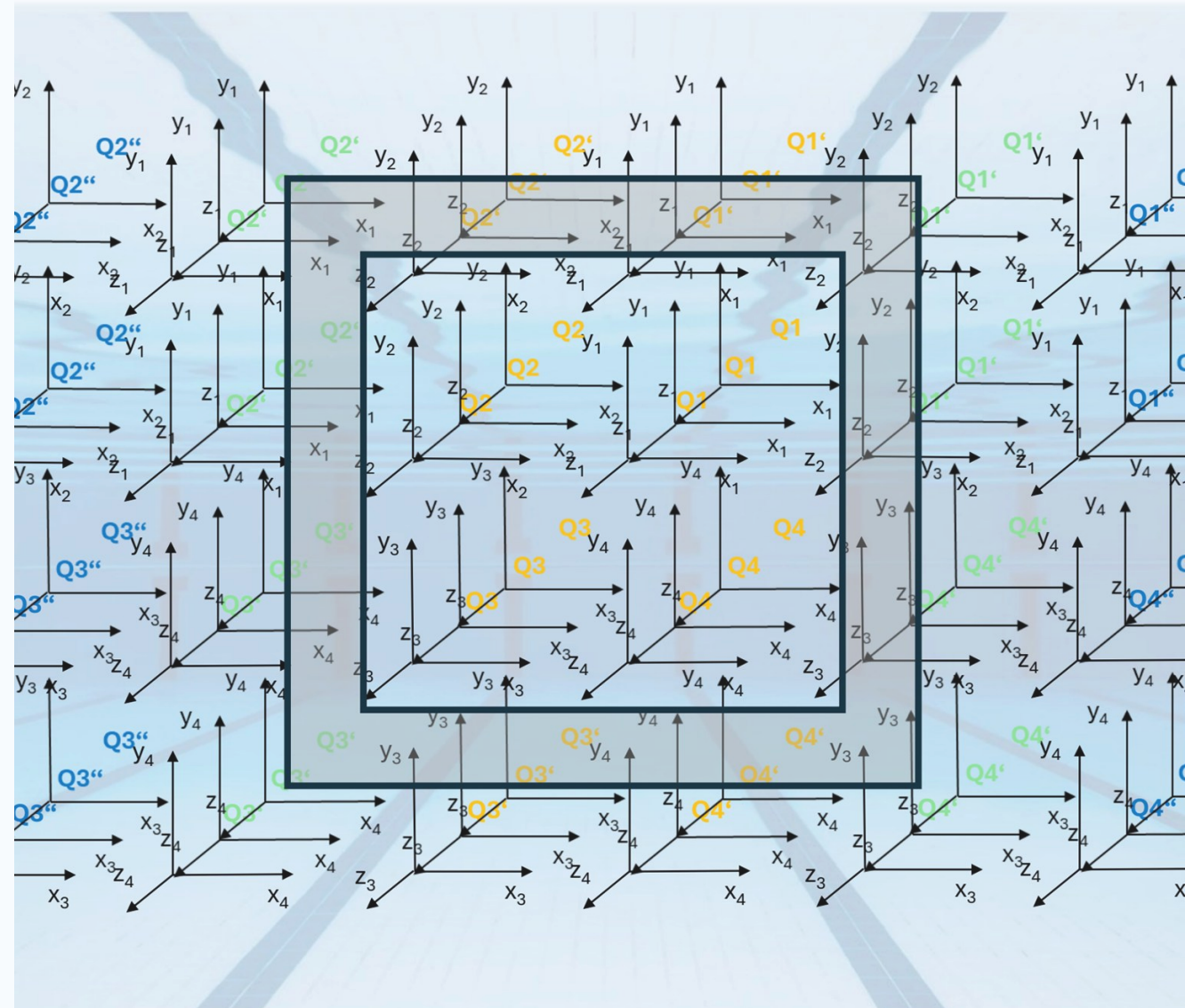


M-Q-M als Grundbaustein autonomer KI-Agenten-Systeme

BMBF-gefördertes F&E-Projekt von PRCSM in Kooperation
mit Fraunhofer IESE

Autonomie braucht ein explizites
Systemmodell - nicht nur Prompting.

Beobachten | Modellieren | Entscheiden | Lernen



AUSGANGSPROBLEM: Warum Agenten ein Systemmodell brauchen

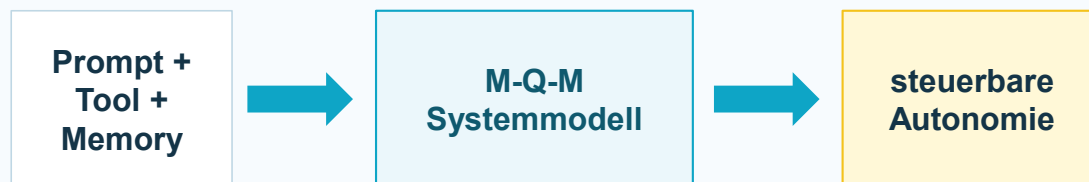
Projektauftrag

Skalierbares Mehr-Quadranten-Modell für Analyse, Bewertung und zielkongruente Steuerung hochkomplexer Systeme.

Reaktive Tool-Nutzung ist noch keine steuerbare Systemautonomie.

- Offene Systeme: Grenzen sind Interpretationsleistung.
- Verschachtelung: Agent, Aufgabe, Organisation, Markt.
- Zielkongruenz: Outcome braucht Bewertungsmaßstab.

M-Q-M setzt hier an: Differenzen, Ebenen und Relationen werden explizit.

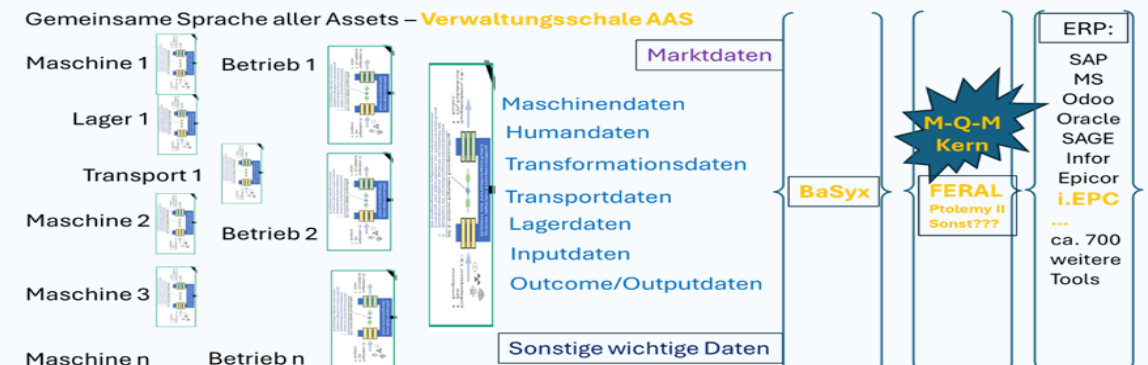


Die besondere Herausforderung des F&E-Projekts

„Ein skalierbares Mehr-Quadranten-Modell (MQM) soll aus einem 4-Quadranten-Modell (4-Q-M) entwickelt werden, das Management und Führung moderner Organisationen eine dynamische ganzheitliche Analyse, mit einheitlichem Bewertungsmaßstab und zielkongruenter Steuerung ihrer hochkomplexen Systeme ermöglicht. Der interdisziplinäre Ansatz verknüpft dafür verschiedene Dimensionen konsistent, insbesondere:

- Träger und Ladungssystem, **Hyper- und Subsysteme**
- Person und Aktivität (Entscheiden und Handeln oder Denken)
- Räumliche und zeitliche Dimensionen (leer, absolut, zyklisch, relativ, stetig, diskret)
- Modi (immaterieller und materieller Art)
- Unbewusste und bewusste Reflexion, Gegenstands- und Parameterraum
- Portfolio- und Prozessdimension (Bestand, Ereignis und Fluss, Ablauf)“ (Zitatende)

Tool-Kombination für einen angestrebten Prototypen

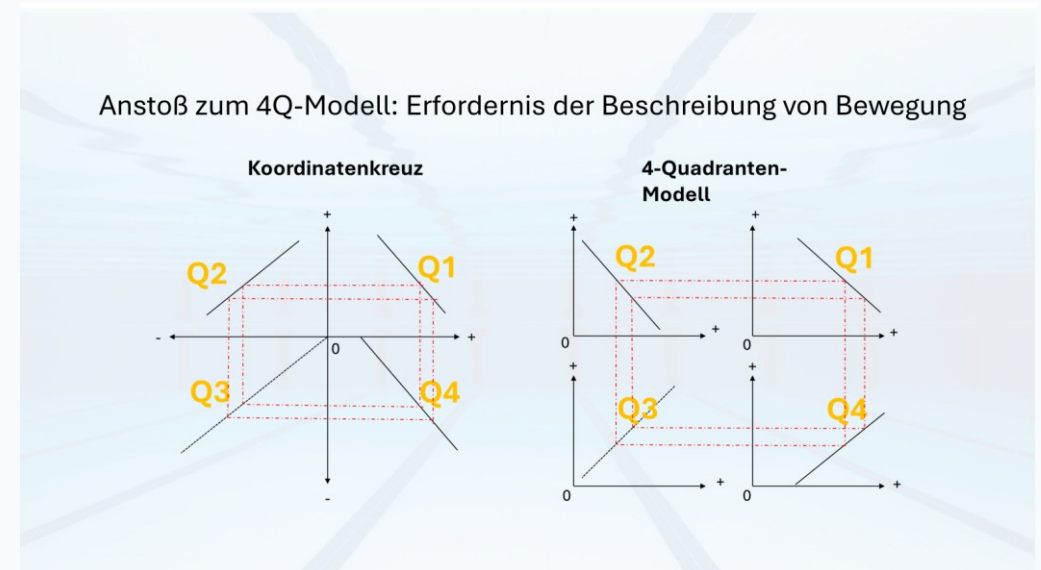


MODELLKERN: Der 4-Q-M-Kern als 'Agenten-Grammatik'

Vier Perspektiven strukturieren Wahrnehmung, Transformation, Leitbild und Ergebnis.



Zustand + Fluss + Regel + Wirkung



Agenten-Bezug

Ein autonomer Agent muss seine Inputs, Regeln, Leitbilder und Outcomes nicht nur speichern, sondern konsistent aufeinander beziehen.

Damit wird M-Q-M zur Grammatik für Ziel, Kontext und Handlung.

AGENTENARCHITEKTUR: Vom 4-Q-M zum Agenten-Kernel

Der Agent wird als Aktivitätsbündel modelliert - nicht als isoliertes Objekt.

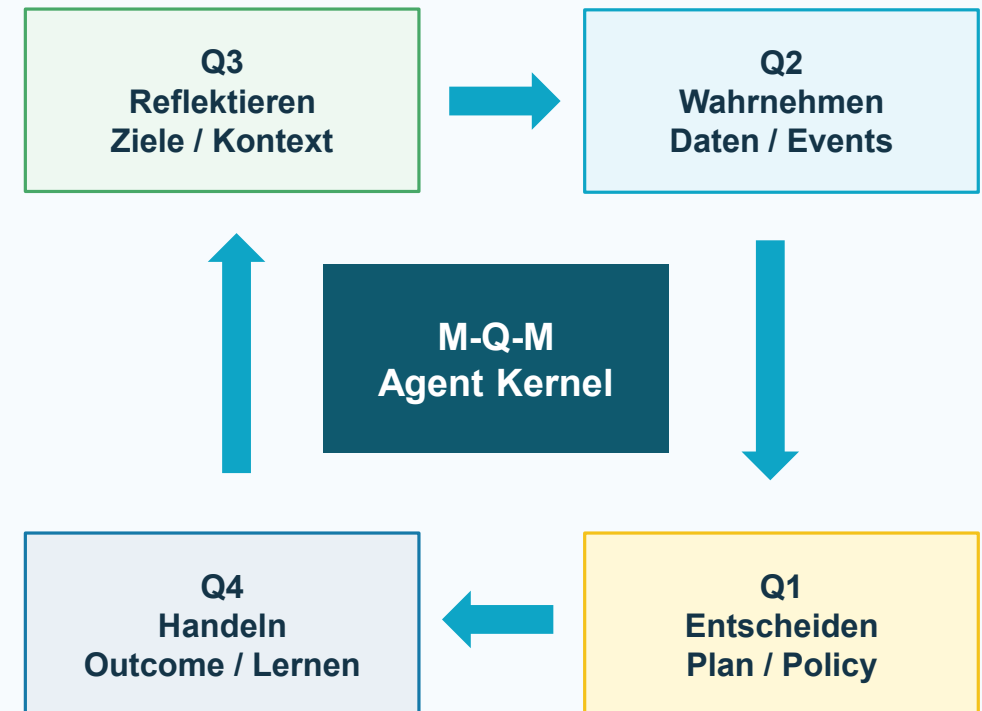
M-Q-M bedeutet eine Aktivitäten-basierte statt Objekt-Betrachtung

"Alles ist Bewegung,,
Schleife, Knoten, Aktivität, System im Sinne von Knoten- oder Aktivitätenbündel, gleich ob aufgrund unterschiedlicher Verläufe **in Form eines Subjekts oder Objekts wahr-genommen.**

"Bewegung resultiert stets aus Bewegung,,
Historischer Zeitverlauf resultiert aus Hypersystemen und ist über Modi bzw. z-Achsen von (Sub-)Systemen darstellbar. **Hypersysteme bieten Logistik und Kommunikationsmittel.**

"Bewegung benötigt stets eine Differenz in Zeit, Raum oder Menge,,
Es existiert auf der Welt nur mehr oder weniger von etwas. Jede scheinbare Polarität oder Gegensätzlichkeit resultiert lediglich aus einer solchen Differenz von etwas. **Dabei strömt mehr stets zum weniger: Wasser, Ladung, ...** Bewegung folgt einer Richtung (Innen-/Außenattraktor)

„Bewegung erzeugt bei bestimmter Dichte Wärme“ (Gesamt-Energie-/Impulserhaltung)
Von Systemen **freigesetzte Energie ermöglicht Ordnung** in deren jeweiligem Hypersystem.



Aktivitätenbündel statt Objektliste

M-Q-M beschreibt, wie Wahrnehmung, Reflexion, Entscheidung und Wirkung in einem Agentenlauf verknüpft bleiben.

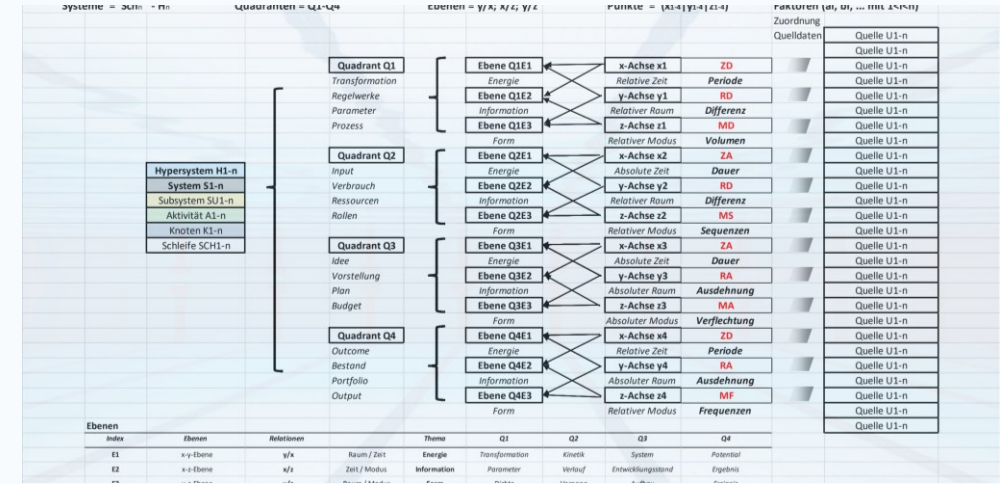
Agentenlaufzeit + Governance

Tools, Memory, Planner und Evaluator werden nicht addiert, sondern in ein konsistentes Systemmodell eingebettet.

FORSCHUNGSAGENDA nächste Schritte: Operationalisierung und Validierung

M-Q-M wird relevant, wenn es maschinenlesbar, messbar und simulierbar wird.

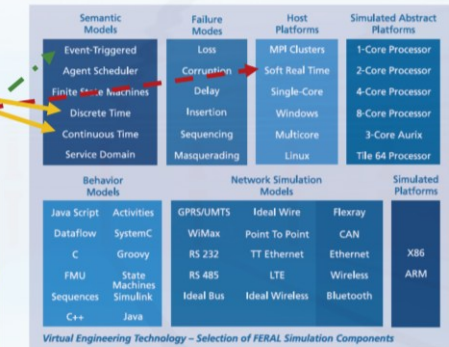
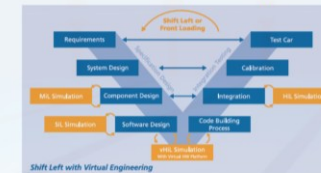
- 1 **Datenräume, Datentypenspezifikation, Ontologie**
Q1-Q4 / M-Q-M als maschinenlesbare Dimensionen
- 2 **Agenten-Design**
Ziele, Policies, Tools und Memory mappen
- 3 **Simulation**
Zeitdomänen und Failure Modes prüfen
- 4 **Governance**
Zielkongruenz und Wirkung messen



Datenmodell -> Simulation -> Validierung

Das vom Fraunhofer IESE entwickelte FERAL-Simulationsframework

2 Zeitdomänen:
stetig, diskret (S),
+ historisch (HS),
+ elementar (SubS)



Kernbotschaft: M-Q-M kann aus reaktiven Agenten steuerbare Systemautonomie machen.

Leitthese zur heutigen Diskussion

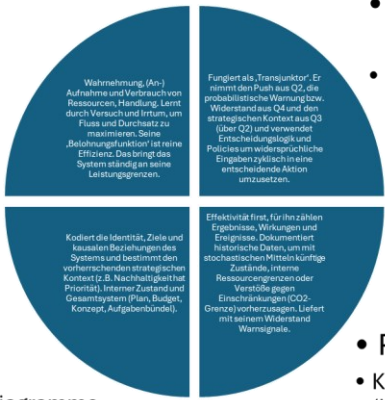
Autonomie wird beherrschbar, wenn Wahrnehmung, Regeln, Ziele und Wirkung in einem gemeinsamen System System bzw. Modell gekoppelt sind. Oder anders formuliert: Entscheidend ist die Kopplung von Kontext, Regeln, Zielbild und Zustand.

Der Modellkern des M-Q-M könnte mit “Treiber”, “Entscheider”, “Strategie” und “Portfolio-(Ereignis-) (Ereignis-) Manager” als Rollenarchitektur dienen.

Die Rollen bilden dabei - gemeinsam - einen Entscheidungszyklus.

Kernstruktur M-Q-M: Vier Agenten (4-Q-M)

- Sensor, Aktor, Fahrer (Q2)
- KI: Ressourcenmanager



- Entscheider (Q1)
- KI: Fortgeschrittene Systeme, z.B. N-FS

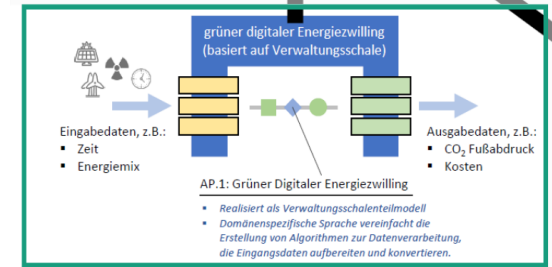
- Strategie (Q3)
- KI: Kausale KI- und Wissensdiagramme

- Portfoliomanager (Q4)
- KI: Prädiktive Algorithmen (LSTM/Transformer)

Forschungsagenda: Grüne Virtuelle Fabrik als Energiesystem - umgesetzt mit Simulationswerkzeug durch IESE und PRCSM.

Aufgabenstellung für Phase: IT-Unterstützung

Ein **Grüner Digitaler Energie-Zwilling (gDEZ)** wurde und wird im Rahmen eines Forschungsprojekts von IESE (fort-)entwickelt. In dem hier dargestellten F&E-Projekt M-Q-M soll ein gDEZ der Formulierung eines geometrischen Ansatzes dienen. Dies mit dem Ziel, ein konsistentes skalier- und replizierbares Modell zur Unterstützung „Grüner Virtueller Fabriken“ i.S. befristeter Wirtschaftskooperationen zu erhalten.



Die interne Wertschöpfung und Kommunikation Grüner Virtueller Fabriken sind hierfür digital so zu verknüpfen, dass dadurch das Energiemanagement wirtschaftlicher und unter Berücksichtigung von CO₂ Emissionen nachhaltiger werden.

Weitere Schritte im F&E-Projekt M-Q-M betreffen die strategische und technische **Entwicklung eines Prototypen zur Analyse, Steuerung und Simulation von Grünen Virtuellen Fabriken in FERAL.**

PRCSM Forschung & Entwicklung
 In Reisten 3, D-66636 Tholey
www.prcsm.org
 Direkt: +49 160 979 793 24

