
Präsentation Fragebogen

Folie 1 – Titel

Ziel und Stand der Entwicklung eines Fragebogens zur Validierung des M-Q-M
Prüfung von Einsatzmöglichkeiten in Beratung und Unternehmenspraxis

Folie 2 – Ausgangssituation

Problemstellung

- Steigende Anforderungen an:
 - Energieeffizienz
 - CO₂-Reduktion
 - Product Carbon Footprint (ISO 14067)
- Fehlende integrierte Modellierung über:
 - Produktionsprozesse
 - Ressourcen
 - Managementprozesse
 - Wertschöpfungsnetzwerke

Herausforderung

Wie kann ein **integriertes, systemübergreifendes Modell (M-Q-M)**
– validiert durch einen strukturierten Fragebogen –
in realen Unternehmen angewendet werden?

Folie 3 – Ziel des Fragebogens

Der Fragebogen dient zwei zentralen Zwecken:

□Wissenschaftlich-methodische Validierung

- Überprüfung der **Modellogik des M-Q-M**
- Prüfung der Operationalisierbarkeit der Quadranten:
 - Q1 – Prozesse / Transformation
 - Q2 – Ressourcen / Verbrauch
 - Q3 – Planung / Management
 - Q4 – Output / Ergebnis

▣Praxistauglichkeit

- Erfassung realer Unternehmensdaten
 - Prüfung:
 - Datenverfügbarkeit
 - IT-Anbindung
 - Energie- und CO₂-Messbarkeit
 - Integration in digitale Zwillinge / AAS
-

Folie 4 – Theoretischer Rahmen

M-Q-M als Hypersystem-Modell

Quadrant	Bedeutung	Energieform
Q1	Transformation / Prozess	Wärme
Q2	Ressourcenverbrauch	Arbeit
Q3	Planung / Strategie	Innere Gesamtenergie
Q4	Ergebnis / Produkt	Potentielle Energie

Ziel:

Ganzheitliche Energie- und CO₂-Modellierung über alle Ebenen hinweg.

Bezug zu Green Digital Twin & PCF-Modellierung

Folie 5 – Struktur des Fragebogens

Der Fragebogen erhebt Informationen zu:

A) Kooperationsstruktur (NVDF)

- Unternehmensform
- Netzwerkkonstellation
- Hypersystem-Ziel (Wertschöpfung / Kreislaufwirtschaft)

B) Technische Produktionsdaten

- Maschinen
- Energieverbrauch (15-min-Werte)
- Laufzeiten
- Sensorik

C) IT- & Digital Twin Infrastruktur

- MES / ERP / SCADA

- OPC-UA / MQTT
- AAS-Kompatibilität

D) Wirtschaftliche Daten

- Strompreisstruktur
- Stillstandskosten
- Business Case

E) Organisatorische Daten

- Rollen & Zuständigkeiten
- Entscheidungsprozesse

Grundlage: Fragenkatalog M-Q-M

Folie 6 – Stand der Entwicklung

Aktueller Status

- ✓ Theoretischer Rahmen vollständig definiert
- ✓ Abgleich mit bestehenden PCF-/GDT-Modellen
- ✓ Struktur entlang Produktlebenszyklus
- ✓ Integration AAS-Denkmodell
- ✓ Zuordnung der Fragen zu Q1–Q4

In Arbeit

- Operationalisierung der Achsen:
 - x (Zeit)
 - y (Menge / Ausdehnung)
 - z (Modus / Sequenz)
 - Pilotanwendung im Produktionskontext
 - Konsistenzprüfung über Sub- & Hypersysteme
-

Folie 7 – Validierungsansatz

Der Fragebogen prüft:

1. Sind alle M-Q-M-Achsen empirisch erfassbar?
2. Lassen sich Energieflüsse systematisch zuordnen?
3. Sind digitale Zwillinge technisch integrierbar?
4. Ist eine Simulation der Optimierung möglich?

Vergleich:

- Optimierung einzelner Einheiten
- Optimierung im integrierten Hypersystem (FERAL-Ansatz)

Ziel: Nachweis des Mehrwerts eines integrierten M-Q-M.

Folie 8 – Nutzen in der Beratung

Strategische Beratung

- Identifikation von Energie- und CO₂-Hotspots
- Hypersystemanalyse von Wertschöpfungsketten

Operative Beratung

- Lastspitzenanalyse
- Maschinenabschaltung
- Energie pro Produkt
- Simulation von Optimierungsszenarien

Transformationsberatung

- Integration Digital Twin / AAS
 - Nachhaltige virtuelle Fabriken
 - Business Case für Energieeffizienz
-

Folie 9 – Nutzen für Unternehmen

☐Transparenz

- Energieverbrauch pro Maschine
- CO₂ pro Produkt
- Scope 1–3 Integration

☑Steuerbarkeit

- Prognosebasierte Steuerungsmodelle
- Lastmanagement
- Kreislaufwirtschaft

☑Wettbewerbsfähigkeit

- Regulatorische Sicherheit
- Nachhaltigkeitsnachweis
- Digitalisierungsreife

Folie 10 – Weiterentwicklung

Nächste Schritte:

- Pilotprojekt (z.B. Schraubenproduktion)
- Integration in AAS-Submodell
- Entwicklung eines standardisierten Beratungs-Tools
- Überführung in wissenschaftliche Publikation

Langfristige Vision:

M-Q-M als verbindendes Modell zwischen

- Energie
 - CO₂
 - Digital Twin
 - Geschäftsprozessen
 - Netzwerksystemen
-



Präsentation (10 Minuten)

Folie 1 – Titel (1 Min)

Ziel und Stand der Entwicklung eines Fragebogens zur Validierung des M-Q-M

Prüfung der Einsatzmöglichkeiten in Beratung und Unternehmenspraxis

Sprechtext:

„Ich stelle heute den Entwicklungsstand unseres Fragebogens vor, der zwei Dinge leisten soll: erstens die methodische Validierung des M-Q-M-Modells und zweitens die Prüfung seiner praktischen Anwendbarkeit in Unternehmen und Beratung.“

Folie 2 – Ausgangsproblem (1 Min)

Unternehmen stehen vor:

- steigenden Energiepreisen
- CO₂-Regulierung (PCF, ISO 14067)
- fragmentierten IT-Systemen
- fehlender Gesamtsystem-Sicht

Kernproblem:

Optimierungen erfolgen meist isoliert – nicht systemisch.

Sprechttext:

„Energie- und CO₂-Optimierung findet häufig auf Maschinen- oder Prozessebene statt – aber nicht über das gesamte System hinweg. Genau hier setzt das M-Q-M an.“

Folie 3 – Das M-Q-M-Modell (1 Min)

Vier systemisch verbundene Ebenen:

Q1 Prozesse / Transformation

Q2 Ressourcen / Energieverbrauch

Q3 Planung / Management

Q4 Ergebnis / Produkt

Ziel:

Verknüpfung aller Ebenen im Hypersystem.

Sprechttext:

„Das M-Q-M betrachtet nicht nur Verbrauch, sondern auch Planung, Prozesse und Ergebnis als energetisch verbundene Ebenen.“

Folie 4 – Ziel des Fragebogens (1,5 Min)

Der Fragebogen soll prüfen:

□Modellvalidierung

- Sind alle Quadranten empirisch erfassbar?
- Sind x-, y-, z-Achsen operationalisierbar?

⌘Praxistauglichkeit

- Sind Daten vorhanden?
- Besteht IT-Anbindung (MES, ERP, AAS)?
- Ist CO₂ pro Produkt berechenbar?

Sprechttext:

„Der Fragebogen ist kein reiner Datenerhebungsbogen – er ist ein Validierungsinstrument für das Modell.“

Folie 5 – Struktur des Fragebogens (2 Min)

Erhebung auf fünf Ebenen:

A) Kooperationsstruktur / NVDF

- Netzwerkform
- Hypersystem-Ziel

B) Technische Daten

- Maschinen
- Laufzeiten
- 15-min-Energiewerte
- Sensorik

C) IT & Digital Twin

- OPC-UA, MQTT
- AAS-Kompatibilität

D) Wirtschaft

- Strompreisstruktur
- Stillstandskosten
- Business Case

E) Organisation

- Rollen
- Entscheidungsprozesse

Grundlage: Fragenkatalog M-Q-M

Sprechtext:

„Die Struktur folgt direkt der Logik des M-Q-M und bildet zugleich die Grundlage für eine spätere Integration in einen Green Digital Twin.“

Folie 6 – Stand der Entwicklung (1 Min)

- ✓ Theoretischer Rahmen abgeschlossen
- ✓ Abgleich mit PCF-Modellen und GDT
- ✓ Lifecycle-Orientierung
- ✓ Zuordnung zu Q1–Q4 erfolgt

In Arbeit:

- Achsen-Operationalisierung (x, y, z)
 - Pilotanwendung
 - Konsistenzprüfung Hypersystem
-

Folie 7 – Nutzen in der Beratung (1,5 Min)

Der Fragebogen ermöglicht:

- ◆ **Energie- und CO₂-Hotspot-Analyse**
- ◆ **Systemische Lastspitzenanalyse**
- ◆ **Simulation von Optimierungsszenarien**
- ◆ **Vorbereitung Digital Twin / AAS-Integration**

Er wird damit zu einem:

Diagnose- und Transformationsinstrument

Sprechttext:

„Für die Beratung entsteht daraus kein Fragebogen im klassischen Sinn, sondern ein strukturiertes Analyse-Tool für systemische Energieoptimierung.“

Folie 8 – Nutzen für Unternehmen (1 Min)

Mehrwert:

- Transparenz pro Maschine & Produkt
 - CO₂ pro Einheit (Scope 1–3)
 - Entscheidungsunterstützung
 - Vorbereitung regulatorischer Anforderungen
 - Wettbewerbsfähigkeit
-

Folie 9 – Fazit & Ausblick (1 Min)

Der Fragebogen ist:

- methodisches Validierungsinstrument
- Brücke zwischen M-Q-M und Digital Twin
- Grundlage für ein skalierbares Beratungsmodell

Nächste Schritte:

- Pilot
 - AAS-Submodell
 - Standardisierung
-

Schlussfolie – Strategischer Impact

Vom Fragebogen zum Transformationsinstrument

Der Fragebogen ermöglicht:

1. Systemische Transparenz

Energie, CO₂ und Prozesse werden nicht isoliert, sondern als **integriertes Hypersystem** sichtbar.

2. Steuerbare Nachhaltigkeit

Von reaktiver Messung
→ zu prognosebasierter, simulationsgestützter Optimierung.

3. Digitale Anschlussfähigkeit

Brücke zwischen
M-Q-M, Digital Twin, AAS und regulatorischer Compliance.

Strategische Perspektive

Der Fragebogen ist nicht nur ein Erhebungsinstrument.

Er ist der erste Schritt zu:

- einem standardisierbaren Beratungsmodell
 - einer skalierbaren Systemarchitektur
 - einer messbaren Energie- und CO₂-Optimierung über Netzwerke hinweg
-

Schlusssatz

„Mit dem Fragebogen wird das M-Q-M vom theoretischen Modell zur operativen Steuerungsarchitektur für nachhaltige, digital integrierte Produktionssysteme.“

◆ Warum sollten Unternehmen den Fragebogen ausfüllen?

🎯 Konkreter Nutzen für das Unternehmen

☐ Transparenz ohne Zusatzaufwand

- Strukturierte Erfassung vorhandener Energie- und Produktionsdaten
- Sichtbarmachung von Energie- und CO₂-Hotspots
- Überblick über IT- und Datenreife

👉 Sie erhalten eine systematische Standortbestimmung.

☐ Identifikation wirtschaftlicher Potenziale

- Lastspitzenkosten erkennen
- Energie pro Produkt sichtbar machen
- Stillstandskosten bewerten
- Optimierungspotenziale quantifizieren

👉 Der Fragebogen liefert Ansatzpunkte für direkte Kosteneinsparung.

☐ Vorbereitung auf regulatorische Anforderungen

- Product Carbon Footprint (ISO 14067)
- Scope 1–3 Transparenz
- Nachhaltigkeitsberichtspflichten

👉 Frühzeitige Compliance-Vorbereitung statt späterer Ad-hoc-Reaktion.

☐ Digitalisierungs-Check

- Bestehende IT-Systeme (MES, ERP, Sensorik)
- Datenanbindung & Automatisierungsgrad
- Digital Twin / AAS-Anschlussfähigkeit

👉 Klarheit über die eigene digitale Reife.



Kernbotschaft

„Der Fragebogen ist für Unternehmen kein Forschungsinstrument – sondern ein strukturiertes Diagnose-Tool zur Identifikation von Energie-, Kosten- und Transformationspotenzialen.“



Noch stärkerer Abschlusssatz (mit strategischem Impact)

„Wer den Fragebogen ausfüllt, bekommt nicht nur Fragen – sondern eine systematische Analysebasis für Effizienz, Nachhaltigkeit und Wettbewerbsfähigkeit.“



Folie 8 – Warum sollten Unternehmen den Fragebogen ausfüllen?



Der Fragebogen liefert dem Unternehmen:



1. Eine strukturierte Standortbestimmung

- Wo stehen wir bei Energie- und CO₂-Transparenz?
 - Welche Daten haben wir – welche fehlen?
 - Wie integriert sind Prozesse, Ressourcen und Management?
-



2. Konkrete Einsparpotenziale

- Lastspitzen und Energiekosten sichtbar machen
 - Energie pro Produkt bewerten
 - Stillstands- und Ineffizienzkosten erkennen
-



3. Vorbereitung auf regulatorische Anforderungen

- Product Carbon Footprint (ISO 14067)
- Scope 1–3 Übersicht
- Nachhaltigkeitsbericht & CSRD

4. Digitalisierungs- und Transformations-Check

- IT- & Datenreife analysieren
 - Digital-Twin-Fähigkeit prüfen
 - Grundlage für Investitionsentscheidungen schaffen
-

Kernaussage

Der Fragebogen ist kein Forschungsinstrument – sondern ein Diagnose- und Entscheidungswerkzeug für Effizienz, Compliance und Wettbewerbsfähigkeit.

„Für Unternehmen ist der Fragebogen kein akademisches Instrument. Er liefert eine strukturierte Standortbestimmung zu Energie, CO₂ und Digitalisierung. Er zeigt konkrete Einsparpotenziale auf, bereitet auf regulatorische Anforderungen vor und schafft die Grundlage für strategische Investitionsentscheidungen. Kurz: Wer ihn ausfüllt, gewinnt Klarheit – und Klarheit ist wirtschaftlicher Vorteil.“

Kleine fachliche Präzisierung (empfohlen)

Q1 → Prozess / Transformation (Regelwerk & Verarbeitung)

Q2 → Ressourcen / operativer Energie- und Materialeinsatz

Q3 → Planung / Steuerung / Management

Q4 → Ergebnis / Output / Produktwirkung

Warum?

- Q1 ist nicht nur „Prozess“, sondern die **Regel- und Transformationslogik**.
 - Q2 ist nicht nur Energieverbrauch, sondern **Ressourcendynamik im Vollzug**.
 - Q3 ist mehr als Planung – es ist die **Steuerungsinstanz**.
 - Q4 ist nicht nur Produkt, sondern das **systemische Ergebnis inklusive gespeicherter Wirkung (CO₂, Wert, Nutzen)**.
-

Strategisch sauber formuliert (für Folie)

Du könntest es so darstellen:

Quadrant	Funktion im System
Q1	Transformation (Wie wird verarbeitet?)
Q2	Ressourceneinsatz (Womit wird gearbeitet?)
Q3	Steuerung (Warum & mit welchem Ziel?)
Q4	Ergebnis (Was entsteht und wirkt weiter?)

Wichtig

Was du nicht machen solltest:

- Q1 nur technisch sehen
- Q2 nur als Stromverbrauch definieren
- Q3 nur als Budgetplanung
- Q4 nur als physisches Produkt

Denn dein Modell ist energetisch-systemisch gedacht.
