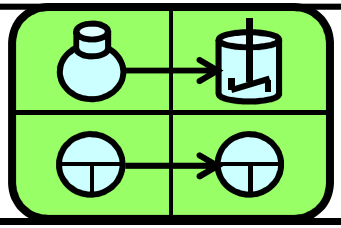
FuE-Projektmanagement in der Chemieindustrie



Die folgende Sammlung von PowerPoint®-Charts soll die einschlägigen Fachpublikationen zu den jeweils behandelten Sachthemen weiter verdeutlichen und ergänzen. Sie dient keinerlei kommerziellen Zwecken, sondern als Lernmaterial für Studierende.

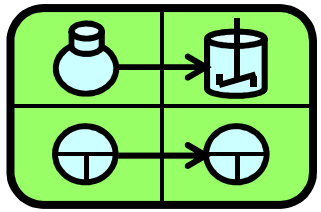
In einigen Literaturverzeichnissen sind ausgewählte Quellen zum vertieften Studium des jeweiligen Lernstoffs angegeben.

Die in den Projektbeispielen P1-P3 gezeigten chemisch-technischen Zielkomponenten, Formeln, Termine, Daten, Projektstrukturen und Aktionspläne sind weitgehend praxisnah, aber dennoch rein fiktiv. Sie dienen lediglich der Anschaulichkeit und als Übungsmaterialien.

Die Namen sämtlicher Personen mit Projektfunktionen sind frei erfunden. Übereinstimmungen mit den Namen anderer Personen wären rein zufällig.

Rainer Bürstinghaus

FuE-Projektmanagement
in der Chemieindustrie

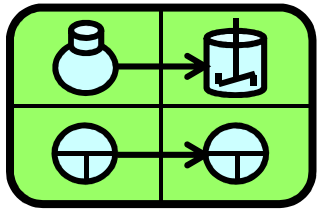


Die Lerninhalte

- Innovationen: Kennzeichen, Maßnahmen zur Förderung, Prozessvarianten.
- Drei Beispiele für Innovationsvorhaben (Chemie und Technik):
  1. Hochelastische Klarlackierungen für die Automobil-Serienproduktion.
  2. Nitrilase-katalysierte Synthese einer chiralen α-Hydroxycarbonsäure.
  3. Neue metallorganische Gerüstmaterialien zur Gasspeicherung.
- **Projekte, Zielsysteme, Projektmanagement in Forschung und Entwicklung.**
- Zweckmäßige Organisation und effektive Strukturplanung von FuE-Projekten.
- Ablaufplanung, Meilensteine, der Stage-Gate®-Prozess, Netzplantechnik.
- Wirksame Umsetzung und Steuerung von FuE-Projekten, Trendanalysen.
- Erfolgsrisiken: Identifikation, Einstufung und Behandlung.
- Personalbeschaffung, Personalführung:
  Chemiker (m/w/d) – Teamplayer, Impulsgeber und Führungskräfte im Projekt.
- Projektleiter (m/w/d): Aufgaben, Führungsfunktionen und Persönlichkeitsprofil.
- Die systematische Bewertung einzelner Forschungsprojekte.
- FuE-Strategie: Die Planung eines Projektportfolios.

Rainer Bürstinghaus

FuE-Projektmanagement in der Chemieindustrie



Lerninhalt ⟶

Projekte.

Rainer Bürstinghaus

Projekte

Projekt, Herkunft des Wortes: (→ Lateinisch)

Proiectum (lat.): → Das nach vorne Geworfene

→ Das Vorausgeworfene

Pro: vor(aus), für; **Iacere**: werfen, schleudern

Proiectum (17.Jahrhundert): Entwurf, Plan, Vorhaben.

Später (20. Jahrhundert): Instrument zur Planung und Realisierung von größeren Vorhaben.

Projekte

Große, realisierte Vorhaben aus der Vergangenheit.

Konstruktions- und Bauvorhaben:

- Bau der Königspyramiden im alten Ägypten.
- Entwurf und Errichtung der Chinesischen Mauer.
- Aufbau des Kölner Doms durch Meister Gerardius u.a.
- Konstruktion und Montage des Eiffelturms in Paris.
- Planung und Ausbau des Suez- bzw. Panamakanals.
- Bau der Oeresund-Brücke zwischen DK und S.
- Planung und Bau des Flughafens Chongqing (CHN).

Projekte

Große, realisierte Vorhaben aus der Vergangenheit.

Infrastruktur-, Raumfahrt- und Militärvorhaben:

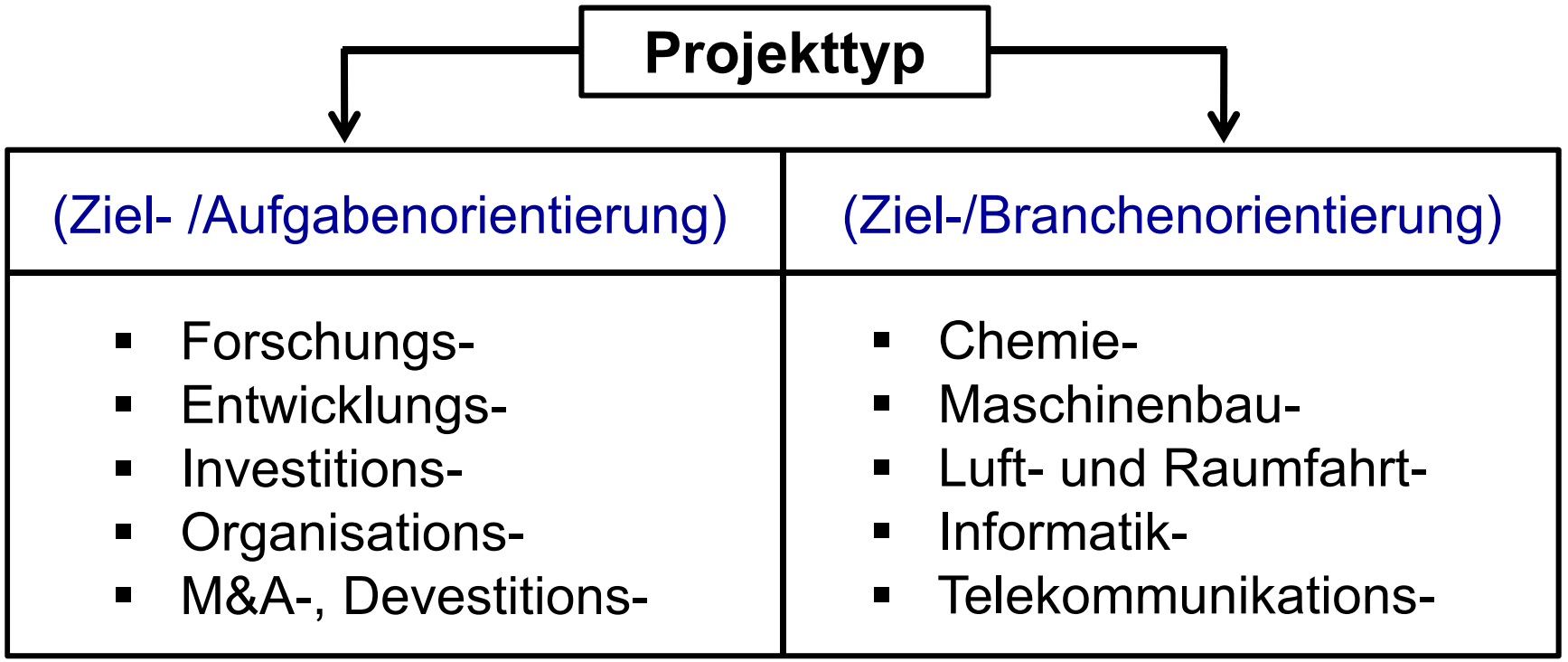
- Aufbau des Ost-West-Eisenbahnnetzes in den U. S. A.
- Flächendeckende Elektrifizierung der U. S. A.
- Installation eines EU-weiten 5-G-Mobilfunknetzes.

- Erste bemannte Mondlandung: „Apollo11-Mission“.
- Erkundung der solaren Gasplaneten mit „Voyager“.
- Konstruktion und Flug des Mars-Rovers „Perseverance“.

- Manhattan Engineering District Project (U. S. A.,1941).

Projekte

Unterschiedliche Typen („-projekte“) hinsichtlich ihrer Ziel-, Aufgaben- oder Branchenorientierung:



DIN 69901−(1−5): Projekte sind *einmalige* Vorhaben.
Check: ⟶ Routinevorgänge? / Einmalige Vorgänge?

Projekte

FuE-Vorhaben, Prüfung ihres Projektcharakters:

ROUTINE?	⟷	PROJEKT?

Stehen bekannte *Vorgangsfolgen* an, die sich oft wiederholen (Routine) oder stehen *neuartige, einmalige Vorgangsfolgen an, verknüpft* mit Ergebnisoffenheit und hoher Änderungsdynamik?

Projekte

FuE-Vorhaben, Prüfung ihres Projektcharakters:

Routine: Repetitive Vorgangsfolgen	„Grauzone“: Teilrepetitive Vorgangsfolgen	Nichtroutine: Neue, einmalige Vorgangsfolgen
▪ Tagesplanung der Laborarbeiten. ▪ Durchführung von Versuchsserien. ▪ Auswertung der Laborresultate. ▪ Sichtung neuer Publikationen. ▪ Bewertung offengelegter Patente.	▪ Einführung neuer Analysenmethoden in die Produktionsanlagen. ▪ Erprobung alternativer Syntheseverfahren im Labor. ▪ Erstellung des FuE-Jahresplanes, z.B. als Projektportfolio.	▪ Neue GABA-Cl^--Kanal-Modulatoren. ▪ Hocheffektive mRNA-Impfstoffe. ▪ Quantencomputer. ▪ Selbstheilende Polymerschichten. ▪ Materialien für die H_2−Speicherung.

Projekte

Routine und Nichtroutine: ⟶ Beide sind notwendig für den Erfolg eines Unternehmens.

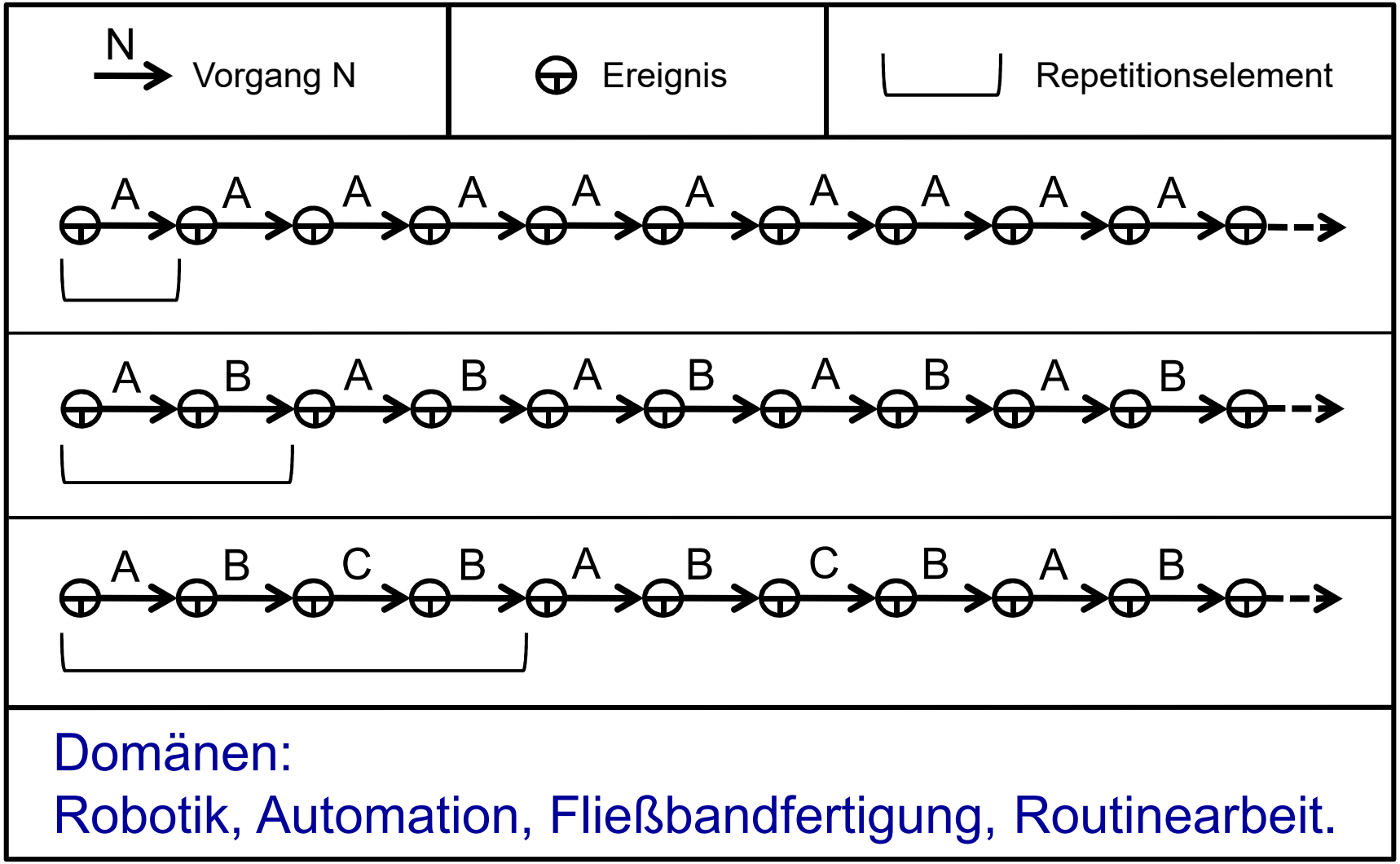
Routine ist wertvoll, um im eigenen Unternehmen effizient und **produktiv** zu sein!

Erneuerungen und das „Verlassen ausgetretener Pfade“ sind wichtig, um für die Kunden **attraktiv** zu bleiben!

Gesucht für die Entstehung und den Fortbestand erfolgreicher Unternehmen: **Routinierte Erneuerer!** ☺

Repetitive Vorgangsfolgen:

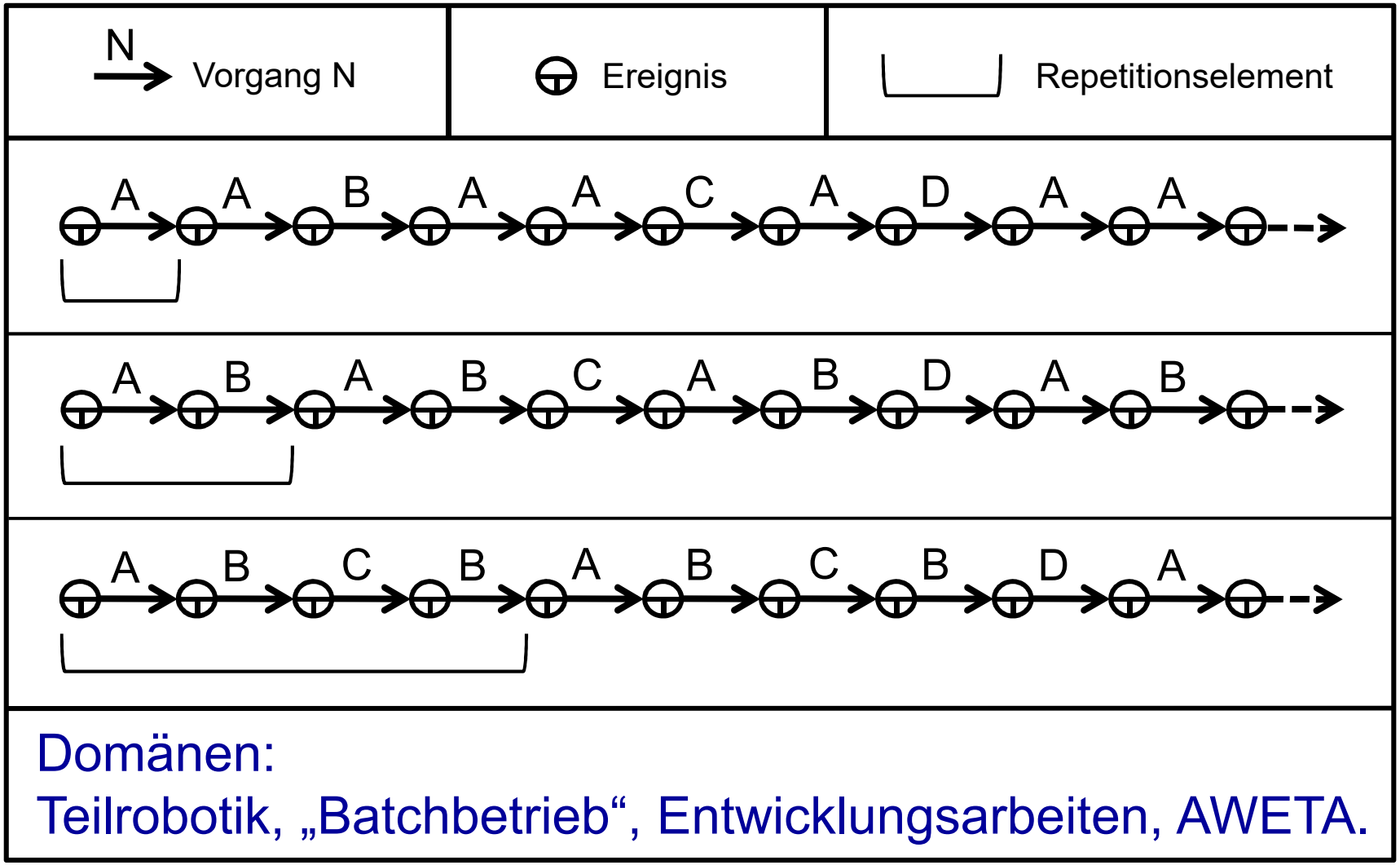
Beispiele



Domänen:
Robotik, Automation, Fließbandfertigung, Routinearbeit.

Teilrepetitive Vorgangsfolgen:

Beispiele

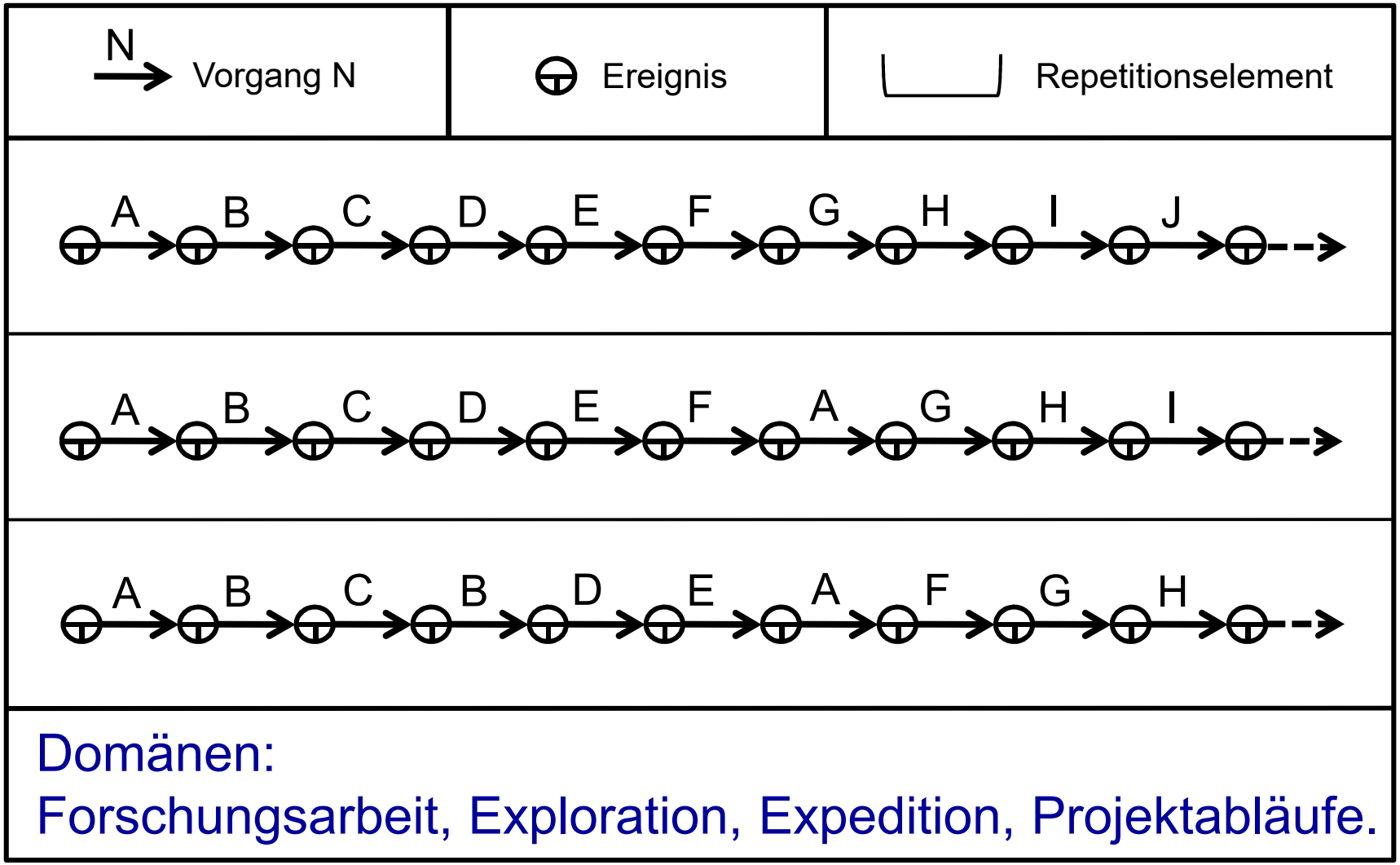


Domänen:
Teilrobotik, „Batchbetrieb“, Entwicklungsarbeiten, AWETA.

Projekte

Nichtrepetitive Vorgangsfolgen:

Beispiele



Domänen:
Forschungsarbeit, Exploration, Expedition, Projektabläufe.

Projekte

Definition, allgemeingültige Kennzeichen.

DIN 69901−(1−5) ⟶ Projektdefinition

Vorhaben, das im Wesentlichen durch Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist.

Projekte

Definition, allgemeingültige Kennzeichen.

Projekt, ausführlichere Definition →

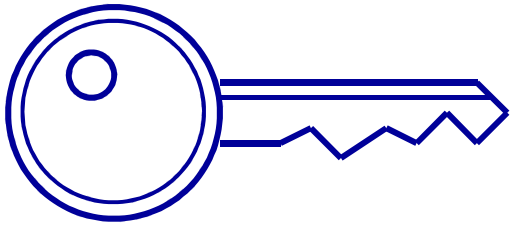
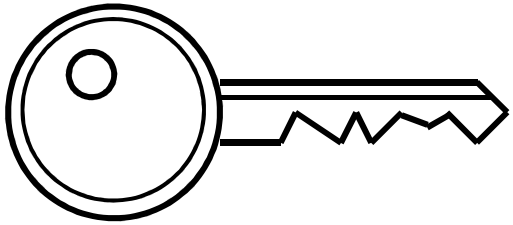
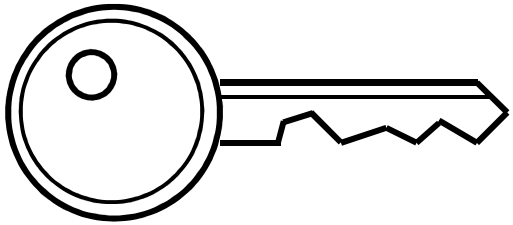
Ein einmaliges, komplexes Vorhaben mit begrenzten Ressourcen, welches zeitlich festgelegt ist und in einer funktionsübergreifenden Organisationsform geplant und durchgeführt wird, um ein Ziel zu erreichen, das definierte Anforderungen erfüllt.

Diverse Projekttypen, relative Anteile in Europa (EU):

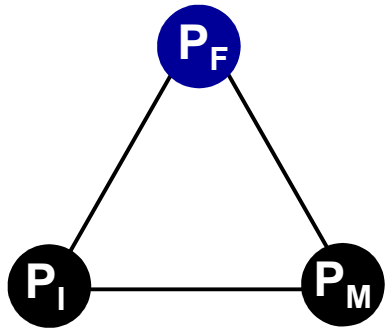
Projekttypen	Anteil an der Gesamtzahl
Forschungsprojekte	→ **ca. 25%**
Projekte in den staatlichen Verwaltungen	ca. 10%
Bauprojekte/Infrastrukturprojekte	ca. 25%
Softwareentwicklungsprojekte	ca. 15%
(Produkt)Entwicklungsprojekte	→ **ca. 10%**
Messe-/Eventprojekte Beispiel: AChema	ca. 05%
Andere Projektarten: (Z. B. Organisationsprojekte, Medienprojekte, Kunst-, Kulturprojekte)	ca. 10%

Projekte

→ **Schlüssel mit hoher operativer Wirksamkeit für die Zukunftsgestaltung von Unternehmen!**

 ***FuE-Projekte***	Innovationen
 ***Projekte***	Investitionen
 ***Projekte***	M&A-Aktivitäten / Devestitionen

Vernetzung dieser drei Projektarten für die Zukunftsgestaltung von Unternehmen!



$(K_3)\begin{bmatrix}3\\2\end{bmatrix}$

P_F	Forschungs- und Entwicklungsprojekte
P_I	Investitionsprojekte
P_M	Merger-, Aquisitions-, und Devestitionsprojekte

Projekte ⟶ Projektarten in der Chemieindustrie

Investitionsprojekte, Beispiele:

- Bau eines neuen Labors/Technikums.
- Installation eines Labor-Roboters (für die Kombinatorik).
- Errichten eines Hochregal-Lagers für Lackrohstoffe.
- Bau eines Steamcrackers.
- Planung und Montage einer Vorrichtung zur Rauchgas-Entschwefelung.
- Konstruktion und Realisierung einer neuen Fertigungsanlage für Acrylsäure.
- Aufbau einer Produktionsanlage für Reinstsilicium.

Projekte ⟶ Projektarten in der Chemieindustrie

Organisationsprojekte, Beispiele:

- Einführung einer effektiveren Unternehmensorganisation.
- „Neuaufstellung“ nach einer großen M&A-Transaktion.
- Implementierung von FuE-Projektmanagement.
- Gründung einer strategischen Forschungsallianz.
- Verringerung der Produktvielfalt bei OH-Polyestern.
- Einführung eines neuen Vertriebssystems für Erdgas.
- Installation von Online-Commerce für Lagerchemikalien.

Projekte ⟶ Projektarten in der Chemieindustrie

Projekte für M&A, sowie zur Devestition. Beispiele:

- Die BASF SE erwirbt 2018 für 5,9 Mrd. EURO von der Bayer AG wesentliche Teile der globalen Saatgut- und der nicht-selektiven Herbizid-Geschäfte.
- Die Bayer AG kauft 2019 zu 100% ihr Joint Venture mit Blue Rock Therapeutics L. P.
- Evonik Industries AG verkauft 2019 ihre Plexiglas-Sparte für 3 Mrd. EURO an den Finanzinvestor Advent.
- Die Covestro AG verkauft 2020 ihr europäisches Geschäft mit Polycarbonat-Platten an die Serafin-Gruppe.
- BASF SE erwirbt 2020 das Polyamid-Geschäft von der Solvay AG.

Projekte ⟶ Projektarten in der Chemieindustrie

FuE-Projekte, Beispiele:

- Insektizid wirksame GABA-Chlorid-Kanal-Modulatoren.
- Neue mRNA-Impfstoffe gegen Virusinfektionen.
- Proteinchip zur spezifischen Auslese hoch effektiver Antimalaria-Substanzen.
- Mikrovaskuläre Polymernetzwerke für „selbstheilende“ Beschichtungen.
- Supraleitende „Metamaterialien“ für Quantencomputer.
- Neue Hochdruck-Mikroreaktorsysteme für leistungsstarke Miniplant-Anlagen.
- Display-taugliche OLED-Materialien hoher Lebensdauer.

Projekte ⟶ „Reine“ Forschungsprojekte

Charakteristika (⟶ vgl. Doktorarbeiten!):

- Sie werden zur Erkundung bestimmter, abgegrenzter Forschungsfelder durchgeführt.
- Sie erstrecken sich oft über längere Zeiträume (Jahre).
- Die Gewichtung der Qualität der Untersuchungen (Exaktheit jedes einzelnen Experimentes!) übersteigt häufig die Gewichtung der benötigten Ressourcen.
- Die Projektziele und der gesamte Projektumfang stehen am Anfang noch nicht genau fest.
- Neuartige, ergebnisoffene Tätigkeiten.
- Hohe Änderungsdynamik bei den Projektparametern.
- Zeitintensive, intellektuelle Arbeiten erforderlich: Literaturstudien zum Stand der Wissenschaft, sowie kreative, unkonventionelle Ansätze zur Problemlösung.

Projekte ⟶ **Abgrenzung von Experimenten**

Grundsätzlich verschiedenen Startpositionen und methodische Ansätze innerhalb der FuE-Domäne:

Experiment:
- Resultat: anfangs offen
- Methoden: klar und exakt

Aktionismus:
- Resultat: unbekannt
- Methoden: unklar

Linienaufgabe:
- Resultat: klar
- Methoden: klar, bekannt

Projekt:
- Resultat: klar (Zielsystem!)
- Methoden: anfangs offen

Resultat: ⟶ Was (Zielsystem)? Wozu (Zweck)?
Methoden: ⟶ Wie (Lösungswege, Vorgangsfolgen)?

Projekte ⟶ **Abgrenzung von Experimenten**

Grundlagenforschung, z. B. an Hochschulen und Max-Planck-, Helmholtz- oder Leibniz-Instituten:

Experiment:
- Resultat: anfangs offen
- Methoden: klar und exakt

Aktionismus:
- Resultat: unbekannt
- Methoden: unklar

Linienaufgabe:
- Resultat: klar
- Methoden: klar, bekannt

Projekt:
- Resultat: klar (Zielsystem!)
- Methoden: anfangs offen

„Wer zu Beginn grundlegender Experimente *bestimmte* Resultate erwartet, vorwegnimmt oder gar einplant, betreibt nicht *wirklich* Forschung!“

Projekte ⟶ **Abgrenzung von Experimenten**

Unternehmenseigene, bereichsübergreifende Exploration in forschenden Industrieunternehmen.

Experiment:
- Resultat: anfangs offen
- Methoden: klar und exakt

Aktionismus:
- Resultat: unbekannt
- Methoden: unklar

Linienaufgabe:
- Resultat: klar
- Methoden: klar, bekannt

Projekt:
- Resultat: klar (Zielsystem!)
- Methoden: anfangs offen

Resultat: ⟶ Was (Zielsystem)? Wozu (Zweck)?
Methoden: ⟶ Wie (Lösungswege, Vorgangsfolgen)?

Rainer Bürstinghaus

Projekte ⟶ **Abgrenzung von Experimenten**

Universitäten, MPI`s: Projekte vielstufiger Totalsynthesen stereospezifisch definierter, komplexer Moleküle.

Experiment:
- Resultat: anfangs offen
- Methoden: klar und exakt

Aktionismus:
- Resultat: unbekannt
- Methoden: unklar

Linienaufgabe:
- Resultat: klar
- Methoden: klar, bekannt

Projekt:
- Resultat: klar (Zielstruktur!)
- Methoden: anfangs offen

Resultat: ⟶ Was (Zielsystem)? Wozu (Zweck)?
Methoden: ⟶ Wie (Lösungswege, Vorgangsfolgen)?

Rainer Bürstinghaus

Projekte

Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

⟶ **„FuE-Projekte“, Kennzeichen:**

Heute, 2020

FuE-Projekte sind *die* **unternehmerischen Instrumente zur Realisierung von Erfindungen im Markt (Innovationen).**

Solche Erfindungen sind Problemlösungen, die auf Ergebnissen der (Grundlagen-) Forschung basieren und „zündende“ Ideen beinhalten, die von kreativen Experimentatoren, Konstrukteuren, „Bastlern/Tüftlern“ oder von findigen Kennern des Marktes stammen (jeweils m/w/d).

Projekte

Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

⟶ **„FuE-Projekte“, Kennzeichen:**

Heute, 2020 (* Technical Steering Committee)

FuE-Projekte sind *die* Instrumente **zur Transformation von Forschungsresultaten und Erfindungen in Innovationen.**

FuE-Projekte werden vom Lenkungskreis (T. S. C.*) eines Unternehmens auf der Grundlage definierter Zielsysteme und damit verknüpfter Geschäftsmodelle jeweils zur Realisierung freigegeben. Sie werden meist von temporär organisierten, transdisziplinären Teams geplant, umgesetzt und gesteuert.

Projekte

Auch in FuE zwingend notwendig!

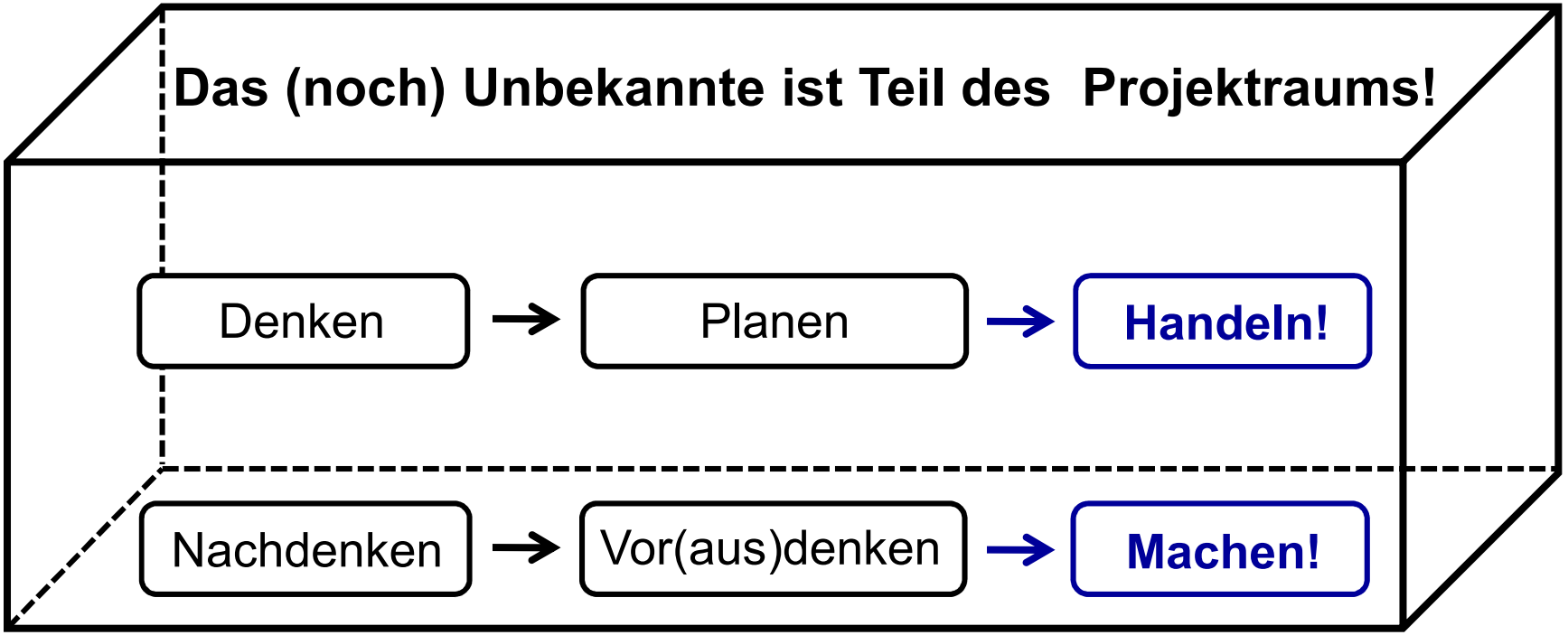
→ **Projektablauf in drei definierten Phasen:**

1. Projektklärung	→ (Nach) Denken
2. Projektplanung	→ (Voraus) Denken
3. Projektabwicklung	→ Handeln!

Etwa ab dem Jahr 2010: Verstärkter Trend zur Projektwirtschaft: „Nichts bleibt mehr Routine – nahezu alles wird Projekt!“

Projekte → Forschungs- und Entwicklungsprojekt

Aufforderung zu unternehmerischem Handeln!



FuE: Exploration → Idee → Erfindung → **Innovation**

Projekte

Typische Projektanteile bei industriellen Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten:

Forschung ⟶

- Rund 2/3 „Grundfunktion“ (Ziel: Wirksamkeit als „Initialzünder“ und „Anschubkraft“ für Innovationen).
- **Rund 1/3 Projekte (Ziel: Innovationen).**

Entwicklung ⟶

- **Rund 2/3 Projekte (Ziel: Innovationen).**
- Rund 1/3 „Grundfunktion“ (Ziele: Professioneller chemisch-technischer Service und Kundenzufriedenheit).

Projekte

Unterschiedliche Kernaufgaben und Ergebnis-Faktoren in FuE-Projekten!

Forschung ⟶

- **Erkenntnisgewinn, kreative Problemlösungen, Zielfindungen (!)**

- Explorationskultur, „Neugier“.
- Breiter Informationszugang, Vollständigkeit der Kommunikation.
- Teams mit hoher transdisziplinärer Vernetzung.

Entwicklung ⟶

- **Optimierung, „Feintuning" und rasche Abwicklung**

- Innovationskultur mit strikter Kundenorientierung.
- Zweckmäßige und fortschrittliche Methoden bzw. Apparaturen.
- Fundierte Ablaufplanungen, konsequentes Controlling.

Projekte

Kennzeichen für FuE-Projekte: ($\wedge$ → Konjunktion!)

- Zielvereinbarungen: → Ziel*system* → (K_3) ($\wedge$)

- Begrenzte Laufzeit. ($\wedge$)
- Neuheit, Einzigartigkeit, Aktionen abseits der Routine. ($\wedge$)
- Begrenzte Mittel und Ressourcen. ($\wedge$)
- Komplexität von Strukturen und Abläufen. ($\wedge$)
- Spezifische Organisationsform(en) erforderlich. ($\wedge$)
- Transdisziplinäre Zusammenarbeit. ($\wedge$)
- Unsicherheiten, Risiken. ($\wedge$)

- Offene Explorations-/Experimentierfelder. ($\wedge$)
- Hohe Änderungsdynamik.

} **FuE!**

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

Zielvereinbarungen, Zielsystem.

Konkret:

- Technische Ziele.
- Zeitliche Ziele.
- Wirtschaftliche Ziele.

- Vollständige Vernetzung dieser drei Zielarten.
- Zielvereinbarungen stets mit den wichtigsten internen und externen Beteiligten bzw. Partnern.

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

Begrenzte Laufzeit.

Konkret:

- Definierter Zeitpunkt (Datum) des Projektstarts.
- Definierter Zeitpunkt (Datum) des Projektendes.

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

Neuheit, Einzigartigkeit; Aktionen abseits der Routine.

Konkret:

- Die Abfolge der Aktionen im Projekt folgt keinem starren, vorab festgelegten Schema oder einem zuvor definierten Algorithmus.

- Neue wissenschaftlich-technische Erkenntnisse und „überraschende“ Erfindungen sind oft die Basis hochspezifischer Aktionen im Projekt.

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

Begrenzte Mittel und Ressourcen.

Konkret:

- Menschen mit hervorragender Fachexpertise.
- Deren „Verfügbarkeit“ seitens Fachabteilung.

- Hochspezifische Mess-/Analysengeräte.
- (Labor) Apparaturen/Technische Anlagen.
- Hinreichendes Finanzbudget.

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

FuE-Projekte, Ressourcen (Budget) als f (Projektgröße):

Projektgröße	Budget	Arbeitspakete
Klein: ≤ 025 FTE	≤ 005.000.000 €	≤ 0050 AP
Mittel: ≈ 125 FTE	≈ 025.000.000 €	≈ 0250 AP
Groß: ≥ 500 FTE	≥ 100.000.000 €	≥ 1000 AP

FTE = Full Time Equivalent („1 Mitarbeiter/in, 1 Jahr“)
Kosten ⟶ AT: ≈ 240.000 €; TA: ≈ 160.000 €

AT: Außertarifliche Angestellte, Führungskräfte
TA: Tarifangestellte

AP = Arbeitspaket, Einzelaufgabe in einer Facheinheit

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

Komplexität von Strukturen und Abläufen.

Konkret:

- Verzweigte Projektstrukturen:
  Teilprojekte, Haupt- und Nebenaufgaben.

- Vielzahl beteiligter Organisationseinheiten
  mit diversen Funktionen, mit hohen Spezia-
  lisierungsgraden und mit unterschiedlichen
  Paradigmen.

- Schwer überschaubare Projektabläufe:
  Vernetzungen und gegenseitige
  Abhängigkeiten vieler Einzelvorgänge.
  Zahlreiche Simultantätigkeiten.

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

Spezifische Organisationsform(en) erforderlich.

Konkret:

- Zweckmäßige, definierte Aufbauorganisation.
- Zweckmäßige, definierte Ablauforganisation.

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

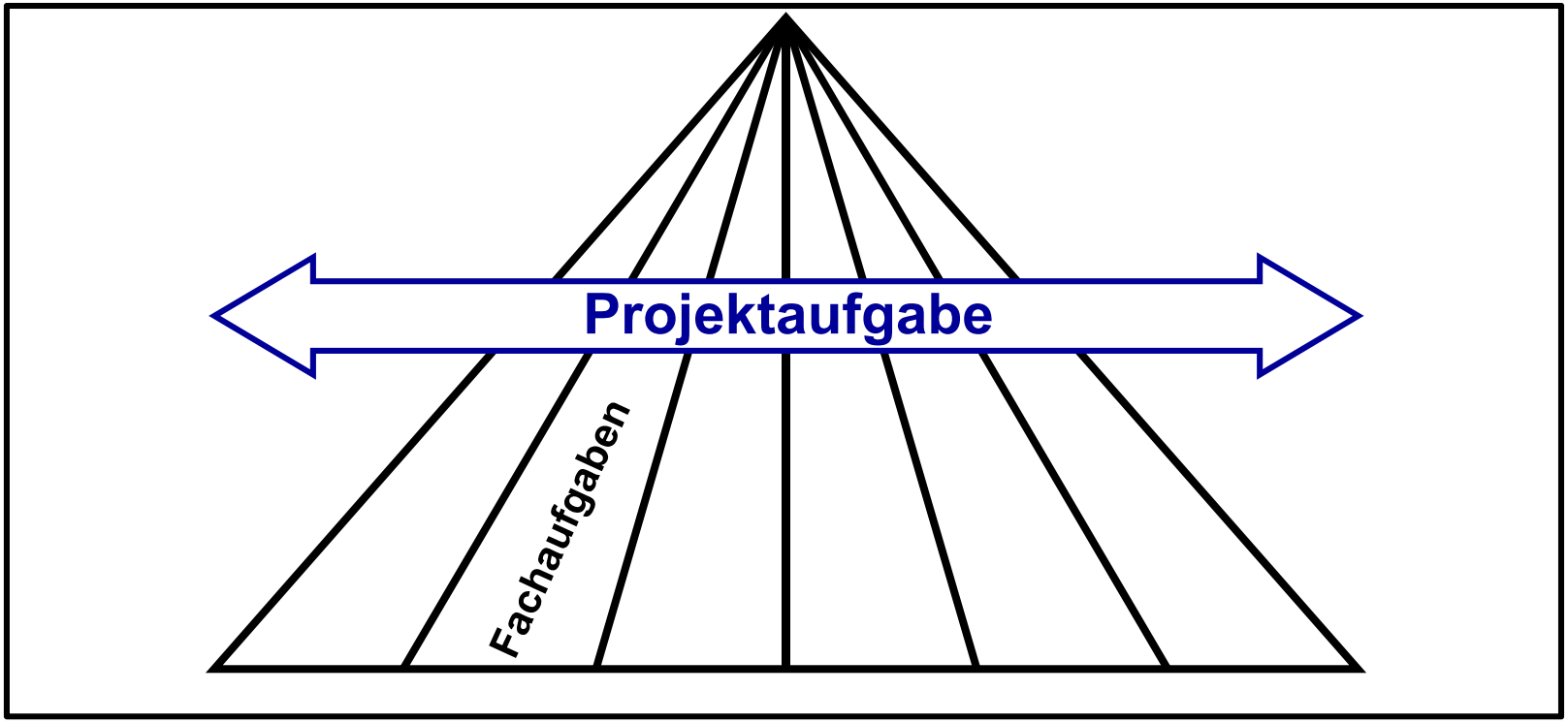
Transdisziplinäre Zusammenarbeit.

Konkret:

- Menschen aus verschiedenen Fachrichtungen arbeiten in unterschiedlichen Funktionen zusammen.
- Mehrere Unternehmen aus verschiedenen Branchen sind eingebunden (Subauftragnehmer, Konsortien, Arbeitsgemeinschaften etc.).
- Die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Fachexperten ist unverzichtbar und erfolgskritisch.

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

FuE-Projektarbeit – Transdisziplinarität:



Achtung!

Unterschiedliche Interessenlagen zwischen Linienmanagement und Projektmanagement!

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

FuE-Projektarbeit – Transdisziplinarität:

„Sender" von Denkanstößen, wirksame Impulsgeber:

- Chemiker
- Physiker
- IT-Spezialisten
- Mathematiker
- Ingenieure

- Biologen
- Agrarwissenschaftler
- Mediziner
- Pharmazeuten
- Toxikologen

- Kaufleute
- Juristen

- Betriebswirte
- …, weitere Fachleute

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

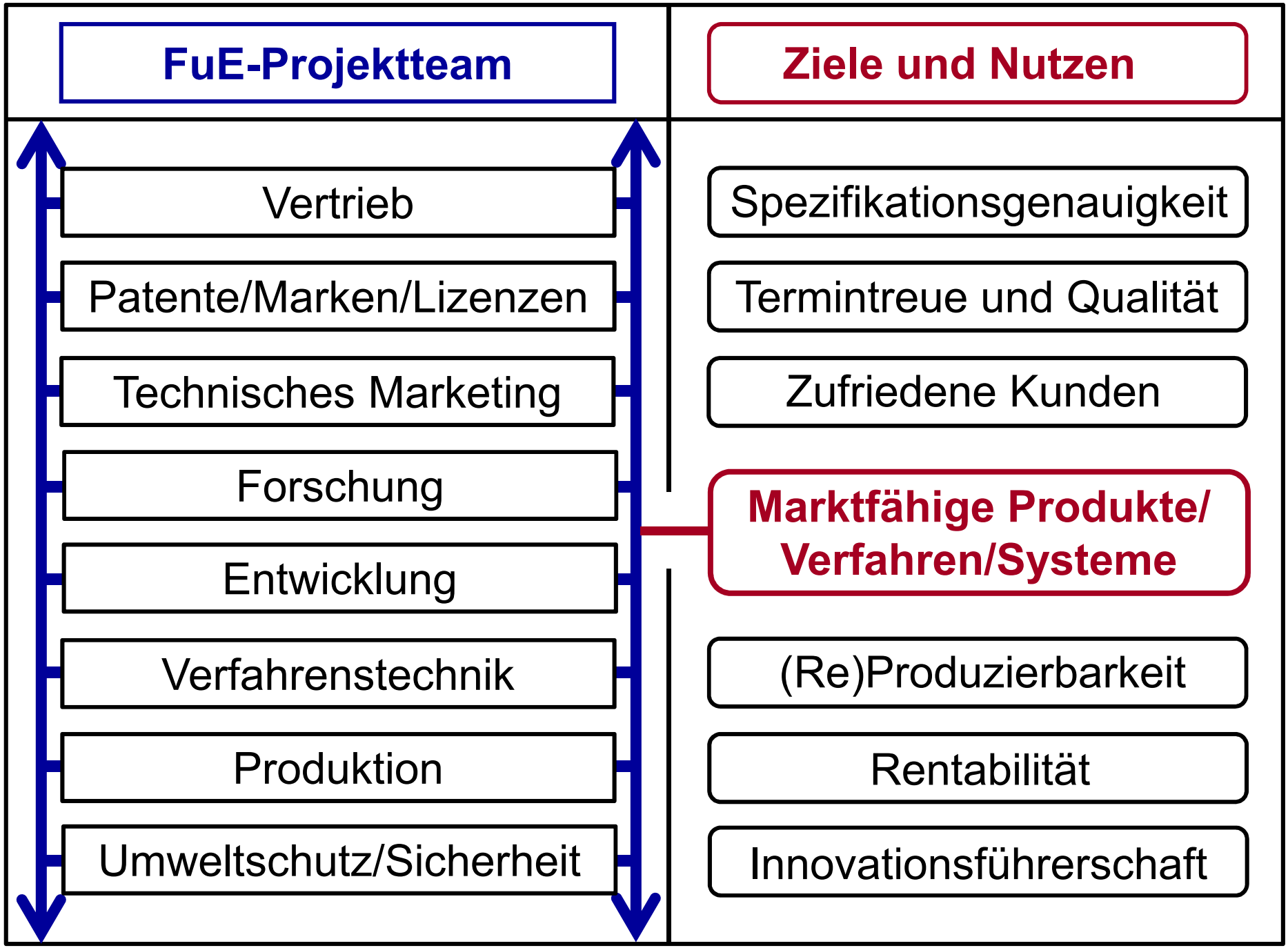
Typische Projektbeteiligte in der Chemieindustrie:

Fachexperten

- Chemiker
- Physiker
- Biologen
- Agrarwissenschaftler
- Betriebswirte
- Kaufleute
- Ingenieure
- Juristen
- Journalisten

„Funktionsträger“

- Forscher/Entwickler
- Verfahrenstechniker
- Sicherheitsspezialisten
- Umweltschutzexperten
- QM-Experten
- Produzenten
- Analytiker
- Anwendungstechniker
- Marketingprofis



Rainer Bürstinghaus

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

Unsicherheiten, Risiken.

Konkret:

- Eine wirkliche Exploration bedingt automatisch Unsicherheiten: Chemisch-technische Realisationsrisiken, Terminrisiken, Aufwandrisiken (Kosten), Rechtsrisiken, Missbrauchsgefahren, Akzeptanzrisiken und/oder Umweltrisiken.

- Risiken müssen beim Beschreiten von Neuland immer eingegangen werden. Deren „Abfederung“: Durch professionelles Risikomanagement!

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

Offene Explorations-/Experimentierfelder.

Konkret:

- Chemisch-technische Experimente werden strikt und exakt durchgeführt, oft allerdings mit offenen, nicht vorhersehbaren Ergebnissen.

- Viele projektgebundene FuE-Aktivitäten finden auf wissenschaftlich-technischem *Neuland* statt.

Projekte ⟶ FuE-Projektkennzeichen

Hohe Änderungsdynamik.

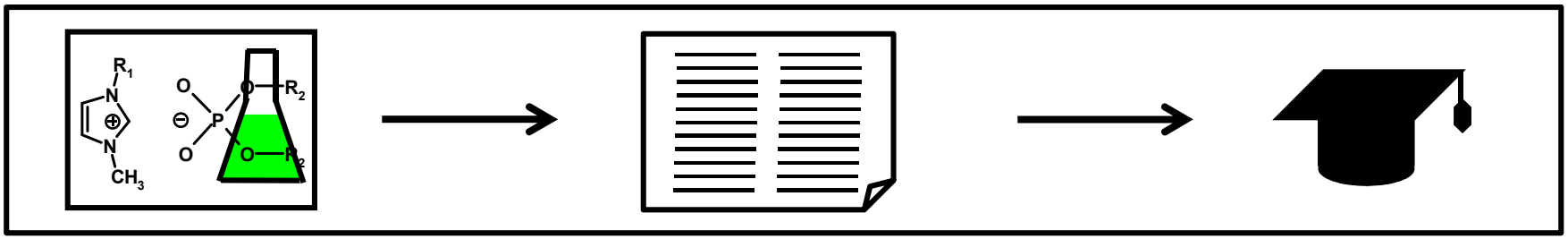
Konkret:

- *Forschung:* Kontinuierliches Fortschreiten des „Standes der Wissenschaft“. Zahlreiche, weltweit erscheinende Publikationen zu neuen Methoden (Synthesen, Analysen) und Erkenntnissen.

- *Entwicklung:* Wechsel der spezifischen Kundenforderungen und die damit verknüpfte Volatilität der Zielmärkte. „Design-Änderungen“ während der Projektlaufzeit sind nicht selten. Stetiger Fortgang des Standes der Technik.

Ihre Dr.-Arbeit als Forschungsprojekt (?): Kennzeichen.

Zielsystem?	
Zeitliche Befristung?	
Begrenzte Ressourcen?	
Neuartigkeit?	
Unsicherheiten?	
Einmaligkeit	
Komplexität	
Änderungsdynamik?	
Transdisziplinäre Auslegung?	



Rainer Bürstinghaus

Ihre Dr.-Arbeit als Forschungsprojekt (!): Kennzeichen.

Zielsystem?	**Ja!: Signierte Doktorurkunde. Akzeptierter Publikationstext. Frist: Bis zum 30.09.2024**
Zeitliche Befristung?	Ja! (Dauer des Stipendiums/der Anstellung)
Begrenzte Ressourcen?	Ja! (Stipendien- bzw. Stellenbudget)
Neuartigkeit?	Ja! (Unabdingbarkeit bei einer Dissertation)
Unsicherheiten?	Durchaus! (Fehlgeschlagene Experimente)
Einmaligkeit	Ja! (Unabdingbarkeit bei einer Dissertation)
Komplexität	Ja! (Strukturierung aller Experimentalbefunde)
Änderungsdynamik?	Durchaus! (Unerwartete Forschungsresultate)
Transdisziplinäre Auslegung?	Fast immer! (Kooperationen in SFBs/GKs, etc.)

Beteiligt: Doktorand, Professor(en), andere Doktoranden, Analysenlabor, Spektroskopie, Gerätelager/-ausgabe, Chemikalienlager, Sicherheitsbeauftragte, Laborversorger, -entsorger, Laborreiniger, Bibliothekar(in), Nebenfachprüfer, Prüfungsamt.

Rainer Bürstinghaus

1. Hochelastische Klarlackierungen für die Automobil-Serienproduktion.

Kennzeichen des Projektcharakters:

Beispiel P1

- Zielvereinbarungen: Chemisch-technisch √, zeitlich √, wirtschaftlich √, siehe „Lastenheft“.
- Zeitliche Befristung: Projektdauer: 3,0 Jahre (Projektstart − Projektende).
- Einzigartigkeit, Neuheit: Bislang nicht beschrieben/realisiert, patentfrei ⟶ „Pioniercharakter“.
- Begrenzte Ressourcen: 29 FTE (ø) pro Jahr (11 AT; 18 TA), Projektbudget:19,8 Millionen €, davon 3,2 Millionen € Sachmittel.

1. Hochelastische Klarlackierungen für die Automobil-Serienproduktion.

Kennzeichen des Projektcharakters:

Beispiel P1

- Komplexität:
  Simultanaktionen in FuE, Produktion, sowie beim ausgewählten Pilot-Automobilproduzenten.
- Spezifische Organisation:
  „Transcompany-Projekt“ ([…GmbH1], [Automotive…AG1], [Conveyor…AG2], FHG, u.a., sind jeweils im Projektteam und im Lenkungskreis vertreten).
- Transdisziplinarität:
  Chemiker, Physiker, Ingenieure, Betriebswirte, Kaufleute, etc.

1. Hochelastische Klarlackierungen für die Automobil-Serienproduktion.

Kennzeichen des Projektcharakters:

Beispiel P1

- Explorationsfelder:
  Klärung bislang unbekannter Struktur-Eigenschafts-Korrelationen.
- Unsicherheit, Risiko:
  Aktive Wettbewerber mit neu offengelegten Schlüsselpatenten.
  Gegebenenfalls hohe Investitionskosten beim Kunden.
- Hohe Änderungsdynamik:
  Terminänderungen (Fristkürzungen!) seitens Auftraggeber während der Projektlaufzeit sind wahrscheinlich.

2. Nitrilase-katalysierte Synthese einer chiralen α-Hydroxycarbonsäure.

Kennzeichen des Projektcharakters:

Beispiel P2

- Zielvereinbarungen:
  Chemisch-technisch √, zeitlich √, wirtschaftlich √ ,
  siehe „Spezifikationstableau“ mit Zielsystem.
- Zeitliche Befristung:
  Projektdauer: 4,6 Jahre (Projektstart − Projektende).
- Einzigartigkeit, Neuheit:
  Nitrilase wurde bisher noch nicht für die stereospezifische Synthese aliphatischer α-Hydroxy-Carbonsäuren im technischen Maßstab realisiert: Das Zielprodukt hat Pionier- und Pilotcharakter.
- Begrenzte Ressourcen:
  15,0 FTE (ø) pro Jahr (5,0 AT; 10,0 TA); Projektbudget:
  20,2 Millionen €, davon 7,3 Millionen € für Sachmittel.

2. Nitrilase-katalysierte Synthese einer chiralen α-Hydroxycarbonsäure.

Kennzeichen des Projektcharakters:

Beispiel P2

- Komplexität:
  Simultan laufende Aktionen in Forschung und Entwicklung (Chemie, Mikrobiologie, Analytik, Biophysik), in den technischen Biotransformationsanlagen, sowie beim Pilotkunden.
- Spezifische Organisation:
  „Pool-Organisation“ mit Einbindung hochspezialisierter Fachfunktionen.
- Transdisziplinarität:
  (Bio)Chemiker, Mikrobiologen, (Bio)Physiker, Ingenieure, Kaufleute, Betriebswirte, etc.

2. Nitrilase-katalysierte Synthese einer chiralen α-Hydroxycarbonsäure.

Kennzeichen des Projektcharakters:

Beispiel P2

- Explorationsfelder:
  Expression bislang unbekannter DNA-Rekombinanten zu neuen Enzymen, Klärung bislang unbekannter Struktur- (bzw. Sequenz-) Aktivitäts-Korrelationen.
- Unsicherheit, Risiko:
  Hantieren mit gentechnisch veränderten, labilen Mikroorganismen; Probleme durch Introns und/oder Fremd-Codons im Wirtsorganismus.
- Hohe Änderungsdynamik:
  Fluktuationen hinsichtlich Selektivität, Aktivität, Stabilität der Mikroorganismen und der entsprechenden Nitrilasen.

3. Neue metallorganische Gerüstmaterialien zur Adsorptionsspeicherung von Wasserstoffgas.

Kennzeichen des (Teil)Projektcharakters:

Beispiel P3

- Zielvereinbarungen: Chemisch-technisch √, zeitlich √, wirtschaftlich √ ,siehe „Lastenheft“.
- Zeitliche Befristung: Projektdauer: 4,5 Jahre (Projektstart − Projektende).
- Einzigartigkeit, Neuheit: Bislang noch nicht mit dem angestrebten Speichervermögen im technischen Maßstab realisiert.
- Begrenzte Ressourcen: 16,3 FTE (ø) pro Jahr (6,3 AT; 10 TA) Projektbudget: 17,3 Millionen €, davon 3,3 Millionen € Sachmittel.

3. Neue metallorganische Gerüstmaterialien zur Adsorptionsspeicherung von Wasserstoffgas.

Kennzeichen des (Teil)Projektcharakters: Beispiel P3

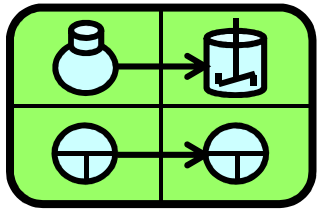
- Komplexität:
  Simultanaktionen in FuE, in der hauseigenen Pilotanlage, bei dem beteiligten Brennstoffzellen-Hersteller als späteren Kunden.
- Spezifische Organisation:
  „Pool-Organisation“ im eigenen Unternehmen, Folgeprojekt (Wirkungsgrad/Energieeffizienz) bei einer Pilotfirma vorgesehen.
- Transdisziplinarität:
  Chemiker, Physiker, Materialwissenschaftler, Ingenieure, Betriebswirte, etc.

3. Neue metallorganische Gerüstmaterialien zur Adsorptionsspeicherung von Wasserstoffgas.

Kennzeichen des (Teil)Projektcharakters: Beispiel P3

- Explorationsfelder:
  Klärung bislang unbekannter Struktur-Eigenschafts-Korrelationen bei neuen Verbindungen mit metallorganischen Koordinationsgittern.
- Unsicherheit, Risiko:
  Toxikologische Eigenschaften der aktivsten Materialien (Giftig/Kanzerogen wirkende Schwermetalle?), Brennbarkeit?
- Hohe Änderungsdynamik:
  Änderungen während des Scale-up (insbesondere während der Trocknungsprozesse) sind durchaus wahrscheinlich.

FuE-Projektmanagement in der Chemieindustrie



***Lerninhalt* ⟶**

Zielsysteme.

Zielsysteme

Ziele, strategische Bedeutung.

„Der Langsamste, der sein Ziel nicht aus den Augen verliert, geht immer noch geschwinder als derjenige, der ohne Ziel umherirrt!“

(Gotthold Ephraim Lessing)

„Als wir das Ziel aus den Augen verloren, verdoppelten wir unsere Anstrengungen.“

(Mark Twain)

Zielsysteme	**Ziele, strategische Bedeutung.**

„Wenn Du glücklich werden willst im Leben, so verknüpfe es mit Zielen und nicht mit Dingen oder mit Menschen.“

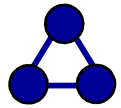
(Albert Einstein)

Zielgerichtete Forschung und Entwicklung ⟶

Die FuE-Ziele müssen bei jedem einzelnen Projektakteur *internalisiert* sein, nicht nur „externalisiert“ vorliegen!

Das heißt: Die Zielsetzungen für Forschungsprojekte dürfen nicht ausschließlich von Dritten kommen, und die Erreichung dieser Ziele darf auch nicht nur von außen (z.B. von Controllern, Stakeholdern) überwacht werden.

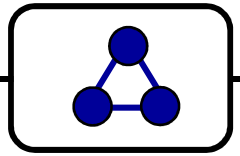
Zielvereinbarungen, Zielsystem:



- **Zielsystem:** Alle angestrebten, jeweils voneinander abhängigen Ergebnisse, die durch das Handeln der Projektbeteiligten *definitiv* erreicht werden sollen.

- Die **Definition** erfolgt unter Vernetzung und Beteiligung *aller* im Projekt benötigten Fachleute. Sie müssen *allen* am Projektergebnis Interessierten (Internen und externen Stakeholdern) bekannt sein, von diesen befürwortet werden und von diesen verinnerlicht sein.

Zielsysteme



→ Zielvereinbarungen, Zielsystem:

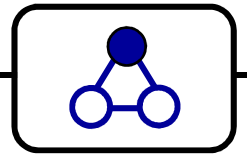
Das Zielsystem deckt stets die folgenden, miteinander vollständig vernetzten drei Komponenten („3er-Clique“) ab:

- **Chemische und technische Zielkomponenten (P):** Produkteigenschaften; Prozess-, Verfahrensmerkmale; „Performance“: Genaue qualitative und quantitative Beschreibung des neuen Produktes oder Verfahrens.

- **Zeitliche Zielkomponenten (T):** Einhaltung von „Time to market“- und Terminvorgaben.

- **Wirtschaftliche Zielkomponenten (E):** Erträge, Deckungsbeiträge, Marktanteile der resultierenden Produkte in definierten Zeiträumen; Einhaltung des vereinbarten Projektbudgets.

Zielsysteme



→ Zielvereinbarungen, chemisch-technisch:

Wichtig: Messbarkeit und Überprüfbarkeit der Erreichung jedes chemisch-technischen Ziels!

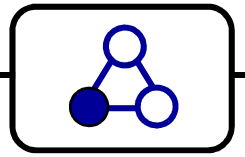
- Zahl + physikalische Größe.
- Erfüllung einer ISO-Norm (DIN, CEN, ASTM, ANSI). Norm Nummer (xxxxx) erfüllt: ja/nein, Messwerte.
- Mindestaussage im Forschungsprojekt:
  Alle geplanten/relevanten Arbeitspakete wurden fachgerecht und exakt durchgeführt, sowie mit den zugehörigen Resultaten vollständig dokumentiert.

Zielsysteme

→ Zielvereinbarungen, Normenorganisationen:

Norm	Einrichtung, Offizielle Bezeichnung, Land
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V., **D**
CEN	Comité Europeen de Normalisation, **B**
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Électrotechnique, **B**
ETSI	European Telecommunications Standards Institute, **F**
ISO	International Standardization Organization, **CH**
ASTM	American Society for Testing and Materials, **U. S. A.**
ANSI	American National Standards Institute, **U. S. A.**

Zielsysteme

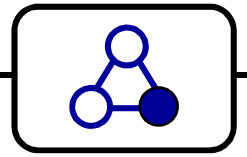


→ Zielvereinbarungen, zeitlich:

Wichtig: Messbarkeit und Überprüfbarkeit der Erreichung jedes zeitlichen Ziels!

- Termingerechtes Projektende (Zeit*punkt*: Datum).
- Laufzeit des Projektes (Zeit*raum* zwischen Projektanfang und Projektende), sowie die „Time to market“-Vorgaben.
- Fristgemäßes Erreichen definierter Etappenziele (Meilensteine) bzw. definierter Teilprojekt-Ziele.

Zielsysteme



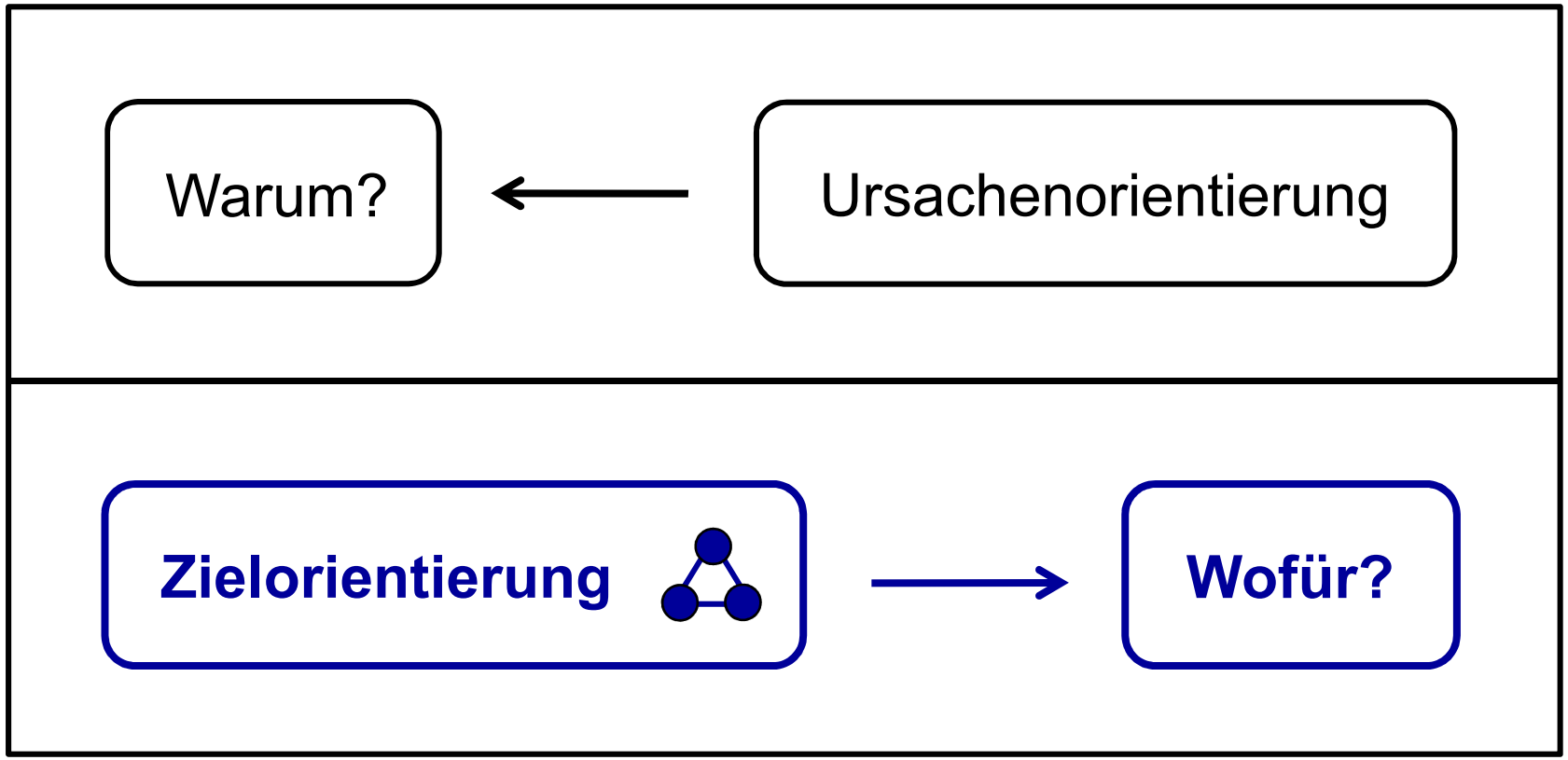
→ Zielvereinbarungen, wirtschaftlich:

Wichtig: Messbarkeit und Überprüfbarkeit der Erreichung jedes wirtschaftlichen Ziels!

- Belastbare Zahlen zu Erträgen, Umsatzsteigerungen, Zuwachs an Marktanteilen, Mindestforderung an Deckungsbeiträge; Ergebnisbeiträge durch Neuprodukte und/oder Verfahrensverbesserungen.
- Einhaltung des Budgets:
  Endstand auf dem Konto der Projektkostenstelle (Überdeckung, *keine* gravierende Unterdeckung).

Zielsysteme

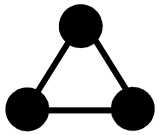
Zielorientierung: Anwendungszweck im Fokus!



Zielsysteme → **Zielorientierung.**

„Ethischer Rahmen“ für angestrebte Innovationen:

Ziel-
System

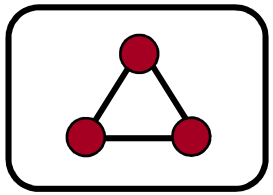


Wofür?

- Nutzen für die Menschen.
- Sicherheit in der Anwendung.
- Umwelt-/Klimaverträglichkeit.
- Konstant hohe Qualität.
- Angemessener Kaufpreis.
- Faire Herstellbedingungen.
- Seriöse Lieferketten.
- Geringe Missbrauchsgefahr.

Beispiel P1

Zielvereinbarungen (Ausschnitt):



Projekt	**„Hochelastische Klarlackierungen für die Automobil-Serienproduktion“**
	→

Zielvereinbarungen: Hochelastische Klarlackierungen…

Technische Komponenten (P, Ausschnitt):

- Glanzerhalt der Clearcoats, AMTEC-Kistler-Test: >90%.
- Mikroeindringhärte-Test: 95% Elastic Recovery (AFM, bei $\vec{F}$ = 80 µN).
- Elastizität der 4-Schichtaufbauten (Erichsen-Test DIN-ISO 1520): 3,5 mm.
- UV-Beständigkeit: 2000h UVcon-A (λ ≥ 320 nm), UVcon-B (λ ≥ 280 nm).
- Haftung auf den Basecoats, 20ºC, Gitterschnitt-Test (DIN-ISO 2409): 0. → →

Zeitliche Komponenten (T, Ausschnitt):

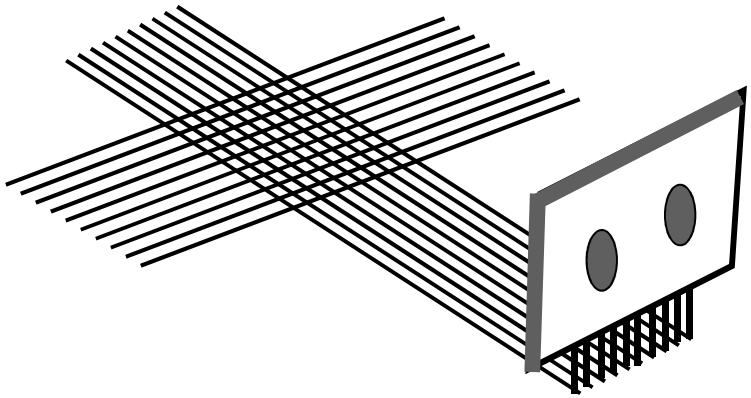
- Projektstart: 01.08.2019; Projektende: 31.07.2022. → →

Ökonomische Komponenten (E, Ausschnitt):

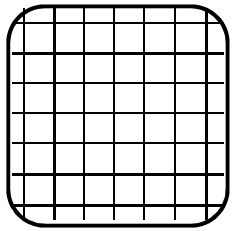
- Marktanteil bei Automobil-Serienklarlacken in der EU: 35%.
- Systemlieferant bei der [Automotive…AG1], Fertigungslinie München.
- Projektkosten: 19.800.000 €; Return of Investment: 01.04.2025.
- Herstellkosten Clearcoat: Maximal 5,70 €/kg. → →

Zielvereinbarungen: Hochelastische Klarlackierung.

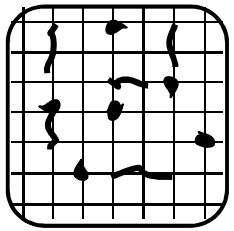
Gitterschnitt-Test DIN ISO 2409, Haftung auf dem Untergrund:



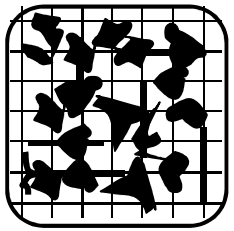
Mehrschneidengerät



Gt 0



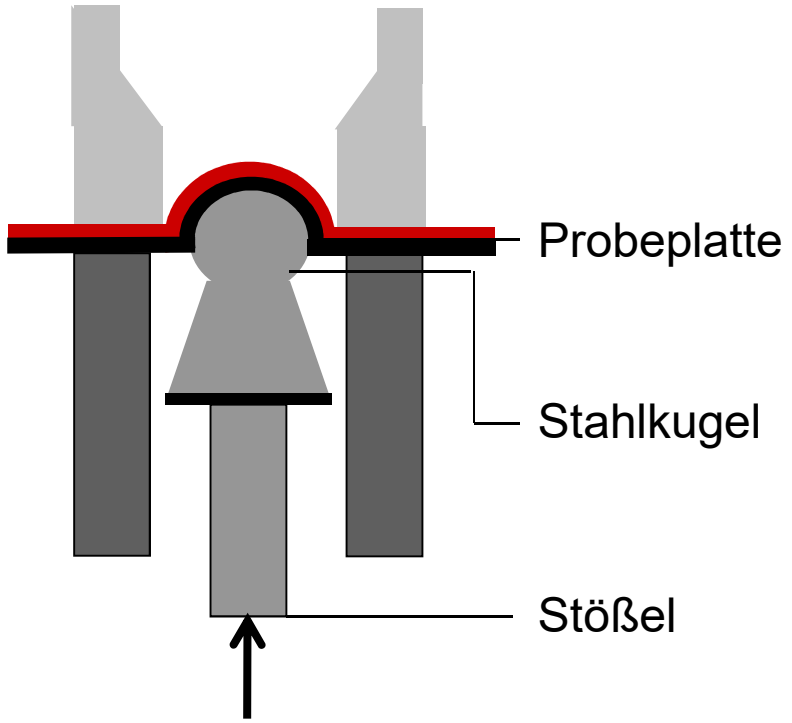
Gt 2



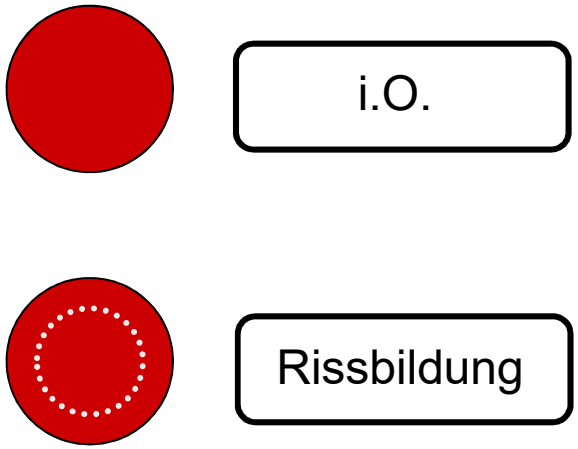
Gt 4

Zielvereinbarungen: Hochelastische Klarlackierung.

Erichsen-Tiefziehgerät nach der DIN ISO 1520, zweidimensionale Dehnungselastizität (Umformtechnik):



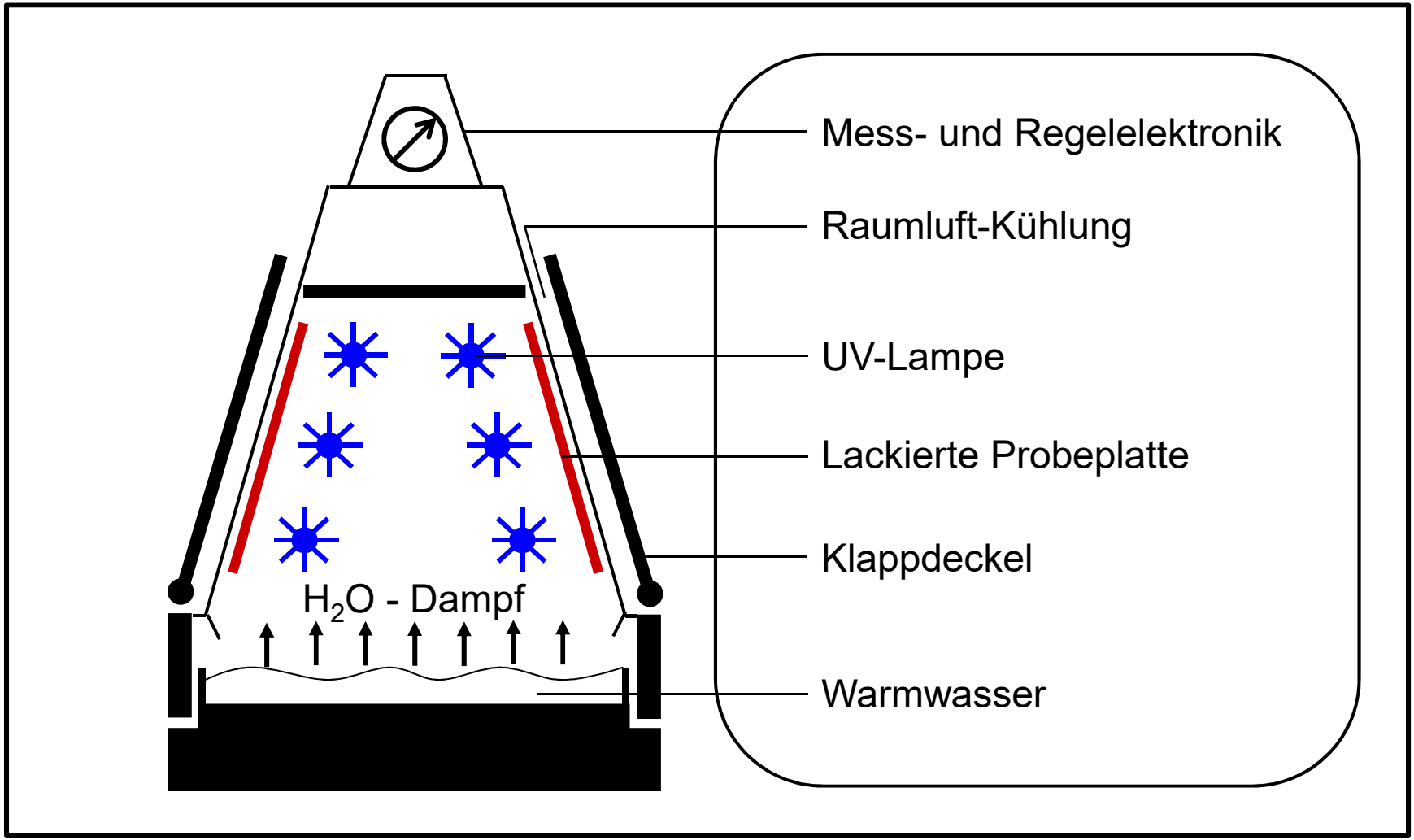
Tiefziehgerät, Schema



Aufsicht im Stereomikroskop

Zielvereinbarungen: Hochelastische Klarlackierung.

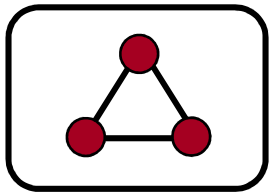
Test für die Kurzbewitterung: UV-con-Gerät, Querschnitt:



Rainer Bürstinghaus

Beispiel P2

Zielvereinbarungen (Ausschnitt):



Projekt	**„Nitrilase-katalysierte Synthese einer chiralen α-Hydroxycarbonsäure“.**
	→

Rainer Bürstinghaus

Zielvereinbarungen: Nitrilase-katalysierte Synthese…

Technische Komponenten (P, Ausschnitt):

- Kristalline (R)-2-Hydroxy-3-methoxy-3-methyl-butancarbonsäure (Im 10-kg-Maßstab) mit einer Reinheit > 97%.
- Optische Reinheit der Butancarbonsäure: enantiomeric excess (ee) ≥ 98%.
- „Turnover Number“ der Nitrilase: > 4,5 x 10^3 pro Sekunde bei pH 7,0 und 30°C Konzentration des reinen Enzyms im Bioreaktor: ≤ 0,001%.
- Temperaturstabilität der Nitrilase-produzierenden Mikroorganismen: Mindestens 24 Stunden bei 55°C.
- Robuster, genetisch stabiler und Phagen-resistenter Mikroorganismenstamm (Haltbarkeit unter Produktionsbedingungen: > 10 Monate). → →

Zeitliche Komponenten (T, Ausschnitt):

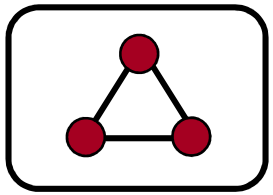
- Projektstart: 01.01.2019; Projektende: 31.07.2023. → →

Ökonomische Komponenten (E, Ausschnitt):

- Kontinuierliche Produktion im Schlaufenreaktor-Fließgleichgewicht mit 8,0 kg Säure/24h. DBI im dritten Jahr nach der Markteinführung: 21,50 €/kg.
- Projektkosten: 20.200.000 €; Return of Investment in 12/2025. → →

Beispiel P3

Zielvereinbarungen (Ausschnitt):



Teilprojekt	**„Neue metallorganische Gerüst-materialien zur Adsorptions-speicherung von Wasserstoff“.**
	→

Zielvereinbarungen: Neue metallorganische Gerüst-….

Technische Komponenten (P, Ausschnitt):

- Speichervermögen von H_2 bei 77K: > 6 Gewichts-% (Vorgabe DoE, U. S. A.).
- Innere Oberfläche der MOFs: > 2.500 m^2/g. Materialdichte: 0,1-0,2 g/cm^3.
- Adsorptionsenergie für molekulares H_2: ≤ 4,0 kJ/Mol.
- Mittlerer Porendurchmesser d_P : 10 - 16 Å.
- Höchstens Spuren von Cr, Co, Ni in den MOFs; Gehalt jeweils ≤ 0,0005%.→ →

Zeitliche Komponenten (T, Ausschnitt):

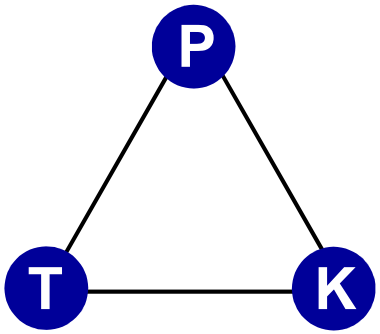
- Projektstart: 01.01.2019; Projektende: 30.06.2023. → →

Ökonomische Komponenten (E, Ausschnitt):

- Raum-Zeit-Ausbeute bei der Produktion: ≥ 3.000 kg/m^3 in 24h;
  DBI im dritten Jahr nach der Markteinführung: 7,20 €/kg.
- Weltweiter Marktanteil bei MOFs für die Wasserstoffspeicherung bei den Herstellern von Brennstoffzellen in der EU: 40%.
- Projektkosten: 17.300.000 €; Return of Investment in 03/2026. → →

Gegenseitige Abhängigkeiten der Zielkomponenten:

Zielsystem → „Magisches Zieldreieck“, „3er-Clique“ ( )



$(K_3)\begin{bmatrix}3\\2\end{bmatrix}$	**„Magisches Zieldreieck“**

P	Produkteigenschaften, Qualität.
T	„Time to Market“, Terminvorgaben.
K	Projektkosten, Budgeteinhaltung.

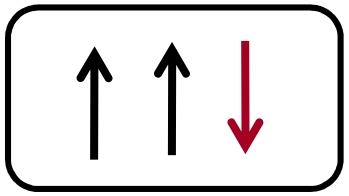
P	T	K
P	T	K
P	T	K

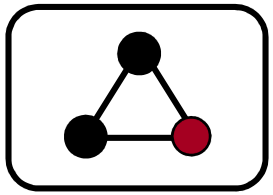
P	**T**	K	→	Effektiv
P	T	**K**	→	Rentabel
P	**T**	**K**	→	Produktiv

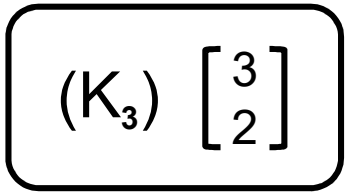
Rainer Bürstinghaus

„Magisches Zieldreieck“ für das Projekt „Hochelastische Klarlackierungen…“:

Beispiel P1



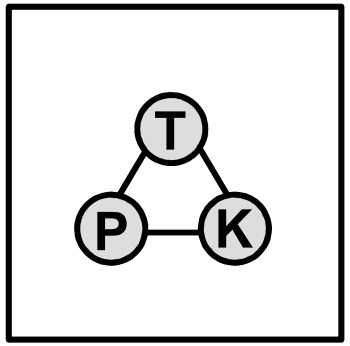




Termin: 31.07.2022

Performance: Glanzerhalt AMTEC-Test: >90%

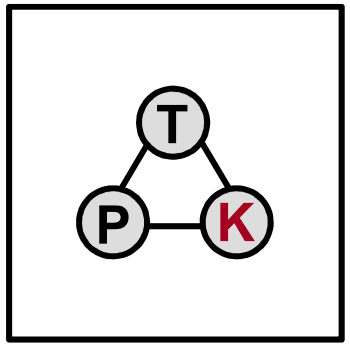
Kosten des Projekts laut Plan: ≈ 19.800.000 €



Termin: 01.12.2021

Performance: Glanzerhalt AMTEC-Test: >95%

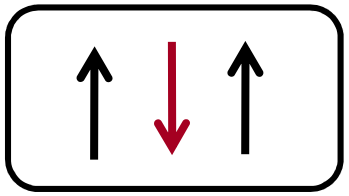
Kosten des Projekts laut Plan: ≈ 23.700.000 €

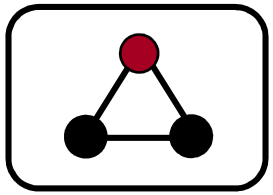


Rainer Bürstinghaus

„Magisches Zieldreieck“ für das Projekt „Hochelastische Klarlackierungen…“:

Beispiel P1



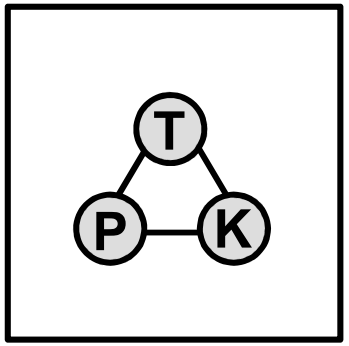


$(K_3)\ \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \end{bmatrix}$

Termin: 31.07.2022

Performance: UV con-A: 2.000h

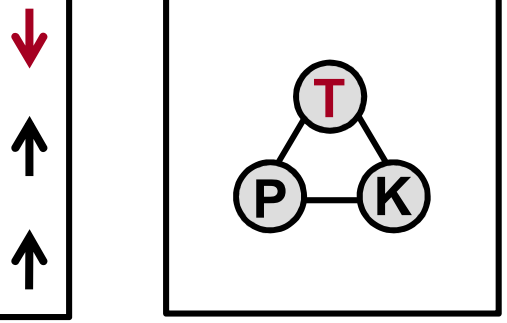
Kosten des Projekts laut Plan: ≈ 19.800.000 €



Termin: 01.06.2023

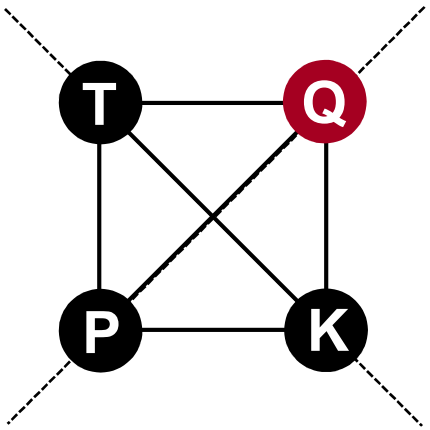
Performance: UV con-A: 3.500h

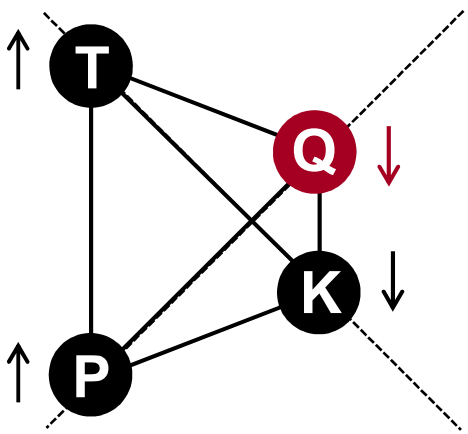
Kosten des Projekts laut Plan: ≈ 18.300.000 €

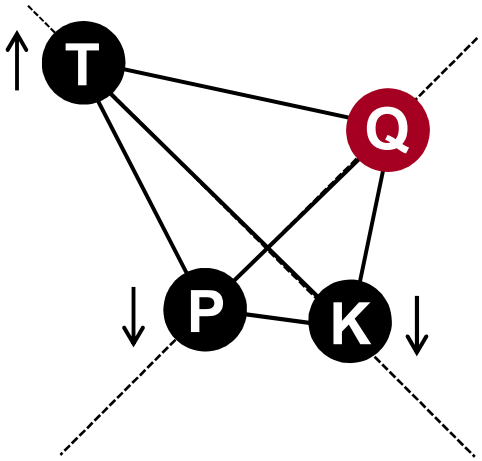


Rainer Bürstinghaus

Quadrat der Zielgrößen und der „Projektproduktivität“







Variable im K_4-System K_4: $\begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix}$	
T: Termin, Projektdauer	**Q**: Qualität, Reproduzierbarkeit
P: Produkteigenschaften	**K**: Kosten, Aufwand
Die umschlossenen Flächen im K_4–Simplex bleiben bei Änderungen von (T, Q, P, K) in Σ annähernd konstant (Erfahrung).	

Rainer Bürstinghaus

Zielsysteme

→ **Mindestanforderungen für die Formulierung *sinnvoller,* aktionstreibender Ziel(e):**

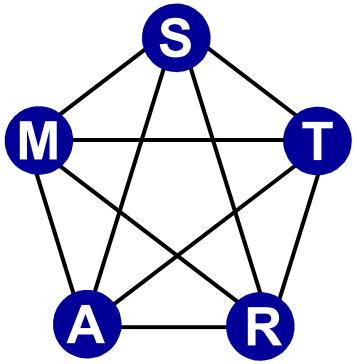
Ihre Erfüllung dient als Grundlage zur Ausarbeitung eines *realistischen, umsetzbaren* Projektablaufplans.

S	Spezifisch	Vollständige und präzise Formulierung des angestrebten Endzustandes („Design“).
M	Messbar	Konkrete Messgrößen, die Aufschluss über den Projektstand bzw. über den Projekterfolg geben.
A	Akzeptabel	Der geforderte Qualitätsanspruch ist in sich widerspruchsfrei und wird vom Kunden befürwortet.
R	Realistisch	Hoch gesteckt, aber chemisch-technisch machbar mit den vorhandenen Ressourcen (Personal, €).
T	Terminiert	Klar vereinbarte Start- und Ziel-Zeitpunkte und somit eine fixierte Gesamtlaufzeit. Definierte Meilensteine.

Zielsysteme

Mindestanforderungen für die Formulierung *sinnvoller,* aktionstreibender Ziel(e):

Ihre Erfüllung dient als Grundlage zur Ausarbeitung eines *realistischen, umsetzbaren* Projektablaufplans.



S	Spezifisch (Designvorgaben).
M	Messbar (Zahl, Einheit, Test).
A	Akzeptabel (o.k. der Kunden).
R	Realistisch (Erreichbarkeit).
T	Terminiert (Datumsangaben).

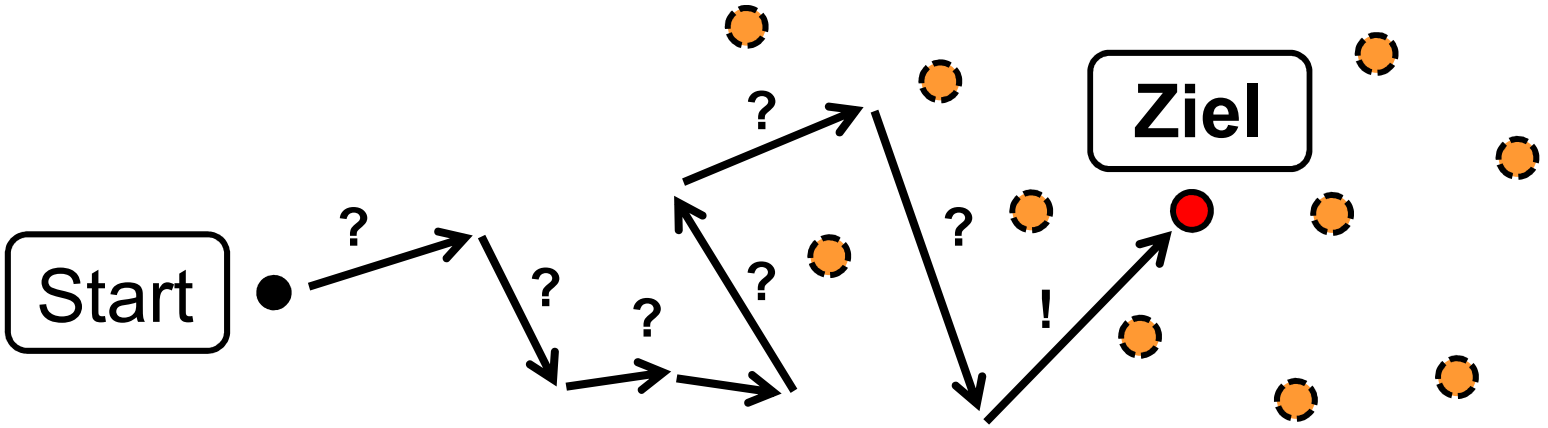
$(K_5)\ \begin{bmatrix} 5 \\ 2 \end{bmatrix}$ → Vollständiger Graph mit **SMART** als Vertices.

Rainer Bürstinghaus

Forschungsprojekt: Exploration potenzieller Ziele.

„Unscharfe“ Zielvorstellungen beim Start ⟶

- Unvollständige (ggf. statistische) Versuchspläne.
- Überraschende, nicht planbare Ergebnisse.
- Hohe Änderungsdynamik, zahlreiche Kurskorrekturen.
- Sonder- und Zusatzaktionen.
- Flexibilität und Kreativität sind gleichermaßen gefordert.

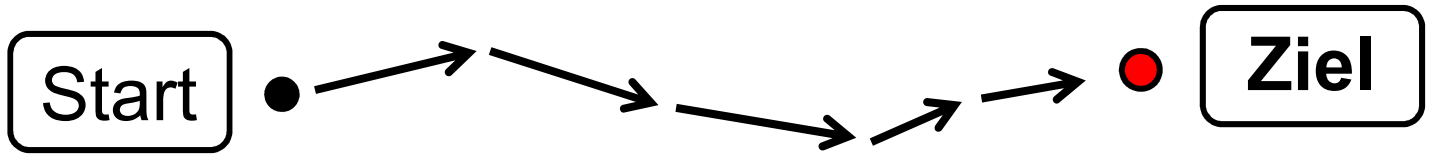


Rainer Bürstinghaus

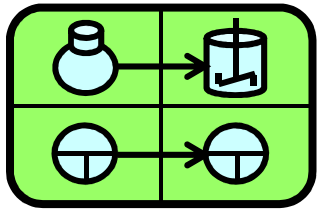
Entwicklungsprojekt: Klare Ziele für eine Optimierung.

Präzise Zielvorgaben beim Start →

- Teilweise neuartige Ergebnisse.
- Zahlreiche, repetitive Teilschritte.
- Solide, belastbare Planungsbasis.
- Hohe Systematik/Hoher Ordnungsgrad.
- Beherrschbare Änderungsdynamik.



FuE-Projektmanagement in der Chemieindustrie



Lerninhalt ⟶

Projektmanagement in Forschung und Entwicklung.

Projektmanagement in Forschung und Entwicklung

Management, Wortherkunft: (⟶ Lateinisch)

manus agere (lat.): an der Hand führen.
manu agere (lat.): mit der Hand arbeiten.
mansionem agere (lat.): das Haus bestellen.

to manage (engl.):
handhaben, bewerkstelligen, steuern, organisieren, „deichseln“.

management (engl.): Leitung, Führung, Steuerung.

***Management** (heute):*

„Denkwerk“ und „Handwerk“, welche zu einer zielgerichteten Art des unternehmerischen Denkens und Handelns, demnach zur Wirksamkeit und somit zu Ergebnissen führen.

Projektmanagement in Forschung und Entwicklung

FuE-Projektmanagement, Definition gemäß (DIN):

Gesamtheit von Führungsaufgaben, Führungsorganisation, Führungstechniken und Führungsmitteln für die Initiierung, Definition, Planung, Steuerung und den Abschluss von FuE-Projekten.

Entsprechend DIN 69901−(1−5)

Projektmanagement in Forschung und Entwicklung

FuE-Projektmanagement, Definition:

Organisation und Steuerung der zielorientierten Zusammenarbeit von Menschen unterschiedlichen Fachkönnens in einem exakt definierten, anspruchsvollen Innovationsvorhaben.

Projektleiter (m/w/d)

Zielsystem

Ressourcen

Projektmanagement in Forschung und Entwicklung

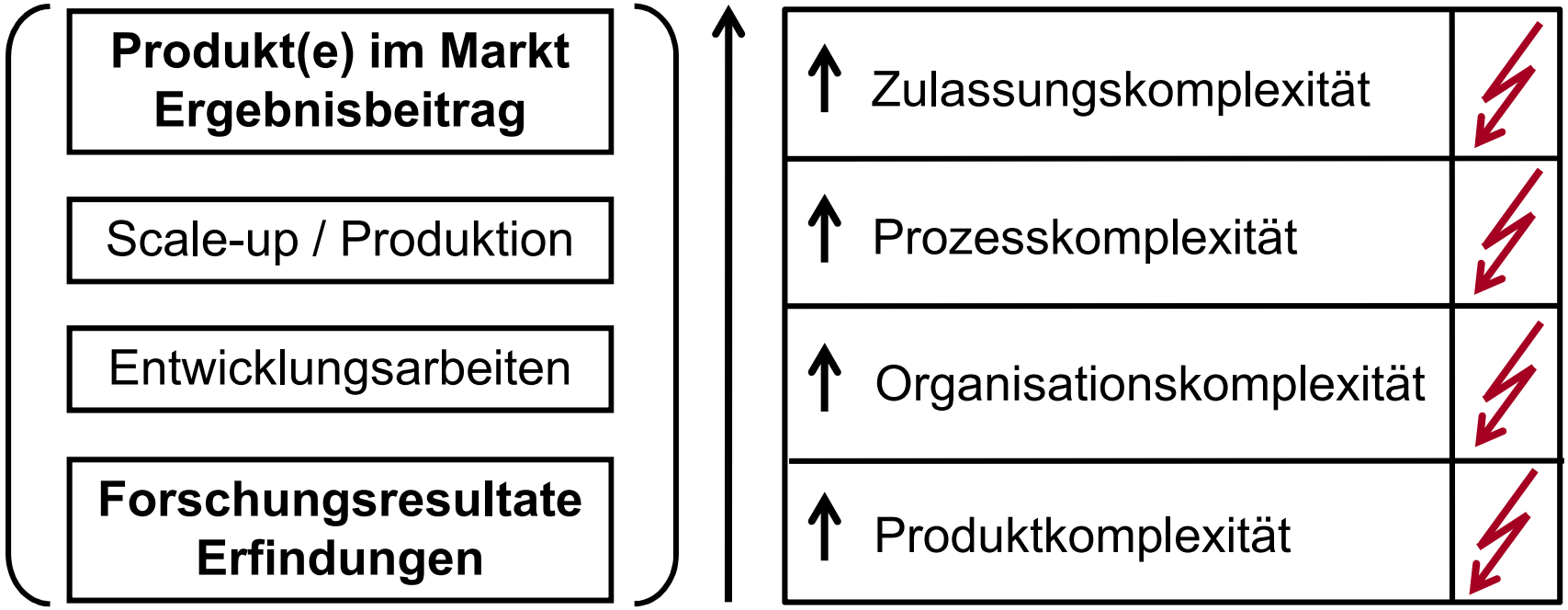
„Nichtvorhersagbarkeit“/„Unberechenbarkeit“ der Resultate von FuE-Projekten mit hohem Explorationsgrad.

- Zielvereinbarungen
- Zeitliche Befristung
- **Einzigartigkeit, Neuheit**
- Begrenzte Ressourcen
- **Komplexität**

- Spezifische Organisation
- Transdisziplinarität
- **Explorationsfelder**
- **Unsicherheiten, Risiken**
- **Änderungsdynamik**

Projektmanagement in Forschung und Entwicklung

Notwendigkeit durch steigende Komplexitätsanforderungen:



- → **Fortschreitende Spezialisierung und Arbeitsteilung.**
- → **Permanent wachsendes Methodenrepertoire.**
- → **Zunehmender Planungs- und Steuerungsaufwand.**
- → **Erhöhter Zeitdruck (Time to Market).**

Rainer Bürstinghaus

Projektmanagement in Forschung und Entwicklung

Kennzeichen:

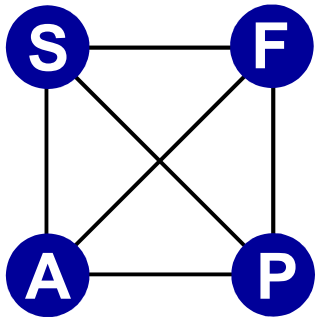
Ganzheitliches Führungskonzept zur zielorientierten Realisierung anspruchsvoller Innovationsvorhaben.

Komponenten wirksamen Projektmanagements:

S	Komponenten der Strukturierung.
F	Komponenten der Fachexpertise.
A	Komponenten der Aktionsführung.
P	Komponenten des Psychologischen/Sozialen.

Projektmanagement in Forschung und Entwicklung

Komponentensystem wirksamen Projektmanagements:



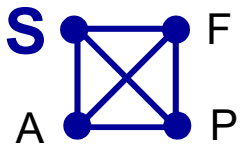
$(K_4$ –Graph) $\begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix}$

S	Komponenten der Strukturierung.
F	Komponenten der Fachexpertise.
A	Komponenten der Aktionsführung.
P	Komponenten des Psychologischen/Sozialen.

Rainer Bürstinghaus

Komponenten eines wirksamen Projektmanagements.

Strukturelle Komponenten:

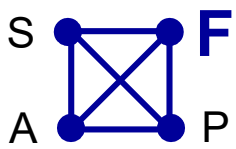


- Zielhierarchie, Definition eines gegliederten Zielsystems.
- Valider und vollständiger Projektstrukturplan.
- Realistische, klare Ressourcen- und Kostenzuordnung.
- Wahl einer passenden Aufbauorganisation.
- Wahl einer vernünftigen Ablauforganisation.
- Einsatz geeigneter IT-Mittel/Datenbanken.
- Aufbau valider Reporting- und Controlling-Systeme zur effektiven und effizienten Projektsteuerung.

Projektmanagement in Forschung und Entwicklung

Komponenten eines wirksamen Projektmanagements.

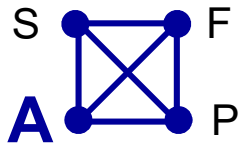
Fachliche Komponenten:



- Kenntnis des Stands von Wissenschaft und Technik.
- Exzellente Fachexperten, Verfügbarkeit des Wissens.
- Fähige Problemlösungsprozesse und Experimente.
- Erfindungen/Patentschutz, eigene Publikationen.
- Geeignete Geräte/Apparaturen/IT und –Software.
- Professionell arbeitende Ingenieure und Techniker.
- Strategisch orientierter, technischer Einkauf.
- Fundierte Marktkenntnisse, kompetente Pilotkunden.

Komponenten eines wirksamen Projektmanagements.

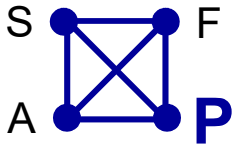
Aktionsführende Komponenten:



- Vernünftige und eindeutige Zuordnung der einzelnen Aufgaben/Vorgänge (Facheinheit/Personen).
- Regelmäßige Terminüberwachungen.
- Kompakte, klare und eindeutige Aktionspläne.
- Aktive Steuerung kritischer, zielführender Vorgänge.
- Nutzung von Synergien, Sicherstellung der Logistik.
- Dokumentation *aller* Resultate (Erfolge/Misserfolge).

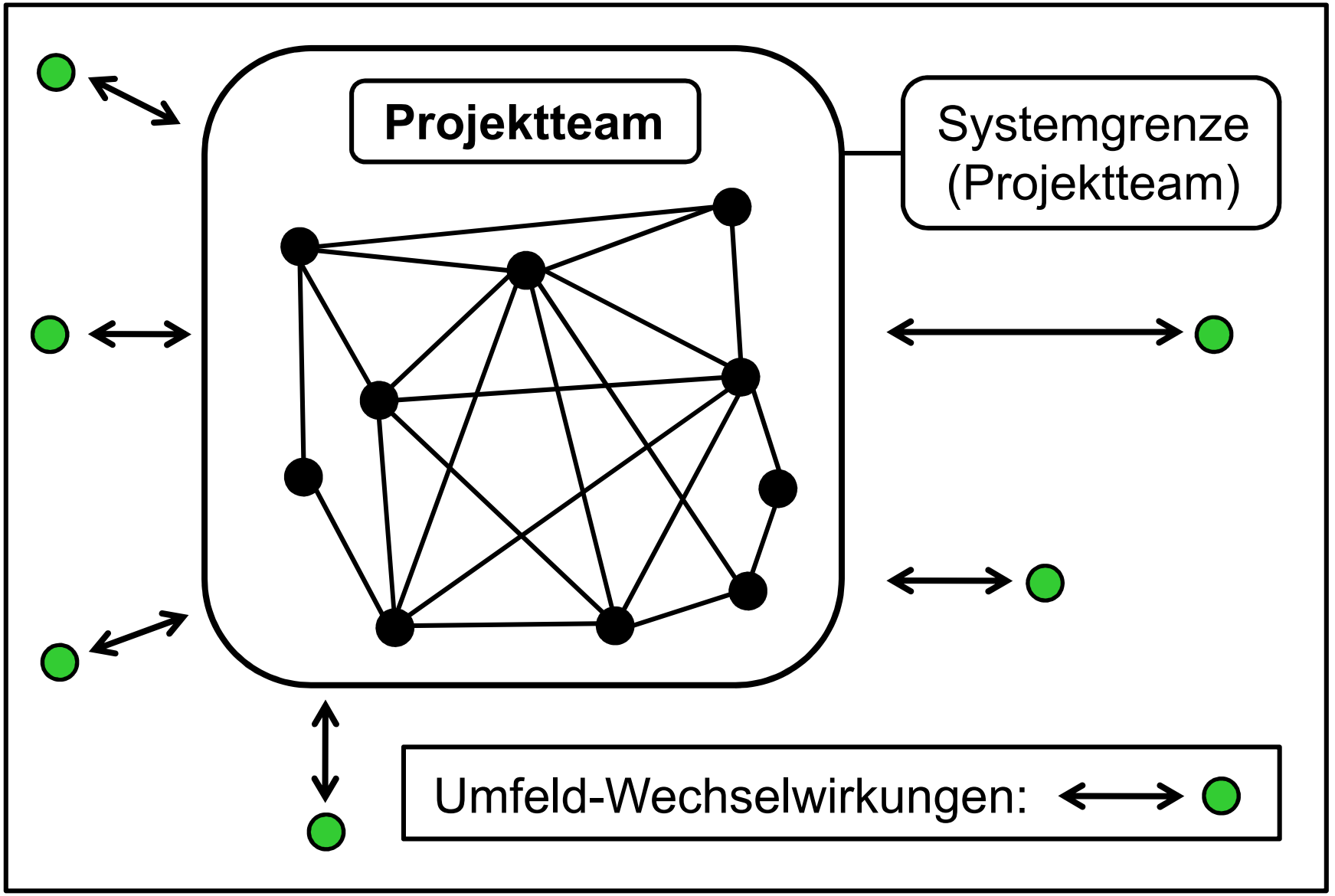
Komponenten eines wirksamen Projektmanagements.

Psychologisch-soziale Komponenten:



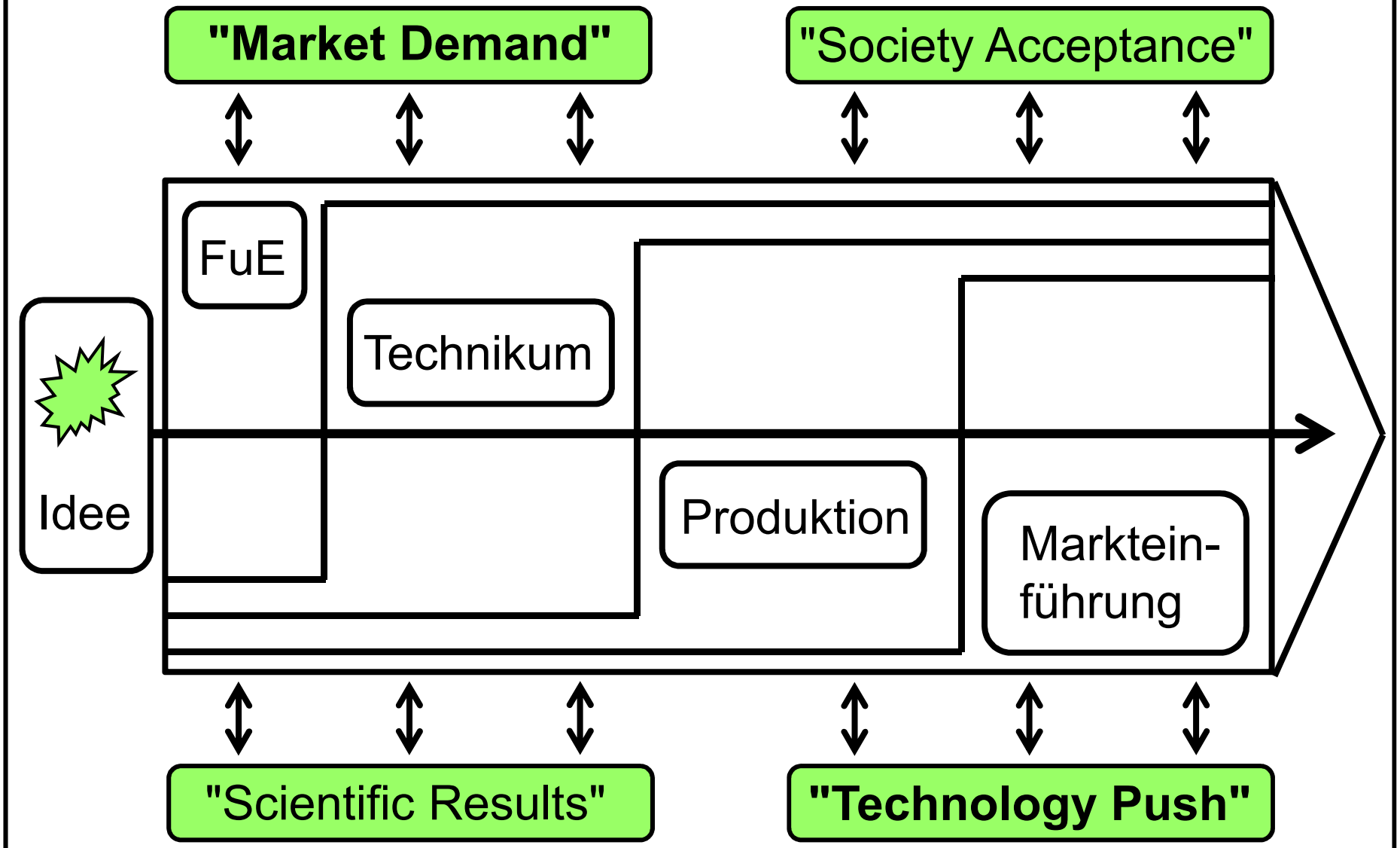
- Wirksame Führung durch Erhalt der „intrinsischen Motivation“ bei jedem Projektbeteiligten (m/w/d).
- Vernünftige Forderung der Teammitglieder.
- Förderung konstruktiver Zusammenarbeit im Team.
- Bildung kreativer und flexibler Netzwerke.
- Ehrliches Feedback an die einzelnen Teammitglieder.
- Eigenes Vorbildverhalten gegenüber allen Beteiligten.

Projektmanagement ⟶ **(Projekt)Aktionsfeld, Umfeld:**



Rainer Bürstinghaus

Projektmanagement – Externe Beeinflussung:



Vorteile dieser Methode zur Zielerreichung:

1. Wirksames Führungsinstrument

- Schaffung konstruktiv zusammenarbeitender, zielorientierter und eigenverantwortlicher Teams.
- Intrinsisch motivierte Mitarbeiter (m/w/d), jeweils mit einem „identifikatorischen“ Leistungswillen.
- Individuelle Bereitschaft zur Annahme und Umsetzung von „Herausforderungen“.
- Intensive Kommunikation über Liniengrenzen hinweg.
- Transparente und breit akzeptierte Entscheidungen.
- Durchlaufen individueller Lern- und Erfahrungskurven.

Vorteile dieser Methode zur Zielerreichung:

2. Zeitgewinn, Effizienzsteigerung

- Klare Zeitziele durch strikte Terminvorgaben und Fristen.
- Rasche Planung, Ausführung und Auswertung notwendiger und sinnvoller (Simultan)Arbeiten. Hohe „Agilität“.
- Schnelle und „belastbare“ Entscheidungen.

3. Hohe Effektivität

- Optimierter, zweckmäßiger Ressourceneinsatz.
- Hochwirksame Lösungskompetenz bei komplexen Aufgaben.
- Professionelle Realisierung der „zielführenden“ Experimente.

Vorteile dieser Methode zur Zielerreichung:

4. Kostenkontrolle und Einhaltung des Planbudgets

- Einrichtung einer (transparenten) Projektkostenstelle.
- Steuerung und Überwachung des finanziellen und des personellen Budgets.
- Klare wirtschaftliche und finanzielle Kriterien für den Projektstart, -abschluss oder -abbruch.

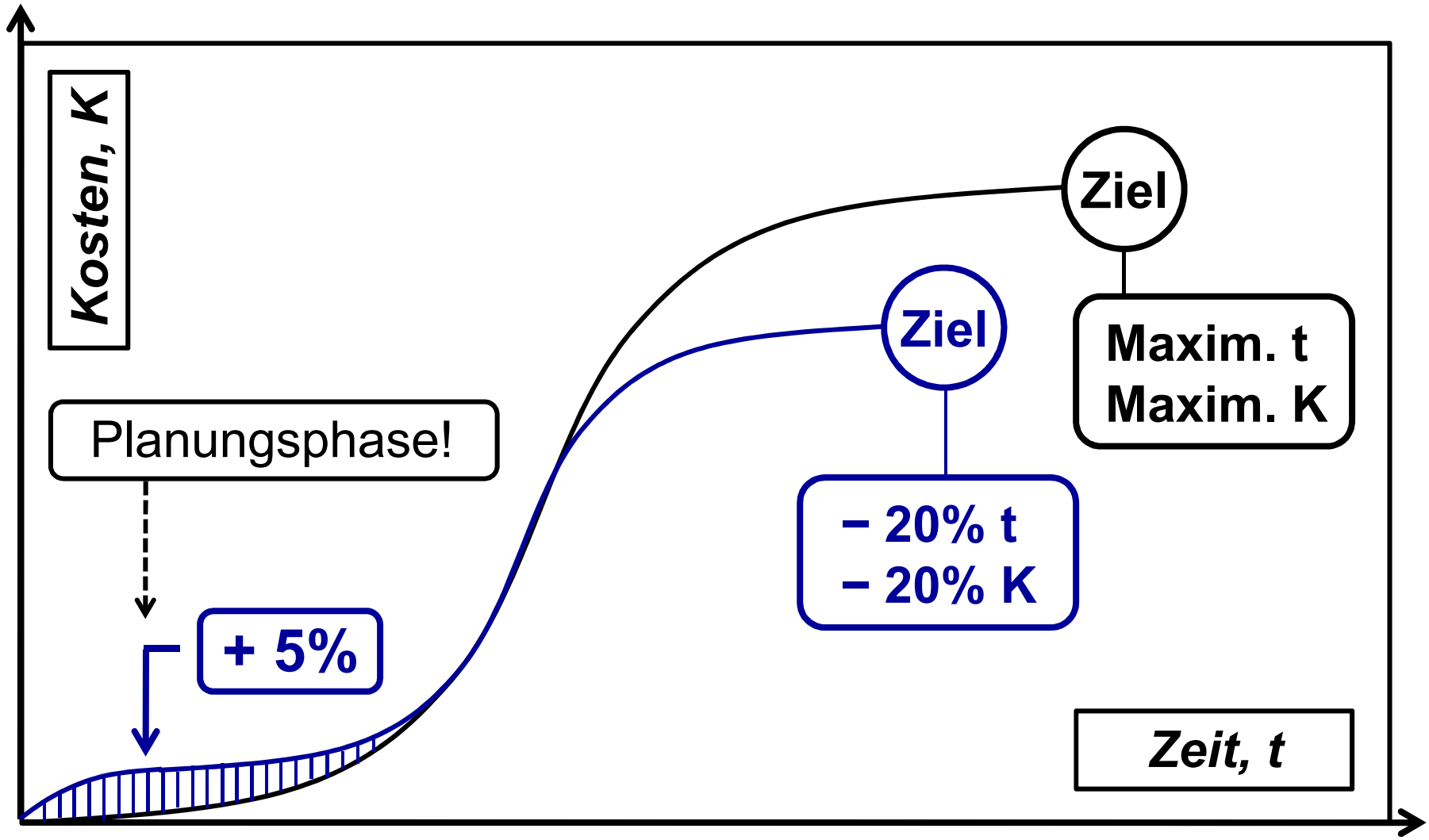
Vorteile dieser Methode zur Zielerreichung:

5. Antwort auf Konkurrenzdruck und Marktdynamik

- Konsequente Kundenorientierung bei der Planung und Überwachung von Projektvorgängen.
- Flexibilität bei veränderten Marktanforderungen.
- Rasches, professionelles Vorgehen bei Planänderungen.
- Erstanbieter (Pionier) im Markt, Innovationsführerschaft.

Projektmanagement in Forschung und Entwicklung

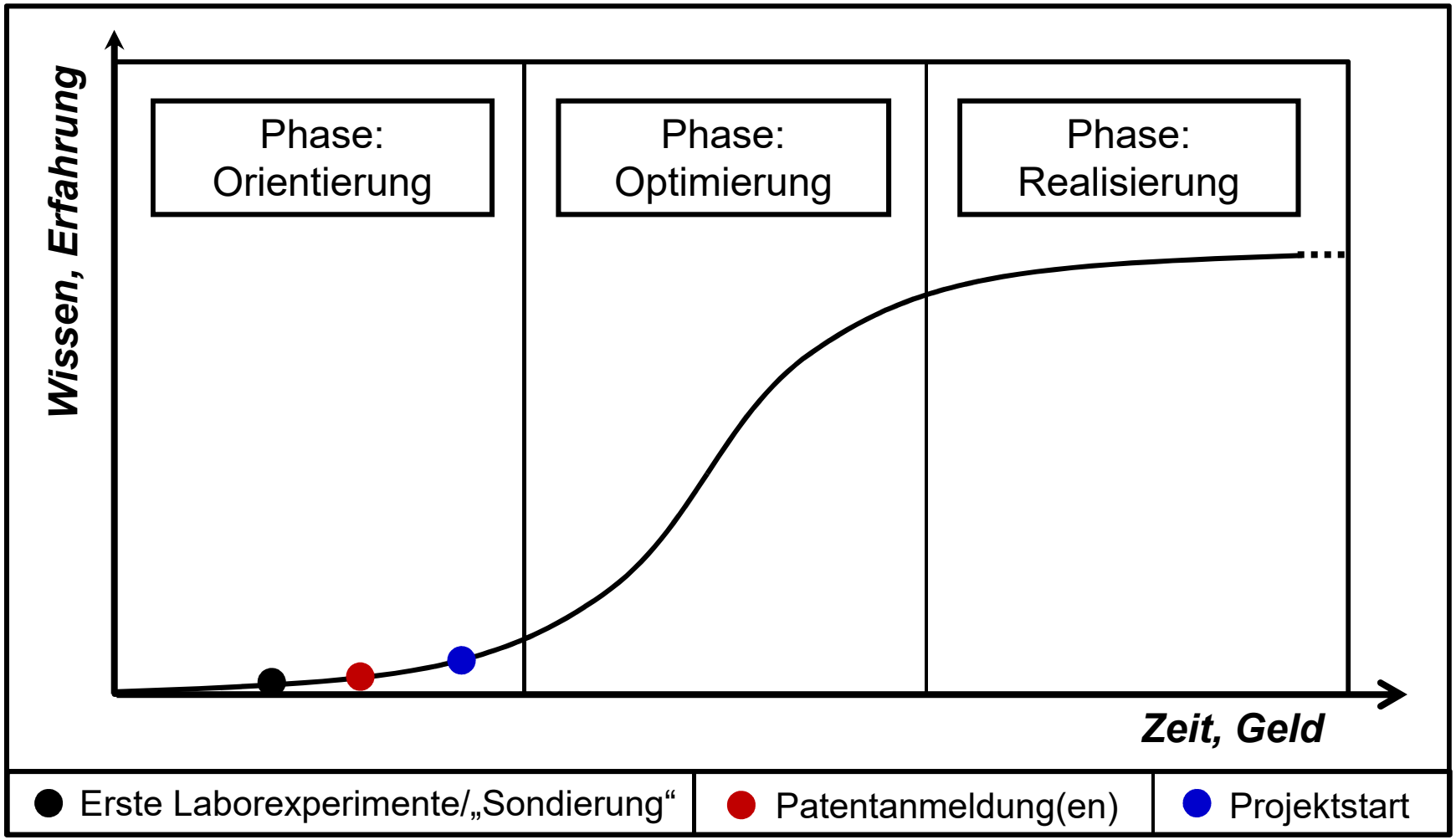
Vorteil: Kosten- und Zeitersparnis (⟶ Faustregel).



Rainer Bürstinghaus

Projektmanagement in Forschung und Entwicklung

Durchlaufen einer sigmoiden „Lernkurve“ in drei Phasen.
Von der Invention → zur Innovation!



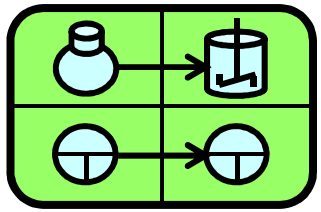
Rainer Bürstinghaus

Projektmanagement in Forschung und Entwicklung

Erfolgsvoraussetzungen:

- Eindeutiges Bekenntnis der obersten Leitung einer Firma/Organisation zum Projekt, zu dessen Zielsystem und zu dessen Budget (Finanzierung/Personal).
- Gemeinschaftliche Definition eines klaren Zielsystems.
- Resultatorientiertes Zusammenwirken der besten Leute.
- Systematische Vorgehensweise beim Planen und Agieren.
- Klare und strikt einzuhaltende Regeln.
- Konsequente Ziel-, Ergebnis- und Marktorientierung.

FuE-Projektmanagement
in der Chemieindustrie

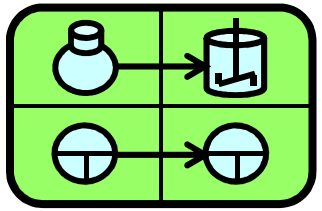


Die Lerninhalte

- Innovationen: Kennzeichen, Maßnahmen zur Förderung, Prozessvarianten.
- Drei Beispiele für Innovationsvorhaben (Chemie und Technik):
  1. Hochelastische Klarlackierungen für die Automobil-Serienproduktion.
  2. Nitrilase-katalysierte Synthese einer chiralen α-Hydroxycarbonsäure.
  3. Neue metallorganische Gerüstmaterialien zur Gasspeicherung.
- Projekte, Zielsysteme, Projektmanagement in Forschung und Entwicklung.
- **Zweckmäßige Organisation und effektive Strukturplanung von FuE-Projekten.**
- Ablaufplanung, Meilensteine, der Stage-Gate®-Prozess, Netzplantechnik.
- Wirksame Umsetzung und Steuerung von FuE-Projekten, Trendanalysen.
- Erfolgsrisiken: Identifikation, Einstufung und Behandlung.
- Personalbeschaffung, Personalführung:
  Chemiker (m/w/d) – Teamplayer, Impulsgeber und Führungskräfte im Projekt.
- Projektleiter (m/w/d): Aufgaben, Führungsfunktionen und Persönlichkeitsprofil.
- Die systematische Bewertung einzelner Forschungsprojekte.
- FuE-Strategie: Die Planung eines Projektportfolios.

Rainer Bürstinghaus

FuE-Projektmanagement in der Chemieindustrie



Lerninhalt →

Zweckmäßige Organisation von FuE-Projekten.

Zweckmäßige Organisation von FuE-Projekten

FuE-Projektorganisation, Definition, Zweck:

Definition →

Aufbau- und Ablauforganisation zur Abwicklung eines bestimmten FuE-Projektes.

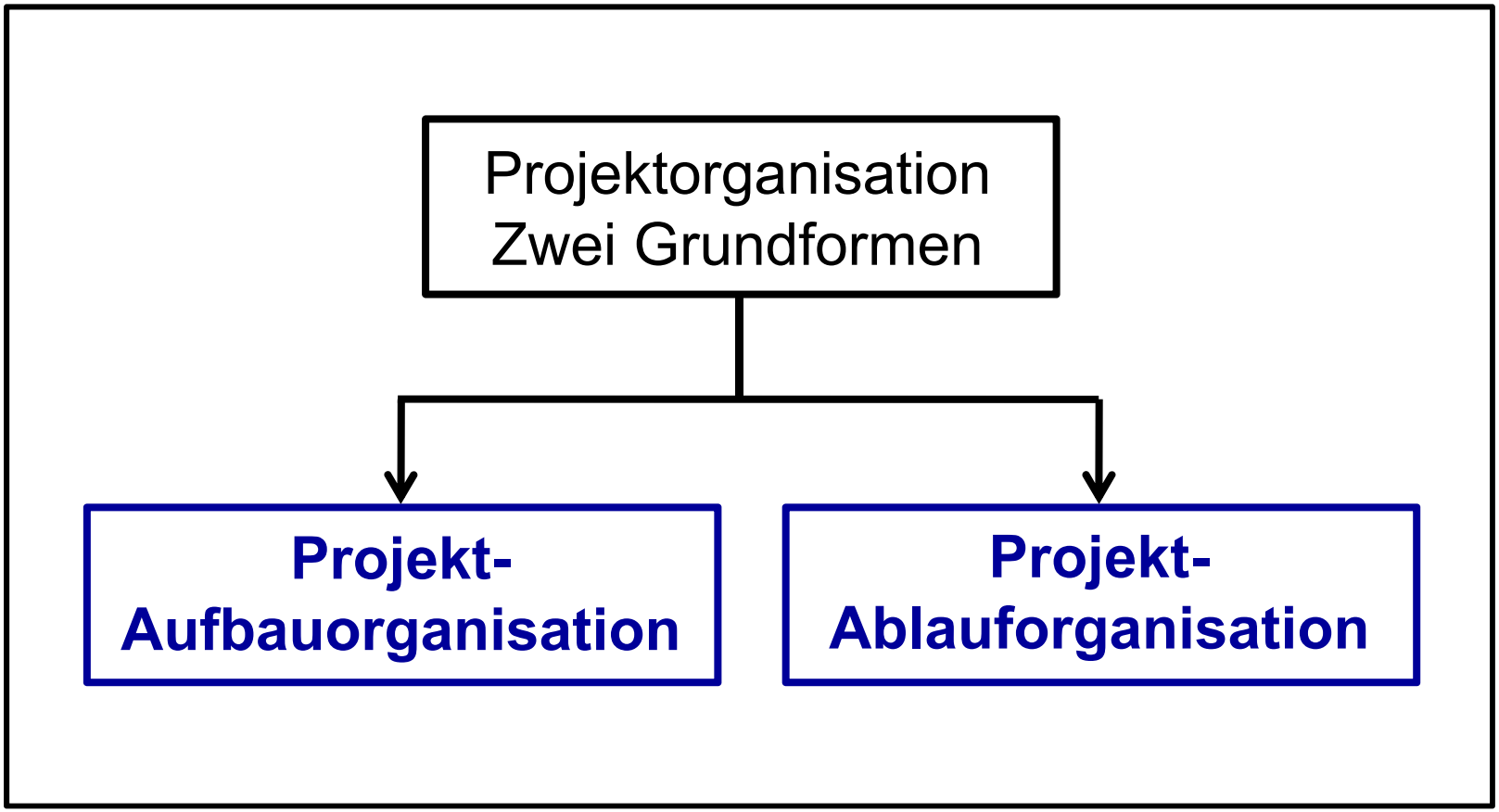
(Entsprechend DIN 69901−(1−5)).

Zweck →

Zielorientierter, sinnvoller, geordneter und wirksamer Einsatz aller verfügbaren personellen, finanziellen und materiellen Ressourcen.

Zweckmäßige Organisation von FuE-Projekten

Grundformen der FuE-Projektorganisation:



Grundformen der FuE-Projektorganisation:

Projekt-Aufbauorganisation

Vorab: Strukturierte Sammlung aller zielabgeleiteten Aufgaben.

- Notwendige (Fach)Funktionen.
- Art der jeweiligen Einbindung (Wer? Mit Wem?).
- Vernetzung / Kooperationsarten / Kommunikationswege.

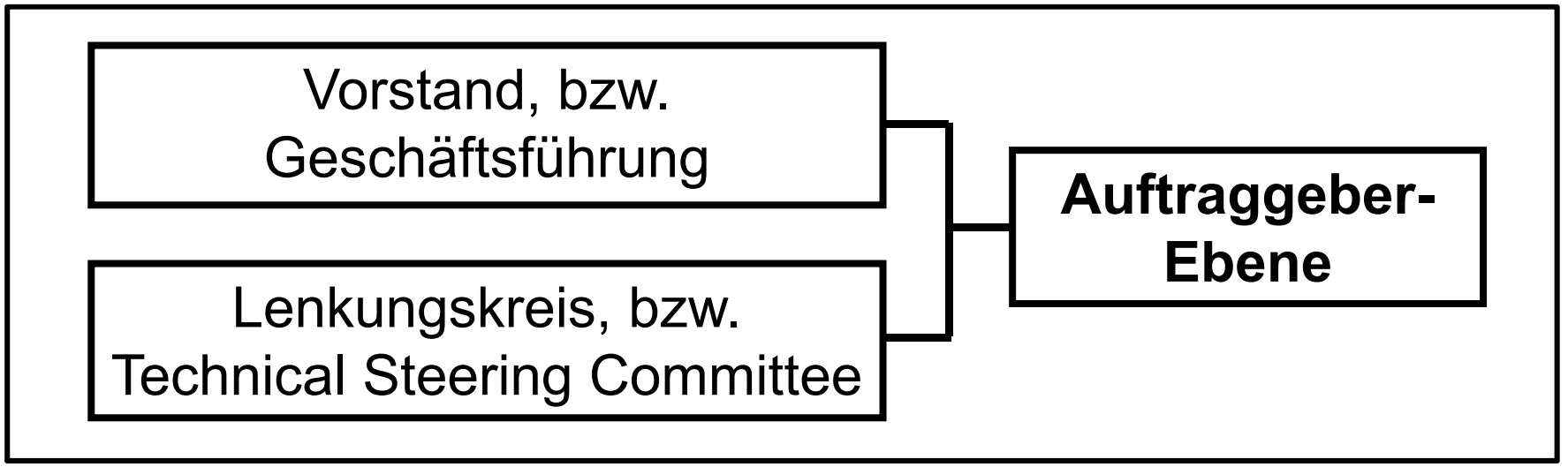
Projekt-Ablauforganisation

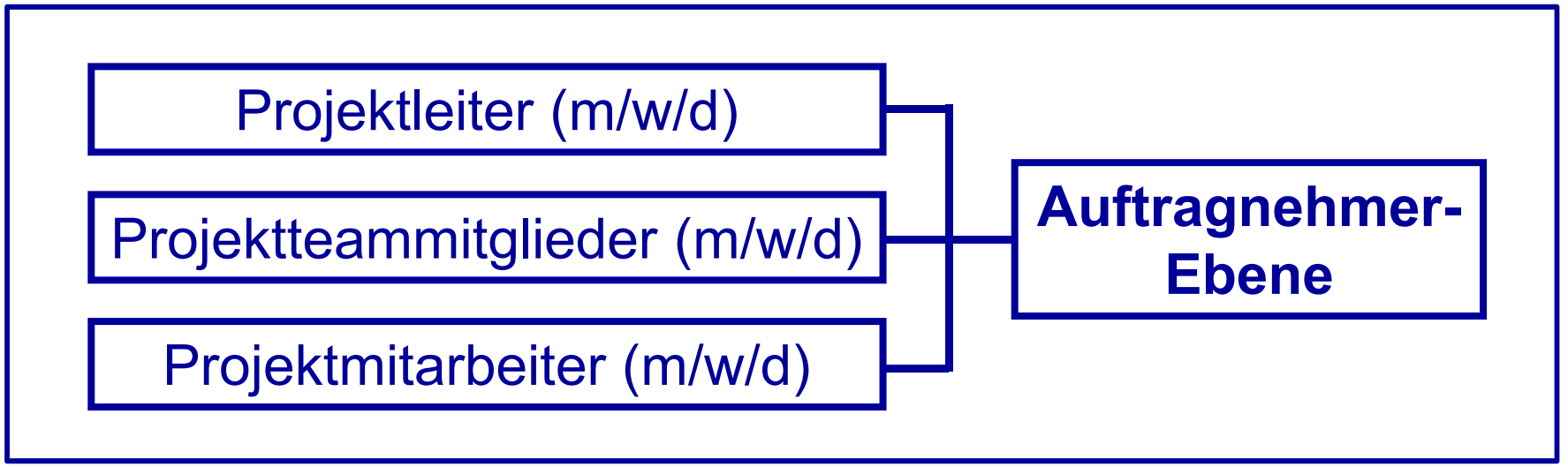
Vorab: Strukturierung aller zielführenden Vorgangsfolgen.

- Notwendige Aktionen (Was?) / Dauer (Wie lange?)
- Wann? (Startzeitpunkte, Termine, Ereignisse)
- Abhängigkeiten / Ergebnischecks / Controlling.

Zweckmäßige Organisation von FuE-Projekten

Aufbauorganisation, vertikale Organisation:





Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

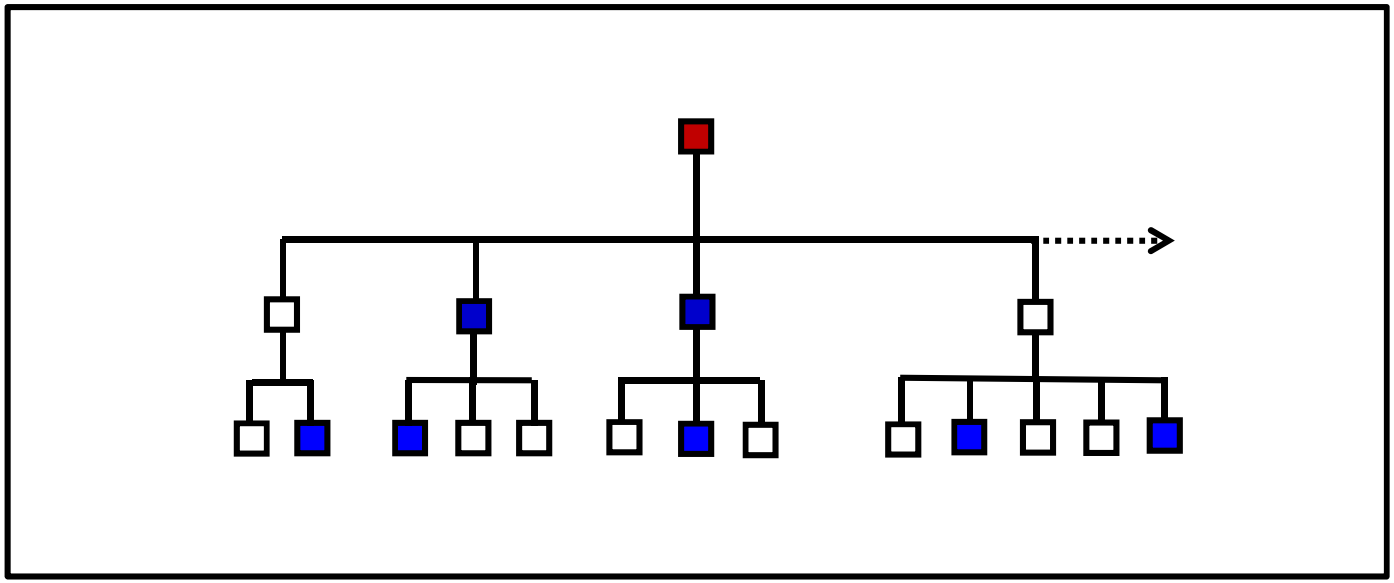
FuE Projektmanagement; Die AMV-Matrix als Basis für die Wirksamkeit der Ebenen einer Aufbauorganisation:

Ebene ↓	Aufgabe (A) →	Macht (M) →	Verantwortung (V) →
Technical Steering Committee	Den Sinn des Projektes prüfen; Die Projektport-folio-Planung.	Den Projektleiter (m/w/d) ernennen; Projektfreigabe; Projektauftrag.	Das Projekt steht im Einklang mit der Strategie des Unternehmens.
Projektleiter (m/w/d)	Projekt planen; Die Ressourcen organisieren; Projektsteuerung.	Unterschriftsvoll-macht erteilen; Projektbezogene Anweisungen.	Die Erreichung des Zielsystems (Produkt, Verfahren, Termine, Kosten).
Teammitglied (m/w/d)	Die Planungsunter-stützung; Die Durchführung.	Die Auftrags-vollmacht geben.	Die Erledigung einzelner Arbeits-pakete.

Rainer Bürstinghaus

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Wandel im Zeitlauf; Die „alte“ Hierarchie-Struktur:

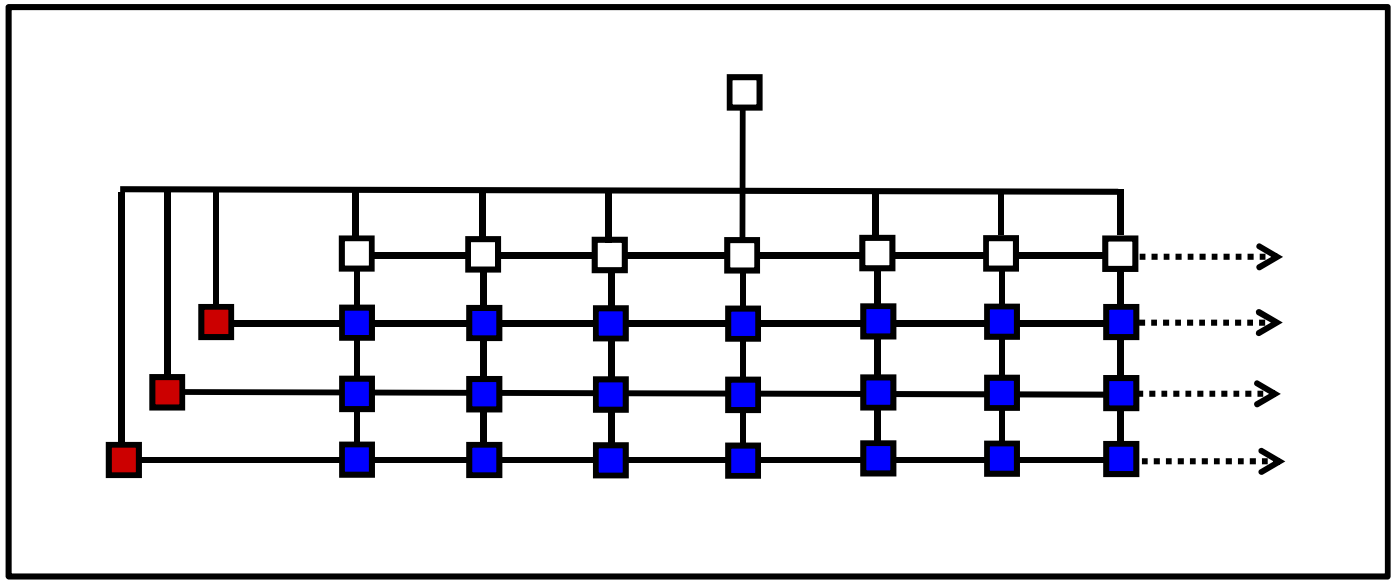


Projektleiter (m/w/d)
Projektteammitglied

Hierarchie →

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Wandel im Zeitlauf; Die Matrix-Struktur:



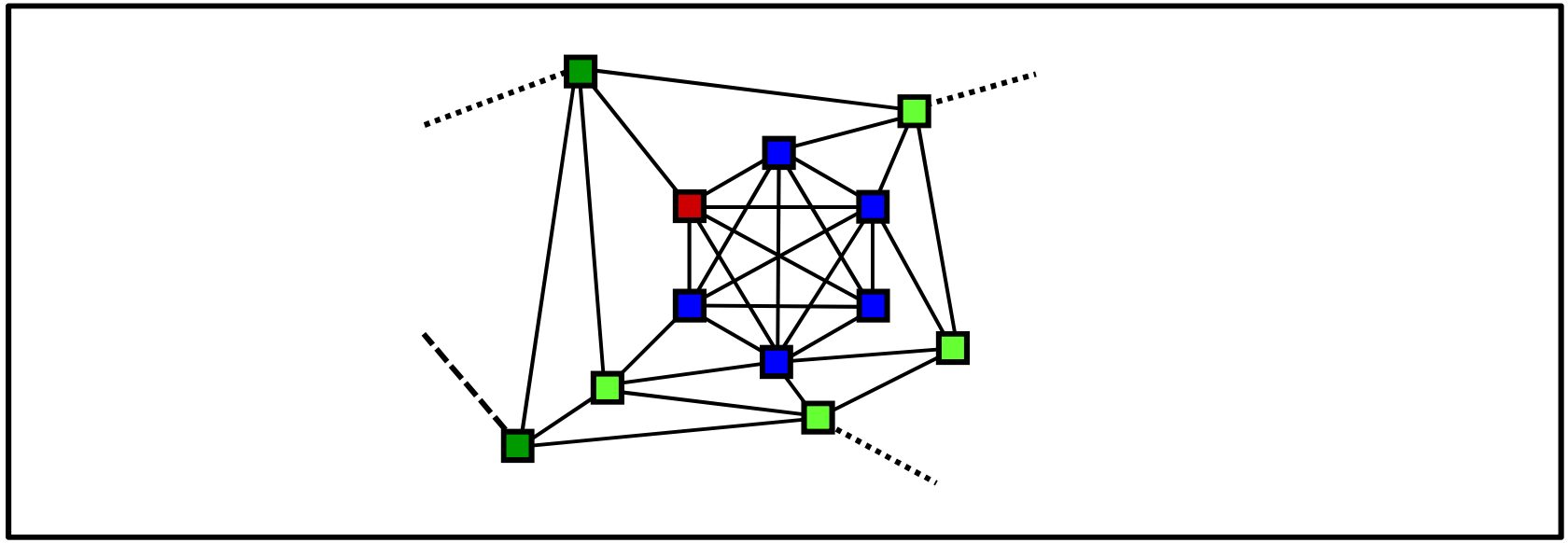
Projektleiter (m/w/d)
Projektteammitglied

Matrix

→

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Wandel im Zeitlauf; Die Simplex-Struktur (Vollstruktur):

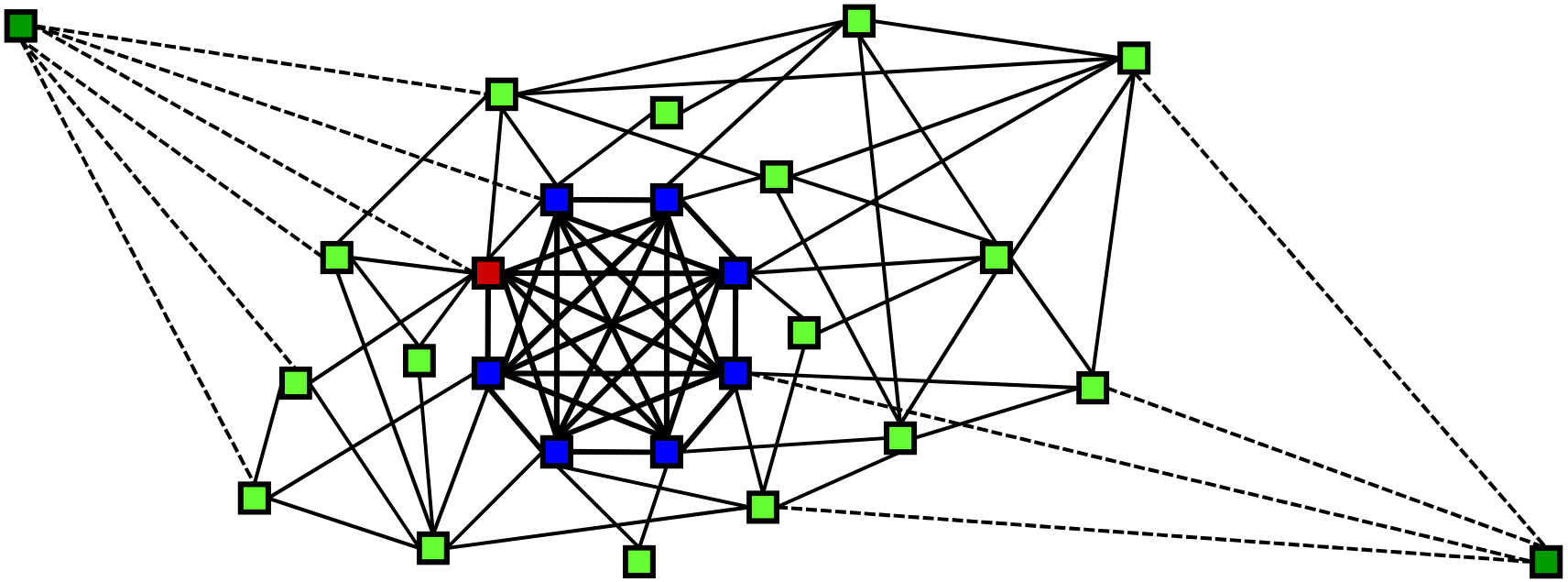


- Projektleiter (m/w/d)
- Projektteammitglied
- Stakeholder, intern
- Stakeholder, extern

Simplex im Netz: (FuE-Projektteam als „Clique“ im System).

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Konzerne: Einbindung in ein internes und externes, transfunktionales Unternehmensnetzwerk.



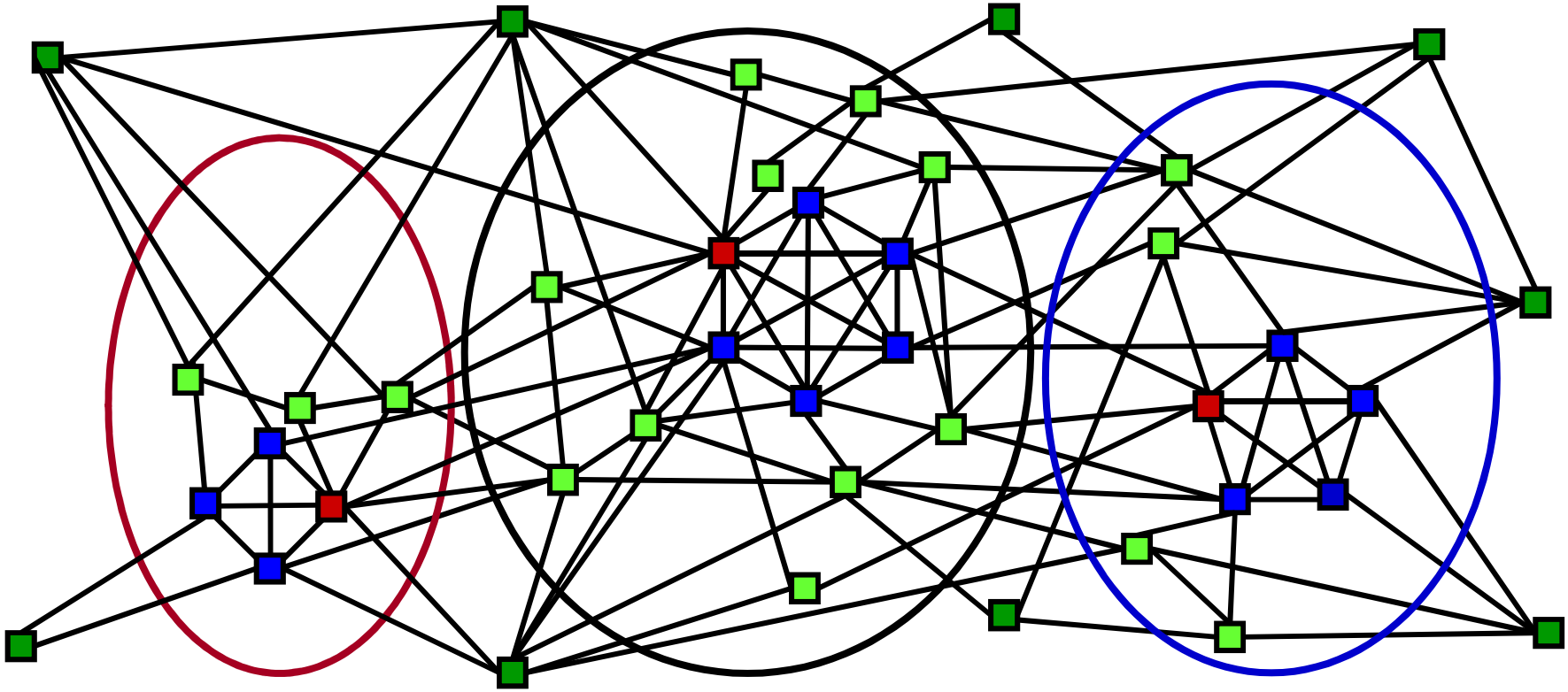
- Projektleiter (m/w/d)
- Projektteammitglied
- Stakeholder, intern
- Stakeholder, extern

Simplex im Netz eines Konzerns

Rainer Bürstinghaus

Aufbauorganisation von FuE-Projekten: System-Struktur

KMU; Einbindung in ein (externes) Firmensystem:



- Projektleiter (m/w/d)
- Projektteammitglied
- Stakeholder, intern
- Stakeholder, extern

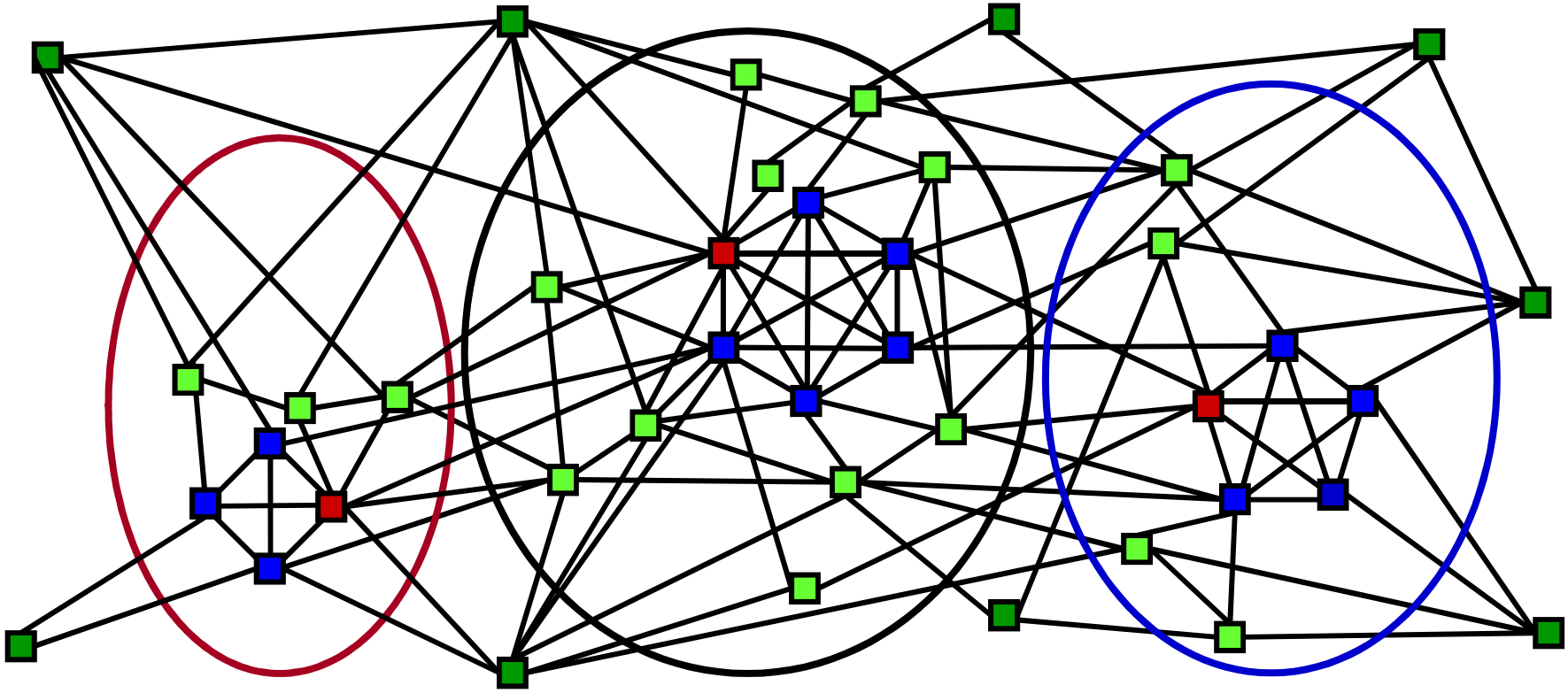
Simplexe im Netz (KMU-System)

Rainer Bürstinghaus

Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Wandel im Zeitlauf; System-Struktur:

Beispiel P1



[Conveyor…AG1]

[…GmbH1]

[Automotive…AG1]

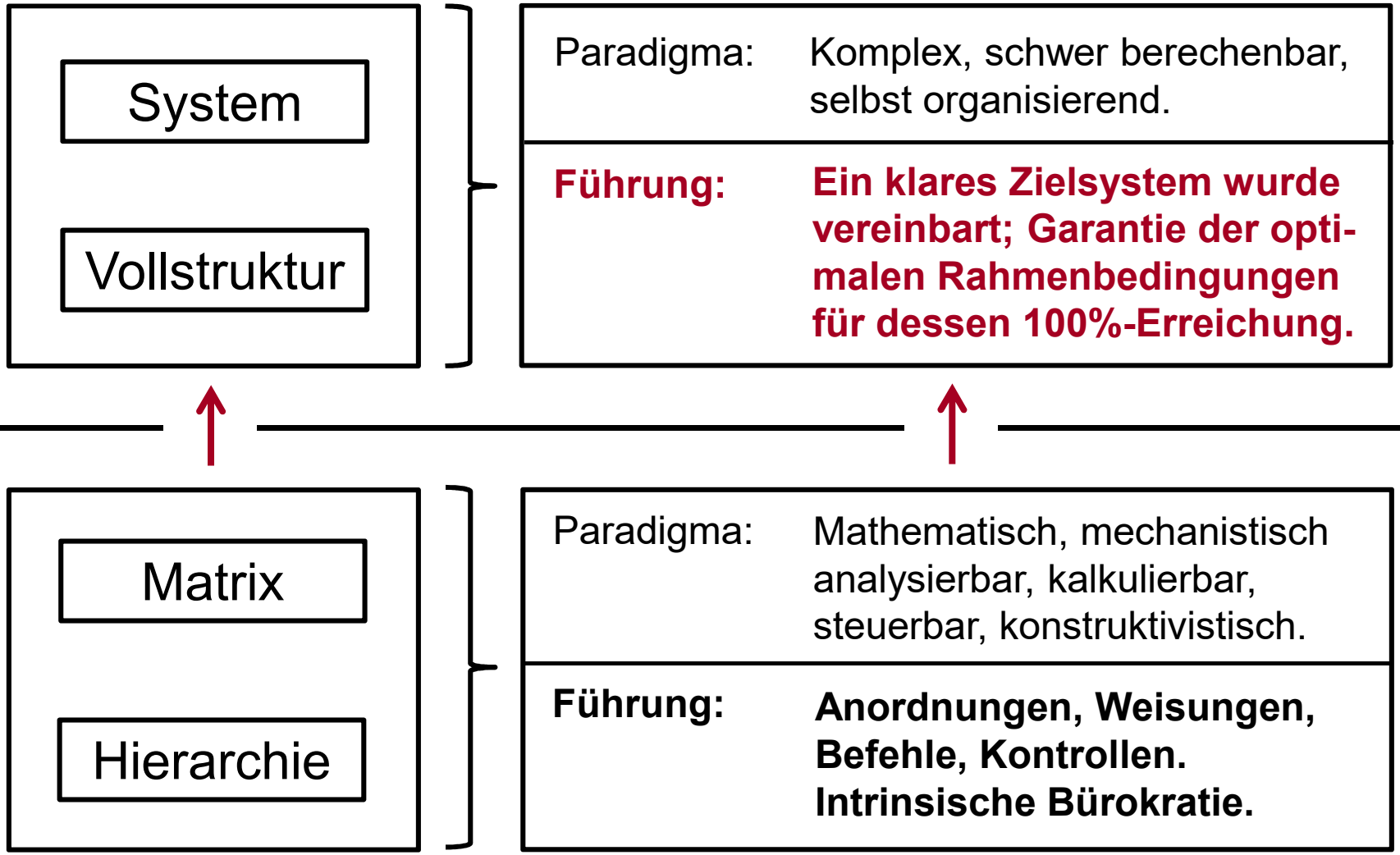
- Projektleiter (m/w/d)
- Projektteammitglied
- Stakeholder, intern
- Stakeholder, extern

Simplexe im Netz (KMU-System)

Rainer Bürstinghaus

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Wandel im Zeitlauf:



Rainer Bürstinghaus

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Wandel im Zeitlauf, System-Struktur.

Συστημα (Griechisch); Das Gebilde, das Verbundene:

Gesamtheit von Elementen, die aufgaben-, sinn- und zweckgebunden miteinander wechselwirken, und die sich von der Umwelt abgrenzt.

„Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“.

„Aus bekannten Einzelteilen entsteht etwas Neues“.

Emergenz!

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Wandel im Zeitlauf, Stakeholder:

Stakeholder:
„Anspruchsträger“, alle Menschen, die ein deutliches Interesse am Unternehmenserfolg, demnach auch an der Definition und Erreichung von FuE-Projektzielen haben.

- **Interne Stakeholder:** ■
  Projektleiter, Teammitglieder, Linienmanager, Lenkungskreismitglieder, jeder (!) Firmenangehörige.

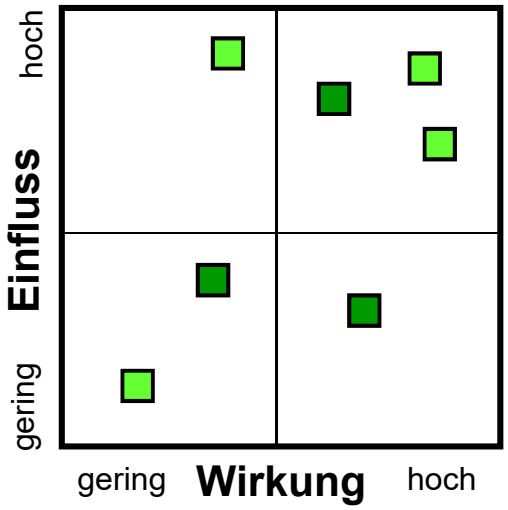
- **Externe Stakeholder:** ■
  Kunden, Lieferanten, Kapitalgeber, Behörden, Staat, Forschungsinstitute, Universitäten.

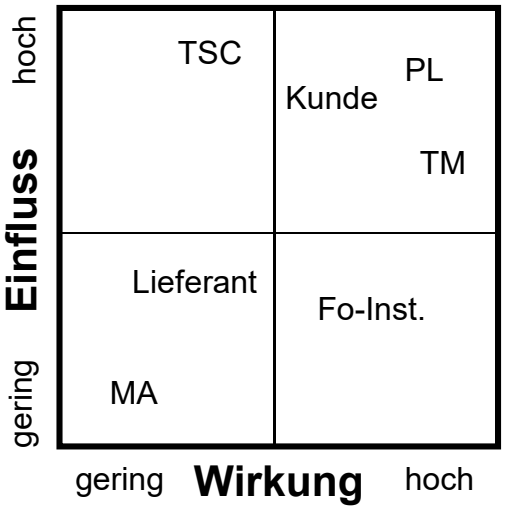
Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Stakeholder; Einfluss und Wirkung:

Die Stakeholder (intern ■ wie extern ■)

- haben jeweils unterschiedlich starken **Einfluss** auf die **Zielvereinbarungen.**
- unterstützen die **Zielerreichung** mit jeweils unterschiedlicher **Wirkung.**





FuE-Projektorganisation, der Unternehmensgröße angepasst. Projektarbeit in einem Konzern (⟶ KONZ.) oder in einem kleinen bzw. mittleren Unternehmen (⟶ KMU): Unterschiede.

KON: Forschung in einem Konzern (teilweise!)

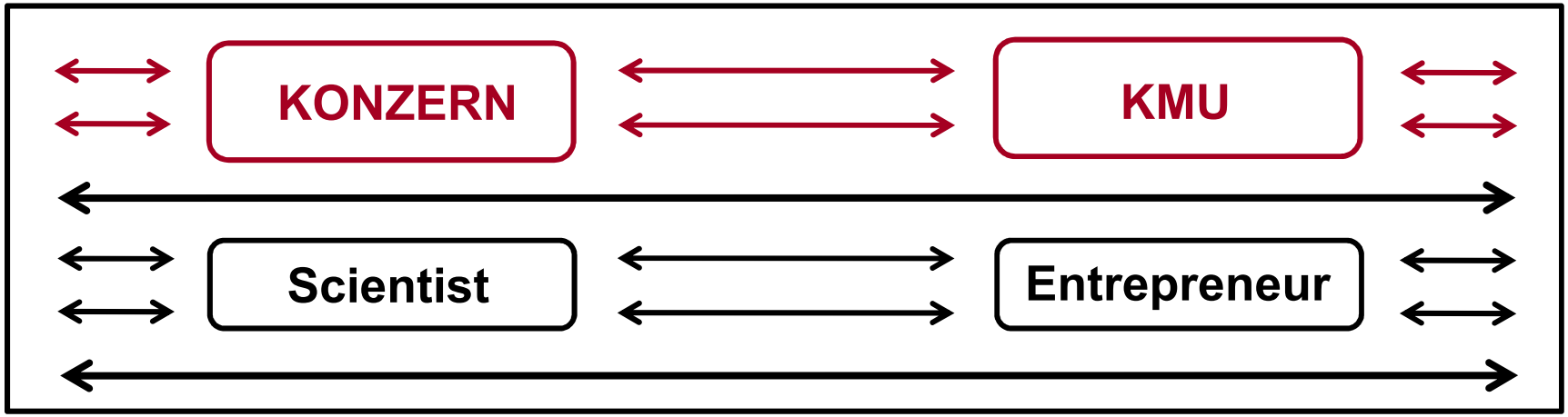
- Unternehmenskultur: Wirksame Corporate Governance.
- Oligofunktionale Arbeitsvorgänge für Chemiker (m/w/d).
- Chemiker als Impulsgeber im Unternehmensnetzwerk.
- Einsatz von Naturforschern als „High-Skill-Scientists“.

KMU: Forschung in kleinen/mittleren Unternehmen (teilweise!)

- Unternehmenskultur: Wirksame Project Governance.
- Multifunktionale Arbeitsvorgänge für Chemiker (m/w/d).
- Chemiker als Takt- und Impulsgeber im Systemverbund.
- Einsatz von Naturforschern als „High-Skill-Entrepreneurs“.

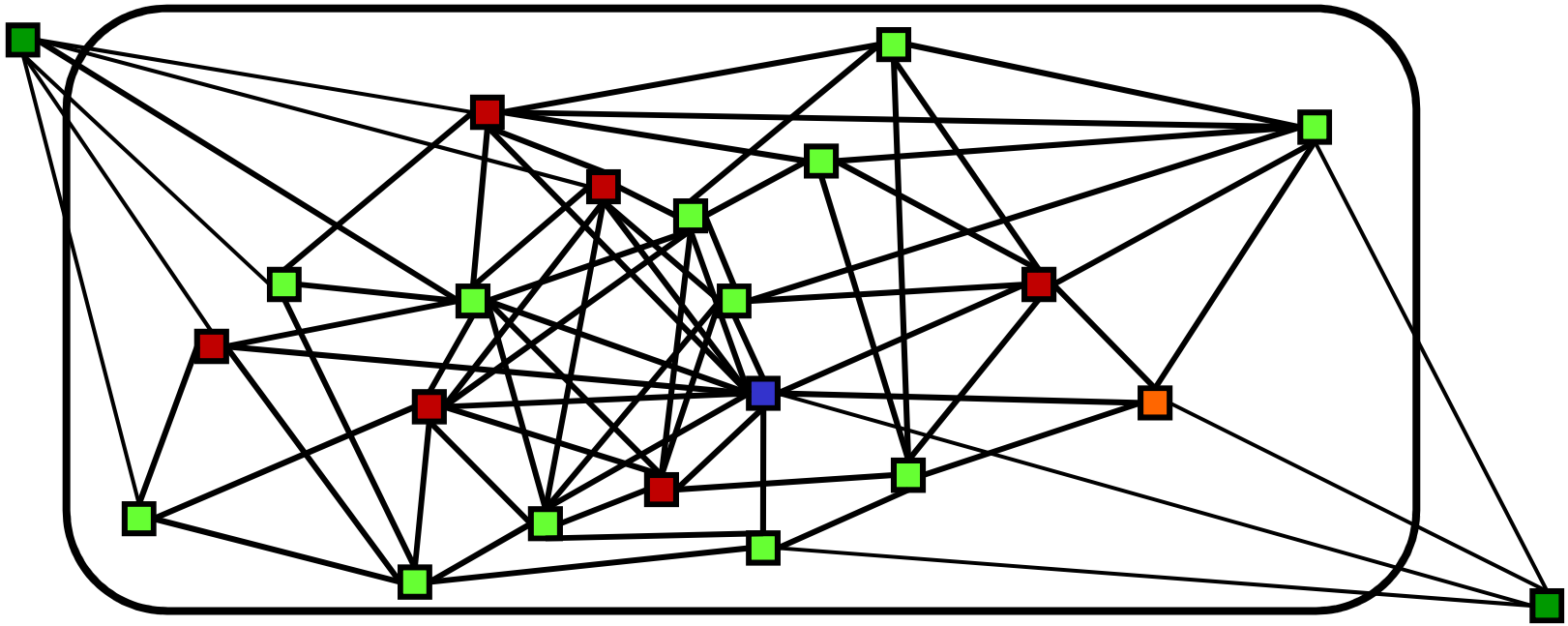
KMU mit je < 500 MA stellen in der deutschen Chemieindustrie ca. **90% der 2.000 Unternehmen** und erwirtschaften rund 30% des Gesamtumsatzes mit ca. 30% aller Mitarbeiter (m/w/d).

FuE-Projektarbeiten *in einem Konzern (→ KON) oder in einem kleinen bzw. mittleren Unternehmen (→ KMU): Unterschiede.*



„Varietät“ an Funktionen/Aufgaben als Forscher/Unternehmer.

Hochschule, Einbindung in ein (internes) Arbeitskreis-Netzwerk:

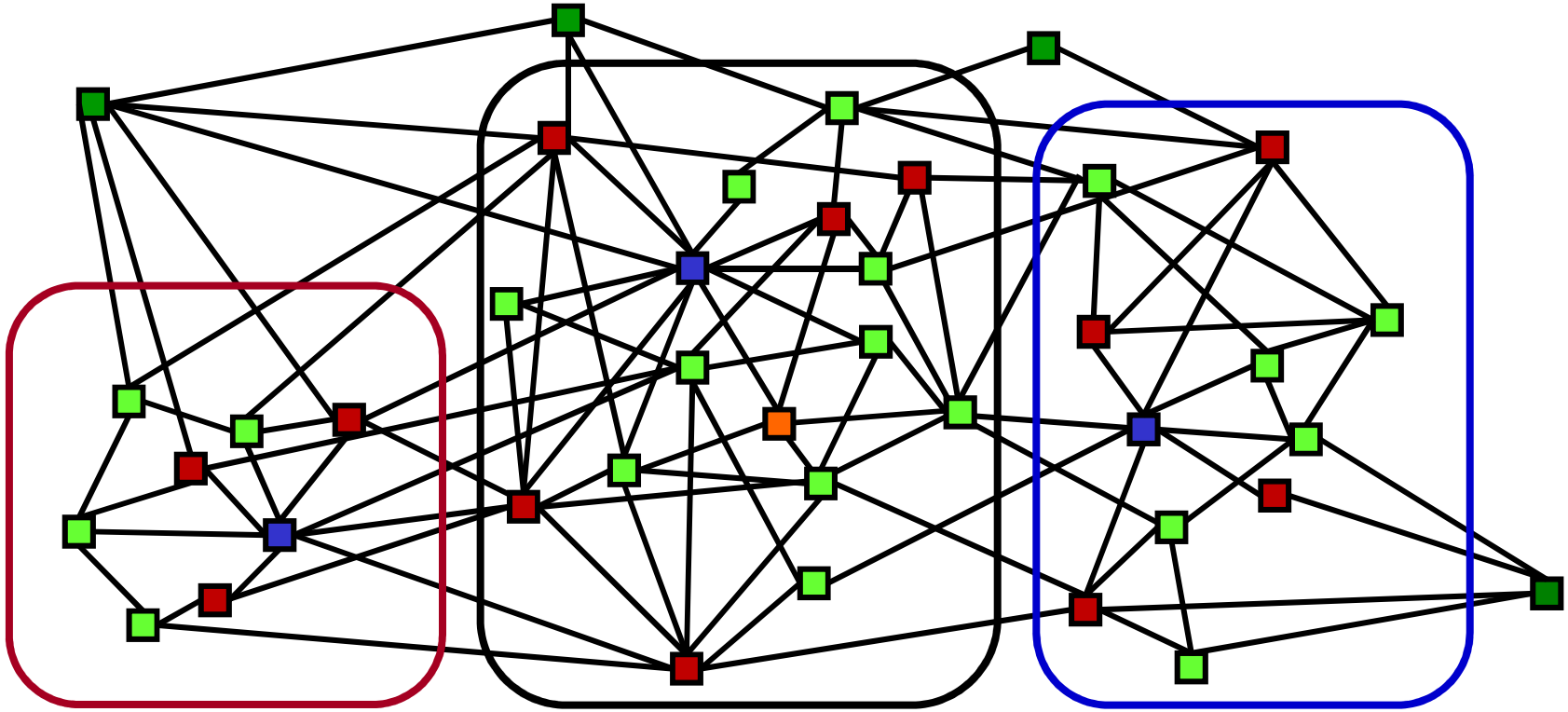


- Doktorand (m/w/d)
- Professor (m/w/d)
- Habilitand (m/w/d)
- Stakeholder, hochschulintern
- Stakeholder, hochschulextern

→ **Arbeitskreis-Netzwerk**

Rainer Bürstinghaus

SFB, GKs: Einbindung in ein institutsübergreifendes System:



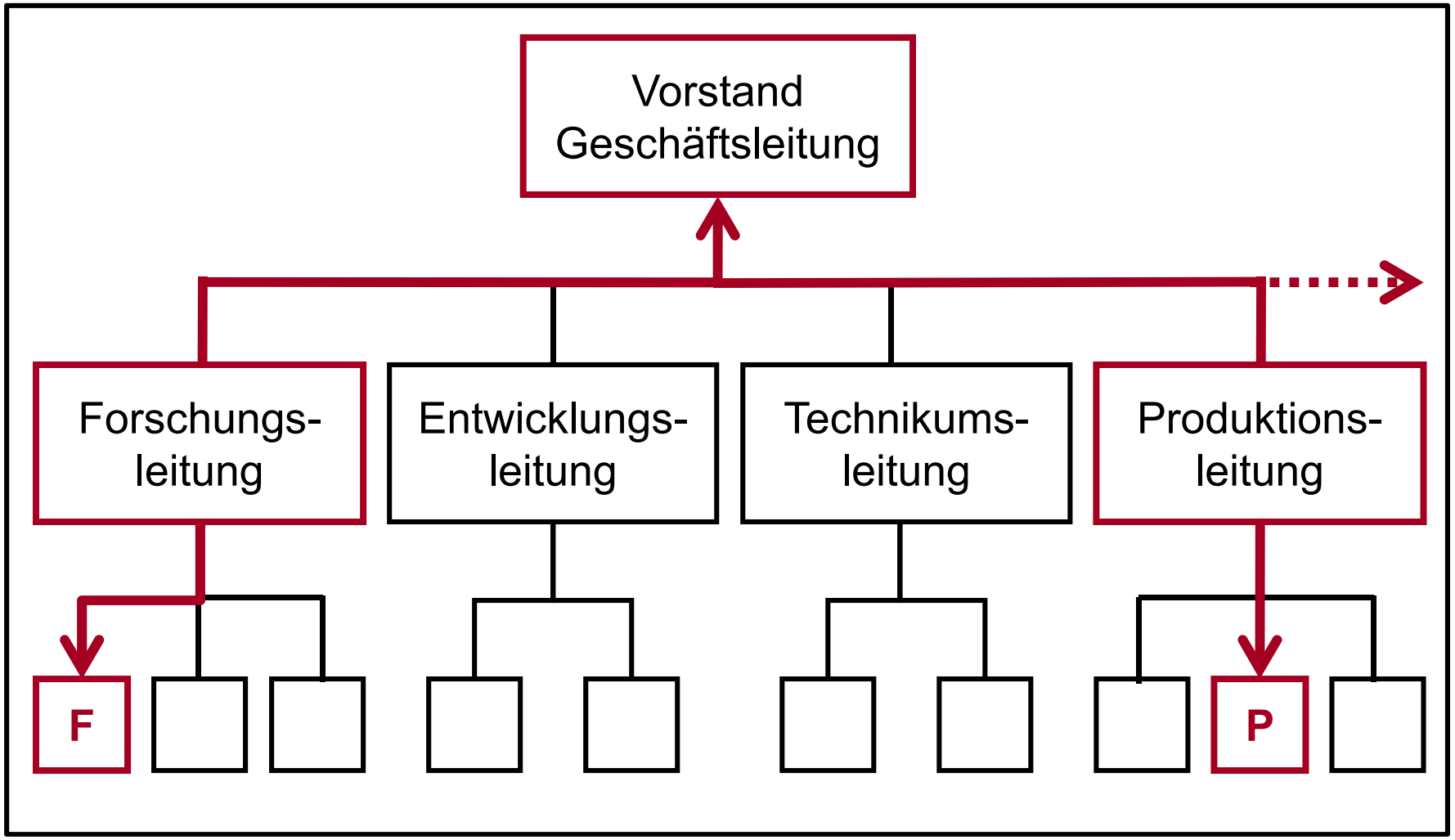
- Doktorand (m/w/d)
- Professor (m/w/d)
- Habilitand (m/w/d)
- Stakeholder, hochschulintern
- Stakeholder, hochschulextern

→ **SFB/GK-System**

Rainer Bürstinghaus

Informations- und Entscheidungswege.

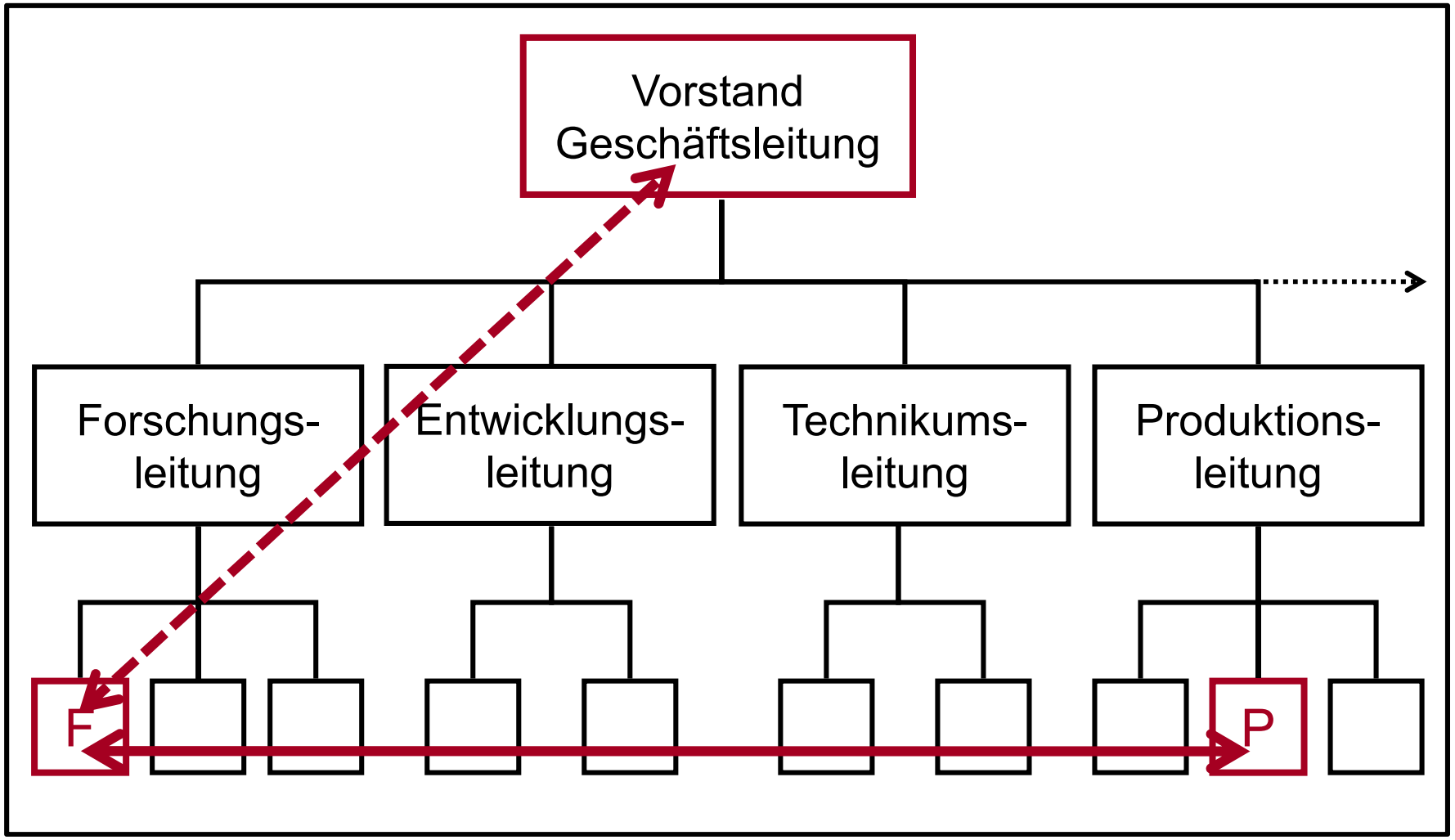
Klassisch hierarchische Organisation in Unternehmen:



Rainer Bürstinghaus

Informations- und Entscheidungswege

Projektorientierte, „hierarchiearme“ Organisation:



Rainer Bürstinghaus

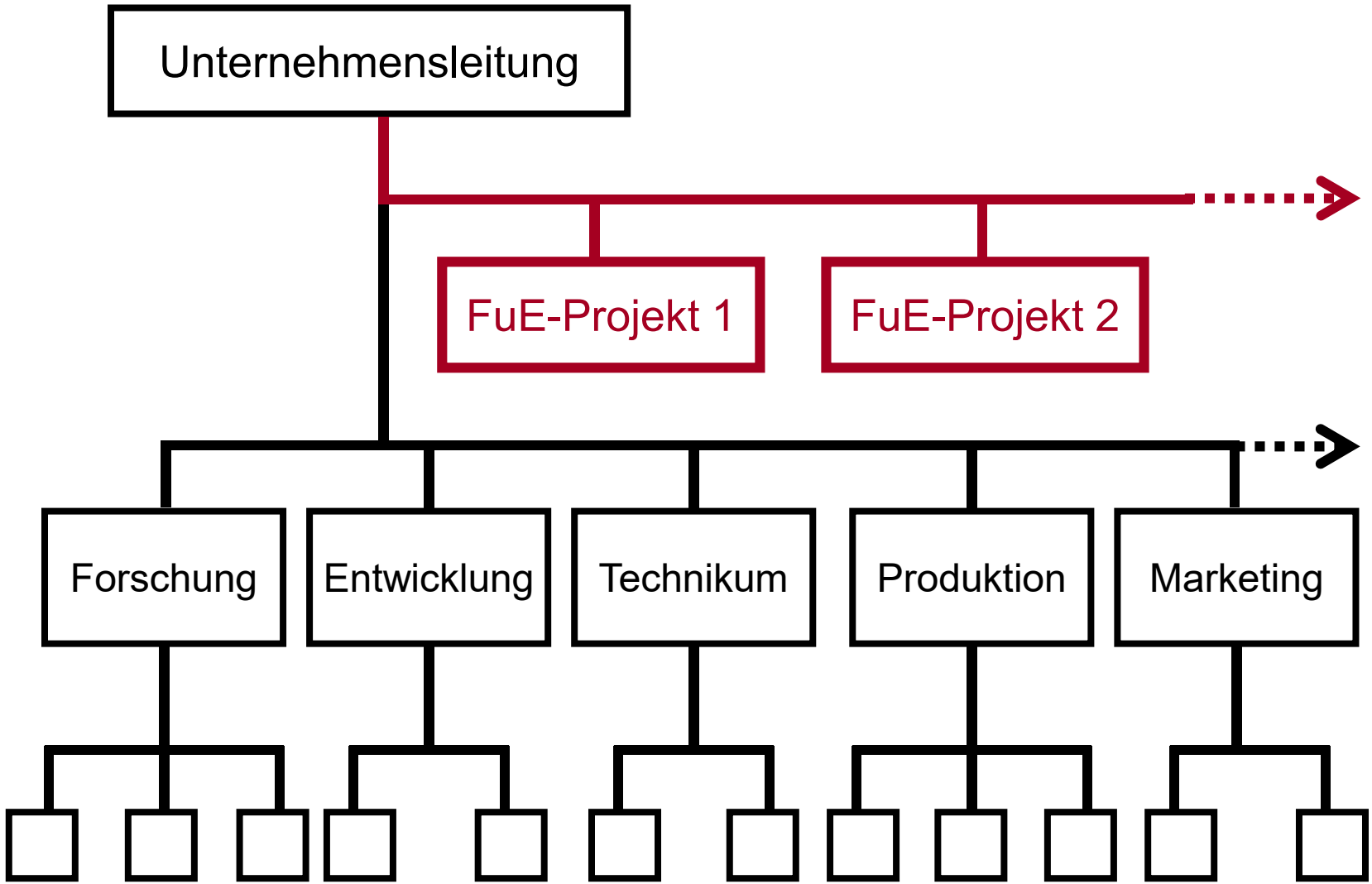
Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Grundformen der Aufbauorganisation in Projekten:

- Stabs-/Koordinationsorganisation.
- Reine Projektorganisation.
- Matrixorganisation.

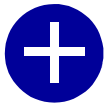
Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Stabs-/Koordinationsorganisation:



Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Stabs-/Koordinationsorganisation:



Vorteile:

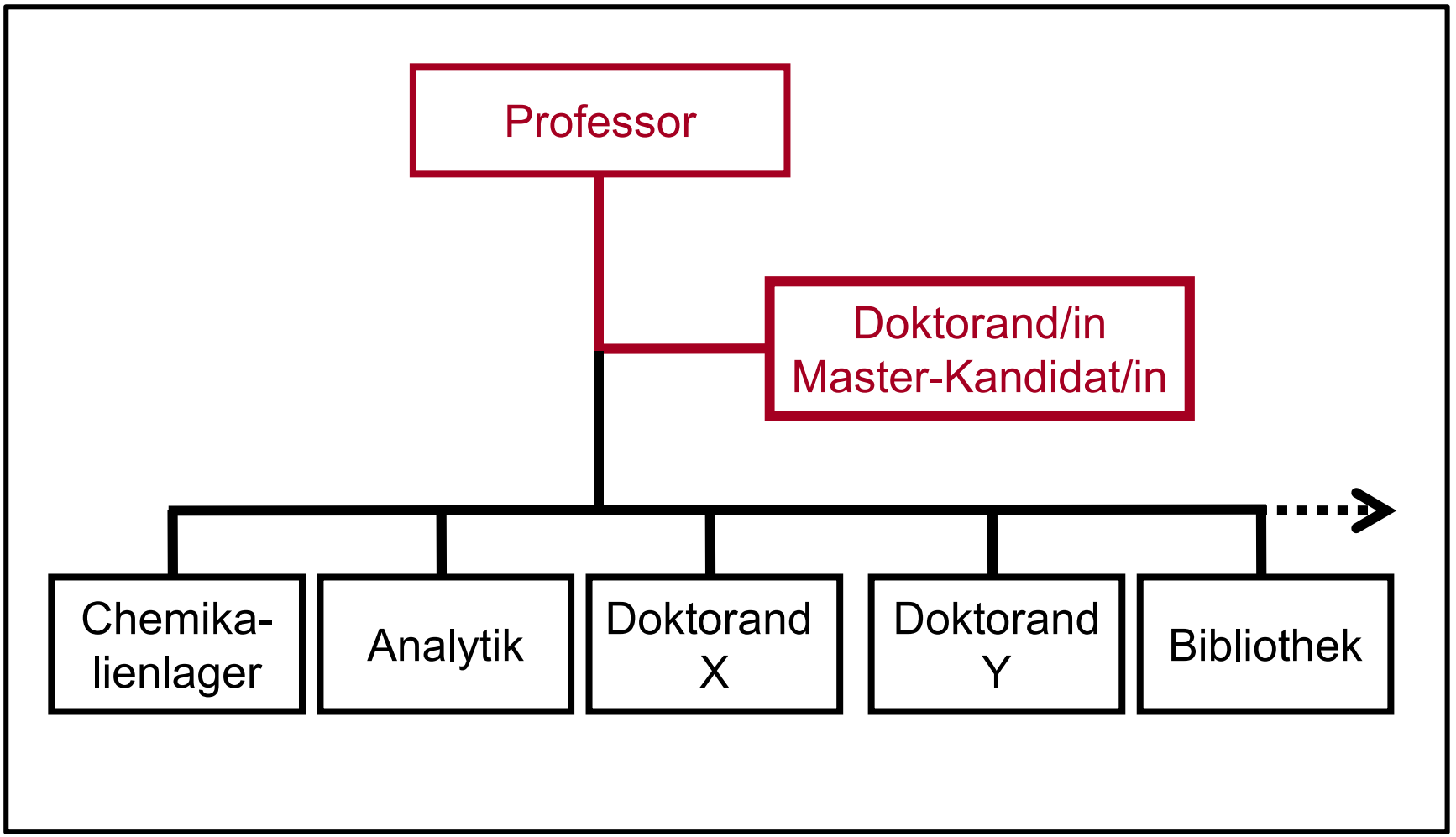
- Flexibler Personaleinsatz, ggf. mit Mehrfacheinbindung.
- Keine zusätzliche Organisationseinheit nötig.
- Die Projekt-Erfahrung bleibt in der Fachabteilung.

Nachteile:

- Kommunikationsprobleme durch Abteilungsgrenzen.
- Mitunter lange Entscheidungswege.
- Der Projektleiter (m/w/d) hat kaum Weisungsbefugnis.
- Projektbeteiligte fühlen sich nicht voll verantwortlich.
- Es entsteht kein echter Teamgeist.
- Synergien und Emergenzen entfalten sich nicht voll.

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

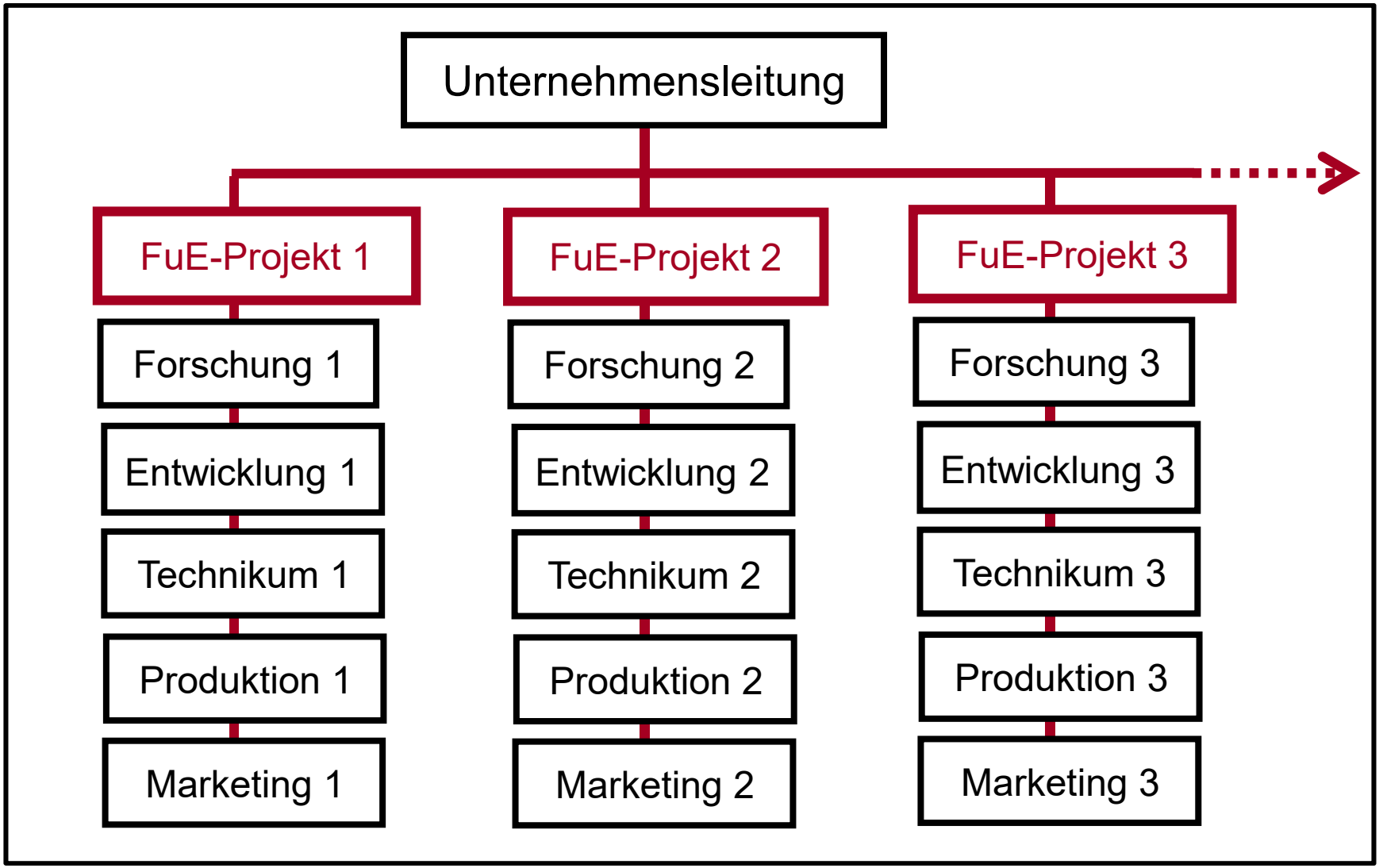
Stabsorganisation bei Hochschul-Forschungsarbeiten:



Rainer Bürstinghaus

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Reine Projekt-Organisation: (⟶ "Taskforce")



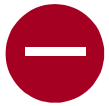
Rainer Bürstinghaus

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Reine Projekt-Organisation: (⟶ "Taskforce")

Vorteile:

- Alle Arbeitskräfte sind zu 100% im Projekt fokussiert.
- Kurze Entscheidungswege, rasche Reaktionszeiten.
- Hohe Identifikation der Teamplayer mit dem Projekt.
- Der Projektleiter (m/w/d) hat volles Weisungsrecht.

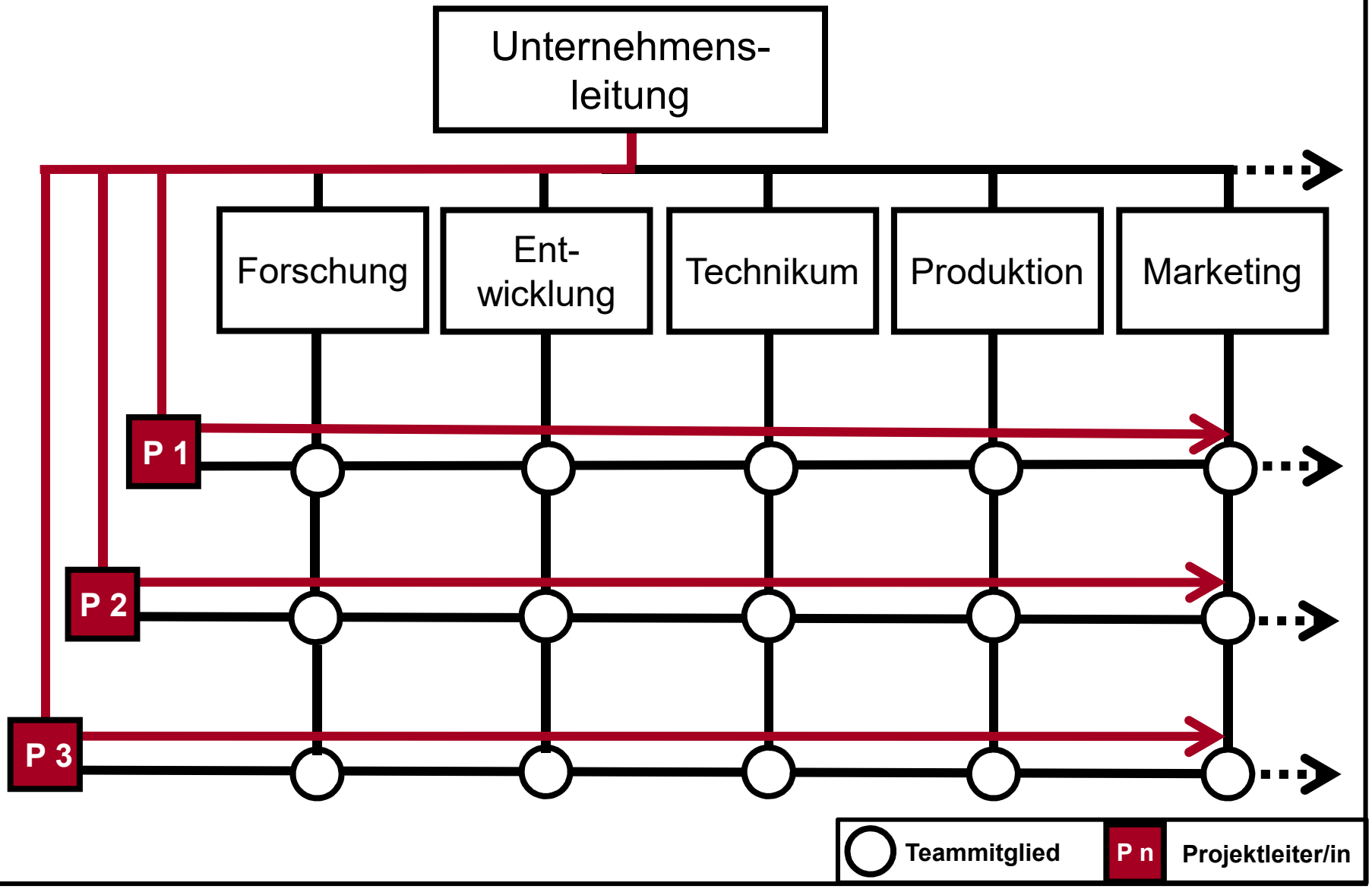


Nachteile:

- Unzureichend genutzte Synergie-Effekte zwischen unterschiedlichen FuE-Projekten. Unterentwickelte temporäre Einbindung externer Fachspezialisten.
- Bei Projektabschluss: Das Projekt-Know-how kann verloren gehen.
- Die Teamauflösung kann für die einzelnen Mitglieder Reintegrationsprobleme mit der Linie erzeugen.

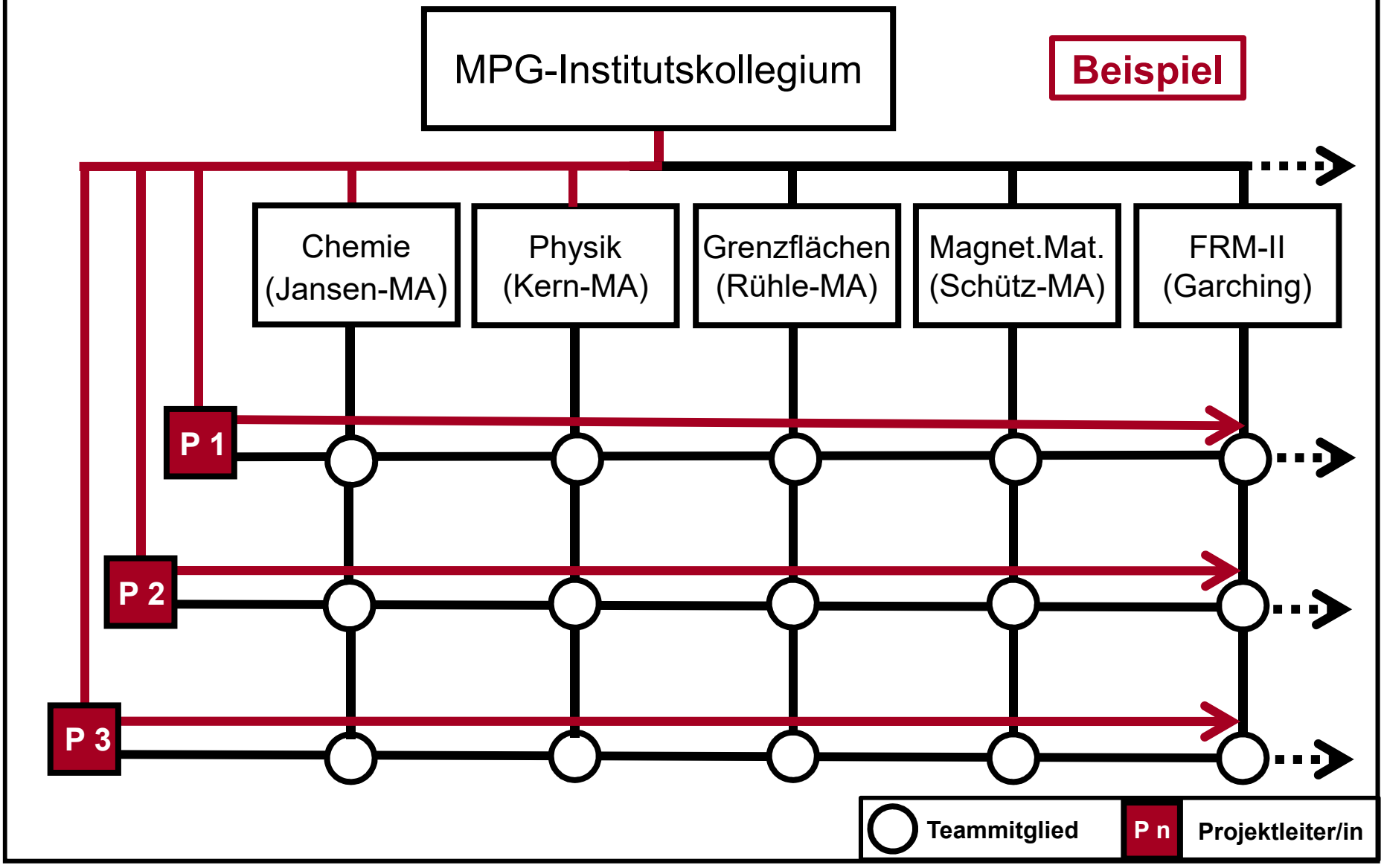
Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Matrix-Organisation:



Rainer Bürstinghaus

Zweckmäßige Aufbauorganisation: **Matrix-Organisation in Forschungsinstituten mit SFBs oder Graduiertenkollegs:**



Rainer Bürstinghaus

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Matrix-Organisation:

Vorteile:

- Flexibler Personaleinsatz, der die Kontinuität der Mitarbeiterlaufbahn in der Linie garantiert.
- Gezieltes Einbindungen spezialisierter Fachabteilungen.
- Transdisziplinäre Sicht, Synergien durch hohe Vernetzung.
- Der Projektleiter (m/w/d) hat die Vorgehensverantwortung.

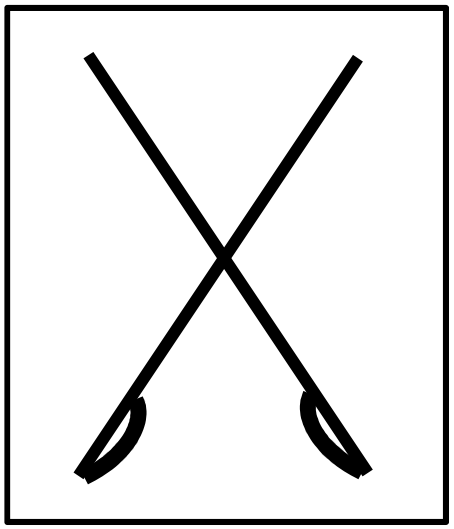
Nachteile:

- Interessenkonflikte „Linie ↔ Projekt“ sind möglich.
- Mitunter Kompetenzkonflikte „Projektleiter ↔ Linienchefs“.
- Gefahr des „stillen“ Projektboykotts durch Linienmitarbeiter.
- „Bremswirkungen“ längerer Entscheidungszeiten.
- Die strikte Konzentration auf das Zielsystem kann leiden.

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Matrixorganisation: Linienziele ⟷ Projektziele.

Projektarbeit

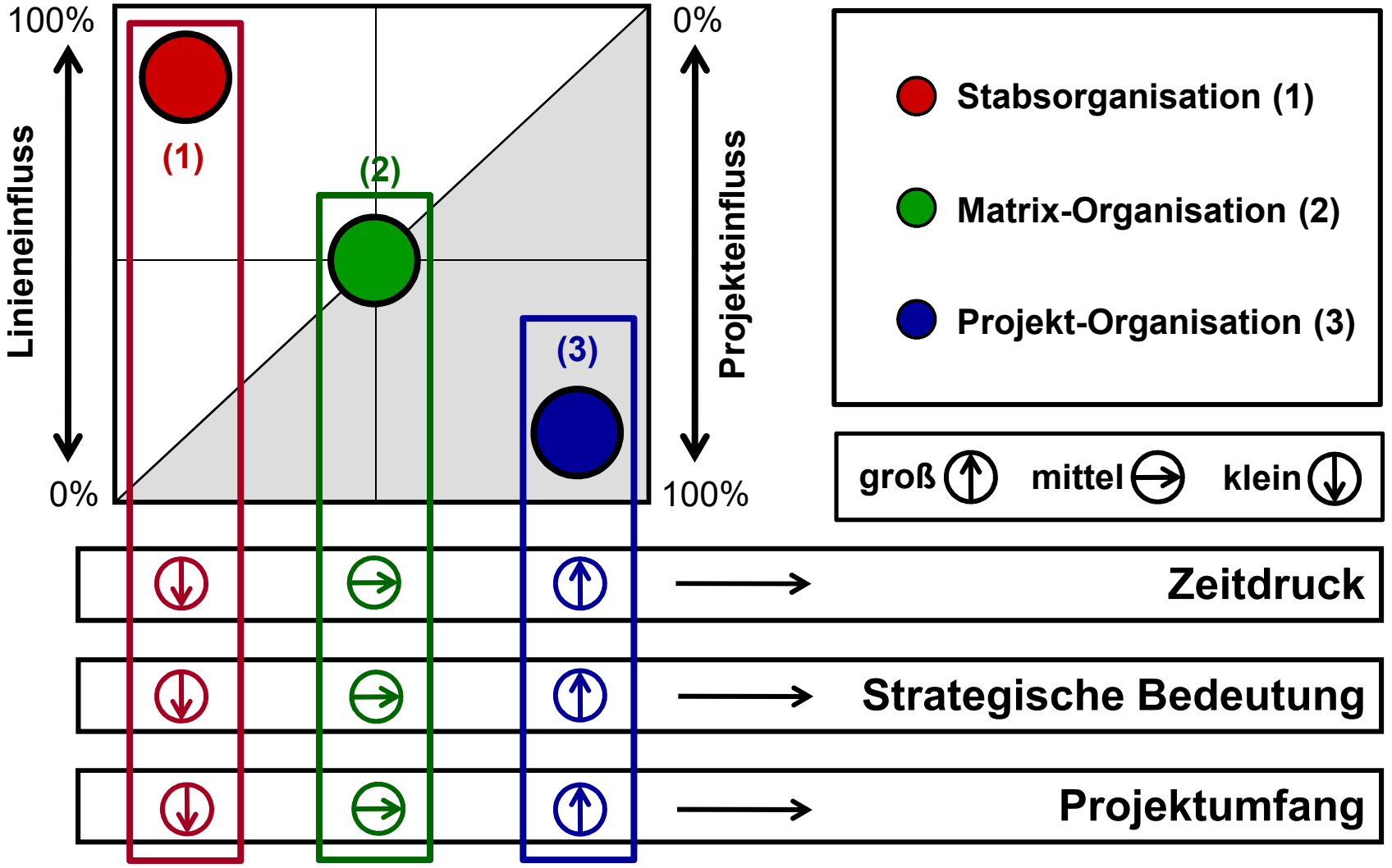


Linienarbeit

Notwendig: „Verteidigung“ der Projektinteressen gegen die (legitimen) Linieninteressen!

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Weisungs-/Entscheidungseinflüsse (Linie/Projekt):



Rainer Bürstinghaus

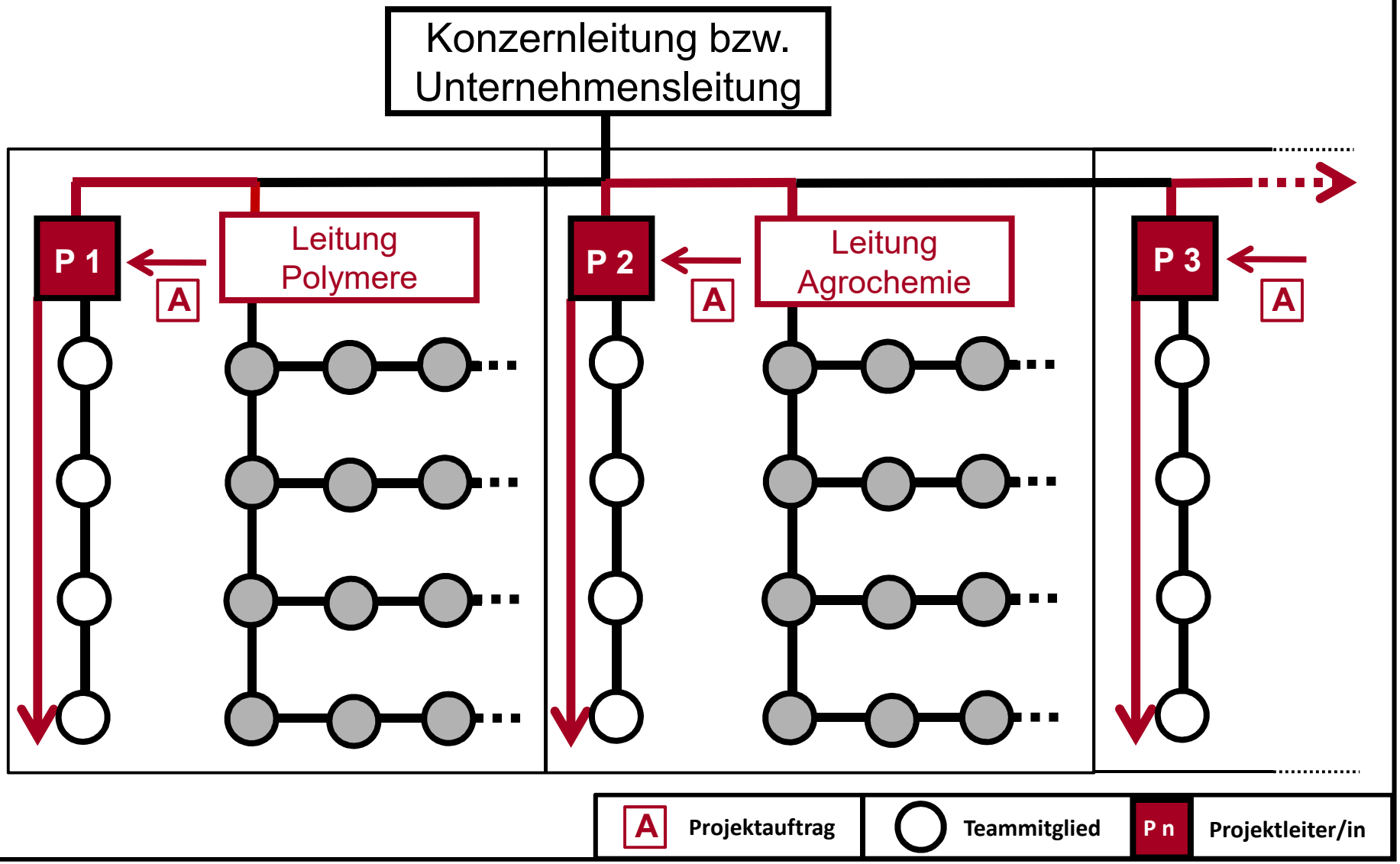
Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Einige Ergänzungsformen der Aufbauorganisation:

- Produktorganisation/Auftragsorganisation.
- Pool-Organisation.
- Tensor-Organisation.
- Virtuelle Organisation.
- Unternehmensübergreifende Organisation.

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Produktorganisation/Auftragsorganisation:



Rainer Bürstinghaus

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Produktorganisation/Auftragsorganisation:

Vorteile:

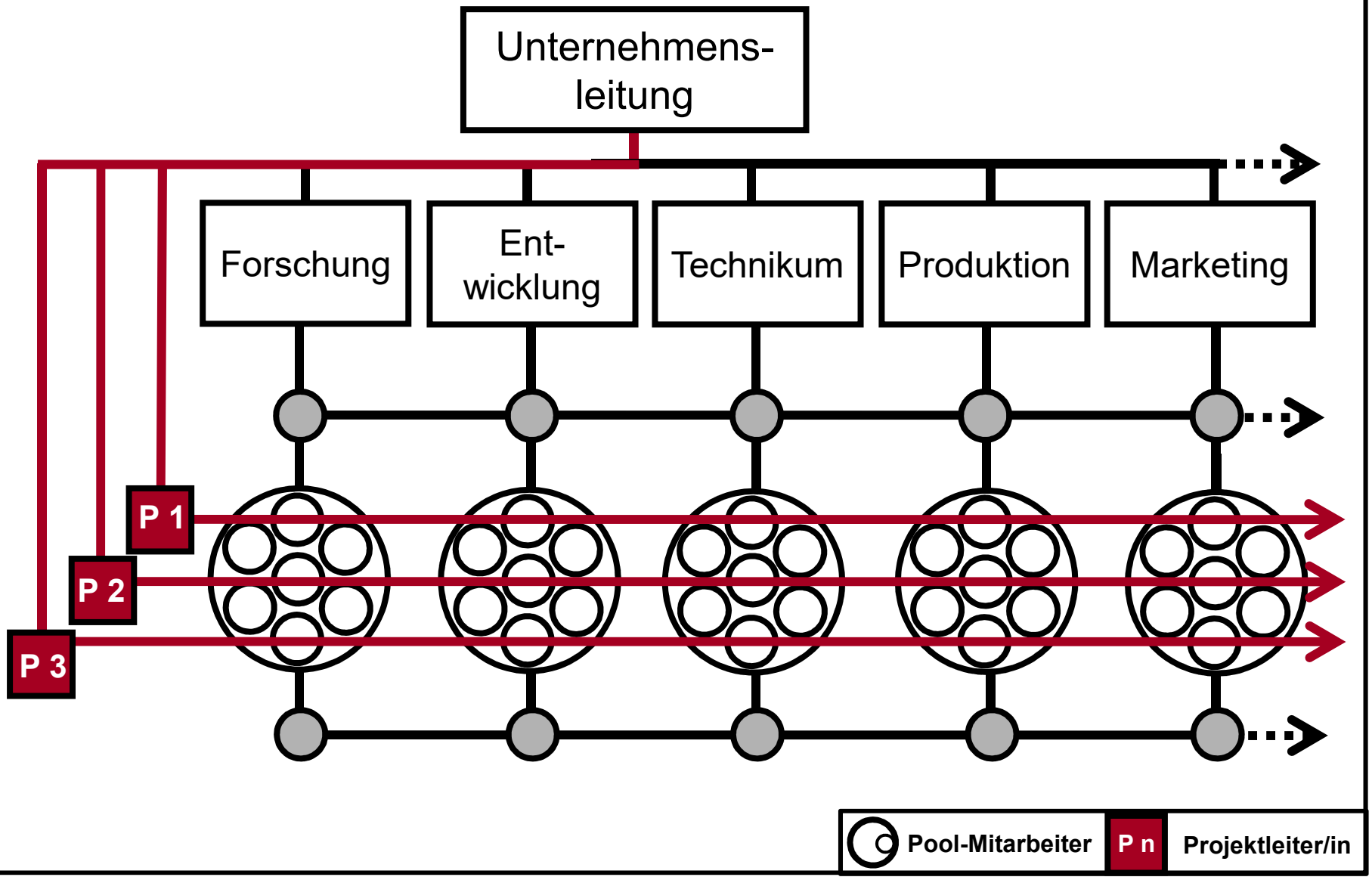
- Der Projektleiter (m/w/d) hat volles Weisungsrecht.
- Keine Reintegrationsprobleme nach dem Projektende.
- Hohe Identifikation der Beteiligten mit dem Projekt.
- Externe Kunden haben einen definierten Ansprechpartner.
- Eignung für Konzerne/Großunternehmen.

Nachteile:

- Gefahr eines „abgekapselten“ Unternehmens im Unternehmen mit geringem fachlichem Austausch.
- Mögliches „Konkurrenzdenken“ zwischen den Unternehmensbereichen.

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

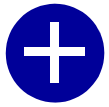
Pool-Organisation:



Rainer Bürstinghaus

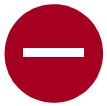
Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Pool-Organisation:



Vorteile:

- Einige Pluspunkte der reinen Projektorganisation.
- Keine „Auflösung“ der Linienorganisation erforderlich.
- Termingenauer, befristeter Einsatz von Spezialisten.
- Projektmitglieder verstehen sich als Dienstleistende.
- Die benötigten Experten haben Projekterfahrung.

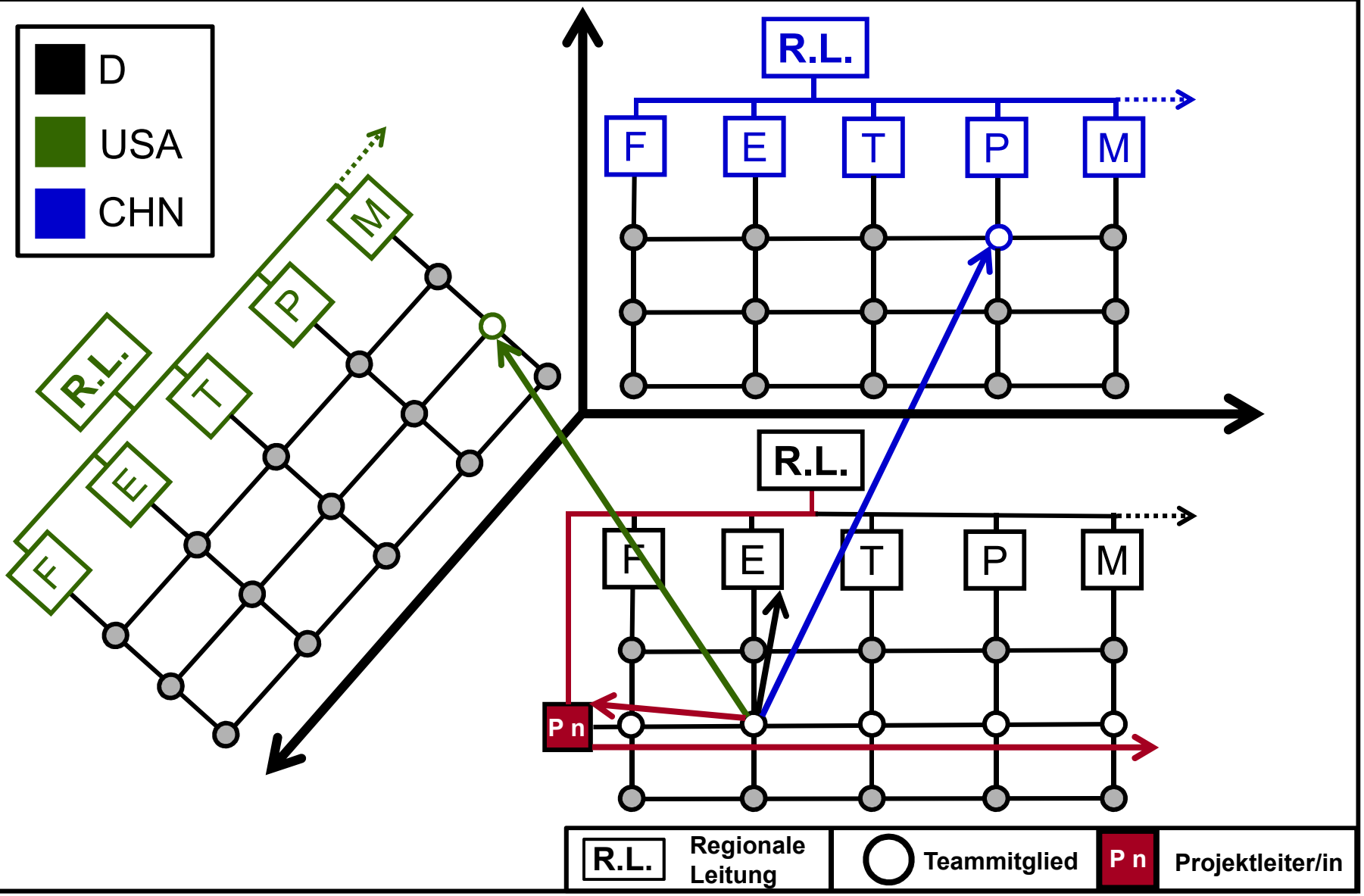


Nachteile:

- Die „Topp-Experten“ im Pool sind oft „ausgebucht“.
- Prioritätskonflikte bei „Multiprojekt-Spezialisten“.

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Tensor-Organisation:



Rainer Bürstinghaus

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Tensor-Organisation:

Vorteile:

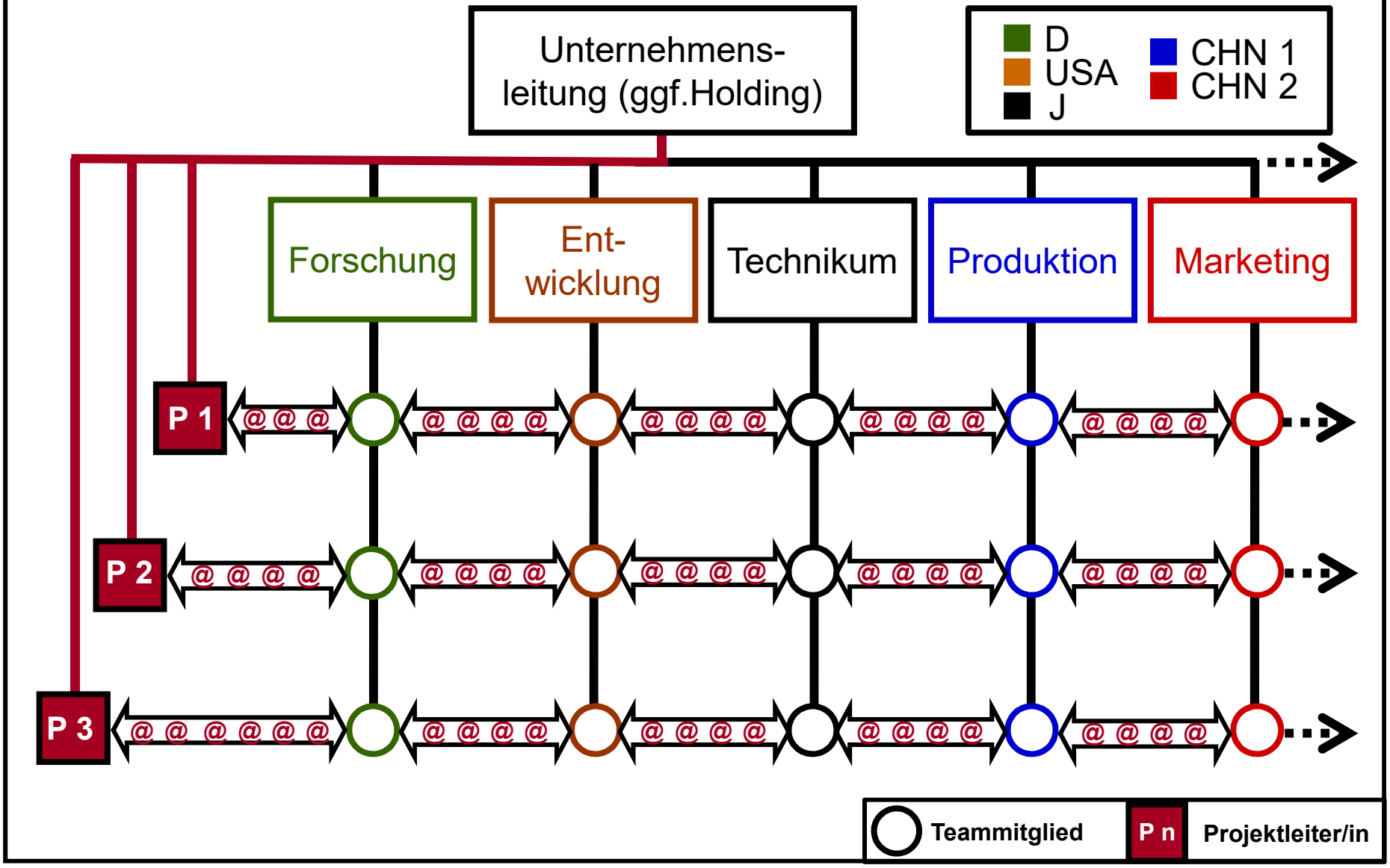
- Flexibler, sofort wirksamer Personaleinsatz.
- Effektive Einbindung unterschiedlicher Regionen.
- Transnationale Sicht, Synergien durch hohe Vernetzung.
- Projektleiter (m/w/d) trägt die Vorgehensverantwortung.

Nachteile:

- Kompetenzgerangel bei wichtigen Entscheidungen.
- Mehrere „Vorgesetzte“ pro Teammitglied.
- Aufwändige Projektleitung, hoher Koordinationsaufwand.
- Mitunter lange Entscheidungs- und Reaktionszeiträume.

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Virtuelle Organisation:



Rainer Bürstinghaus

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Virtuelle Organisation:

Vorteile:

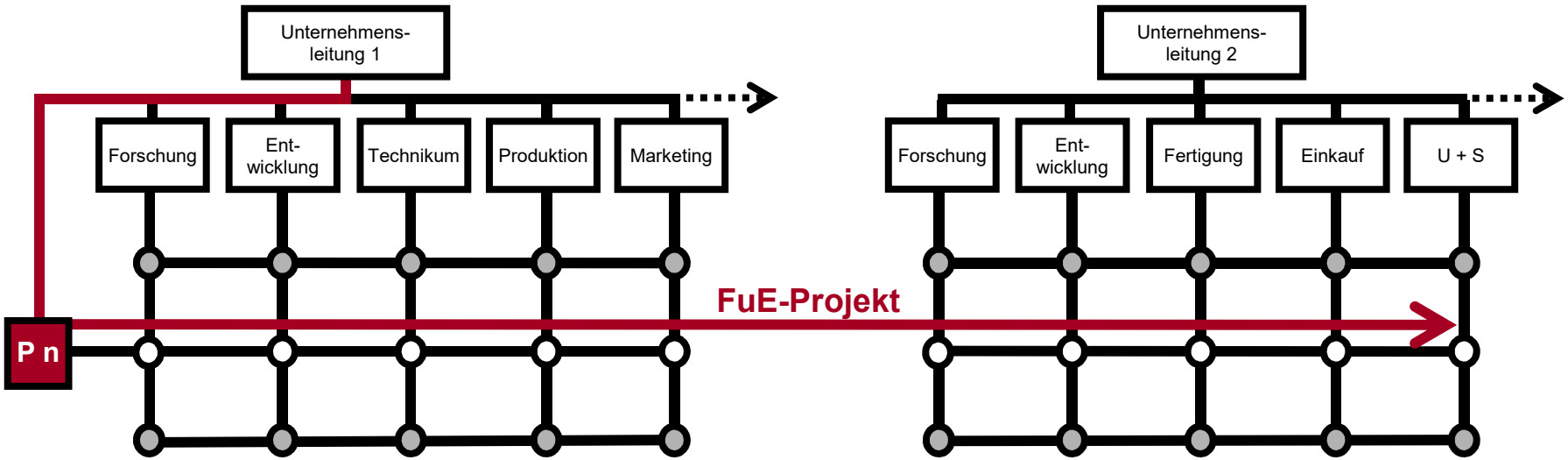
- Die weltweite Einbindung Projektbeteiligter ist möglich.
- Kontinuierliche Entwicklung trotz lokaler Zeitunterschiede.
- Nutzung regional unterschiedlicher Expertisen.
- Niedrige Lohnkosten in anderen Ländern.
- Die Arbeitsresultate werden laufend weitergeleitet (@).

Nachteile:

- Gefahr „virtueller Desorganisation“, „Informationsflutung“.
- Zusätzlicher Kommunikationsaufwand.
- Erschwerte Bedingungen der „Teambildung, -arbeit“.
- Anfälligkeit gegenüber Spionage/Know-how-Abfluss.

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Unternehmensübergreifende Projektorganisation:
Forschungsallianz mit einer Duplexmatrix-Struktur.



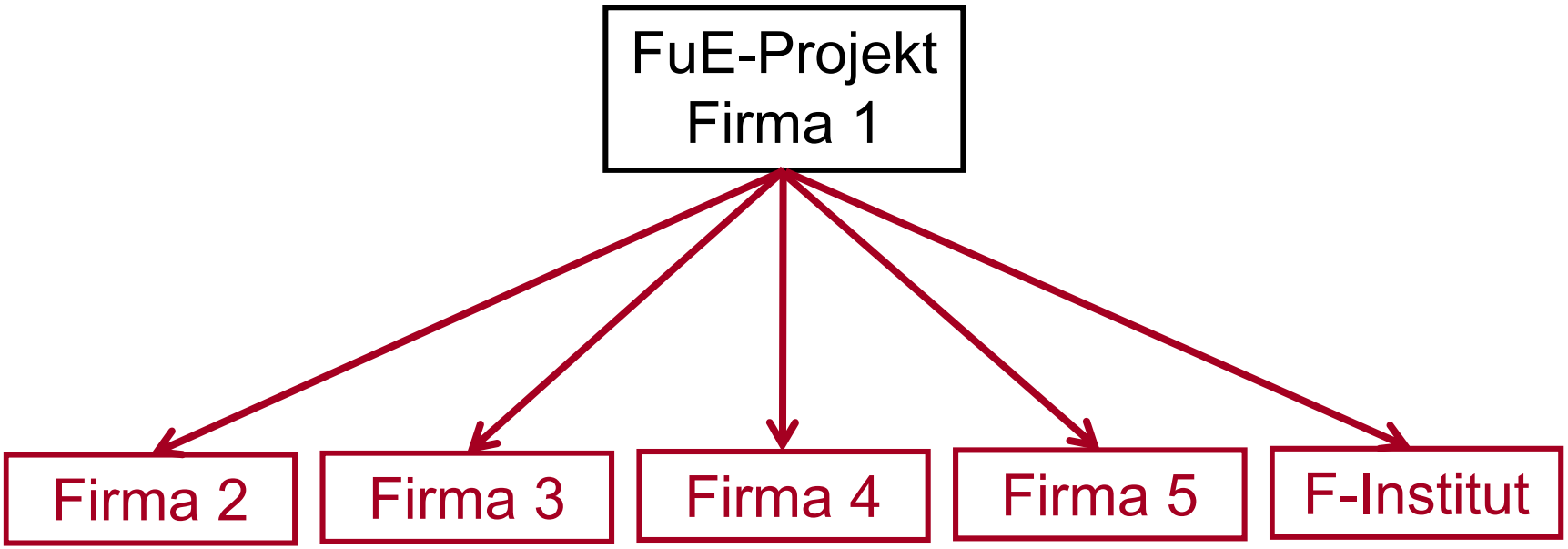
Strategische Forschungsallianz

Teammitglied | P n | Projektleiter/in

Rainer Bürstinghaus

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

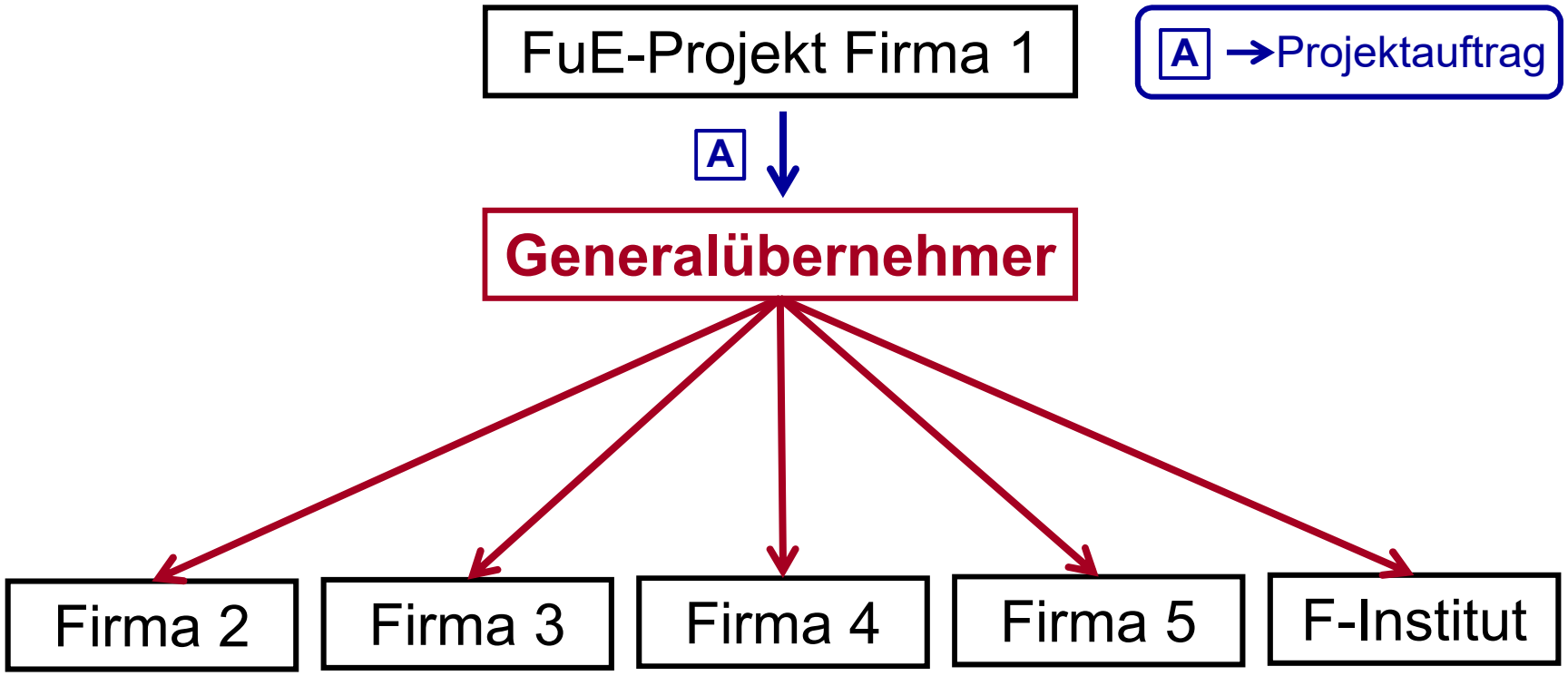
Unternehmensübergreifende Projektorganisation:
Einzelverträge mit definierten, zielführenden Aufträgen.



Vergabe von Einzelaufträgen an fähige Unternehmen und Institute.

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

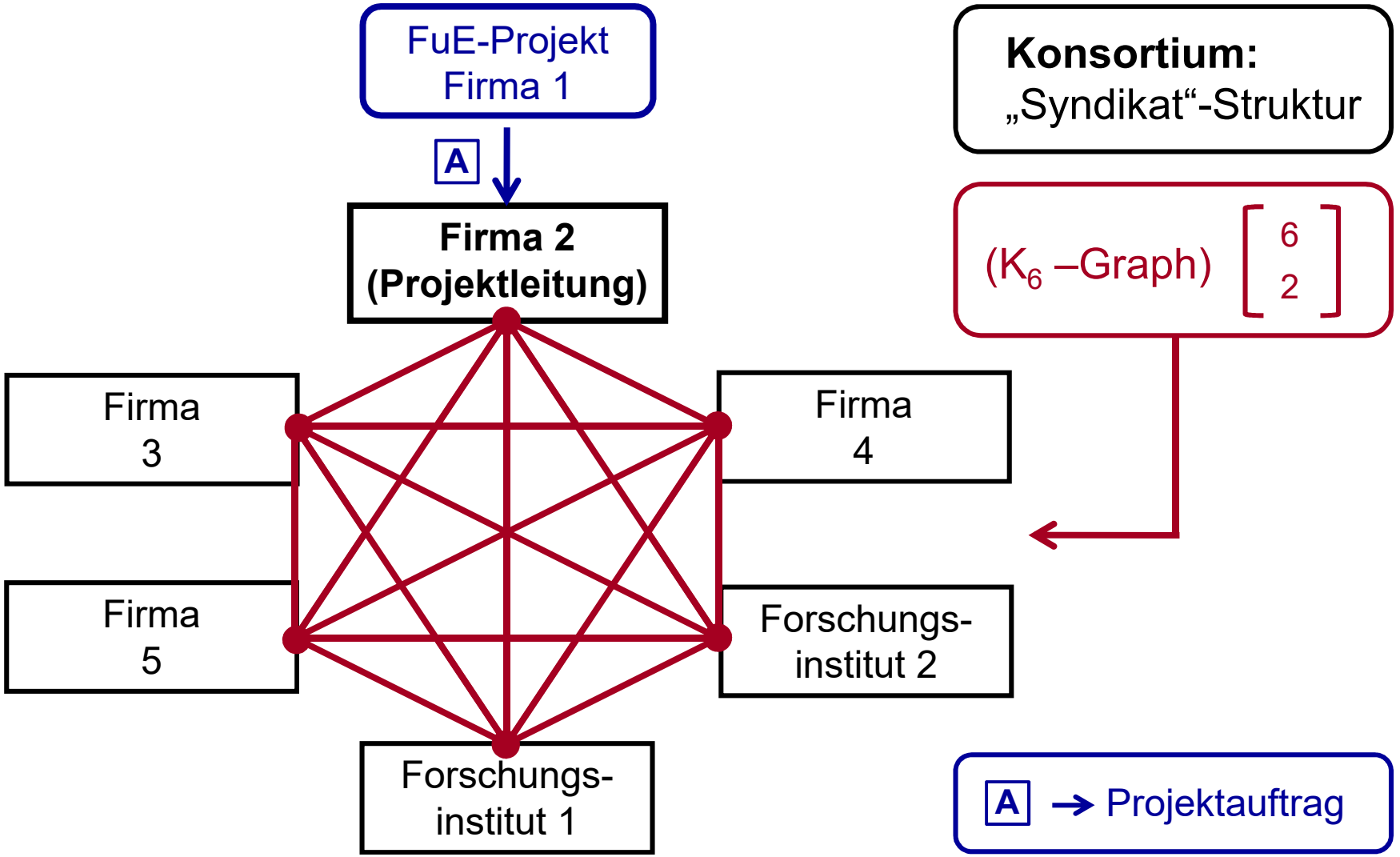
Unternehmensübergreifende Projektorganisation:
Projektleitungsvertrag mit einem „Generalübernehmer“.



Projektvergabe an *einen* kompetenten *Generalübernehmer.*

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Unternehmensübergreifende Organisation: → Konsortium



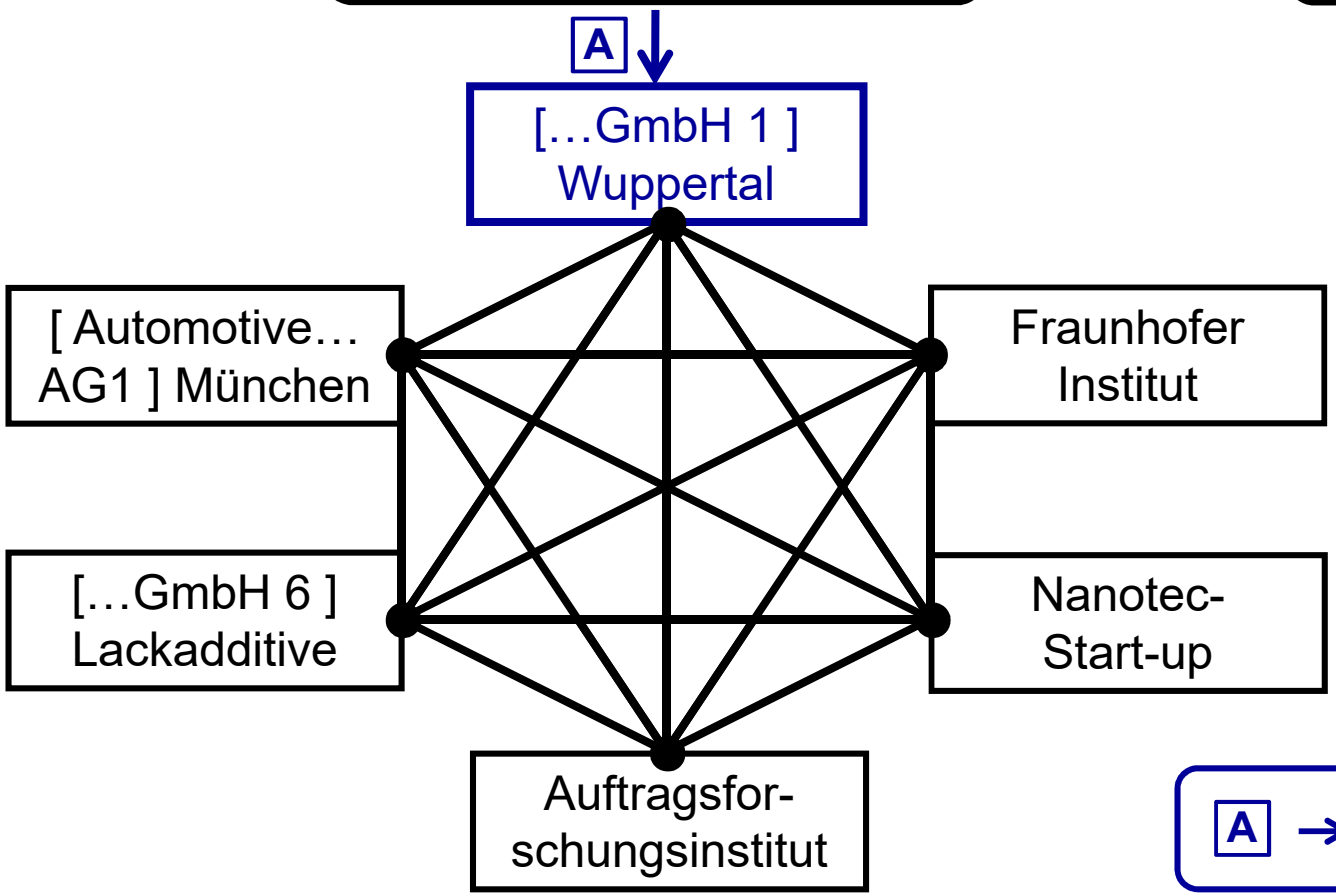
Rainer Bürstinghaus

Unternehmensübergreifende Organisation
Projekt: „Hochelastische Klarlackierungen…“

Beispiel P1

FuE-Projekt eines Chemie-Unternehmens

Vergabe an ein **Konsortium**



A → Projektauftrag

Rainer Bürstinghaus

Zweckmäßige Aufbauorganisation von FuE-Projekten

Unternehmensübergreifende Projektorganisationen:

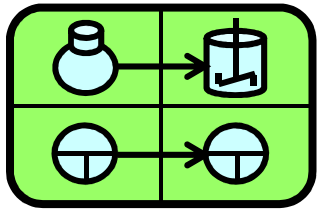
Vorteile:

- Guter Organisationsrahmen für transregionale und branchenübergreifende Großprojekte.
- Transparenz der Arbeitsergebnisse für *alle* Firmen (@).
- Glatter Projektablauf trotz unterschiedlicher Branchen.
- Ggf. Möglichkeiten zur Nutzung staatlicher Fördermittel.

Nachteile:

- Unterschiedliche Firmenkulturen wirken als „Barrieren“.
- Voneinander abweichende Strukturen oder Abläufe.
- Sehr hoher Koordinationsaufwand.
- Wahrscheinlichkeit einer „virtuellen Desorganisation“.

FuE-Projektmanagement in der Chemieindustrie



Lerninhalt ⟶

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten.

Planung von FuE-Projekten, Charakteristika.

Planung ist die Voraussetzung und die **Vorbereitung für zukünftiges Handeln**, um dieses zielorientiert, effektiv und wirtschaftlich zu gestalten.

Durch eine sorgfältige und vollständige Planung wird die **Zukunft eines Projekts** („Voraus(ent)wurf“!) und somit dessen Erfolgsaussicht **vorweggenommen**!

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten

Planung von FuE-Projekten, Charakteristika.

Was das Projektteam nicht plant, das wird es kaum erreichen! Nach gründlichem ***Nach***denken muss es zu entschlossenem ***Voraus***denken übergehen!

Nach einem ersten Entwurf umfasst die Projektplanung, insbesondere bei FuE-Vorhaben, einen **sich periodisch wiederholenden, „iterativen“ Vorgang**, der von stetiger Verbesserung und Präzisierung bestimmt wird!

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten

Planbarkeit von FuE-Projekten, Grenzen.

Wichtig:
„Planen, was planbar ist!“ (Zum Beispiel die Experimente nach Art und Zahl, Versuchsaufbauten, Chemikalien, Analysen, Laborgeräte, Reaktionsbedingungen, Personalbedarf, etc.).

FuE-Projekte sind „unsichere“, in Hinblick auf die angestrebte Zielerreichung „riskante“ Vorhaben, welche durch ihre Neuheit und Einmaligkeit mit hoher Ergebnisunsicherheit und lebhafter Änderungsdynamik verbunden sind!

“Forschung kann man planen,
Forschungsergebnisse sind dagegen nicht planbar!“

(Quelle: R. Criegee, D. Seebach in Karlsruhe und Zürich)

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten

Planungsaufwand bei FuE-Projekten, Notwendigkeit.

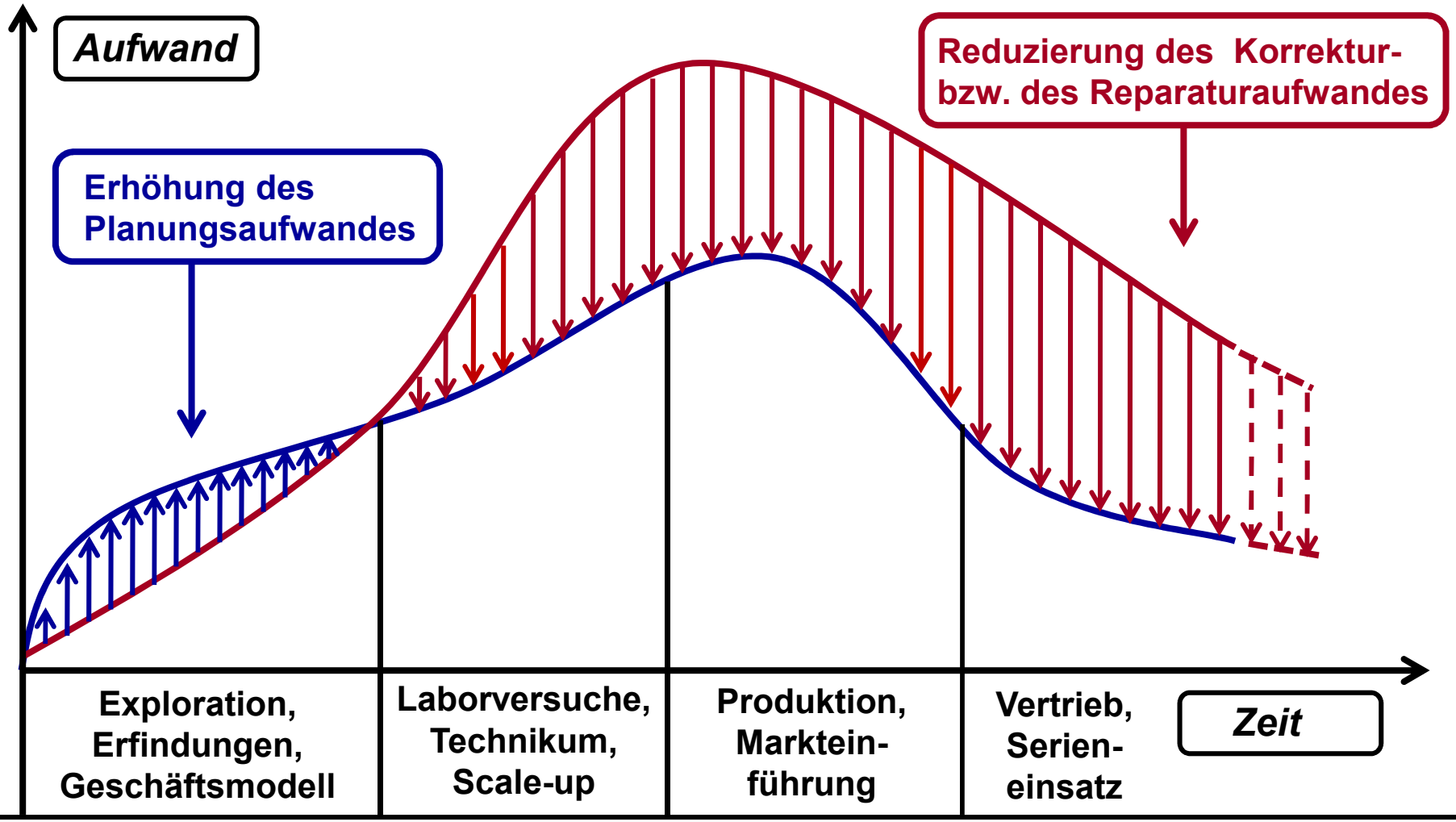
Viel zu oft werden **Projekte mit unscharfen Zielsystemen und ohne ausreichende Planungen gestartet**, in der irrigen Annahme, dadurch die Laufzeiten und die Kosten zu minimieren.

Entsprechende Defizite vor dem Projektstart sind die eigentlichen Ursachen für Zeit- und Kostenüberschreitungen. Denn bei der Planung werden die Zielsysteme festgelegt, die „Roadmaps“ für die Abläufe gezeichnet, die grundlegenden Entscheidungen gefällt, sowie die bestgeeigneten Teamplayer in die Vorhaben eingebunden. **Dem professionellen Start kommt deswegen ein besonderes Gewicht zu.**

Eine Weisheit unter Projektleitern (m/w/d) lautet:
„Sage mir, wie Dein Projekt beginnt, und ich sage Dir, wie es enden wird...“

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten

Reduzierung des Korrektur- / „Reparatur“-Aufwands:

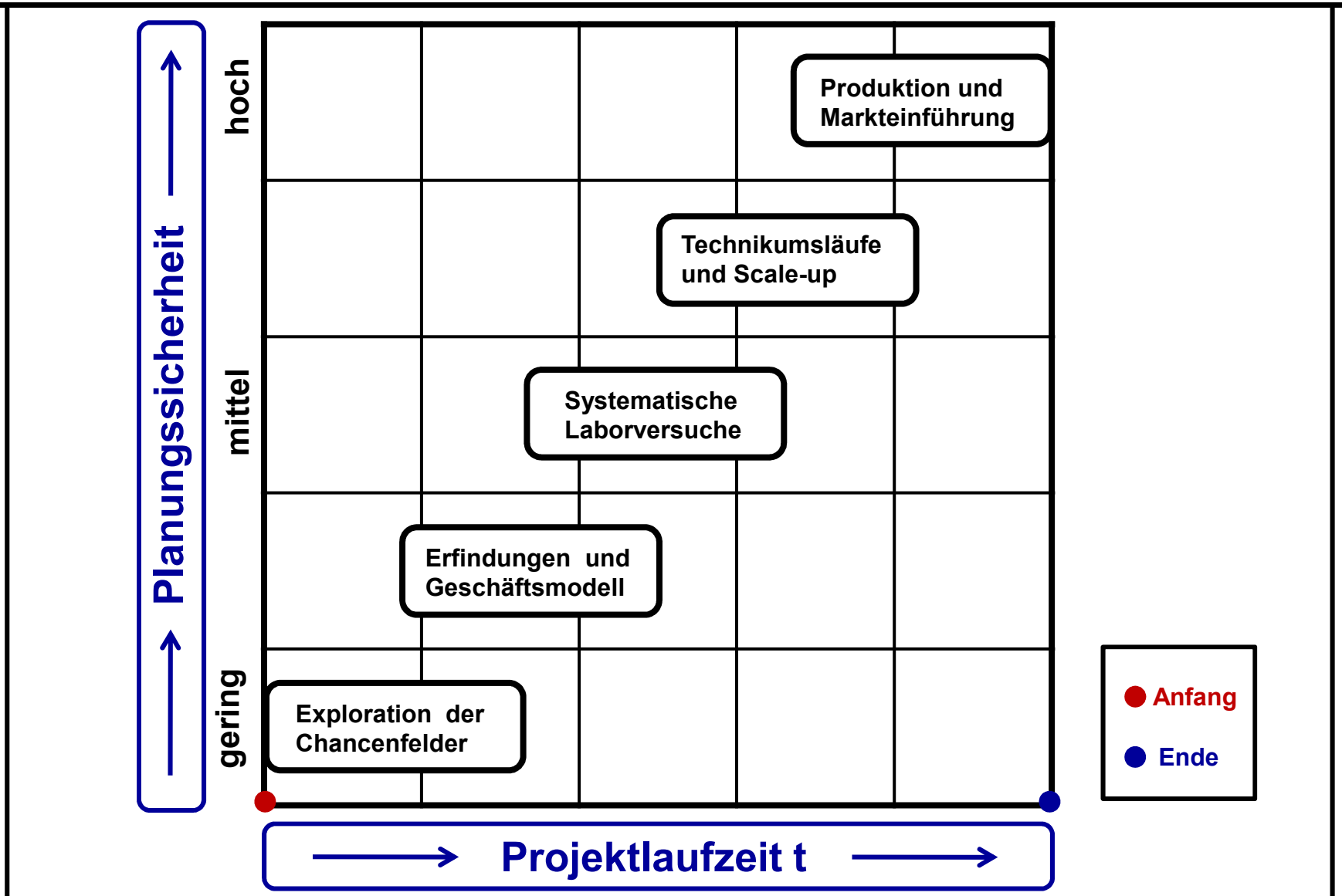


Vorteil früher und solider Planung: **Verringerung des Gesamtaufwandes**

Rainer Bürstinghaus

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten

Die Planungssicherheit wächst mit fortschreitender Projektlaufzeit t!



Rainer Bürstinghaus

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten

Ziele einer strukturellen Gliederung: ⟶

- Übersichtlichkeit für alle Stakeholder.
- Kenntnis der Komplexität des gesamten Vorhabens.
- Planungssicherheit hinsichtlich benötigter Ressourcen (FTE, €).
- Effektivität in Bezug auf die erforderlichen Aktionen.
- Mögliche Reduzierung der Projektkosten.
- Mögliche Senkung der Projektlaufzeit.
- Erhöhung der Kontroll- und Steuerungsfähigkeit.
- Risikominimierung bei der Projektabwicklung.

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten

Folgen gravierender Fehlplanungen bei FuE-Projekten
Typische „Reaktionskaskade“ nach Planungsfehlern:

1. Begeisterung für das FuE-Projekt, Optimismus…
2. Erhebliche Soll-Ist-Abweichungen…
3. Durchgängige Ernüchterung im Team…
4. „Flucht“ der Planungsverantwortlichen…
5. Suche nach den Schuldigen…
6. Vorzeitiger Abbruch des FuE-Projektes…
7. Vernichtung aller Daten und Fakten über die Fehlschläge…

:=) → Hier: „Worst Case Szenario“!

Rainer Bürstinghaus

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten

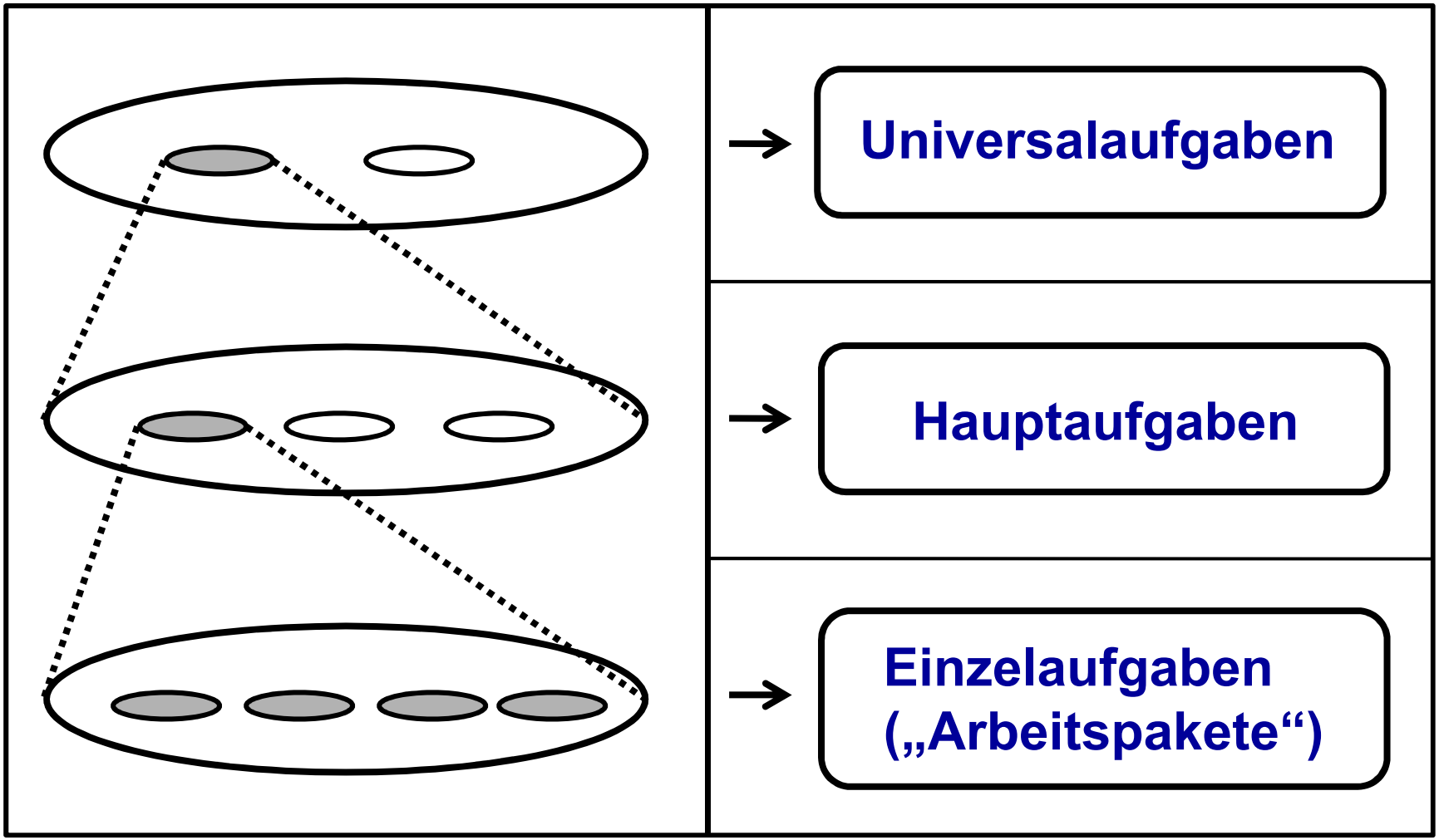
Praktikable und zielorientierte Durchführung.

Wichtig in der Praxis:

- *Alle* Funktionen im Projekt beteiligen!
- Zuerst in die Breite planen, danach (!) in die Tiefe gehen!
- Prinzip: Vom Groben zu den Details!

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten

Hierarchie der aufgabenbezogenen Planungsebenen:



Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten

Strukturplanung; Notwendige Schritte zur Herstellung von Übersichtlichkeit bei einer komplexen Universalaufgabe:

Diese vier Schritte sind nacheinander durchzuführen:

1) Gemeinsame Definition des vollständigen Zielsystems.
2) Sammeln aller zielrelevanten, zu lösenden Aufgaben.
3) Klassifizierung dieser Aufgaben nach Zahl der an ihrer Lösung jeweils beteiligten Facheinheiten/Fachabteilungen.
4) Konstruktion eines hierarchisch gegliederten Strukturplans.

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten

Strukturplanung; Notwendige Schritte zur Herstellung von Übersichtlichkeit bei einer komplexen Universalaufgabe:

Schritt 1	→ **Definition des Zielsystems**: Technische, zeitliche und wirtschaftliche Ziele gemeinsam vereinbaren.
Schritt 2	→ Gemeinsames **Sammeln aller** für die vollständige Erreichung des Zielsystems zu lösenden **Aufgaben**.
Schritt 3	→ **Klassifizieren dieser** zielrelevanten **Aufgaben** nach Anzahl der bei deren Lösung jeweils beteiligten Facheinheiten (F. E.).
Schritt 4	→ **Konstruktion eines Strukturplans** mit hierarchisch gegliederten Planungsebenen, welcher zusammen-hängende Aufgaben durch Linien verknüpft.

Rainer Bürstinghaus

Schritt 1 → **Definition des Zielsystems**: Technische, zeitliche und wirtschaftliche Ziele gemeinsam vereinbaren.

Technisch (P):

- Technische Eigenschaft A: Beschreibung mit überprüfbaren Daten.
- Technische Eigenschaft B: Beschreibung mit überprüfbaren Daten.
- Technische Eigenschaft C: Beschreibung mit überprüfbaren Daten.
- Technische Eigenschaft D: Beschreibung mit überprüfbaren Daten.
- Technische Eigenschaft E: Beschreibung mit überprüfbaren Daten. → →

Zeitlich (T):

- Projektstart: Datum; Projektende: Datum. → →

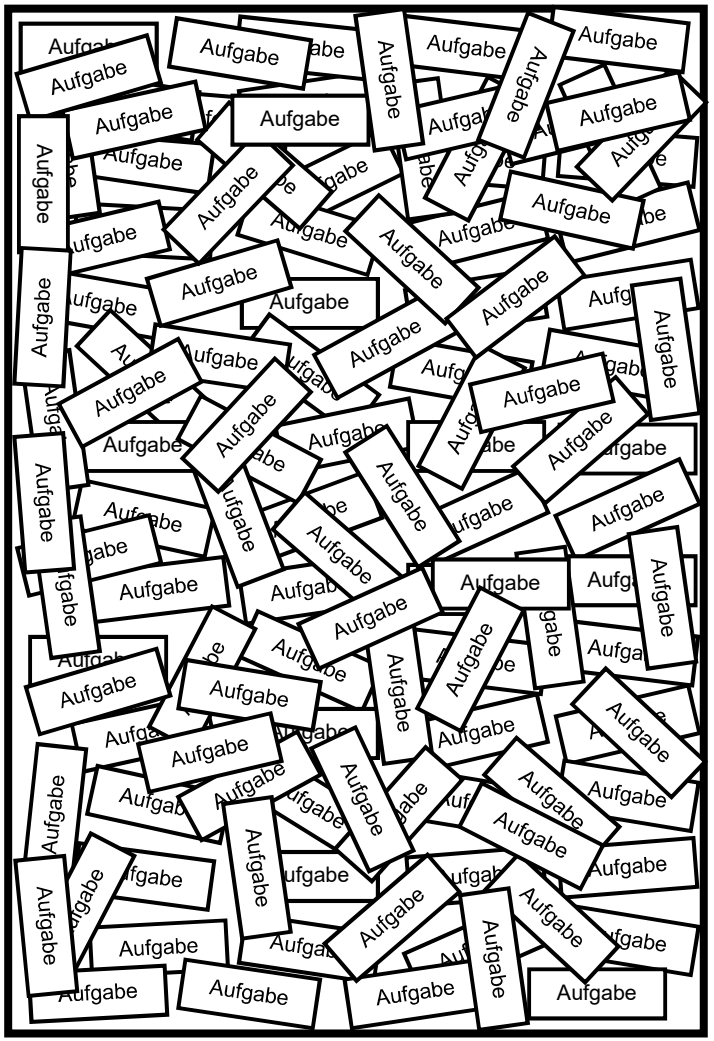
Ökonomisch (E):

- Marktanteil in einem bestimmten Markt: Datumsangabe und Prozentzahl.
- Projektkosten: Angabe in EURO; Return of Investment: Datumsangabe.
- Herstellkosten: Angabe in EURO/kg. → →

Rainer Bürstinghaus

Schritt 2 → Gemeinsames **Sammeln aller** für die vollständige Erreichung des Zielsystems zu lösenden **Aufgaben**.

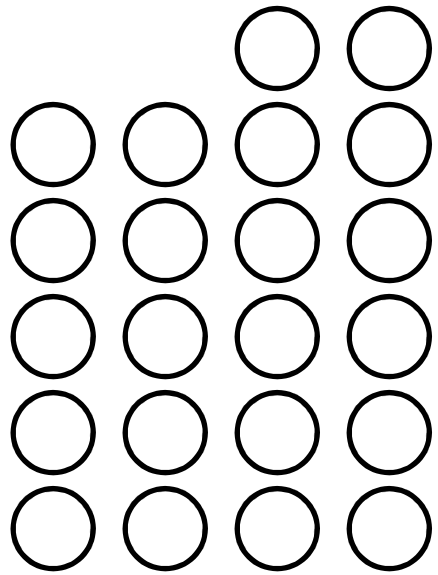
- Vertrieb
- Patente/Marken/Lizenzen
- Technisches Marketing
- Forschung
- Entwicklung
- Verfahrenstechnik
- Produktion
- Umweltschutz/Sicherheit



Rainer Bürstinghaus

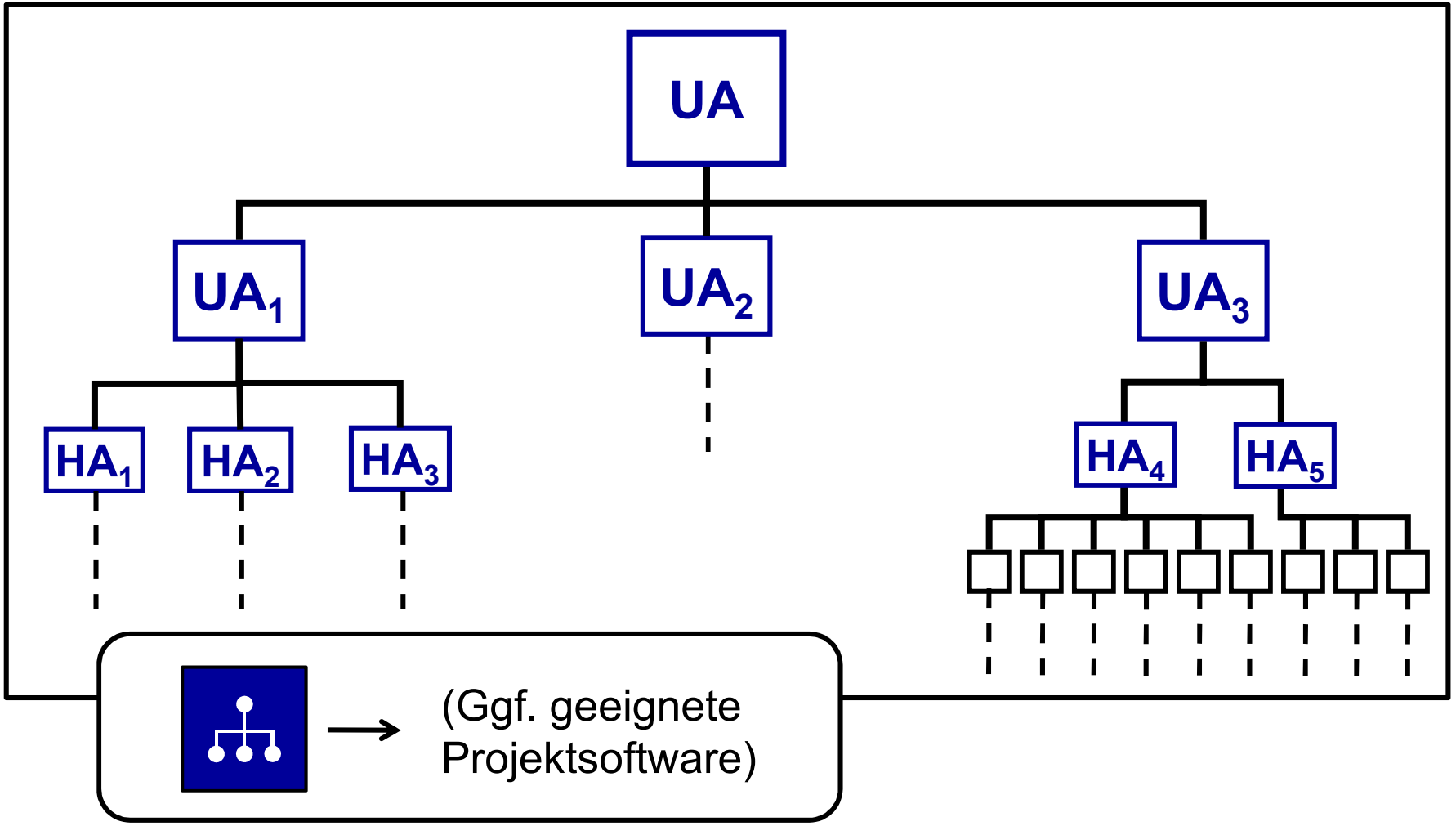
Schritt 3 → **Klassifizieren dieser** zielrelevanten **Aufgaben** nach Anzahl der bei deren Lösung jeweils beteiligten Facheinheiten (F. E.).

Teilprojekte: Alle F. E. beteiligt	*Mehr als zwei F. E. beteiligt*	*Zwei F. E. beteiligt*	*„Arbeitspaket“ Aufgabe **einer** F. E.*
UA UA	HA HA HA		
Universalaufgaben	**Hauptaufgaben**	**Tandemaufgaben**	**Einzelaufgaben**



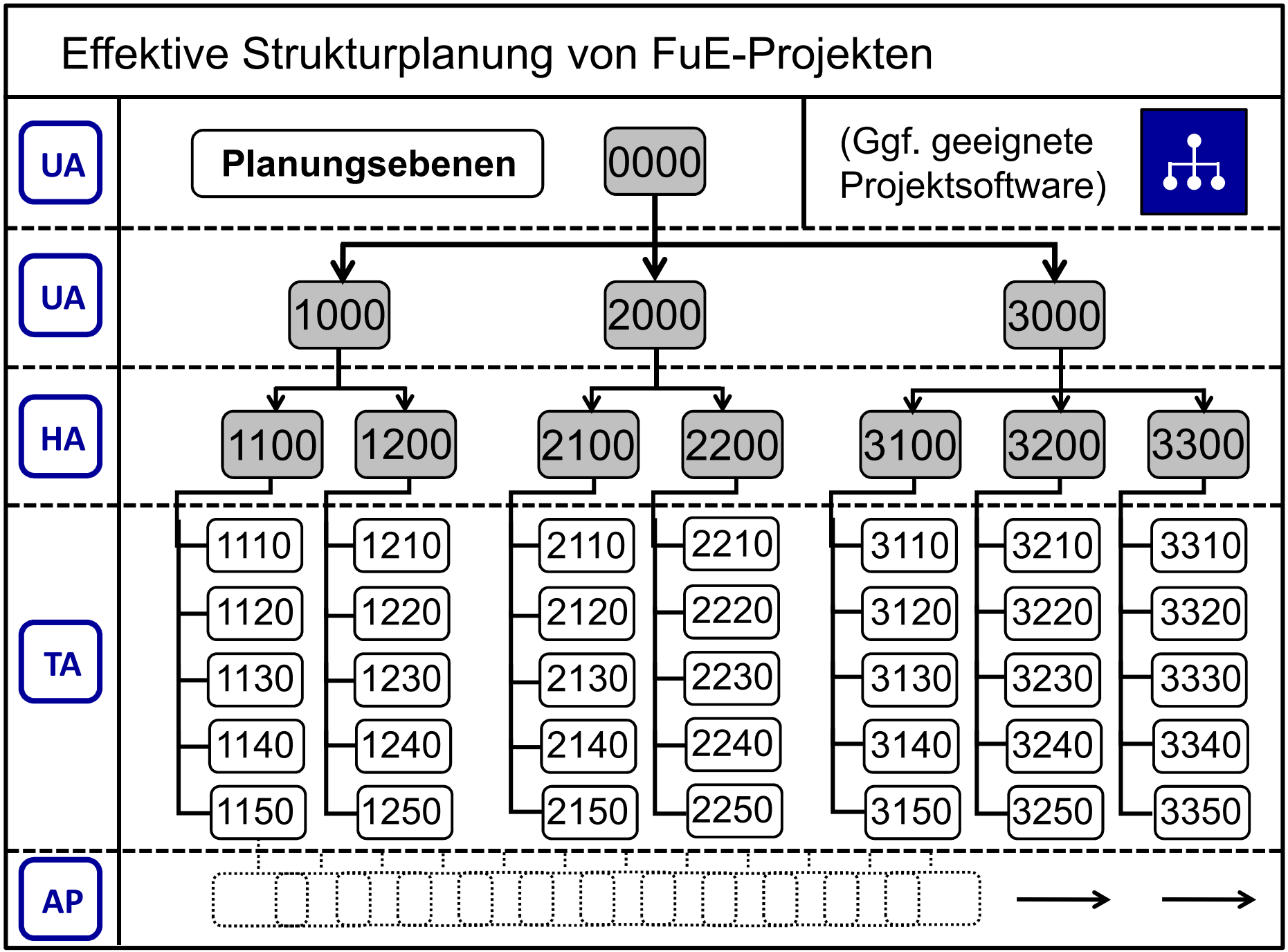
Rainer Bürstinghaus

Schritt 4 → **Konstruktion eines Strukturplans** mit hierarchisch gegliederten Planungsebenen, welcher zusammenhängende Aufgaben durch Linien verknüpft.



Rainer Bürstinghaus

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten



Rainer Bürstinghaus

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten

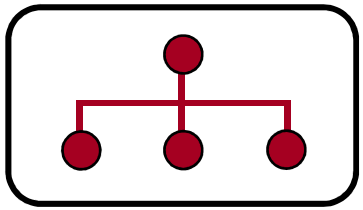
„Arbeitspaket (AP)“ in FuE-Projekten, Definition:

- **Klar abgrenzbare Einzelaufgabe, die nur in *einer* organisatorischen Einheit vorbereitet und umgesetzt wird.**

- Genaue inhaltliche Beschreibung der Einzelaufgabe (des „Arbeitspaketes“).
- Wahrscheinlicher Zeitaufwand für den/die Durchführung (z. B. Personentage).
- Ggf. Kostenschätzung für die Umsetzung der Einzelaufgabe und die Kostenstellenzuordnung.
- Benennung eines Arbeitspaket-Verantwortlichen (Teammitglied, m/w/d).

Beispiel P1

Strukturplanung (Ausschnitt)



Projekt

„Hochelastische Klarlackierungen für die Automobil-Serienproduktion“.

Schritt 1 → [**Definition des Zielsystems**: „Hochelastische Klarlackierungen für die Automobil-Serienproduktion“]

Technische Komponenten (P, Ausschnitt):

- Glanzerhalt der Clearcoats, AMTEC-Kistler-Test: >90%.
- Mikroeindringhärte-Test: 95% Elastic Recovery (AFM, bei $\vec{F}$ = 80 µN).
- Elastizität der 4-Schichtaufbauten (Erichsen-Test DIN-ISO 1520): 3,5 mm.
- UV-Beständigkeit: 2000h UVcon-A (λ ≥ 320 nm), UVcon-B (λ ≥ 280 nm).
- Haftung auf den Basecoats, 20ºC, Gitterschnitt-Test (DIN-ISO 2409): 0. → →

Zeitliche Komponenten (T, Ausschnitt):

- Projektstart: 01.08.2019; Projektende: 31.07.2022. → →

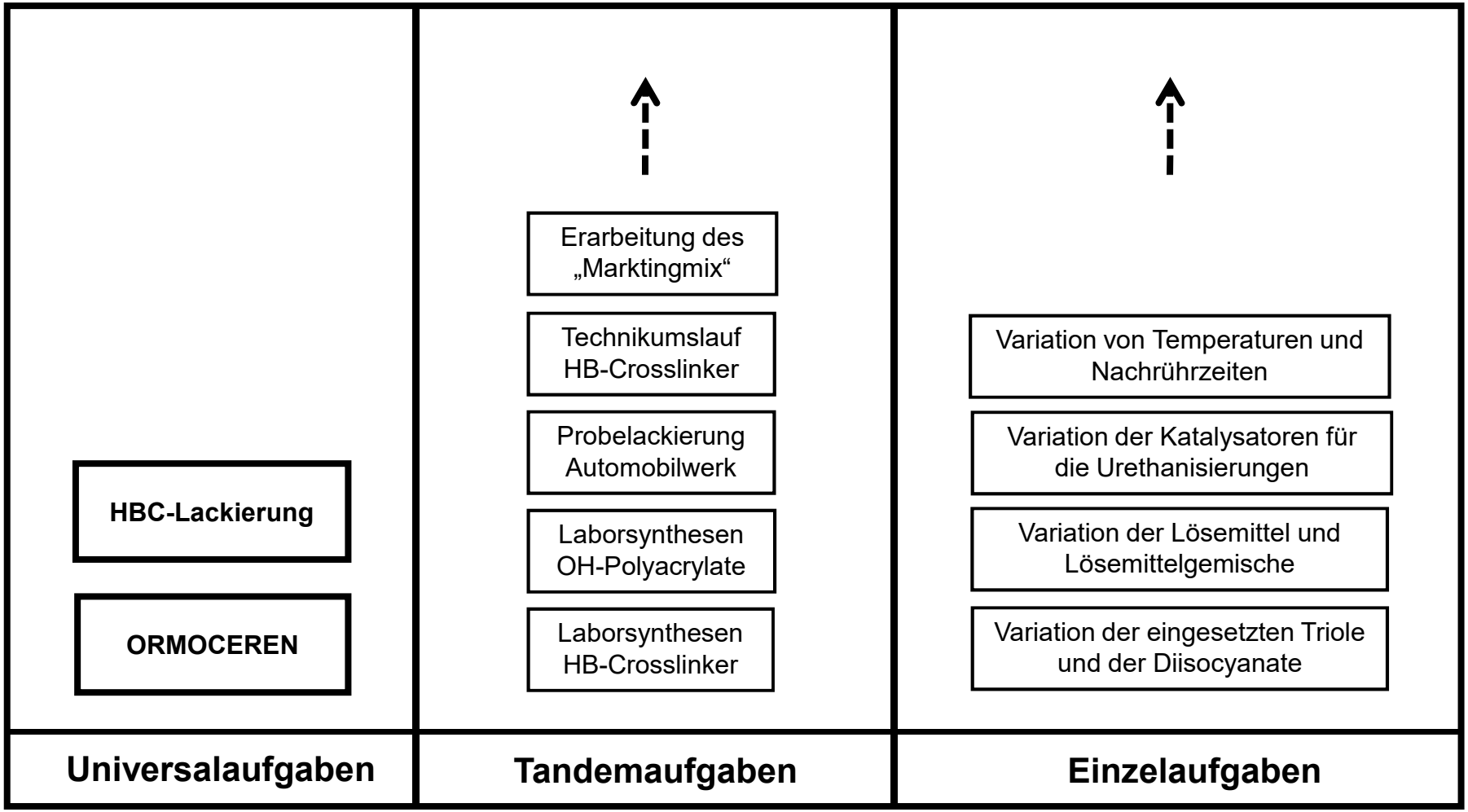
Ökonomische Komponenten (E, Ausschnitt):

- Marktanteil bei Automobil-Serienklarlacken in der EU: 35%.
- Systemlieferant bei der [Automotive…AG1], Fertigungslinie München.
- Projektkosten: 19.800.000 €; Return of Investment: 01.04.2025.
- Herstellkosten Clearcoat: Maximal 5,70 €/kg. → →

Schritt 2 → **Sammeln aller Aufgaben**:
„Hochelastische Klarlackierungen für die Automobil-Serienproduktion“.

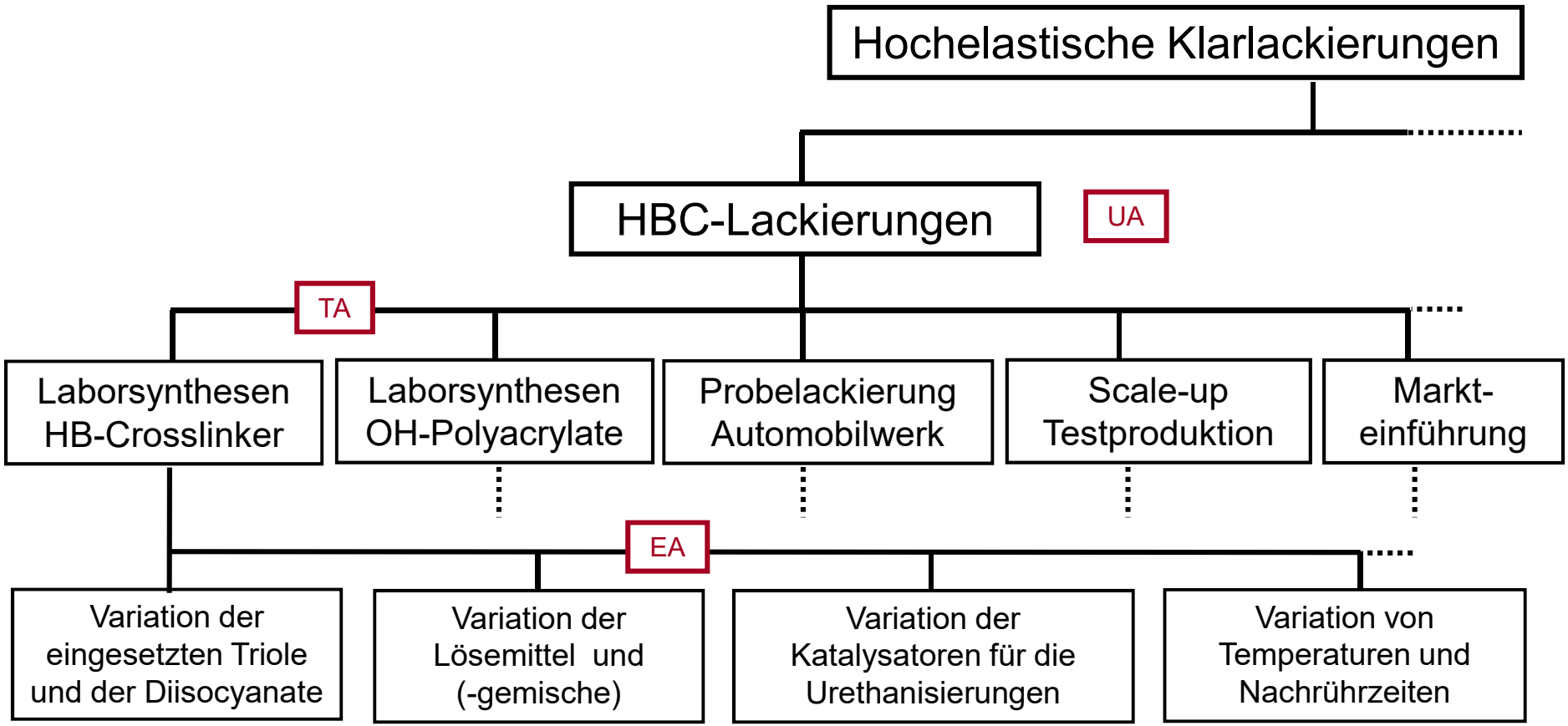
Rainer Bürstinghaus

Schritt 3 → **Klassifizieren dieser Aufgaben**: „Hochelastische Klarlackierungen für die Automobil-Serienproduktion“.



Rainer Bürstinghaus

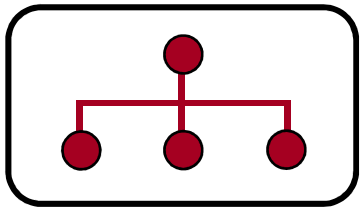
Schritt 4 → **Konstruktion eines Strukturplans**: „Hochelastische Klarlackierungen für die Automobil-Serienproduktion“.



Rainer Bürstinghaus

Beispiel P2

Strukturplanung (Ausschnitt)



Projekt	**„Nitrilase-katalysierte Synthese einer chiralen α-Hydroxycarbonsäure“.**
	→

Rainer Bürstinghaus

Schritt 1 → [**Definition des Zielsystems**: „Nitrilase-katalysierte…“]

Technisch (P, Ausschnitt):

- Kristalline (R)-2-Hydroxy-3-methoxy-3-methyl-butancarbonsäure (Im 10-kg-Maßstab) mit einer Reinheit > 97% . Optische Reinheit: e.e.>98%.
- „Turnover Number“ der Nitrilase: > 4,5 x 10^3 pro Sekunde bei pH 7,0 und 30°C.
- Temperaturstabilität der Nitrilase-produzierenden Mikroorganismen: Mindestens 24 Stunden bei 50°C.
- Robuster, genetisch stabiler und Phagen-resistenter Mikroorganismenstamm (Haltbarkeit unter Produktionsbedingungen: > 10 Monate). → →

Zeitlich (T, Ausschnitt):

- Projektstart: 01.01.2019; Projektende: 31.07.2023 → →

Ökonomisch (E, Ausschnitt):

- Kontinuierliche Produktion im Schlaufenreaktor-Fließgleichgewicht mit 8,0 kg Säure/24h. DBI im dritten Jahr nach der Markteinführung: 21,50 €/kg.
- Projektkosten: 20.200.000 €; Return of Investment in 12/2025. → →

Rainer Bürstinghaus

Schritt 2 → **Sammeln aller Aufgaben**:
„Nitrilase-katalysierte Synthese einer chiralen α-Hydroxycarbonsäure“.

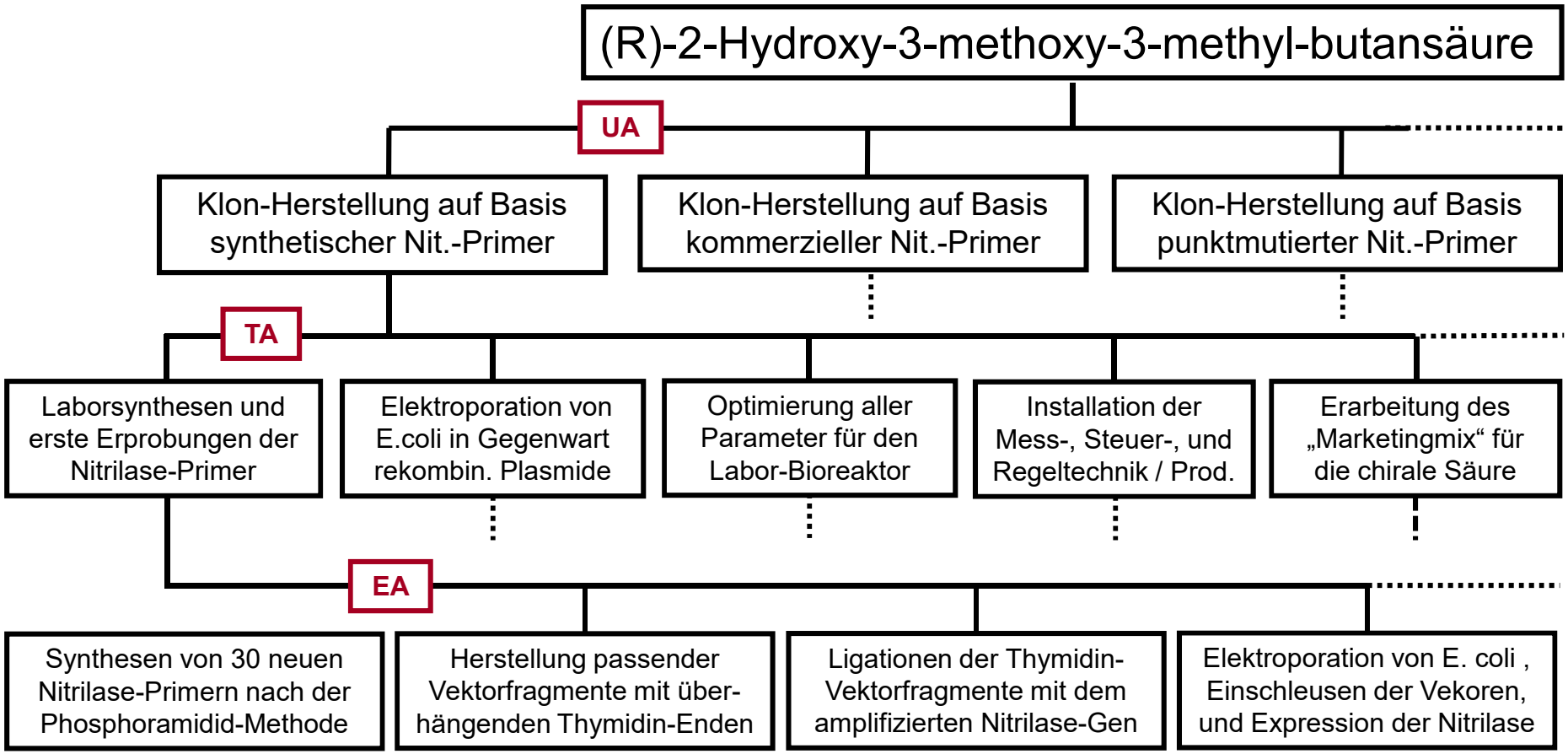
Rainer Bürstinghaus

Schritt 3 → **Klassifizieren dieser Aufgaben**: „Nitrilase-katalysierte Synthese einer chiralen α-Hydroxycarbonsäure“.

Universalaufgaben	Tandemaufgaben	Einzelaufgaben
	Erarbeitung des „Marketingmix“ für die chirale Carbonsäure	Installation eines pH-Wert- und eines Temperatur-Sensors am Labor-Bioreaktor
	Installation der Mess-, Steuer-, und Regeltechnik am Bioreaktor	Elektroporation von E. coli , Einschleusen der Vekoren, und Expression der Nitrilase
Klon-Gewinnung auf Basis punktmutierter Nit.-Primer	Optimierung aller Parameter für die Labor- Biotransformation	Ligationen der Thymidin-Vektorfragmente mit dem amplifizierten Nitrilase-Gen
Klon-Gewinnung auf Basis kommerzieller Nit.-Primer	Elektroporation von E.coli in Gegenwart rekombin. Plasmide	Herstellung passender Vektorfragmente mit überhängenden Thymidin-Enden
Klon-Gewinnung auf Basis synthetischer Nit.-Primer	Laborsynthesen und erste Erprobungen der Nitrilase-Primer	Synthesen von 30 neuen Nitrilase-Primern nach der Phosphoramidid-Methode

Rainer Bürstinghaus

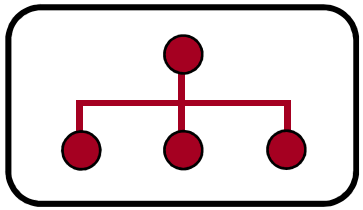
Schritt 4 → **Konstruktion eines Strukturplans**: „Nitrilase-katalysierte Synthese einer chiralen α-Hydroxycarbonsäure“.



Rainer Bürstinghaus

Beispiel P3

Strukturplanung (Ausschnitt)



Teilprojekt	**„Neue metallorganische Gerüst-materialien zur Adsorptions-speicherung von Wasserstoff“.**
	→

Schritt 1 → [**Definition des Zielsystems**: „Neue metallorganische Gerüstmaterialien zur Adsorptionsspeicherung von H_2.“]

Technische Komponenten (P, Ausschnitt):

- Speichervermögen von H_2 bei 77K: > 6 Gewichts-% (Vorgabe DoE, U.S.A.).
- Innere Oberfläche der MOFs: > 2.500 m^2/g. Materialdichte: 0,1-0,2 g/cm^3.
- Adsorptionsenergie für molekulares H_2: ≤ 4,0 kJ/Mol.
- Mittlerer Porendurchmesser d_P : 10 - 16 Å.
- Höchstens Spuren von Cr, Co, Ni in den MOFs; Gehalt jeweils ≤ 0,0005%. → →

Zeitliche Komponenten (T, Ausschnitt):

- Projektstart: 01.01.2019; Projektende: 30.06.2023. → →

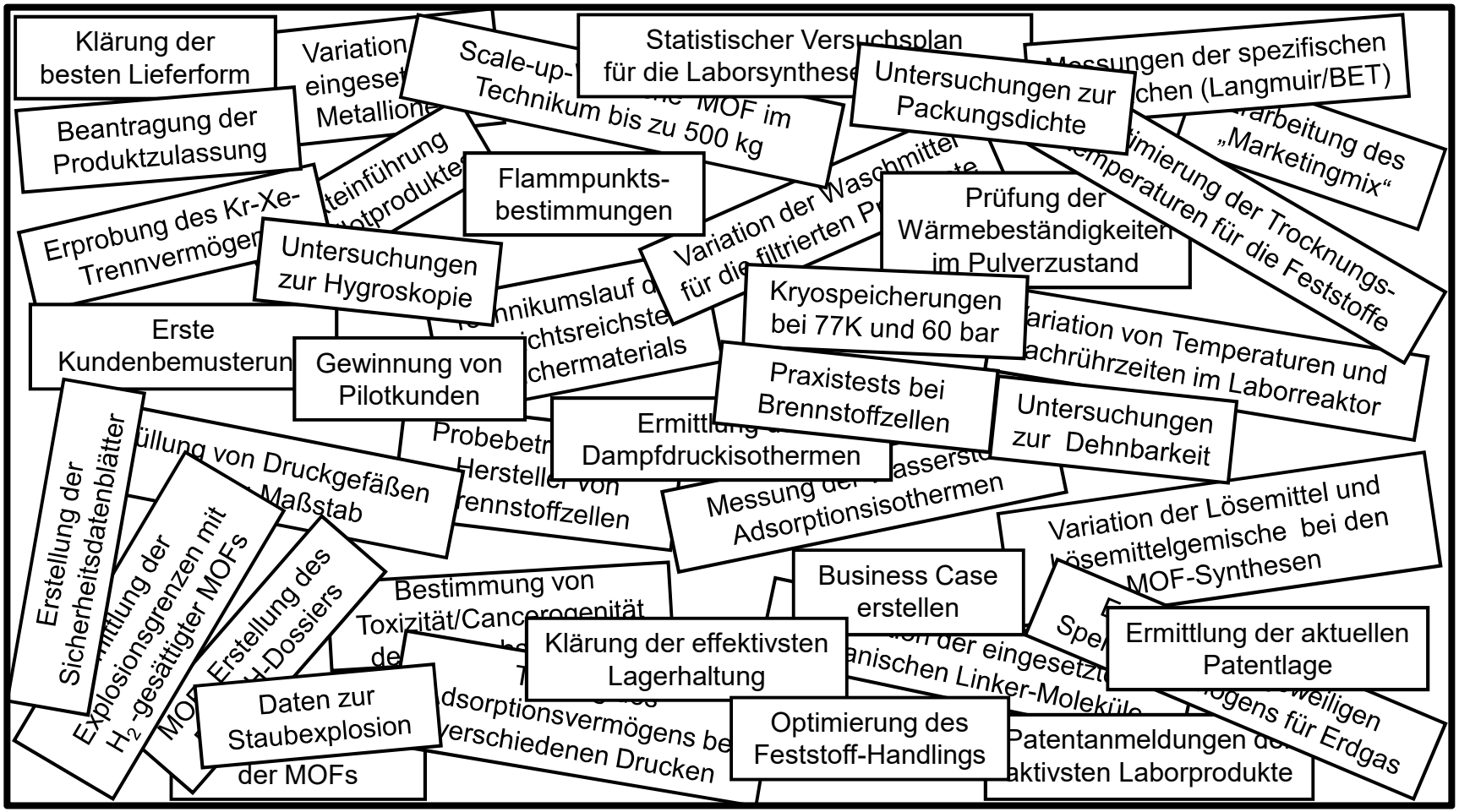
Ökonomische Komponenten (E, Ausschnitt):

- Raum-Zeit-Ausbeute bei der Produktion: ≥ 3.000 kg/m^3 in 24h;
  DBI im dritten Jahr nach der Markteinführung: 7,20 €/kg.
- Weltweiter Marktanteil bei MOFs für die Wasserstoffspeicherung bei den Herstellern von Brennstoffzellen in der EU: 40%.
- Projektkosten: 17.300.000 €; Return of Investment in 03/2026. → →

Rainer Bürstinghaus

Schritt 2 →

Sammeln aller Aufgaben:
„Neue metallorganische Gerüstmaterialien zur Adsorptionsspeicherung von Wasserstoff“.



Rainer Bürstinghaus

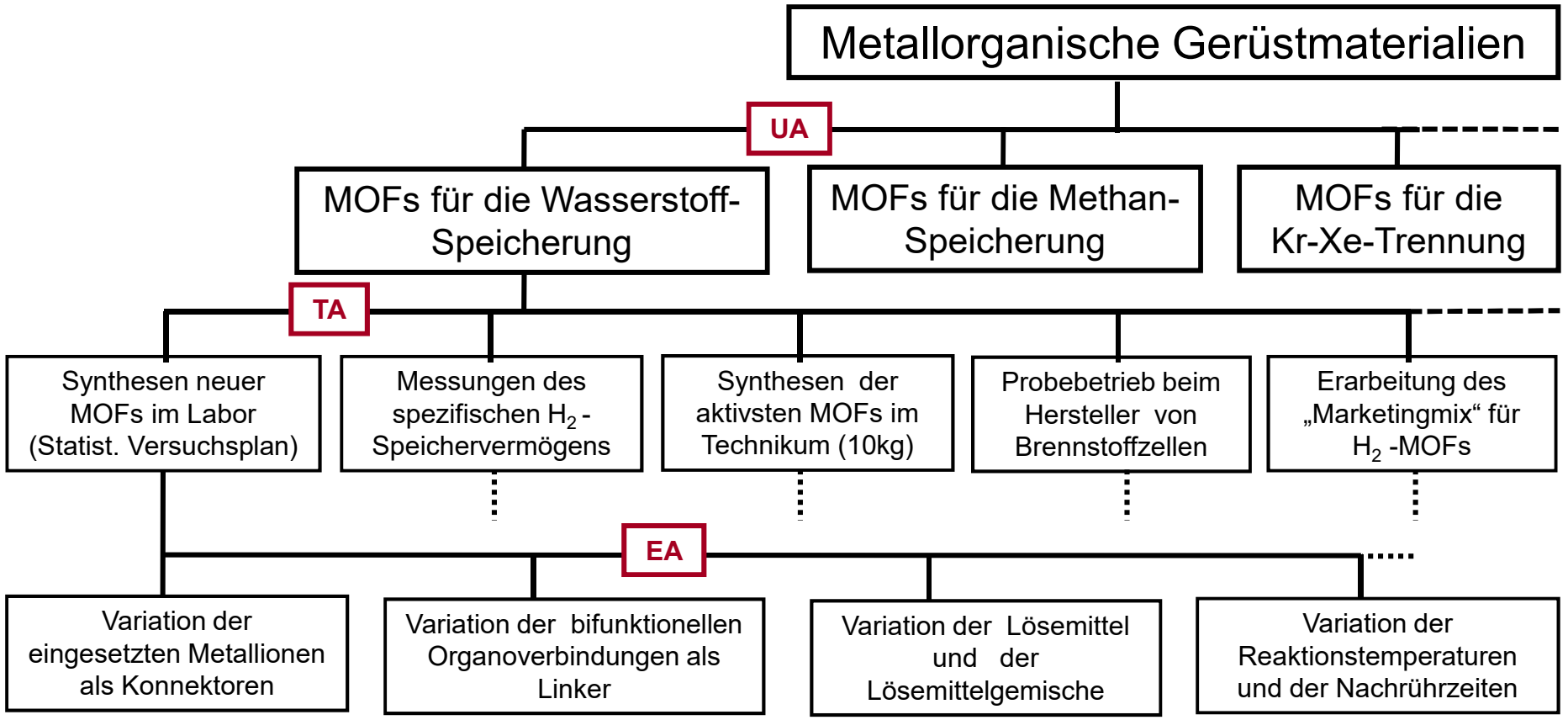
Schritt 3 → **Klassifizieren dieser Aufgaben**:
„Neue metallorganische Gerüstmaterialien zur Adsorptionsspeicherung von Wasserstoff“.

Universalaufgaben	Tandemaufgaben	Einzelaufgaben
MOFs für die Wasserstoff-Speicherung	Erarbeitung des „Marketingmix“ für H_2 -MOFs	Optimierung der Trocknungstemperaturen für die Feststoffe
MOFs für die Methan-Speicherung	Synthesen der aktivsten MOFs im Technikum (10kg)	Variation der Reaktionstemperaturen und der Nachrührzeiten
MOFs für die Krypton-Xenon-Trennung	Probebetrieb beim Hersteller von Brennstoffzellen	Variation der Lösemittel und der Lösemittelgemische
	Messungen des spezifischen H_2 -Speichervermögens	Variation der bifunktionellen Organoverbindungen als Linker
	Synthesen neuer MOFs im Labor (Statist. Versuchsplan)	Variation der eingesetzten Metallionen als Konnektoren

Rainer Bürstinghaus

Schritt 4 →

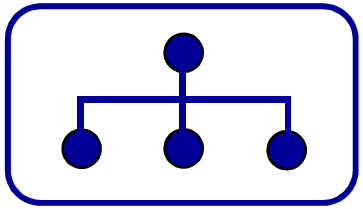
Konstruktion eines Strukturplans:
„Neue metallorganische Gerüstmaterialien zur Adsorptionsspeicherung von Wasserstoff“.



Rainer Bürstinghaus

Effektive Strukturplanung von FuE-Projekten

Ziel und Zweck eines *gemeinsam* erstellten Projektstrukturplans:



- Gleicher Informationsstand sämtlicher Beteiligten zu allen Projektaufgaben und zu den für deren Lösung notwendigen Mitteln.
- Basis für eine zweckdienliche, realistische (Teil)Budgetierung (FTE, €).
- Wirksames Dokument für die Projektsteuerung.
- Klare „Informationsplattform“ für die Projektentscheider.
- Vollständige Übersicht über absehbare Risiken.
- Sicherung der Systematik und Vollständigkeit des nachfolgenden Projektablaufplans (Hinsichtlich Breite und Tiefe).

Weiterführende Literatur zum Thema „FuE-Projektmanagement in der Chemieindustrie“. Auswahl von Monografien und von Publikationen in Fachjournalen oder im Internet.

- Leker, Gelhard, von Delft, Business Chemistry, Wiley & Sons Ltd., Oxford U. K., 2018.
- Hauschildt, Salomo, Schultz, Kock, Innovationsmanagement, Verlag Franz Vahlen, München, 2021.
- Vahs, Brem, Innovationsmanagement, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2015.
- Gausemeier, Dumitrescu, et al., Innovationen für die Märkte von morgen, Carl Hanser Verlag, München, 2019.
- Cooper, Top oder Flop in der Produktentwicklung, WILEY-VCH Verlag, Weinheim, 2002.
- Russo, Gleich, Strascheg, Von der Idee zum Markt, Verlag Franz Vahlen, München, 2008.
- Loch, Kavadias, Handbook of New Product Development, Elsevier, Oxford, 2008.
- Bullinger, Fokus Innovation, Carl Hanser Verlag, München, 2006.
- Offermanns, „Steinheimer Gespräche“ des FCI, persönliche Mitteilungen, Steinheim, 2002.

- Münch, Patente, Marken, Design von A bis Z, WILEY-VCH Verlag, Weinheim, 2012.

- Gassmann, Praxiswissen Projektmanagement, Carl Hanser Verlag, München, 2006.
- Kerzner, Projekt Management, Ein systemorientierter Ansatz, mitp, Redline Verlag, Heidelberg, 2008.
- Gessler, Kompetenzbasiertes Projektmanagement, GPM-Publikation, Nürnberg, 2016.
- Patzak, Rattay, Projektmanagement, Linde-Verlag, Wien, 2014.
- Jenny, Projektmanagement - Das Wissen für den Profi, vdf Hochschulverlag an der ETH, Zürich, 2020.
- Jenny, Projektmanagement - Das Wissen für eine erfolgreiche Karriere, vdf Hochschulverlag an der ETH, Zürich, 2020.
- Drees, Lang, Schöps, Praxisleitfaden Projektmanagement, Carl Hanser Verlag, München, 2014.
- Burghardt, Projektmanagement, Publicis MCD Verlag, Erlangen, 2018.

Rainer Bürstinghaus

Weiterführende Literatur zum Thema „FuE-Projektmanagement in der Chemieindustrie“. Auswahl von Monografien und von Publikationen in Fachjournalen oder im Internet.

- Hesseler, Projektmanagement, Verlag Franz Vahlen, München, 2015.
- Stöger, Wirksames Projektmanagement, Schäffer- Poeschel, Stuttgart, 2019.
- Litke, Projektmanagement, Carl Hanser Verlag, München, 2007, Neuauflage für 2023 angekündigt.
- Litke, Kunow, Schulz-Wimmer, Projektmanagement, Haufe-Lexware, Freiburg, 2018.
- Madauss, Projektmanagement, Theorie und Praxis aus einer Hand, Springer Gabler, Berlin, 2020.
- Bea, Scheurer, Hesselmann, Projektmanagement, UVK-Verlag, München, 2020.
- Braehmer, Projektmanagement für kleine und mittlere Unternehmen, Carl Hanser Verlag, München, 2009.
- Klein, Projektmanagement in der Praxis, Ebook, Verlag Interna, Bonn, 2012.
- Weichselbaumer, Bley, MS-Project 2013 in 13 Stunden, epubli GmbH, Stuttgart, Berlin, 2014.
- Dittmann, Dirbanis, Projektmanagement (IPMA®), Haufe, Freiburg, 2020.
- Schels, Seidel, Projektmanagement mit Excel, Carl Hanser Verlag, München, 2016.
- Tumuscheit, Überleben im Projekt, Redline Wirtschaft, Heidelberg, 2014.
- Tumuscheit, 55 Mythen des Projektmanagements, Orell Füssli Verlag, Zürich, 2013.
- Meyer, Reher, Projektmanagement, Springer Fachmedien, München, 2020.
- Drews, Hillebrand, Kärner, Praxishandbuch Projektmanagement, Haufe, Freiburg, 2015.
- Pautsch, Steininger, Lean Project Management – Projekte exzellent umsetzen, Carl Hanser Verlag, München, 2014.
- Cole, Barker, Brilliant Project Management, Pearson Education Ltd., London, 2015.
- Andler, Tools für Projektmanagement, Workshops und Consulting, Publicis Publishing, Erlangen, 2015.
- Hüsselmann, Lean Project Management, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart, 2021

Weiterführende Literatur zum Thema „FuE-Projektmanagement in der Chemieindustrie“. Auswahl von Monografien und von Publikationen in Fachjournalen oder im Internet.

- Schröder, Agile Produktentwicklung, Carl Hanser Verlag, München, 2018.
- Kuster et al., Handbuch Projektmanagement, Agil – Klassisch – Hybrid, Springer Gabler, Wiesbaden, 2019.
- Ziegler, Agiles Projektmanagement mit Scrum für Einsteiger, Independ. Published, ISBN 9781729408353, 2021.
- Cooper, Edgett, Kleinschmidt, Optimizing the Stage Gate Process, Res. Technol. Management, 45, 2002.
- Cooper, What`s Next After Stage-Gate? Res. Technol. Management, 157, 2014.
- Hirzel, Alter, Niklas, Projektportfolio-Management, Springer Gabler, Wiesbaden, 2019.
- Timinger, Modernes Projektmanagement, WILEY-VCH Verlag, Weinheim, 2017.
- www.projektmanagementhandbuch.de, PMH, 2021.
- www.projektmanagement-definitionen.de, 2021.
- www.projektmagazin.de, 2021.
- GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V., Kompetenzbasiertes Projektmanagement (PM4), Handbuch für Praxis und Weiterbildung im Projektmanagement, Band 1, Band 2, Nürnberg, 2019.
- Lang, Wagner, Der Weg zum projektorientierten Unternehmen, Carl Hanser Verlag, München, 2019.

- Helm, Pfeifer, Ohser, Mathematik für Wirtschaftswissenschaftler, Carl Hanser Verlag, München, 2015.
- Grieser, Mathematisches Problemlösen und Beweisen, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2017.
- Krischke, Röpcke, Graphen- und Netzwerktheorie, Carl Hanser Verlag, München, 2015.
- Tittmann, Graphentheorie, eine anwendungsbezogene Einführung, Fachbuchverlag, Leipzig, 2003.
- Nitzsche, Graphen für Einsteiger, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, 2009.
- Stegbauer, Häußling, Handbuch Netzwerkforschung, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2010.

Weiterführende Literatur zum Thema „FuE-Projektmanagement in der Chemieindustrie“. Auswahl von Monografien und von Publikationen in Fachjournalen oder im Internet.

- Festel, Hassan, Leker, Bamelis, Betriebswirtschaftslehre für Chemiker, Springer, Berlin, 2001.
- Festel, Söllner, Bamelis, Volkswirtschaftslehre für Chemiker, Springer, Berlin, 2000.
- Mühlbradt, Wirtschaftslexikon, Scriptor Reihe, Cornelsen Verlag, Berlin, 2008.
- Malik, Unternehmenspolitik und Corporate Governance, Campus-Verlag, Frankfurt/Main, 2013.
- Schierenbeck, Wöhle, Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre, Oldenbourg Verlag, München, 2016.
- Wöhe, Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Verlag Franz Vahlen, München, 2020.

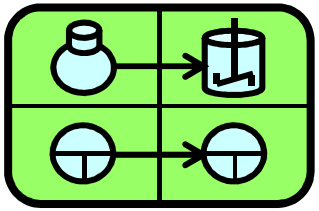
- Drucker, Die Kunst des Managements, Econ Verlag, München, 2000.
- Drucker, Alles über Management, Redline Wirtschaft, Heidelberg, 2007.
- Drucker, The Effective Executive, Verlag Franz Vahlen, München, 2014.
- Malik, Management, Das A und O des Handwerks, Campus-Verlag, Frankfurt/Main, 2013.
- Malik, Führen, Leisten, Leben, Campus-Verlag, Frankfurt/Main, 2019.
- Roth, Fühlen, Denken, Handeln, Suhrkamp Verlag, Frankfurt/Main, 2007.
- Sprenger, Mythos Motivation, Campus-Verlag, Frankfurt/Main, 2014.
- Sprenger, Vertrauen führt, Campus-Verlag, Frankfurt/Main, 2007.
- Freitag, Kommunikation im Projektmanagement, Springer-Gabler, Wiesbaden, 2016.
- Schulz von Thun, Miteinander Reden, Rowohlt Verlag, Reinbeck, 2019.
- Riemann, Grundformen der Angst, Reinhardt Verlag, München, 2019.
- Csikszentmihalyi, Flow im Beruf, Klett-Cotta Verlag, Stuttgart, 2012.

Weiterführende Literatur zum Thema „FuE-Projektmanagement in der Chemieindustrie“. Auswahl von Monografien und von Publikationen in Fachjournalen oder im Internet.

- Horx, Das Zukunftsmanifest, Ullstein Taschenbuch Verlag, Berlin, 2002.
- Bürkle, Aktive Karrierestrategie, Springer Gabler, Wiesbaden, 2013.
- Hesse, Schrader, Das große Bewerbungshandbuch, Stark Verlag, München, 2015.
- Hesse, Schrader, 1X1 - Das erfolgreiche Vorstellungsgespräch, Stark Verlag, München, 2014.
- Püttjer, Schnierda, Trainingsmappe Vorstellungsgespräch, Campus-Verlag, Frankfurt/Main, 2019.
- Püttjer, Schnierda, Das überzeugende Bewerbungsgespräch für Führungskräfte, Campus-Verlag, Frankfurt/M, 2019.
- Püttjer, Schnierda, Das große Bewerbungshandbuch, Campus-Verlag, Frankfurt/Main, 2019.
- Stärk, Erfolgreich im Vorstellungsgespräch und Jobinterview, GABAL, Offenbach, 2018.
- Hesse, Schrader, Die hundert häufigsten Fragen im Vorstellungsgespräch, Stark Verlag, München, 2013.
- Lüdemann, Lüdemann, Die 111 wichtigsten Fragen im Vorstellungsgespräch, Redline Wirtschaft, München, 2018.
- Rohrschneider, Lorenz, Müller-Thurau, Vorstellungsgespräche, Haufe, Freiburg und Planegg, 2018.
- Engst, Willmann, Professionelles Bewerben, Bibliografisches Institut, Berlin, 2019.

- Drewermann, Glauben in Freiheit oder Tiefenpsychologie und Dogmatik, Band 1, Walter-Verlag, Olten, 1994.
- Schuler, Psychologische Personalauswahl, Hogrefe Verlag, Göttingen, 2014.
- Kanning, Personalauswahl zwischen Anspruch und Wirklichkeit, Springer-Verlag, Berlin, 2015.
- Herrmann, Die Auswahl, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2016.
- Riedel, Agile Personalauswahl, Haufe Fachbuch, Freiburg, 2017.
- Autorenkollektiv „Diagnostik- und Testkuratorium“, Personalauswahl kompetent gestalten, Springer, Berlin, 2018.

FuE-Projektmanagement
in der Chemieindustrie



Ende Vorlesungsmodul 04

Rainer Bürstinghaus