

Soziotechnische Arbeitsgestaltung für Anwendungen der Künstlichen Intelligenz – Potenziale heuristischer Evaluation

Thomas Herrmann

Heuristiken für die **Industrie 4.0**

1.

Hintergrund soziotechnischen Designs und soziotechnischer Evaluation

2.

Beschreibung der Entwicklung der Heuristiken

3.

Besondere Orientierung soziotechnischer Heuristiken

4.

Anwendung auf KI

Schnelle Problemaufdeckung bei komplexen sozio-technischen Konzepten

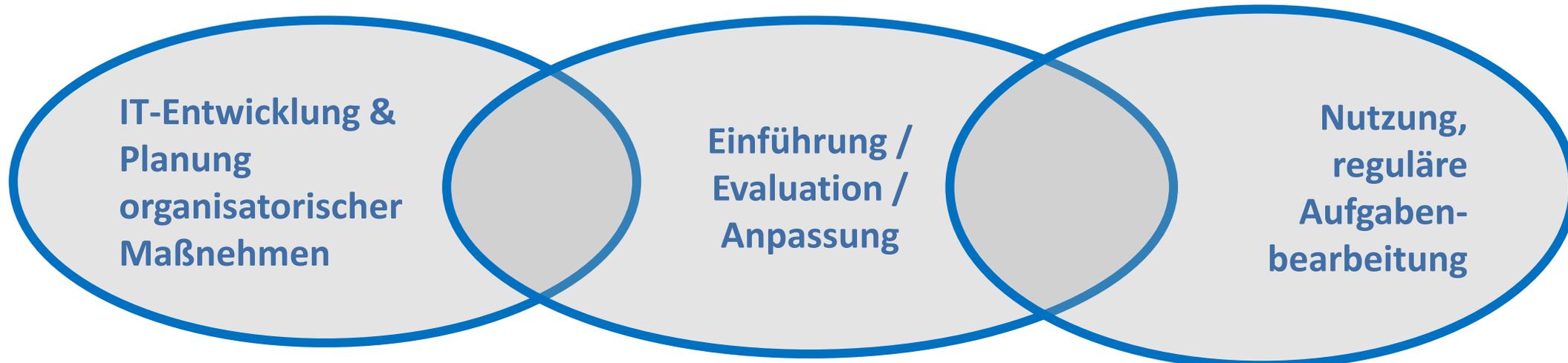
(Industrie 4.0, autonome Systeme, KI-basierte Aufgabenbearbeitung)

Ziele:

- Menschgerechte Arbeitsgestaltung bei wirtschaftlichkeits-orientierter Aufgabenbearbeitung unterstützen
- Pragmatische Evaluationen, um mit steigender Komplexität umzugehen
- Schnelle Evaluationen und Agilität um Verbesserungen zu initiieren.
- Beteiligung ermöglichen
- reibungsloses Integration von Mensch, Technik, Organisation und Aufgabenbearbeitung

Herangehensweise → **Einsatz von Heuristiken**

Entwicklung, Einführung und Nutzung soziotechnischer Systeme



Design before use

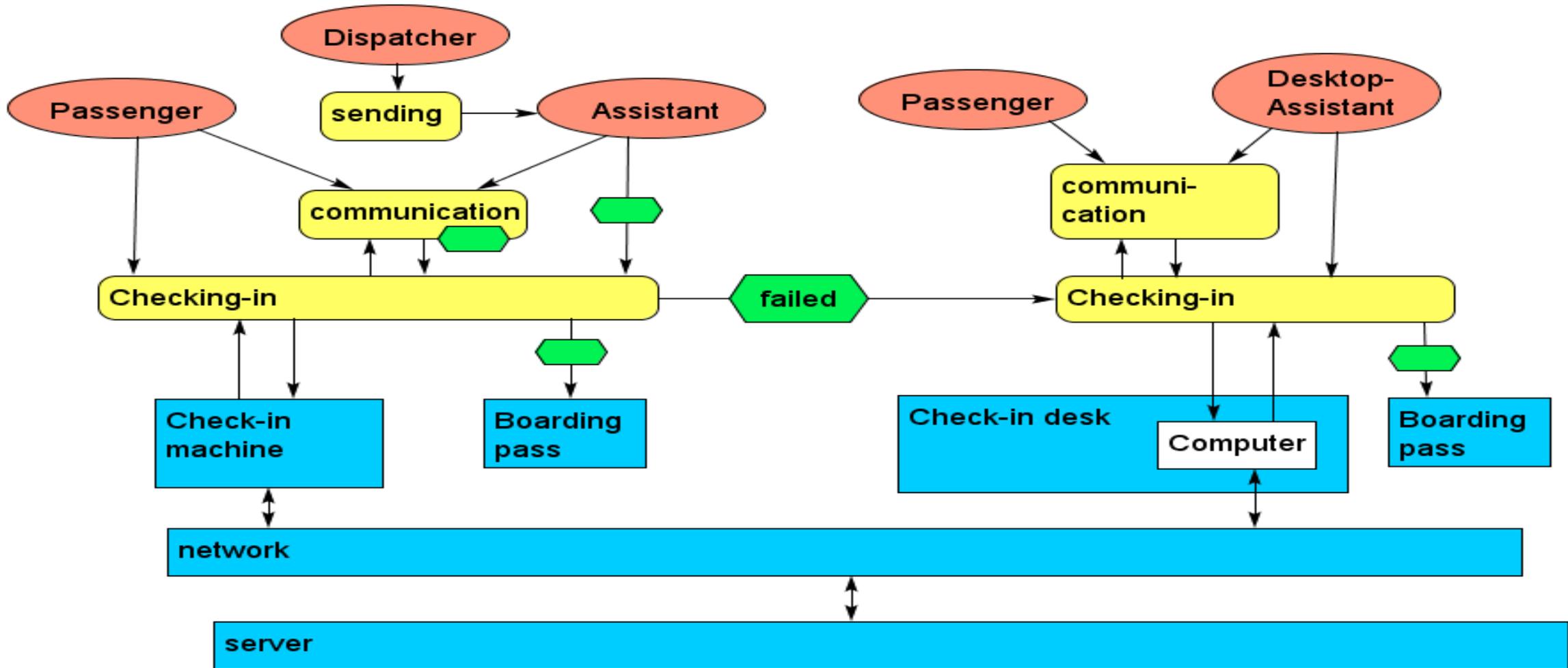
Design in use



Erweiterung des Blicks: Von der Mensch-Computer Interaktion zur soziotechnische Perspektive



Organisationale Perspektive: Einbettung in Prozesse



Sozio-technisches Design

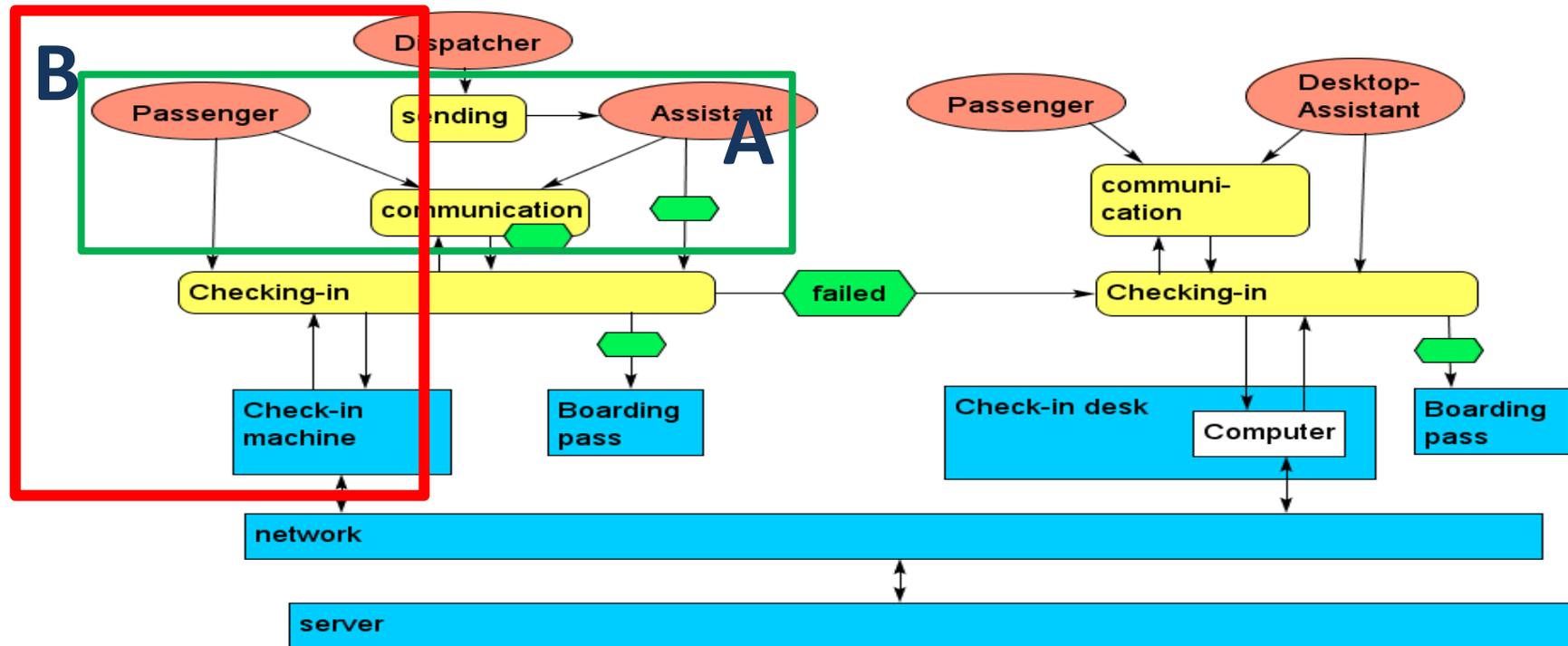
Die geplante Integration und **kontinuierliche Weiterentwicklung** von

a. **Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Menschen**

b. **Interaktion zwischen Mensch und Computer**

UND

c. Datenaustausch zwischen Komponenten einer technischen Infrastruktur



Sozio-technisches Design

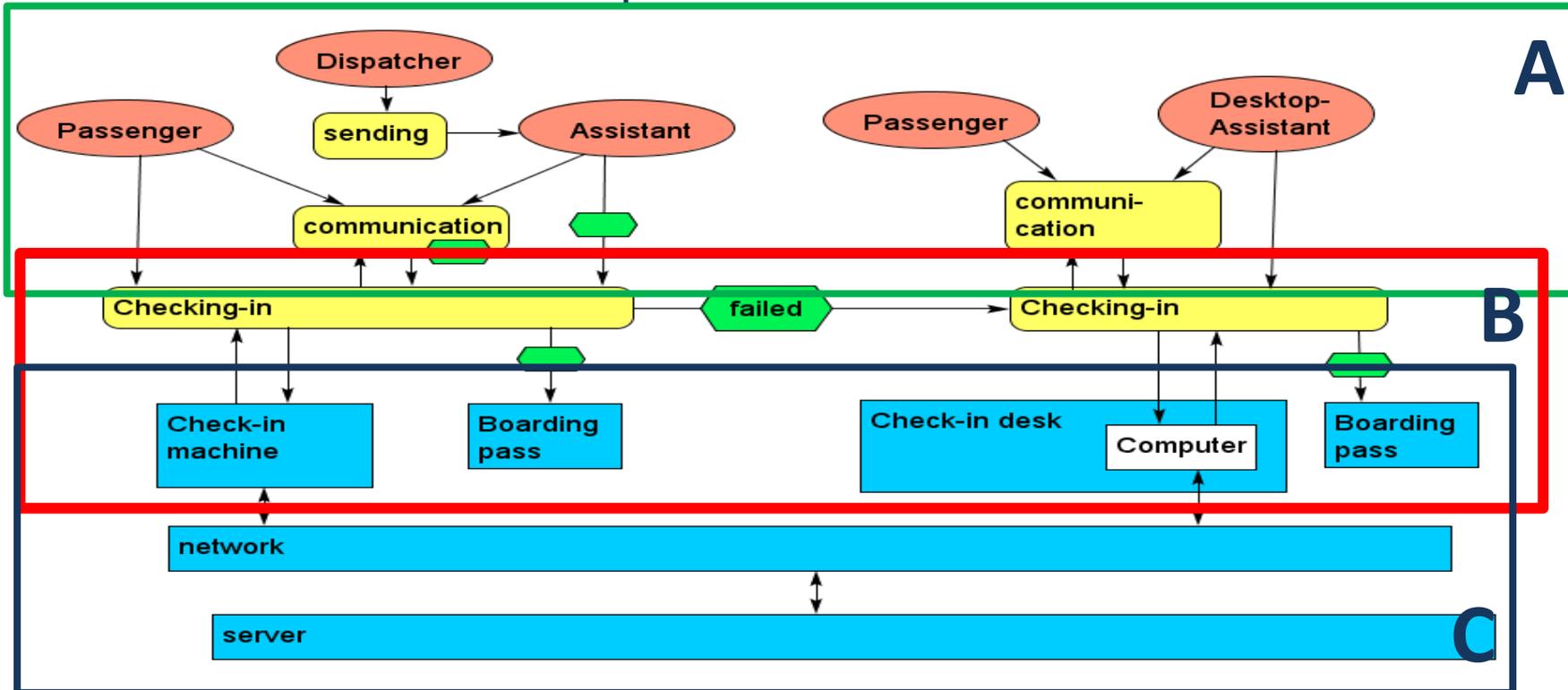
Die geplante Integration und **kontinuierliche Weiterentwicklung** von

a. **Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Menschen**

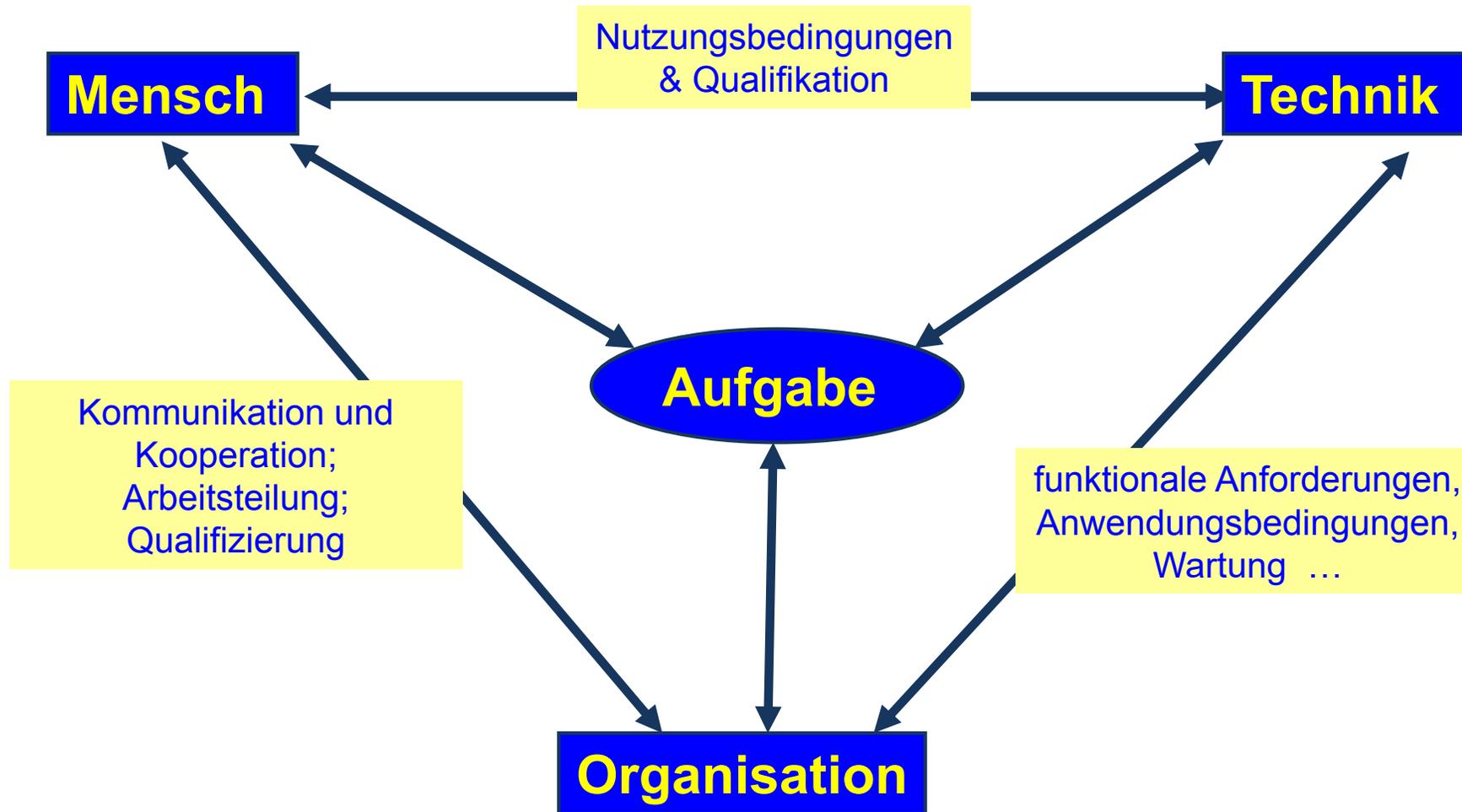
b. **Interaktion zwischen Mensch und Computer**

UND

c. Datenaustausch zwischen Komponenten einer technischen Infrastruktur



Zusammenspiel Mensch-Technik-Organisation



Ziele einer soziotechnischen Orientierung: Integration und Abstimmung der Aspekte im Hinblick auf die Aufgabenteilung; komplementäre Ergänzung der Aspekte berücksichtigen.

Beispiel

- Schachturniere mit Tandems aus menschlichen Teams und Computern – meistens Champions mit komplexen Schachcomputern
- 2005: Zwei Computernerds mit niedrigem Schachwissen + einfachen Schachcomputern, aber eingespielter Zusammenarbeit, gewinnen

**Die Metapher vom digitalen Zwilling ist unzureichend,
Komplementäre Stärken sind ausschlaggebend**

- Wir wirken technische unterstützte Arbeitsschritte in Prozessen zusammen?
- Wie wird dieses Zusammenspiel im Sinne von Koordination ausgehandelt und verabredet?
- Welche Rollen kristallisieren sich dabei heraus?
- Wie greifen KI-basierte Komponenten, herkömmliche IT und menschliche Arbeit ineinander?
- Wie sind Ausführungsschritte mit Planung, Reflexion, Lernen, und Wissenstransfer verknüpft?

Relevanz der soziotechnischen Integration

Ghaffarian (2011): New Stream of sociotechnical Approach ...

- Hat sich als ganzheitliche Anleitung und Orientierung für das Management von Organisationen nicht durchgesetzt.
- Die Berücksichtigung der sozialen Dimension ist nach wie vor von Relevanz für den nachhaltigen Erfolg der Einführung technischer Lösungen im Hinblick auf die Aufgabenbearbeitung und Belange der beteiligten Akteure.
- Ensemble View (Orlikowski & Iacono, 2001): ... web of ...commitments, additional resources such as training, skilled staff, and support services, and the development of organizational arrangements, policies, and incentives to enable the effective management and use of new technologies.

Soziotechnische Perspektive ist nicht hinteichend , aber notwendig

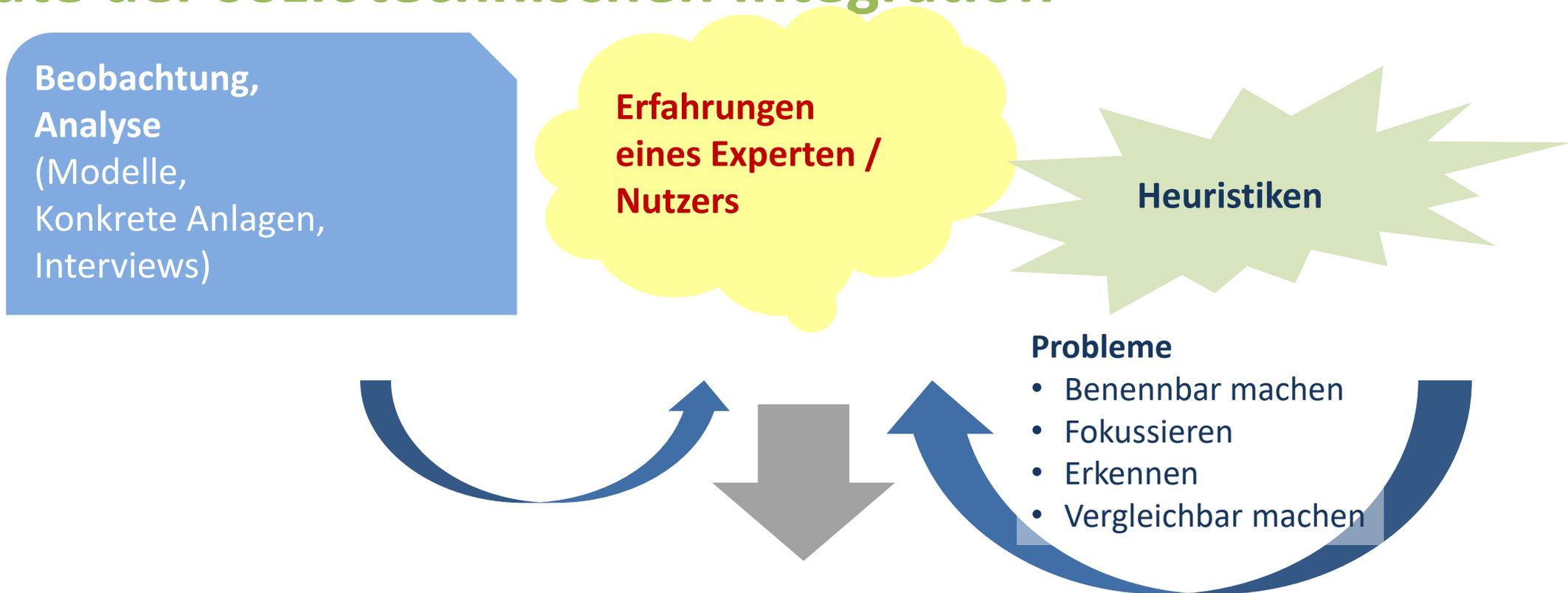
Herausforderung: Nachhaltige Verbindung von technischer Infrastruktur und sozialer Interaktion

Todd Richmond 2017 (Director of Advanced Prototypes; University of Southern California Institute for Creative Technologies):

The challenge is figuring out how to make the technology useful and meaningful to humans, because analog (human) and virtual (digital) don't really mix. That said, oil and vinegar combined (in the right amounts) with agitation to create an emulsion that can result in a tasty salad dressing. And continuing the food metaphor, introducing a binding agent such as egg yolk transforms the separating salad dressing into mayonnaise – which is a stable emulsion.

Lösungsansätze: **Storytelling (Todd)**
Exemplarische Prozessbeschreibung, Selbstbeschreibungen,
Akteure in Vorbildfunktion

Anwendung von Heuristiken zur Überprüfung der Güte der soziotechnischen Integration



**Erkennung der wesentlichen Probleme und Verbesserungsanforderungen;
Impulse für intensive Erörterung**

Heuristik: mit begrenztem Wissen eine ausreichend gute Lösung finden - also keine aufwändige, 100%-Systemanalyse, sondern pragmatisch und schnell die kritischsten Verbesserungsbedarfe identifizieren.

Die Heuristiken sollen

1. Das Zusammenspiel zwischen Mensch, Technik, Organisation und Aufgabenbearbeitung widerspiegeln
2. Den kontinuierlichen Wandel und den Bedarf der stetigen Weiterentwicklung von Formen des komplexen IT-Einsatzes begleiten
3. Sich zu einer ganzheitlichen Perspektive verbinden
4. **Möglichst kurz und prägnant sein.**

Prinzipien der Dialoggestaltung

1. Aufgabenangemessenheit
2. Steuerbarkeit
3. Selbsterklärungsfähigkeit
4. Erwartungskonformität
5. Fehlertoleranz
6. Individualisierbarkeit
7. Lernförderlichkeit



Nielsen & Molich:

1. *Visibility of system status:*
2. *Match between system and the real world:*
3. *User control and freedom:*
4. *Consistency and standards*
5. *Error prevention*
6. *Recognition rather than recall*
7. *Flexibility and efficiency of use*
8. *Aesthetic and minimalist design*
9. *Help users recognize, diagnose, and recover from errors*
10. *Help and documentation*



Zu berücksichtigende Bereiche

- Human-Computer Interaction



- Computer-Supported-Cooperative Work
- Socio-technical design
- Job-Design
- Privacy und Datenschutz
- Process redesign

Zu berücksichtigende Bereiche

- Human-Computer Interaction (40)



- Computer-Supported-Cooperative Work (20)
- Socio-technical design (36)
- Job-Design (39)
- Privacy und Datenschutz (11)
- Process redesign (27)

→ 173 Heuristik-Items

→ Gruppierung in 13 Heuristiken → Abgleich mit 223 soziotechnischen Problemen

→ Verdichtung zu 8 Heuristiken

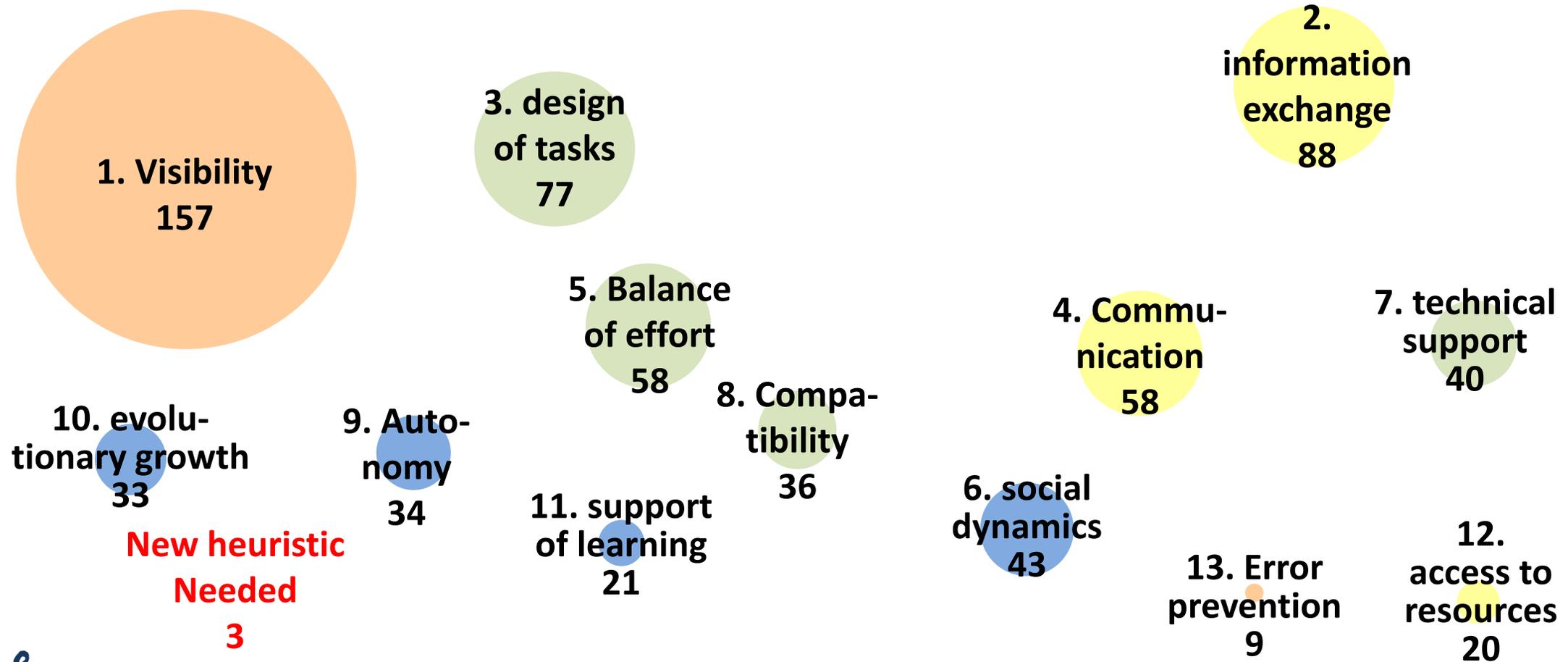
380 Probleme aus 14 Bereichen / Fallstudien:

- Bestellung und Koordination von Dienstleistungen für ältere Menschen
- Elektronische Systeme im Gesundheitswesen (Workshop zu 12 Studien)
- Elektronische Nutzung räumlich verteilter Laborexperiment für Ingenieur-Studierende
- Predictive Maintenance Future
- Digitales Schichtbuch ...

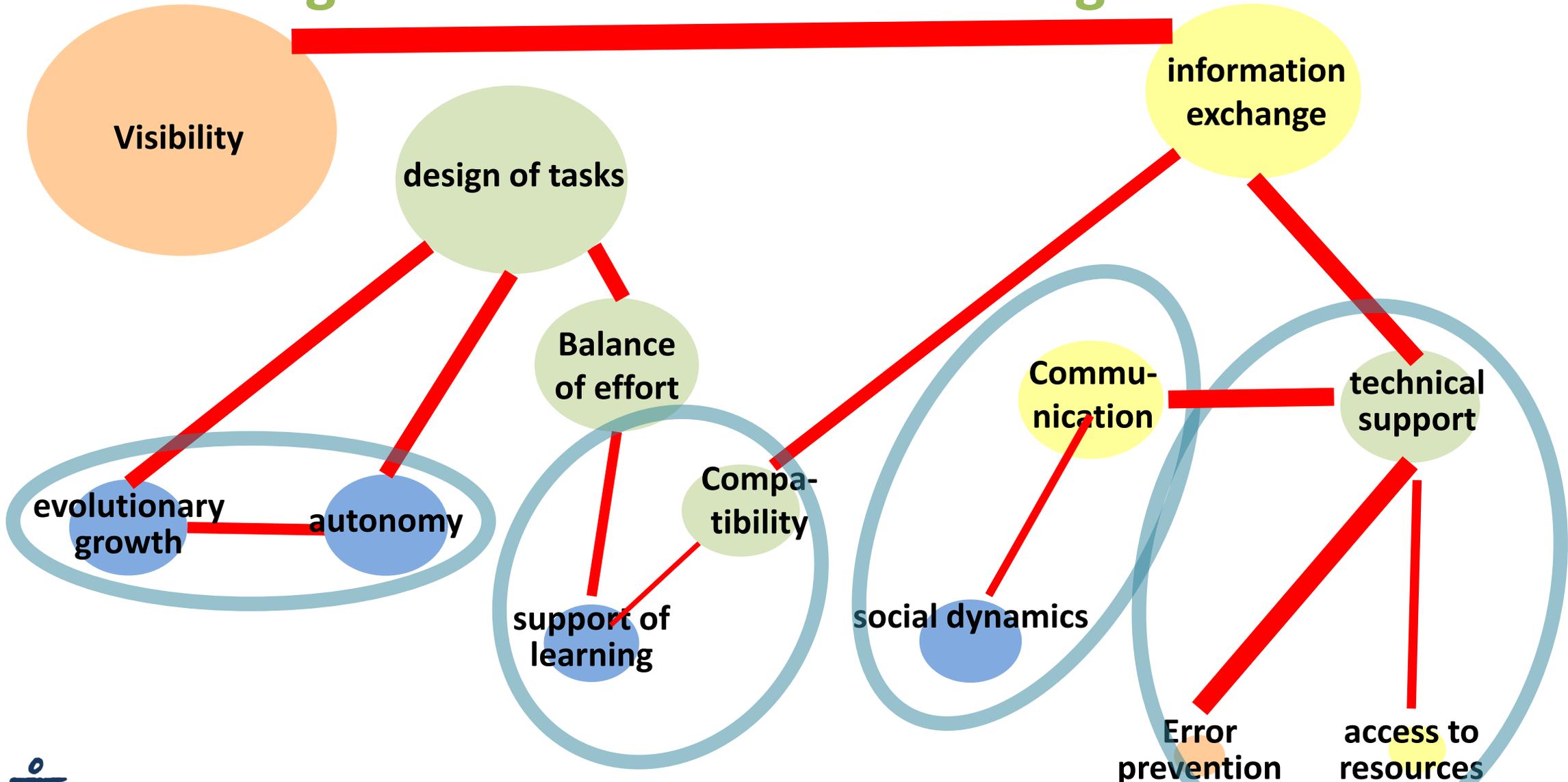
- „Schulungen waren nötig, bevor das System eingesetzt werden konnte und die Vorteile erfahrbar wurden“
- „Es war nicht klar, wer wann auf die Umfrageergebnisse schaut“
- „Es gab zu wenige Kanäle und Möglichkeiten, um potenzielle Nutzer zu informieren und zu aktivieren“
- „Bei Wertstromorientierung müssen Beschäftigte in größerem Maßstab mitdenken und Zusammenhänge zwischen verschiedenen Bereichen und Phasen verstehen“
- „Arbeiter hat keinen Gestaltungsspielraum, da sein Arbeitsprozess strikt vom Assistenzsystem vorgegeben wird“

Ergebnisse des Abgleichs mit den Problemen

- Heuristik zugeordnet werden
- Starke Unterschiede in der Zahl der Fälle, für die eine Heuristik relevant war → Zusammenfassungen waren sinnvoll



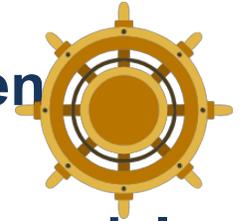
Heuristiken – Zusammenfassung aufgrund der Problemzuordnungen



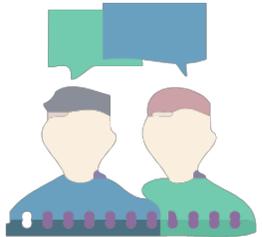


1. **Nachvollziehbarkeit** und Feedback zur Aufgabenbearbeitung

2. Von der **Flexibilität** der Aufgabenbearbeitung zur gemeinsamen Weiterentwicklung



3. **Kommunikationsunterstützung** für Aufgabenbearbeitung und sozialen Austausch



4. Aufgabengebundener **Informationsaustausch** für die Erleichterung geistiger Arbeit



5. **Balance** zwischen Anstrengung und erlebtem Erfolg



6. **Kompatibilität** zwischen Anforderungen, Kompetenzentwicklung und Systemeigenschaften



7. **Effiziente** Aufgabenbearbeitung für ganzheitliche Ziele

8. **Unterstützende Technik und Ressourcen** für produktive und fehlerfreie Arbeit





Visibility of system status:

The system should always keep users informed about what is going on, through appropriate feedback within reasonable time.

Nachvollziehbarkeit und Feedback zur Aufgabenbearbeitung

Man kann bei der Techniknutzung und – sofern zulässig – in der Zusammenarbeit mit anderen gezielt erkennen, wie weit ein Ablauf fortgeschritten ist.

So wird auch klar, welche weiteren Schritte möglich sind oder nicht, warum das so ist und wie weit man die Erwartungen der anderen erfüllt hat.

Flexibility and efficiency of use

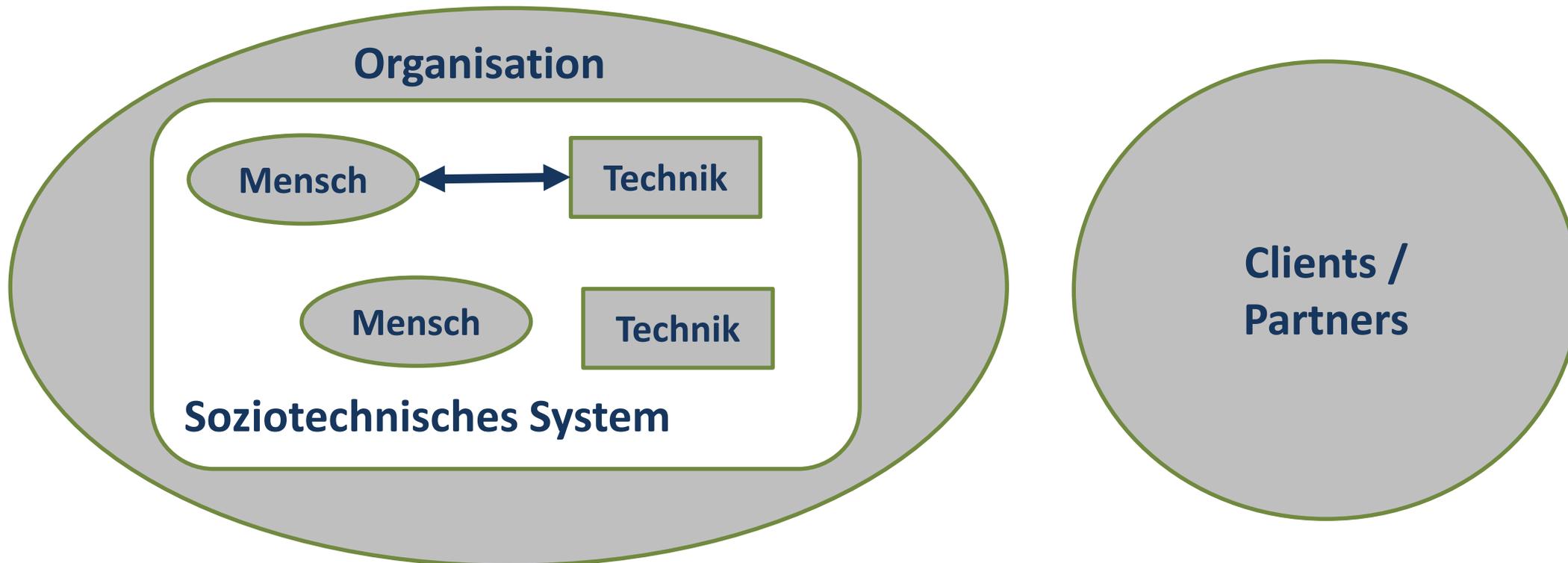
Accelerators — unseen by the novice user — may often speed up the interaction for the expert user such that the system can cater to both inexperienced and experienced users. Allow users to tailor frequent actions.

Von der Flexibilität der Aufgabenbearbeitung zur gemeinsamen Weiterentwicklung

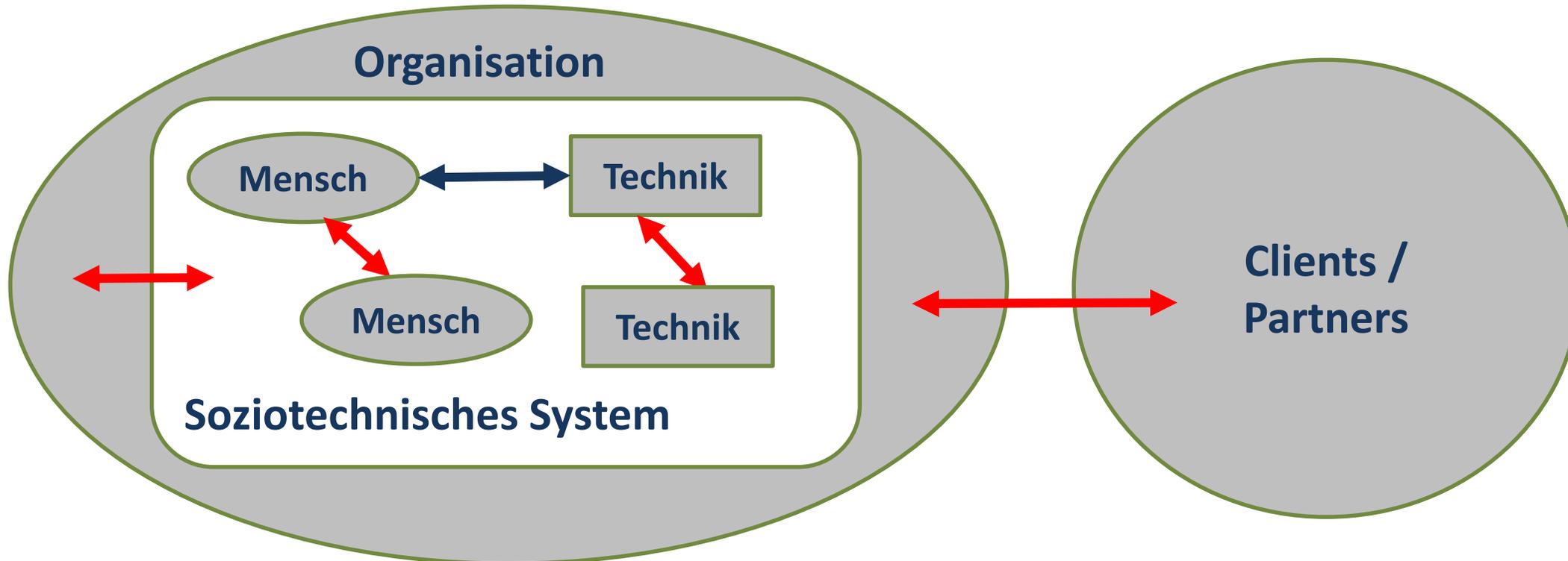
Man kann verschiedene Vorgehensweisen abwechseln und flexibel und autonom über die Techniknutzung, Zeiteinteilung, gemeinsamen Aufgabenverteilung etc. entscheiden.

Das hilft, Kompetenzen zu entfalten, um bei der nachhaltigen Weiterentwicklung des Systems mitzuwirken.

Erweiterung von Kompatibilität → Lernförderlichkeit



Erweiterung von Kompatibilität → Lernförderlichkeit



Besondere Differenzierungen der sozio-technischen Perspektive

Aufgabengebundener Informationsaustausch für die Erleichterung geistiger Arbeit

Effiziente Aufgabenbearbeitung für ganzheitliche Ziele

UND

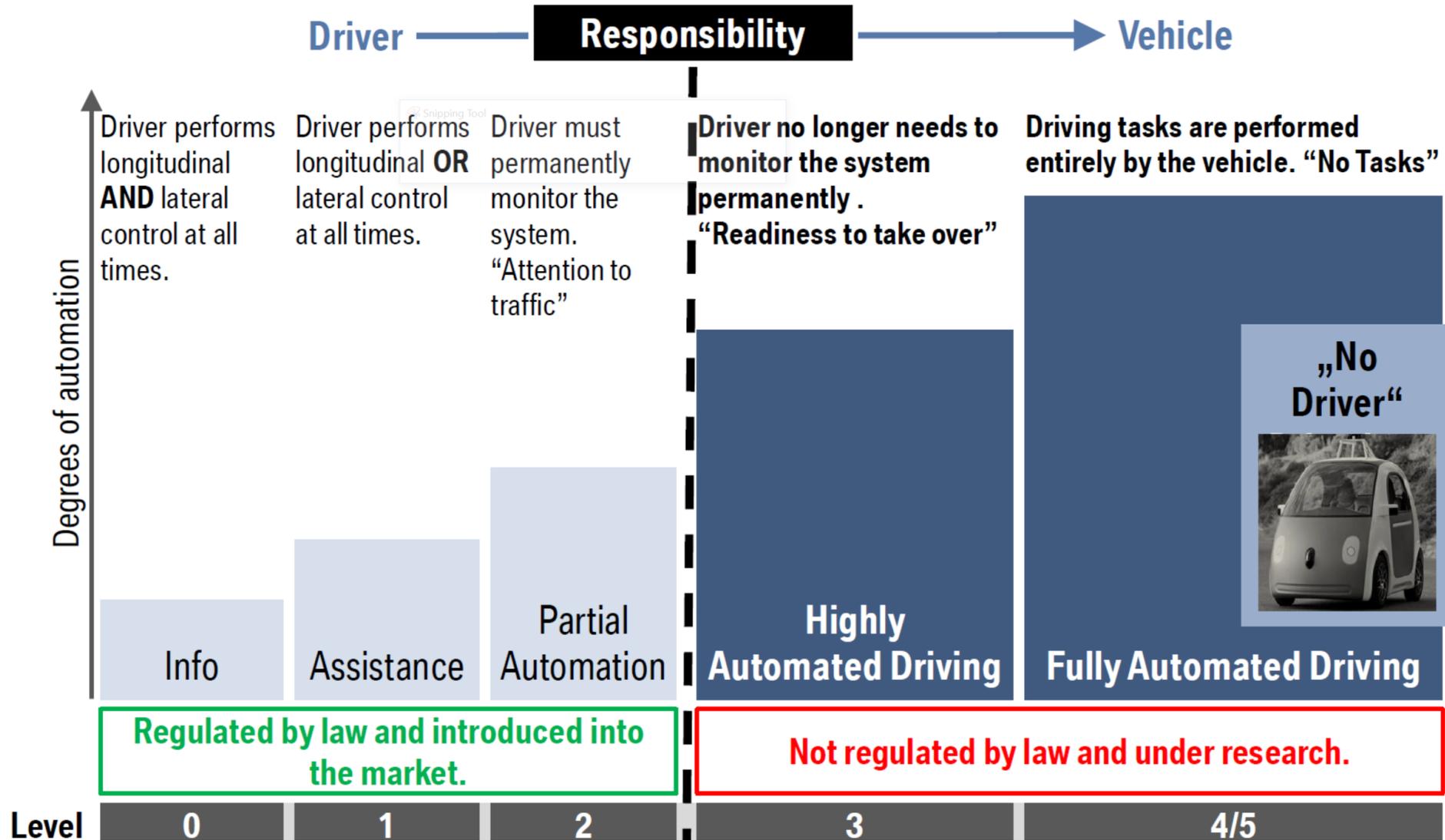
UND

Kommunikationsunterstützung für Aufgabenbearbeitung und sozialen Austausch

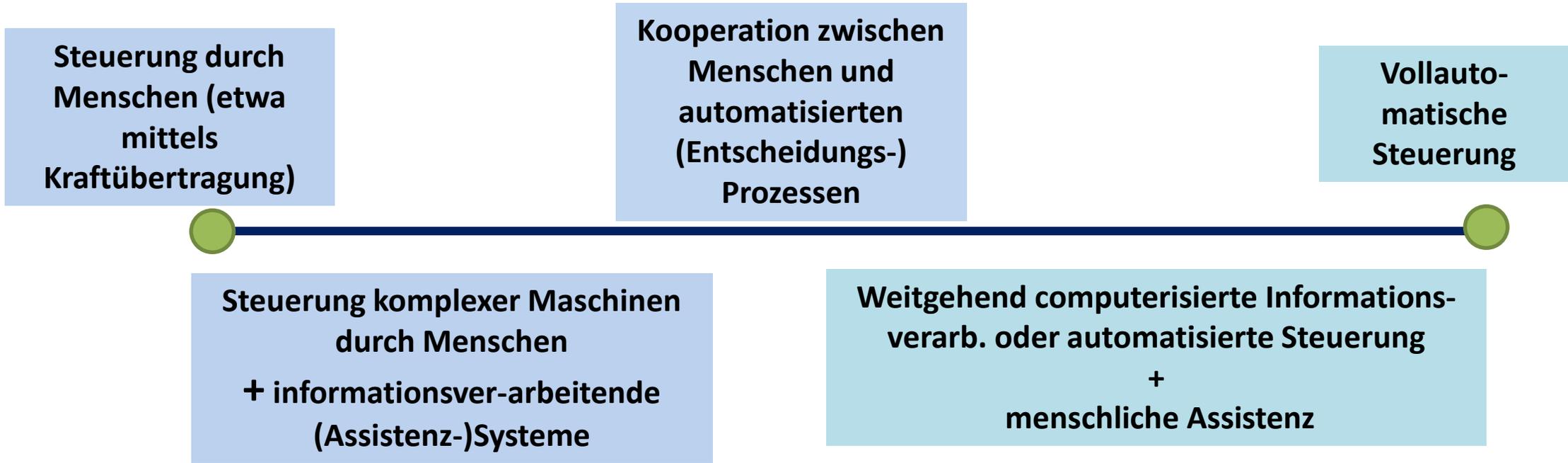
Balance zwischen Anstrengung und erlebtem Erfolg

Funktionsteilung zwischen Menschen und KI

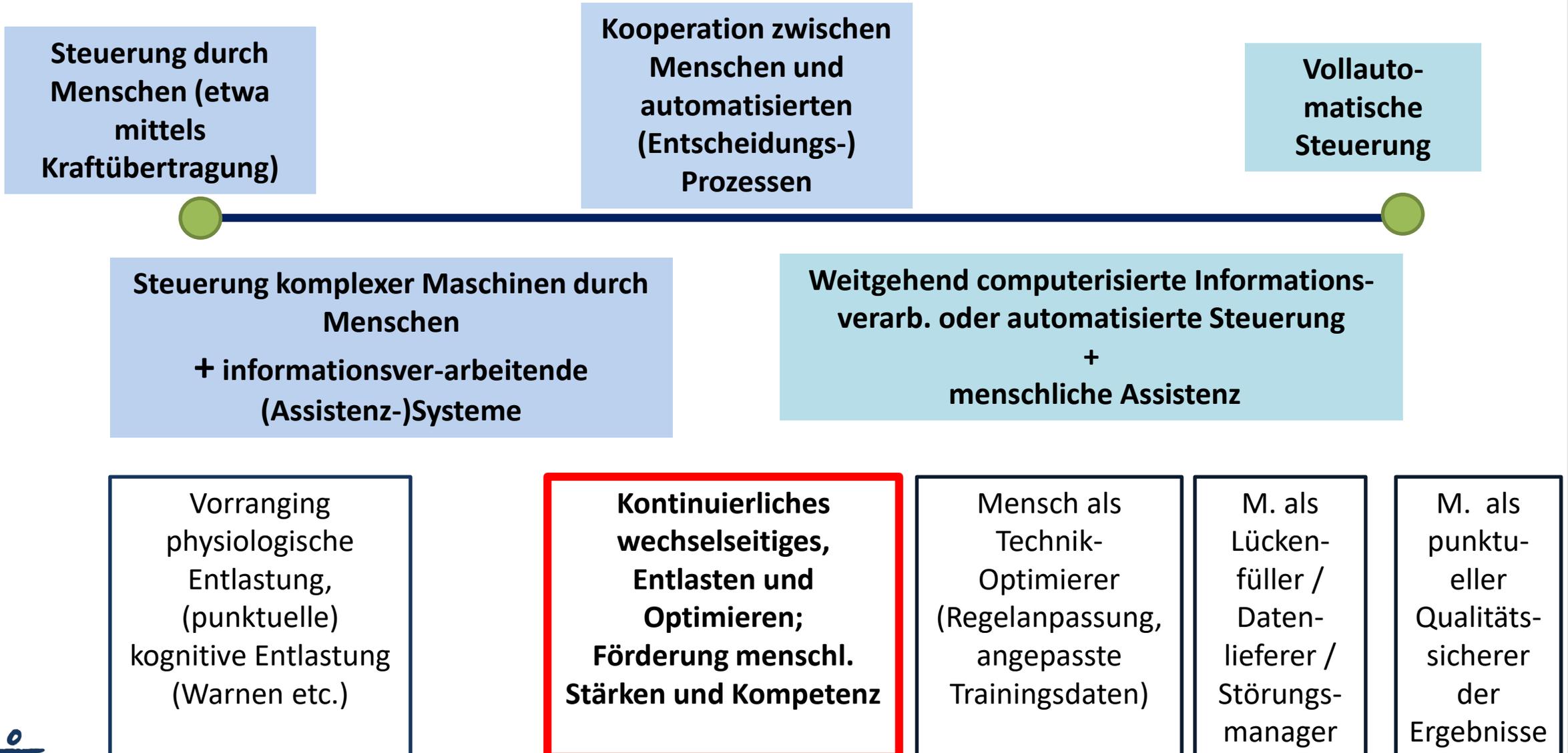
Herausforderung: Neue Formen des Zusammenwirkens zwischen Menschen und Technik am Beispiel autonomer Fahrzeuge



Herausforderung: Neue Formen des Zusammenwirkens zwischen Menschen und Technik I



Herausforderung: Neue Formen des Zusammenwirkens zwischen Menschen und Technik I



Steuerung durch Menschen (etwa mittels Kraftübertragung)

Kooperation zwischen Menschen und automatisierten (Entscheidungs-) Prozessen

Vollautomatische Steuerung

Steuerung komplexer Maschinen durch Menschen
+ informationsverarbeitende (Assistenz-)Systeme

Weitgehend computerisierte Informationsverarb. oder automatisierte Steuerung
+ menschliche Assistenz

Vorrangig physiologische Entlastung, (punktuelle) kognitive Entlastung (Warnen etc.)

Kontinuierliches wechselseitiges, Entlasten und Optimieren; Förderung menschl. Stärken und Kompetenz

Mensch als Technik-Optimierer (Regelanpassung, angepasste Trainingsdaten)

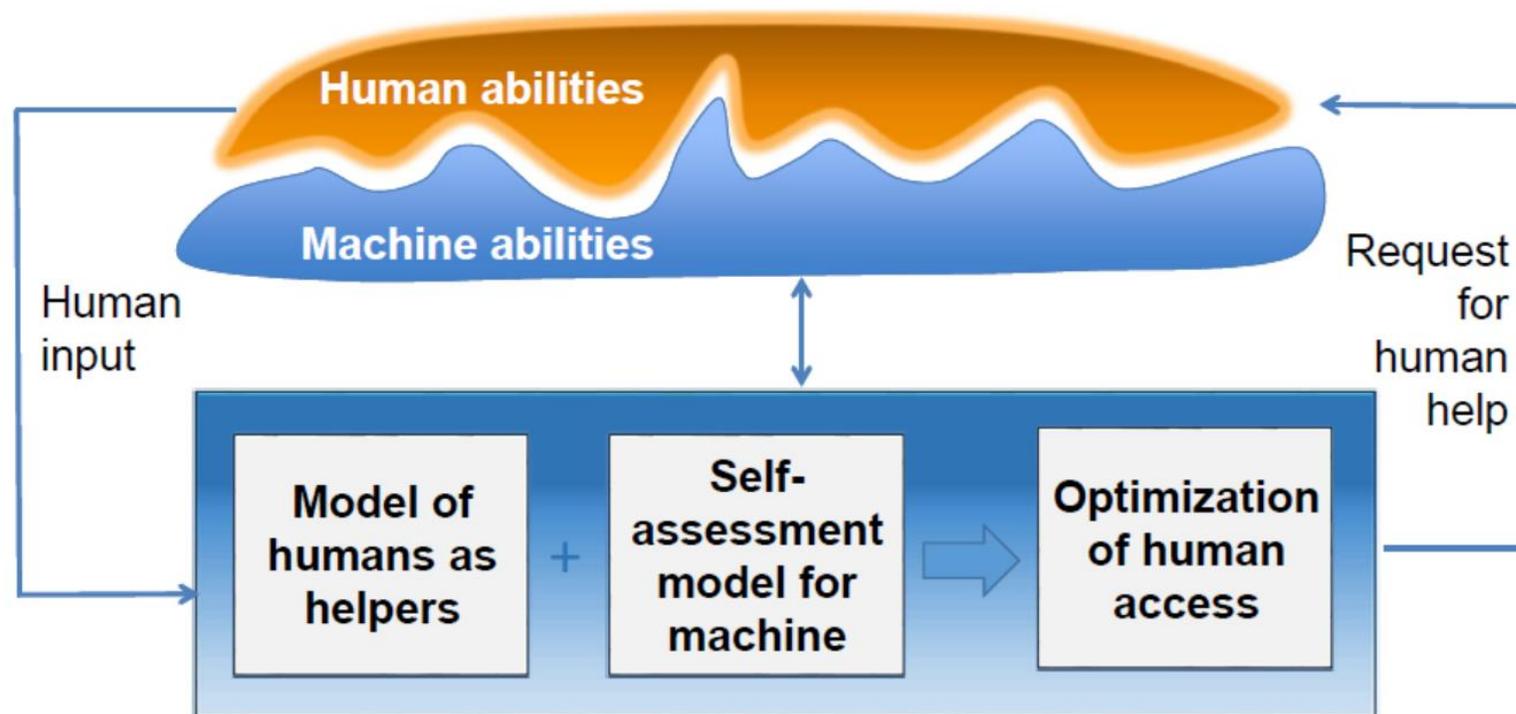
M. als Lückenfüller / Datenlieferer / Störungsmanager

M. als punktueller Qualitäts-sicherer der Ergebnisse

Hybride Intelligence Systems!?

“... hybrid intelligence ... aims at using the complementary strengths of human intelligence and AI to behave more intelligently than each of the two could be in separation...” → **Sociotechnical ensembles**

Dellermann et al. (2019): The Future of Human-AI Collaboration: A Taxonomy of Design Knowledge for Hybrid Intelligence Systems



Kamar (2016): Directions in Hybrid Intelligence: Complementing AI Systems with Human Intelligence

Aufgabenverteilung - Versuch einer Komplementarisierung

A – menschliche Aufgaben im Kontext soziale Interaktion und Praxis

- Aushandlung, Planung, delegieren,
- begründen, Wissen generieren und transferieren,
- Zusammenarbeiten an gemeinsamem Material,
- Imitieren, kommentierendes Bearbeiten
- Verständnis erzeugen
- ...

Identifizierte Aufgaben für hybride intelligence

- recognition,
- prediction,
- reasoning
- Action

(Dellermann et al.)

- große Datenmengen verarbeiten
- Umfangreiche Berechnungen
- Repetitive Trial and Error Verfahren
- ...

C - technische Infrastruktur

Aufgabenverteilung - Versuch einer Komplementarisierung

A – menschliche Aufgaben im Kontext soziale Interaktion und Praxis

- Aushandlung, Planung, delegieren,
- begründen, Wissen generieren und transferieren,
- Zusammenarbeiten an gemeinsamem Material,
- Imitieren, kommentierendes Bearbeiten
- Verständnis erzeugen
- ...

Identifizierte Aufgaben für hybride intelligence

- recognition,
- prediction,
- reasoning
- Action

(Dellermann et al.)

Der KI/ML zu „widersprechen“ müsste sozial anerkannt sein

C - technische Infrastruktur

Flexibilität und evolutionäre Entwicklung von Kompetenzen; Kompatibilität

A – menschliche Aufgaben im Kontext soziale Interaktion und Praxis

- Erproben und Explorieren
- Intervenieren
- Reflexion und Optimierung von Technikanpassung
- Wissen auf anderen Gebieten anwenden...

- Experimente unterstützen
- Variationen ermöglichen
- Interaktionsabläufe mit verschiedenen Akteuren transparent machen
- ...

Kontrollierte Weitergabe – Schutz von Erfahrungswissen-Property

Durch Intervention erzwingbare Transparenz und Explainability

C - technische Infrastruktur

1. Die soziotechnische Perspektive umfasst mehr als die Mensch-Maschine Interaktion und die Gestaltung von Technik

Beeinflussung der Organisation und sozialer Interaktion in Prozessen

Orientierung auf komplementäre Verstärkung

2. Heuristiken nutzen, um
 - a. Soziotechnische Konzepte schnell und partizipativ zu evaluieren und zu reflektieren
 - b. Komplementarität und Kompatibilität zu unterstützen
 - c. Flexibilität und Evolution umsetzen
3. **Soziotechnische Ansätze, die nicht auf die Wirkung und Beeinflussung sozialer Interaktion eingehen, sind nicht soziotechnisch.**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Weitere
Informationen
finden mit „hi4 rub“

Backup

Entwicklung des Einsatzes von IT und KI

Probleme, die Menschen erkennen und



... die sie (im Prinzip) lösen können
+
Algorithmen sind bekannt

... die sie lösen können
+
Algorithmen sind **NICHT** bekannt

... die sie **NICHT** lösen können
+
Algorithmen sind **NICHT** bekannt

Entwicklung von KI + Big Data und statistische Methoden

Zeit reicht ...

... für Menschen	... für Computer	NICHT
------------------	------------------	--------------

Modellbildung; erforschen, wie Menschen die Probleme lösen	Partielles Verständnis → Regeln → Expertensysteme	Überwachtes maschinelles Lernen (Vorgabe von Kategorien, klassif. Daten)	Unüberwachtes masch. Lernen (keine Vorgabe von Kateg. und / oder klassifizierten Daten)
--	---	---	--

KI-Entwicklung und Folgen I

Entwicklung von KI + Big Data und statistische Methoden

Modellbildung;
erforschen, wie
Menschen die
Probleme lösen

Partielles
Verständnis →
Regeln → Exper-
tensysteme

Überwachtes ma-
schinelles Lernen
(Vorgabe von Kate-
gorien, klassifizierten
Daten)

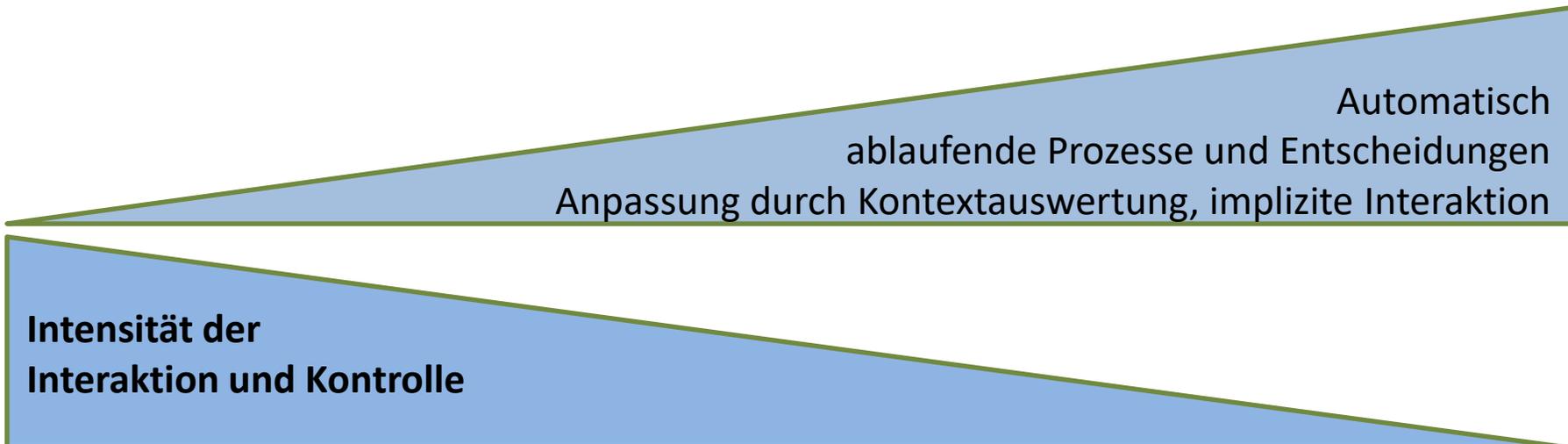
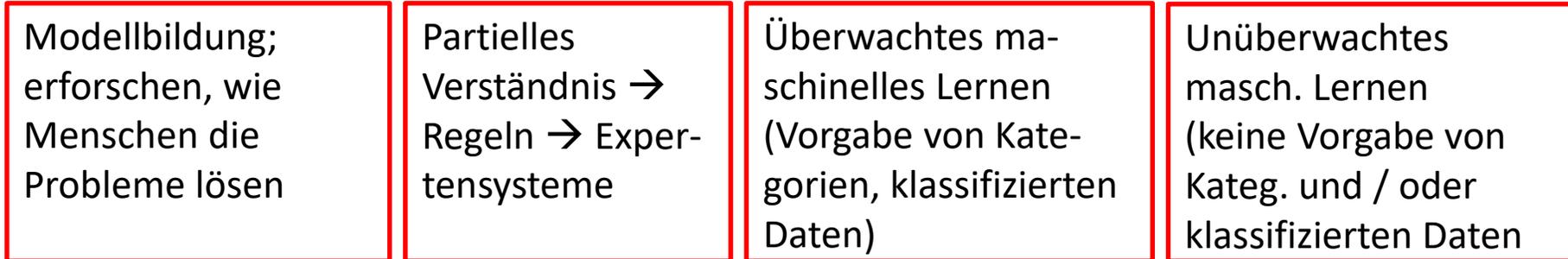
Unüberwachtes
masch. Lernen
(keine Vorgabe von
Kateg. und / oder
klassifizierten Daten)

Leistungsfähigkeit
und Komplexitätsbewältigung

Theoretische
Durchdringung → Nachvollziehbarkeit

KI-Entwicklung und Folgen II

Entwicklung von KI + Big Data und statistische Methoden



1. Nachvollziehbarkeit und Feedback zur Aufgabenbearbeitung

Man kann bei der Techniknutzung und – sofern zulässig – in der Zusammenarbeit mit anderen gezielt erkennen, wie weit ein Ablauf fortgeschritten ist.

So wird auch klar, welche weiteren Schritte möglich sind oder nicht, warum das so ist und wie weit man die Erwartungen der anderen erfüllt hat.



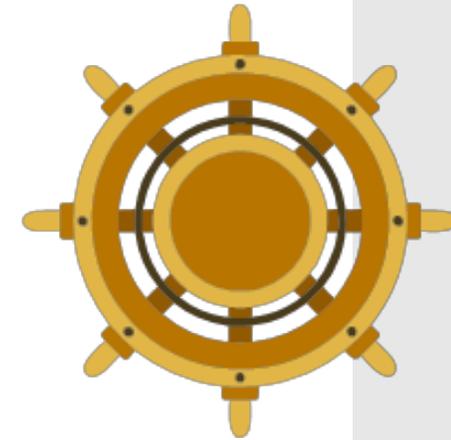
- Wenn Wartungsaufgaben mit einem Ticketsystem durch einen Disponenten verteilt werden, dann kann ich sehen, wie viele Aufgaben ich schon erledigt habe, wie viele noch anstehen und welche davon unter Umständen von anderen Kollegen zu mir weitergeleitet werden - und ich sehe später, ob das von mir gewartete Gerät vorzeitig wieder Wartung benötigt oder nicht.
- Man sieht nicht nur, wieviel Teile schon durch die Umformpresse gelaufen sind, sondern auch wann eine Fachkraft zur Verfügung steht, um etwas zu reparieren.

2. Von der Flexibilität der Aufgabenbearbeitung zur gemeinsamen Weiterentwicklung

Man kann verschiedene Vorgehensweisen abwechseln und flexibel und autonom über die Techniknutzung, Zeiteinteilung, gemeinsamen Aufgabenverteilung etc. entscheiden.

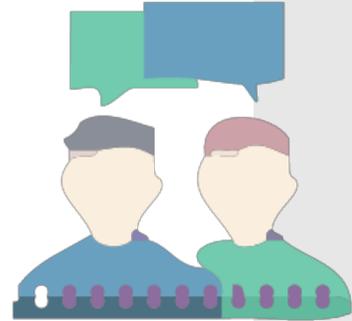
Das hilft, Kompetenzen zu entfalten, um bei der nachhaltigen Weiterentwicklung des Systems mitzuwirken.

- Man muss Aufträge nicht in der Reihenfolge abarbeiten, wie sie ins Ticketsystem eingegeben wurden, sondern kann frei wählen und bündeln. Bei Bedarf kann man andere Kollegen autonom in die Bearbeitung einbeziehen. Und man kann auch dazu beitragen, dass die Aufgabenverteilung von mal zu mal besser zu der eigenen Kompetenzentwicklung passt.



3. Kommunikationsunterstützung für Aufgabenbearbeitung und sozialen Austausch

Durch technische und räumliche Kommunikationsgelegenheiten ist man für die gemeinsame Aufgabenbearbeitung und -koordination (in wählbarem Ausmaß) erreichbar – und man kann dabei regelmäßig Rechte, Pflichten und Werte besprechen, um gegenseitig Verlässlichkeit aufzubauen.



- In dem Ticketsystem zu Wartungsaufgaben kann ich Kommentaren zu fachlichen Herausforderungen oder bzgl. der Kommunikation mit den Kunden hinterlassen. Die Notizen kann ich nutzen um mich in regelmäßigen Meetings mit den Kollegen dazu auszutauschen, wobei man sich auch mal was von der Seele reden kann oder Unterstützung organisieren kann.

4. Aufgabengebundener Informationsaustausch für die Erleichterung geistiger Arbeit

Informationen werden zweckgebunden für die Aufgabenbearbeitung mittels Technik ausgetauscht, aktualisiert, bereitgehalten und minimiert.

Dabei entstehende technische Informationsverknüpfungen und persönliche Profile sind für die Betroffenen transparent und beeinflussbar.

- Indem Ticketsystem finde ich sämtliche Informationen, um den Auftrag zu erledigen. Dabei kann ich auch festhalten, was ich gemacht habe, falls ich den Auftrag an einen Kollegen weiterreichen muss. Dabei kann ich auch auf Probleme hinweisen, die ich hatte, ohne dass mir das später zum Nachteil gereicht. Die im Ticketsystem gesammelten Informationen werden nicht von den Chefs genutzt, um meine Leistung mit anderen zu vergleichen – das kann nur ich.



5. Balance zwischen Anstrengung und erlebtem Erfolg

Aufgaben werden so gebündelt, verteilt und technisch unterstützt, dass sie Sinn und Spaß machen und individuelle fachliche, körperliche und soziale Kompetenzen sowie der Gesundheit fördern. So werden Anstrengungen und erzielte Vorteile nachhaltig ausbalanciert.

- Wenn ich in dem Ticketsystem regelmäßig etwas dokumentiere, merke ich auch, dass das mir und anderen was nützt, und witzige Bemerkungen sind auch erlaubt. Es ist okay, wenn unterschiedliche Leute in unterschiedlicher Art und Weise dokumentieren.



6. Kompatibilität zwischen Anforderungen, Kompetenzentwicklung und Systemeigenschaften

Technische und organisatorische Systemeigenschaften werden durchgängig aufeinander abgestimmt. Sie passen in geklärten Grenzen zu den Anforderungen von außen, wobei eine ganzheitliche Kompetenzförderung und proaktive Hilfe auf wechselnde Herausforderungen vorbereiten.

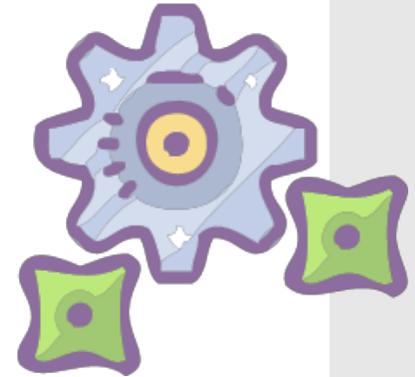
- Wenn eine Kunde manche Teile anderes bezeichnet, als das in unseren Handbüchern steht, dann bekomme ich in Verbindung mit dem Wartungsauftrag entsprechende Hinweise – außer Englisch muss ich dafür aber keine anderen Fremdsprachen beherrschen.
- Nicht nur alle Ladegeräte passen an jedes Akku-Gerät in der Firma, sondern auch an die beim Kunden, und bei Ausnahmen habe ich gelernt, mir zu helfen



7. Effiziente Aufgabebearbeitung für ganzheitliche Ziele

Durch geeignete Abfolge, Zusammenfassung oder Zuordnung von Aufgaben – zu Menschen und Technik – wird die reibungslose Zusammenarbeit gefördert. Überflüssige Schritte oder unnötiger Ressourceneinsatz werden vermieden. Bei Bedarf kann man Effizienzsteigerung realisieren.

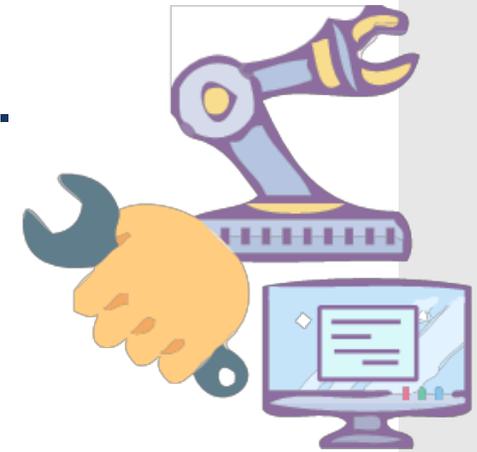
- Wenn häufiger am gleichen Gerät Wartung vorgenommen wird, werden diese Aufträge möglichst an den gleichen Mitarbeiter verteilt, um eine ganzheitliche Erfahrung der Wartungshistorie zu ermöglichen und die Arbeit so effizienter werden kann.
- Nicht nur das Hochfahren einer Anlage gelingt in kürzester Zeit, sondern auch das Zusammenspiel zwischen Maschinenbediener und Qualitätskontrolle funktioniert reibungslos, um Normabweichungen bei der Teilefertigung zu vermeiden.



8. Unterstützende Technik und Ressourcen für produktive und fehlerfreie Arbeit

Technik und weitere Ressourcen unterstützen die Arbeit und Kooperation, wobei Technikakzeptanz, Zuverlässigkeit, gute Bedienbarkeit für unterschiedliche Nutzer, Vermeidung von Fehlerfolgen und Missbrauch, Sicherheit und insbesondere regelmäßige Aktualisierung ineinandergreifen.

- Mit der Vorplanung der Übernahme eines Wartungsauftrags werden automatisch die Werkzeuge serviert, die ich dafür benötige. Vorplanung kann ich auch eingeben, wenn meine aktuelle Arbeitsumgebung keine Bedienung eines Gerätes mit der Hand erlaubt. Allerdings wird meine Werkzeugreservierung einem Plausibilitätscheck unterzogen.
- Wifi ist kontinuierlich verfügbar - und wenn ein Rechner versagt kann ich problemlos auf einen anderen ausweichen, der mir schnell zur Verfügung gestellt wird.



Weitere Gesichtspunkte

