

Teamflow und Entscheidungen: Empirische Analyse in kollaborativen Konstruktionsprozessen

Teamflow and Decisions: An Empirical Analysis in Collaborative Design Processes

Moritz Henkel^{1,*}, Pascal Kull¹, Anusch Musawi¹, Judith van Remmen², Felix Förster¹, Stefan Götz², Nikola Bursac¹, Sandro Wartzack², Katharina Ritzer¹

¹ ISEM – Institute for Smart Engineering and Machine Elements, Hamburg University of Technology, Germany

² Engineering Design, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Erlangen, Germany

* Korrespondierender Autor:

Moritz Henkel
Denickestr. 17
D-21073 Hamburg
Geb. L, Raum L3.033
☎ +494030601 4706
✉ moritz.henkel@isem-tuhh.de

Abstract

Collaborative design teams in team flow exhibit high communicative coherence but may suppress critical reflection, yielding poor decision quality despite apparent effectiveness — a phenomenon the authors term "Deceptive Fluency." This exploratory study combines AI-based team flow analysis (Teamflow-Score 6.83/10) with expert-rated decision quality assessment (S1=2.48, S2=2.04, Fleiss' $\kappa=0.57$, nominal) in a real GSD live-lab session. Results from this single case study provide first exploratory indications of a co-occurrence of high team flow and low decision quality in 7 of 9 decisions. Ten requirements for a data-driven, flow-preserving assistance system are derived across three dimensions: recognition, intervention design, and technical integration.

Keywords

team flow, design decision-making, collaborative design, AI assistance system, deceptive fluency

1. Einleitung

In kollaborativen Konstruktionsprozessen treffen Entwicklungsteams fortlaufend Entscheidungen unter Unsicherheit und auf Basis verteilter Informationen. Im Zustand des Teamflows fallen diese Entscheidungen häufig schnell und intuitiv. Das unterstützt effizientes Arbeiten [1], erhöht zugleich aber das Risiko, dass sie unzureichend reflektiert sind [2]. Ein Fallbeispiel aus der studentischen Produktentwicklung zeigt diese Problematik: Eine vermeintlich lokale Geometrieänderung zur Gewichtsreduktion kann unbeabsichtigt übergeordnete Produktfunktionen beeinträchtigen. Digitale Prozessdaten machen solche Konstruktionsaktivitäten datenbasiert nachvollziehbar [3]. Daraus ergibt sich die Motivation für kontextspezifische Assistenzsysteme: Sie sollen entscheidungsrelevante Informationen genau dann bereitstellen, wenn das Team sie benötigt, ohne den laufenden Teamflow durch unpassende Interventionen zu unterbrechen.

2. Stand der Forschung

2.1. Teamflow

Der Flow-Zustand nach Csikszentmihalyi beschreibt eine Phase tiefer Konzentration und intrinsischer Motivation, in der Anforderungen und Fähigkeiten im Gleichgewicht stehen und Handlungen mühelos ineinandergreifen [4]. Auf Teams übertragen heißt dieses Prinzip Teamflow. Der Begriff bezeichnet einen kollektiv erlebten Zustand synchroner Zusammenarbeit, in dem Teammitglieder ein gemeinsames Zielbild teilen, sich aufeinander abstimmen und Fortschritt als gemeinsames Momentum wahrnehmen [1, 4]. Van den Hout et al. (2018) beschreiben Teamflow als Gruppenphänomen, das auf geteilten Zielen, gegenseitigem Vertrauen, psychologischer Sicherheit und offener Kommunikation beruht [1].

In diesem Zustand agiert das Team wie eine Einheit: Beiträge schließen inhaltlich und zeitlich aneinander an und erhöhen so die Bearbeitungsgeschwindigkeit [1, 5]. Teamflow ist dabei kein stabiler Dauerzustand, sondern kann im Verlauf einer Zusammenarbeit schwanken [1]. Studien zeigen, dass diese „Synchronisation im Tun“ die Kreativität und Lösungsgüte steigern kann [1, 5]. Sie birgt jedoch das Risiko, dass divergentes Denken und kritische Reflexion in den Hintergrund treten [2]. Ein starker gemeinsamer Fokus kann dazu führen, dass Annahmen unbewusst übernommen und Entscheidungen intuitiv getroffen werden, ohne dass alternative Lösungswege ausreichend geprüft werden. Dieses Spannungsfeld ist besonders relevant für kollaborative Konstruktionsprozesse, in denen Entscheidungen iterativ, verteilt und oftmals unter Zeitdruck erfolgen [1, 2, 6].

Teamflow beruht nicht nur auf psychologischen, sondern auch auf sozio-technischen Voraussetzungen. In der Produktentwicklung entstehen kollektive Flusszustände dann, wenn technische Infrastruktur, organisatorische Strukturen und soziale Interaktionsformen kohärent aufeinander abgestimmt sind [1, 7]. Klare Prozessrhythmen, stabile digitale Werkzeugketten sowie eine transparente Rollengestaltung reduzieren Koordinationsabbrüche und schaffen die gemeinsame Situationswahrnehmung, die Teamflow aufrechterhält [7]. Diese Bedingungen fördern zugleich die Resilienz eines Teams – also seine Fähigkeit, auf Störungen adaptiv zu reagieren, ohne die kollektive Handlungsfähigkeit zu verlieren [7]. Resiliente Teams können so auch unter Unsicherheit eine geteilte Aufmerksamkeit, gegenseitiges Vertrauen und kohärente Koordination aufrechterhalten [1]. Teamflow, Resilienz und Entscheidungsverhalten stehen in kollaborativen Konstruktionsprozessen damit in einem dynamischen Wechselspiel. Bewusste Entscheidungspausen oder Reflexionsimpulse unterbrechen den Fluss zunächst, stabilisieren aber langfristig die Qualität technischer Entscheidungen [1].

2.2. Kollaborativer Entscheidungsfindungsprozess in der Produktentwicklung

In kollaborativen Konstruktionsprozessen sind Entscheidungen keine isolierten Momente, sondern in einen fortlaufenden Problemlösungsprozess eingebettet. Badke-Schaub und Gehrlicher (2003) definieren Entscheidungen als eine besondere Klasse kritischer Situationen – Weichensteller, die die weitere Richtung des Konstruktionsprozesses maßgeblich beeinflussen [8]. In einer empirischen Untersuchung von zehn Ingenieurprojekten identifizierten sie 895 kritische Situationen; die häufigsten Typen waren Lösungsanalyse (29 %) und Lösungsentscheidung (22 %). Entscheidungsprozesse folgen dabei selten einem idealen Stufenmodell: Stattdessen dominieren in der Praxis opportunistisches Planen und sogenanntes „Muddling-Through“, bei dem Alternativen frühzeitig evaluiert oder unbewusst verworfen werden, bevor eine vollständige Informationsbasis vorliegt [8].

Simon (1977) beschreibt Entscheidungsfindung als integralen Bestandteil des Problemlösens: Die Phasen Zieldefinition, Informationsgewinnung, Alternativensuche, -bewertung und Entscheidung sind rekursiv verschränkt und lassen sich nicht trennscharf abgrenzen [9]. In Teamprozessen intensiviert sich diese Verschränkung. Ensici et al. (2008) zeigen anhand einer Protokollstudie mit Designteams, dass Teams 85 % ihrer Arbeitszeit mit verbaler Kommunikation verbringen und dabei erhebliche Zeit auf technische Detailprobleme verwenden, den Gesamtüberblick aber verlieren können [10]. Von 71 identifizierten Entscheidungen wurden 63 tatsächlich im fertigen Produkt umgesetzt – ein Beleg für die unmittelbare Wirkung kollaborativer Entscheidungen auf das Produktergebnis.

Dieser Befund ist besonders relevant, wenn das Team im Zustand des Teamflows agiert. Schüler und Pfenninger (2011) zeigen in einer empirischen Studie mit Kajakfahrern, dass Flowzustände die Risikowahrnehmung beeinträchtigen können [2].

2.3. Assistenzsysteme im kollaborativen Konstruktionsprozess

Die Analyse kollaborativer Konstruktionsprozesse erfordert eine datenbasierte Grundlage, die über klassische Selbstauskünfte hinausgeht. Sivanathan et al. (2015) zeigen, dass eine multimodale und synchrone Datenerfassung den Konstruktionsprozess ganzheitlich dokumentiert, ohne ihn durch Selbstberichte zu unterbrechen [3]. Erfasst werden CAD-Systemaktivitäten, biophysiological Signale, audio-visuelle Daten und interpersonale Interaktionen. Eine solche lückenlose und störungsarme Datenbasis erlaubt es, Entscheidungsprozesse und Teamdynamiken phasengenau auszuwerten – retrospektiv wie in Echtzeit.

Auf Basis multimodaler Prozessdaten können KI-gestützte Systeme Teamdynamiken einschätzen und Interventionen ableiten. Peifer et al. (2021) schlagen ein Entscheidungsunterstützungssystem vor, das auf Basis kollektiver Kommunikationsindikatoren – wie Sprecherwechselrhythmus, Burstiness und „Wir“-Sprachgebrauch – Teamflow-Zustände erkennt. Impulse liefert es nur, wenn die Kommunikationsmuster deutlich von einem flow-förderlichen Zustand abweichen [11]. Gyory et al. (2022) zeigen in einem kontrollierten Experiment, dass KI-basiertes Prozessmanagement in Designteams gleichwertige oder bessere Ergebnisse erzielt als menschliche Moderation – insbesondere in Situationen unerwarteter Anforderungsänderungen, in denen KI-moderierte Teams ihre Leistung steigerten, während menschlich moderierte Teams stagnierten [12]. Van der Kamp et al. (2026) validieren einen analogen Ansatz für KI-gestützte Meeting-Analysen in agilen Entwicklungsteams, bei dem transkriptbasierte LLM-Auswertungen ein visuelles Feedback-Dashboard speisen, ohne den Ablauf des Meetings zu unterbrechen [13].

Batora et al. (2026) zeigen in einer Netzwerkanalyse, dass der Erfolg agiler Zusammenarbeit von einem Wirkungsgeflecht direkt steuerbarer Faktoren (z. B. Kommunikationsfrequenz, Rollenklarheit) und indirekt beeinflussbarer Faktoren (z. B. Vertrauen, psychologische Sicherheit) abhängt [14]. Diese Unterscheidung ist für die

Gestaltung kontextsensitiver Assistenzsysteme zentral, da Interventionen an den steuerbaren Faktoren ansetzen sollten, um über sie mittelbar auch die schwer zugänglichen Teamdynamiken zu beeinflussen.

3. Methodische Vorgehensweise

Bislang ist unzureichend erforscht, wie situative Entscheidungen, Teamflow und der Konstruktionsprozess zusammenwirken, da bestehende Arbeiten kognitive Verzerrungen im Engineering Design und Teamdynamiken meist als getrennte Forschungsfelder behandeln [6]. Zudem fehlt eine empirische Grundlage dafür, wie sich diese Wechselwirkungen anhand integrierter Projektdaten im Detail untersuchen lassen [15].

Dieser Beitrag analysiert daher empirisch, wie Teamflow und kollaborative Entscheidungsfindung in der Produktentwicklung zusammenwirken, und leitet daraus Anforderungen an ein datengetriebenes Assistenzsystem ab, das den Entscheidungsprozess unterstützt und zugleich den Teamflow erhält.

Hieraus ergeben sich drei Forschungsfragen:

1. Wie können Daten aus kollaborativen Konstruktionsprozessen genutzt werden, um Teamflow und kollaborative Entscheidungsfindungsprozesse empirisch zu analysieren?
2. Welche Wechselwirkungen zwischen Teamflow und dem kollaborativen Entscheidungsfindungsprozess lassen sich identifizieren, welche Interventionen sind geeignet, und welche Informationen sind hierfür entscheidungsrelevant?
3. Welche Anforderungen an ein datengetriebenes, Teamflow-erhaltendes Assistenzsystem ergeben sich aus den identifizierten Wechselwirkungen sowie den entscheidungsrelevanten Informationen?

Die empirische Untersuchung wurde im Rahmen des Live-Labs GSD – Generational Sheet Metal Development durchgeführt [16]. Innerhalb des Live-Labs entwickeln interdisziplinäre Studierendenteams in mehreren Iterationen eine neue Generation eines Gasgrills. In diesem Umfeld entstehen realitätsnahe Daten über technische Konstruktionsentscheidungen, Teaminteraktionen und Abstimmungsprozesse, wie sie auch in industriellen Entwicklungsprojekten auftreten. Für die vorliegende Analyse wurde eines der letzten Meetings vor der Abgabe aufgezeichnet, in dem drei Beteiligte eine Teilentwicklung des Grills diskutierten. Das Meeting wurde vollständig transkribiert; aus dem Gesamttranskript wurde ein Ausschnitt mit einer dichten Abfolge technischer Aushandlungen und identifizierbarer Entscheidungsmomente ausgewählt. Der Ausschnitt wurde gezielt gewählt, um ein mögliches Zusammenfallen von hohem Teamflow und niedriger Entscheidungsqualität zu untersuchen; er ist daher kein repräsentativer Querschnitt des gesamten Meetings. Dieser Transkriptausschnitt bildet die Grundlage für die Analyse des Teamflows im kollaborativen Konstruktionsprozess.

Als explorativer Auswertungsansatz wurde das Transkript in ein LLM-gestütztes Analysewerkzeug eingelesen. Das Werkzeug nähert sich den Teamflow-Indikatoren evidenzbasiert an. Grundlage sind die elf Dimensionen nach Van den Hout et al. (2018), die aus den sieben Voraussetzungen und vier Charakteristika des Teamflows abgeleitet sind [1]; zwei weitere Dimensionen sind im Werkzeug zusätzlich operationalisiert. Für jede Dimension (wie z. B. Open Communication, Common Goal, Psychological Safety, Skill Integration oder Conflict Engagement) liegt ein eigener Prompt vor, der das Sprachmodell (GPT-4.1 mini) gezielt nach sprachlichen Hinweisen im Transkript suchen lässt.

Das Analyseverfahren beschränkt sich nicht auf eine automatische Bewertung, sondern liefert konkrete Textstellen (Evidenzen), die den Ausprägungsgrad nachvollziehbar machen.

Die Qualität des Ergebnisses bemisst sich daher nicht allein an einem numerischen Gesamtindex, sondern an der Plausibilität der angeführten Belegstellen. Die automatisch identifizierten Evidenzen wurden anschließend von einem Experten auf inhaltliche Validität geprüft. Da das Werkzeug retrospektiv arbeitet, erfasst es Teamflow nicht in Echtzeit, sondern wertet ausschließlich aufgezeichnete Meetings aus.

Die im Transkriptausschnitt identifizierten Entscheidungsmomente (ED1–ED9) wurden von drei unabhängigen Expertinnen und Experten mit Fachkenntnissen in Produktentwicklung und Konstruktionsmethodik anhand zweier Dimensionen retrospektiv bewertet: (S1) Situationsangemessenheit der Entscheidung (1 = vollständig unangemessen, 5 = vollständig angemessen) und (S2) Angemessenheit der Informationsbasis (1 = keine belastbare Grundlage vorhanden, 5 = vollständige Informationsgrundlage vorhanden). Bewertet wurde der Entscheidungsprozess in der jeweiligen Situation, nicht der spätere Projektausgang. Damit wird der Outcome Bias kontrolliert: Die Kenntnis des Ergebnisses verzerrt die retrospektive Bewertung von Entscheidungsprozessen systematisch [17, 18]. Zur Bestimmung der Übereinstimmung zwischen den drei Bewertenden wurde Fleiss' Kappa für nominal skalierte Daten berechnet. Mit $\kappa = 0,57$ liegt nach den Grenzwerten von Landis und Koch [19] eine mäßige Übereinstimmung vor; diese Grenzwerte sind dort ausdrücklich als heuristisch bezeichnet. Da das nominale Kappa die ordinale Struktur der fünfstufigen Ratingskala nicht berücksichtigt und sämtliche Abweichungen gleich behandelt, bildet es die unterschiedliche Größe der Bewertungsdifferenzen nicht ab. Ergänzend stimmten alle drei Bewertenden in 10 von 18 Bewertungsfällen vollständig überein (56 %); in 17 von 18 Fällen betrug die maximale Abweichung höchstens einen Skalenpunkt (94 %). Der vorgestellte Ansatz macht Teamdynamiken und Entscheidungsphasen aus authentischen Prozessdaten nachvollziehbar und erlaubt es, Zusammenhänge zwischen kommunikativer Kohärenz und Entscheidungsverhalten explorativ zu untersuchen.

4. Ergebnisse

4.1. Analyse des kollaborativen Konstruktionsprozesses

Entscheidungen treten in realen Konstruktionssituationen als dichte Folge situativer Aushandlungen im Gespräch auf. Den empirischen Zugang zu diesem Prozess eröffnet ein Mixed-Methods-Verfahren, das zwei Datenebenen des agilen Produktentwicklungsprozesses verknüpft: Umsetzungsdaten zu geometrischen Produktveränderungen und multimodale Prozessdaten. Abbildung 1 stellt das Verfahren im Überblick dar.

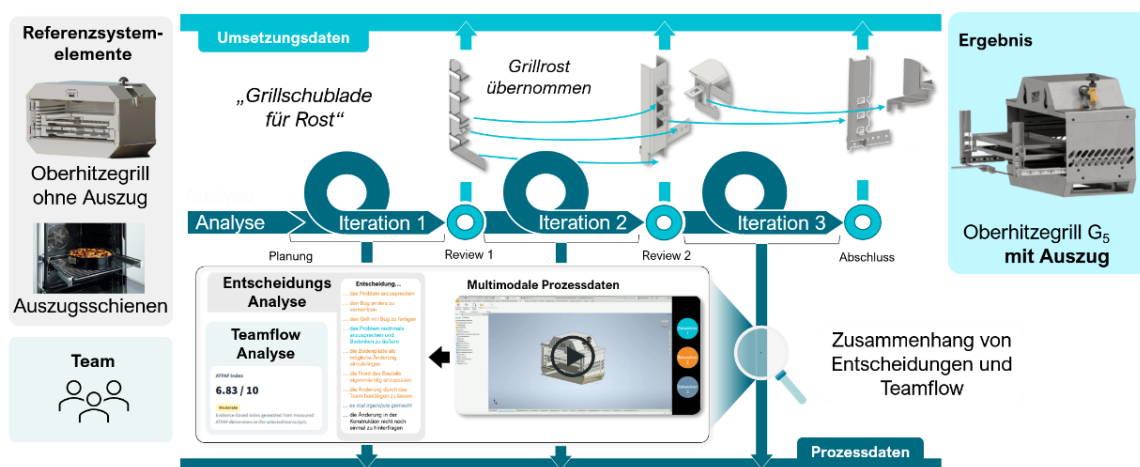


Abbildung 1: Erhebung und Analyse von Umsetzungs- und Prozessdaten zu Entscheidungen und Teamflow im kollaborativen Konstruktionsprozess

Beide Datenebenen zusammen erlauben es, den Weg vom Entscheidungsfindungsprozess im Team bis zur geometrischen Umsetzung im Bauteil zurückzuverfolgen.

Am Beispiel eines ausgewählten Interaktionsausschnitts wird die KI-gestützte Teamflow-Analyse mit retrospektiven Expertenbewertungen der Konstruktionsentscheidungen abgeglichen. Die qualitative Analyse des Transkripts zeigt, wie Phasen intensiven Teamflows den Argumentationsverlauf prägen.

Die KI-gestützte Analyse ergibt einen Teamflowindex von 6,83 von 10 (Moderat). Er stützt sich auf zwölf der dreizehn Dimensionen mit ausreichender Evidenzgrundlage; eine Dimension liefert kein auswertbares Signal. Die Dimensionsscores zeigen eine heterogene Verteilung: Open Communication (9,0; Strong) und Skill Integration (8,0; Strong) sind besonders stark ausgeprägt; Common Goal, Mutual Trust, Psychological Safety, Multidimensional Trust, Joint Progress und Conflict Engagement erreichen jeweils 7,0 (Good). Collective Ambition, Holistic Focus und Mutual Commitment liegen mit je 6,0 im moderaten Bereich; Sense of Unity erzielt mit 5,0 den niedrigsten Wert (Watch). Die Beteiligungsverteilung ist mit einem Participation Distribution Index von 0,262 (Balanced) weitgehend ausgewogen: Speaker 2 und Speaker 1 tragen mit 47 % bzw. 45 % des Wortanteils nahezu gleich zur Interaktion bei; Speaker 3 nimmt mit 8 % eine randständige Rolle ein.

Im untersuchten Ausschnitt arbeitet das Team ohne erkennbare Moderation an einem gemeinsamen Ziel, der Verbesserung von Stabilität und Montagefreundlichkeit. Vorschläge werden aufgegriffen, bewertet und weitergeführt, ohne dass Zuständigkeiten ausgehandelt werden müssen. Belege für *Common Goal*, *Collective Ambition* und *Joint Progress* finden sich entsprechend über den gesamten Ausschnitt verteilt. Kommentiert ein Beteiligter die Arbeit eines anderen („So wie du es gemacht hast, finde ich es ganz gut“), verbindet er fachliche Anerkennung mit gemeinsamer Verantwortungsübernahme. Das schlägt sich in den Werten für Skill Integration, Mutual Trust und Mutual Commitment nieder. Die Beteiligten betrachten dabei nicht nur einzelne Bauteile, sondern auch Bedienbarkeit und Sicherheit; darin zeigt sich Holistic Focus.

Am stärksten prägen jedoch die Sequenzen das Gespräch, in denen Kritik humorvoll vorgebracht wird. Äußerungen wie „Ist das nicht scheiße, weil der dann übelst heiß wird?“ oder „Das wird der nervigste Grill aller Zeiten“ benennen reale konstruktive Probleme, ohne den Gesprächsfluss zu unterbrechen. Darin zeigt sich, warum Open Communication und Conflict Engagement hohe Werte erreichen. Einwände werden ohne Hierarchiegefälle geäußert und unmittelbar in den laufenden Austausch integriert; das verweist zugleich auf Psychological Safety.

Nicht alle Dimensionen sind gleich stark ausgeprägt. Sense of Unity erreicht den niedrigsten Wert; das entspricht der ungleichen Redevertelung. Vor allem aber zeigt sich ein grundlegendes Spannungsverhältnis: Dieselbe Integrationsleistung, die den gemeinsamen Fokus trägt, lässt humorvoll benannte Konstruktionsmängel im Gesprächsfluss untergehen. Sie werden zugunsten eines ununterbrochenen Arbeitsflusses entweder ungeprüft übernommen oder nachträglich rationalisiert, statt zu einer Bewertung von Alternativen zu führen. Daraus folgt die Kernanforderung an künftige datengetriebene Assistenzsysteme: Sie müssen kritische Entscheidungsmomente kontextsensitiv erkennen und Reflexionsimpulse so setzen, dass der Teamflow erhalten bleibt.

4.2. Wechselwirkungen zwischen Teamflow und Entscheidungsqualität

Die retrospektive Expertenbewertung von neun im Transkriptausschnitt identifizierten Entscheidungen (ED1–ED9) zeigt eine ausgeprägte Diskrepanz zwischen der kommunikativen Kohärenz des Teams und der Qualität seiner Konstruktionsentscheidungen. Drei unabhängige Beurteilende schätzten jede Entscheidung auf einer Skala von 1 (schwach) bis 5 (stark) in zwei Dimensionen ein: situative Angemessenheit (S1) und Informationsbasis (S2). Die Ergebnisse verteilen sich wie folgt: ED1 (das Problem ansprechen, S1=4,0,

S2=2,67), ED2 (Bug anders vermarkten, S1=1,0, S2=1,0), ED3 (Grill mit Bug fertigen, S1=1,0, S2=1,0), ED4 (Problem nochmals ansprechen, S1=5,0, S2=4,33), ED5 (Bodenplatte als Änderung einbringen, S1=2,0, S2=2,67), ED6 (Front eigenmächtig anpassen, S1=3,0, S2=2,0), ED7 (Änderung per Teamkonsens bestätigen, S1=1,67, S2=1,33), ED8 (Provisorium rückwirkend explizieren, S1=1,67, S2=2,0) sowie ED9 (Änderung nicht weiter hinterfragen, S1=3,0, S2=1,33).

Der Kettenmittelwert beträgt für S1 2,48 und für S2 2,04 – beide Werte liegen deutlich unterhalb des Skalenmittelpunkts. Bei 7 von 9 Entscheidungen (78 %) identifizieren die Expertinnen und Experten einen systemseitigen Interventionsbedarf; lediglich ED1 und ED4 werden als situativ angemessen bewertet. Die niedrigsten Qualitätswerte entfallen auf ED2 und ED3: Das strukturelle Einbauproblem wird humorvoll rationalisiert. Die Entscheidung, den fehlerhaften Grill zu fertigen, fällt daraufhin implizit und ohne Wahl zwischen Alternativen. ED7 entspricht dem Muster eines Scheinkonsenses: einer kollektiven Zustimmungsgeste ohne kritische Prüfung. ED8 beschreibt ein Provisorium, das erst nachträglich benannt wird; der Reifegrad des Modells wird zu diesem Zeitpunkt nicht kommuniziert. ED9 schließt die Kette: Drei Tage vor der Abgabe bricht das Team die Qualitätsprüfung unter Zeitdruck implizit ab.

Die sequenzielle Kettenbewertung ergibt, dass der einzige inhaltlich tragfähige interne Einwand (ED4) den kollektiven Arbeitsfluss kaum unterbricht (C1=2,0/5). Für diesen Einzelfall liegt es nahe, seine Wirksamkeit auf drei Gestaltungsmerkmale zurückzuführen: eine konkrete Konsequenzfrage direkt am Bauteil, ein Timing unmittelbar am Festlegungsmoment und eine soziale Einbettung in die Gruppeninteraktion (humorkompatibel, nicht hierarchisch). Den kritischsten Interventionspunkt der Kette bildet ED2. Eine strukturierte Problemanalyse an dieser Stelle hätte die nachfolgende Fehlentscheidungssequenz (ED3, ED7 und ED9) möglicherweise verhindert.

Zusammen mit den Ergebnissen aus Abschnitt 4.1 ergeben sich erste explorative Hinweise auf das Phänomen, das die Autoren als Deceptive Fluency bezeichnen: Der Teamflow-Index ist hoch (6,83/10; Open Communication 9,0; Skill Integration 8,0), die Entscheidungsqualität durchgehend niedrig (S1=2,48; S2=2,04). Humor und kollektive Zustimmungsgesten halten die Kommunikation kohärent und überlagern zugleich die kritische Reflexion. Entscheidungen fallen so implizit, ohne dass die Beteiligten bemerken, dass eine Prüfung nötig gewesen wäre.

4.3. Anforderungen an ein datengetriebenes Assistenzsystem

Aus den empirischen Befunden der Teamflow- und Entscheidungsanalyse lassen sich Anforderungen an ein datengetriebenes, Teamflow-erhaltendes Assistenzsystem entlang dreier Gestaltungsdimensionen ableiten: Erkennungslogik, Interventionsdesign und technische Integration.

Erkennungslogik: Das System muss kritische Entscheidungsmomente kontextsensitiv identifizieren. Zu erkennen ist vor allem, dass hohe Werte in Open Communication und Skill Integration mit einer unvollständigen Informationsbasis und einer fehlenden Bewertung von Alternativen einhergehen. Als konkrete Erkennungsmuster dienen: (R1) implizite Entscheidungen ohne explizite Alternativenbewertung (Muster ED3, ED7), (R2) kollektive Rationalisierungssequenzen mit Humor (Muster ED2) sowie (R3) Abbruchmuster vor der Prüfung quantitativer Parameter (Muster ED9). Da diese Muster retrospektiv abgeleitet wurden, lassen sie sich nicht ohne methodische Unsicherheiten auf eine Echtzeiterkennung übertragen. Das System sollte zudem die Entscheidungskettenstruktur berücksichtigen: Der systemisch kritische Interventionspunkt liegt am Beginn einer potenziellen Fehlentscheidungssequenz, nicht erst an ihrem Ende.

Interventionsdesign: Die Kettenbewertung zeigt, dass Interventionen den Teamflow nur dann erhalten, wenn sie (R4) an natürlichen Prozessgrenzen oder Festlegungsmomenten ansetzen und nicht während einer laufenden Aushandlung erfolgen. Zudem müssen sie (R5) in einer beiläufigen, humorkompatiblen und nicht-hierarchischen sozialen Form vorgebracht

werden sowie (R6) konkrete Konsequenzfragen stellen, die direkt am Bauteil verankert sind, statt abstrakte Warnungen auszusprechen. Zuletzt sind (R7) Doppelinterventionen zu vermeiden: Ein identisches Unterstützungsangebot darf sich nicht wiederholen, damit das System glaubwürdig bleibt. Um die Auswirkungen unvermeidbarer Fehlalarme zu begrenzen, richtet sich die Intervention stets an das gesamte Team. Sie muss ablehnbar oder aufschiebbar sein, damit die Nutzenden autonom entscheiden.

Technische Integration: Das System muss in bestehende Werkzeuge des Konstruktionsprozesses eingebunden sein, statt neue Medienbrüche zu erzeugen. Daraus folgt: (R8) Integration in die CAD-Umgebung mit der Fähigkeit, kontextuell relevante Funktionen wie Kollisionsanalyse direkt am Entscheidungsmoment zu öffnen (abgeleitet aus ED3), (R9) Kommunikation des Modellreifegrads zum Zeitpunkt einer Konstruktionsentscheidung, um den Provisoriumscharakter transparent zu machen (abgeleitet aus ED8), sowie (R10) Unterstützung prospektiver und retrospektiver Sichten auf die Entscheidungshistorie, um für Folgeentscheidungen den nötigen Gesamtkontext bereitzustellen. Die Systemlogik ist dabei auf die jeweilige Konstruktionsphase und das kognitive Anforderungsprofil abzustimmen: In frühen, kreativ geprägten Phasen interveniert das System zurückhaltend, in späten, entscheidungsintensiven Phasen häufiger und stärker strukturiert. Für einen Minimalprototyp sind die Erkennungsanforderungen R1–R3 sowie die Interventionsprinzipien R4 und R6 als unverzichtbare Kernanforderungen zu behandeln. Denn ohne zuverlässige Erkennung und korrektes Timing wird keine der übrigen Anforderungen wirksam. R5, R7–R10 können in nachgelagerten Entwicklungsschritten ergänzt werden.

Tabelle 1: Herleitung der Anforderungen R1–R10 aus den empirischen Befunden (ED-Muster und KI gestützte Analyse)

ID	Anforderung (Kurzform)	Empirischer Auslöser	Dimension	Prototyp
R1	Implizite Entscheidungen ohne explizite Alternativenbewertung erkennen	Muster ED3, ED7	Erkennungslogik	Kern
R2	Kollektive Rationalisierung mit Humor als Schließmechanismus erkennen	Muster ED2	Erkennungslogik	Kern
R3	Abbruchmuster vor Prüfung quantitativer Parameter erkennen	Muster ED9	Erkennungslogik	Kern
R4	Intervention an Prozessgrenzen / Festlegungsmomenten platzieren	ED4 (C1=2,0/5)	Interventionsdesign	Kern
R5	Beiläufige, humorkompatible, nicht-hierarchische Form	ED4	Interventionsdesign	nachgelagert
R6	Konkrete, am Bauteil verankerte Konsequenzfrage	ED4	Interventionsdesign	Kern
R7	Doppelinterventionen vermeiden (Glaubwürdigkeit)	ED4 (abgeleitet)	Interventionsdesign	nachgelagert
R8	CAD-Integration, kontextuelle Funktionen (z. B. Kollisionsanalyse)	abgeleitet aus ED3	Techn. Integration	nachgelagert
R9	Modellreifegrad zum Entscheidungszeitpunkt kommunizieren	abgeleitet aus ED8	Techn. Integration	nachgelagert
R10	Prospektive und retrospektive Sicht auf Entscheidungshistorie	konzeptionell (kein spezif. ED)	Techn. Integration	nachgelagert

5. Diskussion, Fazit und Ausblick

Der vorliegende Beitrag hat die Wechselwirkungen zwischen Teamflow und kollaborativen Konstruktionsentscheidungen anhand eines realen Meeting-Ausschnitts aus der Lehrveranstaltung GSD empirisch untersucht. Für die Analyse wurden zwei komplementäre Methoden kombiniert: die KI-gestützte Teamflow-Analyse sowie eine retrospektive

Expertenbewertung der Entscheidungsqualität durch drei unabhängige Beurteilerinnen und Beurteiler. Das Bewertungsverfahren ist prozessorientiert und lehnt sich an die entscheidungstheoretische Literatur an [9].

Die zentrale Erkenntnis ist ein erster empirischer Hinweis auf das Phänomen, das die Autoren als Deceptive Fluency bezeichnen: Das analysierte Team weist einen soliden Teamflow-Index (6,83/10) mit besonders ausgeprägter offener Kommunikation und Kompetenzintegration auf. Gleichzeitig liegt die mittlere Entscheidungsqualität deutlich unter dem Skalenmittelpunkt ($S_1=2,48$; $S_2=2,04$), und bei 7 von 9 Entscheidungen wurde ein Interventionsbedarf identifiziert. Dieser Befund deutet darauf hin, dass hohe kommunikative Kohärenz keine hinreichende Bedingung für reflektierte Entscheidungen ist – sie kann vielmehr begünstigen, dass ein Thema implizit abgeschlossen wird, bevor es kritisch geprüft wurde. Ob dieser Zusammenhang kausal ist oder auf Besonderheiten des untersuchten Einzelfalls beruht, lässt sich aus einer Einzelfallstudie nicht ableiten und bleibt künftiger Forschung vorbehalten. Dies fügt sich in die Erkenntnisse von Peifer et al. [11] zur Teamkommunikation ein, wonach kollektive Synchronisation und verbale Kohärenz zwar notwendige, aber keine hinreichenden Bedingungen für Entscheidungsqualität sind.

Gleichwohl sind alternative Erklärungen für die beobachtete niedrige Entscheidungsqualität nicht auszuschließen. Das studentische Umfeld mit seinem geringen Ergebnisdruck könnte dazu beigetragen haben, dass Entscheidungen weniger sorgfältig abgewogen wurden, als es in industriellen Projekten zu erwarten wäre. Strukturierte Entscheidungsmethoden wurden im beobachteten Meeting nicht angewendet; fehlende Methodenroutine könnte damit eigenständig die Entscheidungsqualität begrenzt haben, unabhängig vom Teamflow-Zustand. ED9 fiel drei Tage vor der Abgabe. Auch der Zeitdruck vor dem Abgabetermin legt daher eine alternative Erklärung nahe: Qualitätseinbußen könnten eher auf Ressourcenknappheit als auf flowbedingte Reflexionsunterdrückung zurückzuführen sein. Deceptive Fluency bleibt damit eine plausible Erklärungshypothese; überprüfen lässt sie sich nur in vergleichend angelegten Folgestudien.

Für datengetriebene Assistenzsysteme ergibt sich daraus die Kernherausforderung, nicht mehr Prozessunterstützung bereitzustellen, sondern zur richtigen Zeit, am richtigen Ort und in der richtigen Form zu intervenieren. Die zehn abgeleiteten Anforderungen (R1–R10) bilden eine empirische Grundlage für die Gestaltung solcher Systeme und ergänzen die bestehende Evidenz zu proaktiver KI-Unterstützung [12] um die Perspektive der Entscheidungsqualität, die bislang fehlte.

Die Untersuchung unterliegt mehreren Einschränkungen: Die Analyse basiert auf einem einzigen Meetingausschnitt eines studentischen Teams, was die Generalisierbarkeit der Befunde einschränkt. Die Expertenbewertung bleibt trotz dreier unabhängiger Beurteiler anfällig dafür, dass alle drei denselben Aspekt übersehen. Zudem fehlt bislang eine Echtzeit-Validierung der abgeleiteten Anforderungen an einem implementierten Prototyp. Die vorliegende Fallstudie beruht auf einer retrospektiven Analyse. Besondere Aufmerksamkeit verdient daher der Wechsel zur prospektiven Echtzeitintervention: Muster, die retrospektiv als kritische Entscheidungsmomente identifizierbar sind, müssen nicht zwingend in Echtzeit und mit hinreichender Präzision erkennbar sein. Dieser Transferschritt ist empirisch zu validieren, bevor Assistenzfunktionen zuverlässig wirksam werden können.

Der Einsatz eines Assistenzsystems, das kontinuierlich Teamgespräche erfasst und auswertet, wirft zudem spezifische ethische Fragen auf. Eine informierte Einwilligung aller Beteiligten und transparente Datenschutzmechanismen sind dafür Voraussetzung. Insbesondere Speicherung und Verarbeitung personenbezogener Äußerungen im Arbeitskontext müssen rechtskonform gestaltet und für die Nutzerinnen und Nutzer nachvollziehbar sein. Darüber hinaus ist die Nutzerautonomie zu wahren: Das System sollte ausschließlich Reflexionsimpulse geben und keine bewertenden oder überwachenden Funktionen übernehmen.

Künftige Forschung sollte die Datenbasis auf mehrere Teams und Konstruktionsiterationen ausweiten sowie einen Assistenzprototyp entwickeln und empirisch evaluieren – vor allem mit Blick darauf, ob Interventionen an den identifizierten Kettenpunkten tatsächlich Teamflow-erhaltend wirken und ob der Früherkennungsansatz am kritischen Kettenanfang die Gesamtentscheidungsqualität verbessert.

Literaturverzeichnis

- [1] Van Den Hout, Jef J.J. ; Davis, Orin C. ; Weggeman, Mathieu C.D.P.: The Conceptualization of Team Flow. In: *The Journal of Psychology* Bd. 152 (2018), Nr. 6, S. 388–423. <https://doi.org/10.1080/00223980.2018.1449729>
- [2] Schüler, Julia ; Pfenninger, Mirjam: Flow impairs risk perception in kayakers. In: Geranto, B. D. (Hrsg.): *Sport Psychology*. Hauppauge, NY : Nova Science Publishers, Inc., 2011 — ISBN 978-1-61728-932-3, S. 237–246
- [3] Sivanathan, Aparajithan et al.: The application of ubiquitous multimodal synchronous data capture in CAD. In: *Computer-Aided Design* Bd. 59 (2015), S. 176–191. <https://doi.org/10.1016/j.cad.2013.10.001>
- [4] Csikszentmihalyi, Mihaly: Flow: The psychology of optimal experience. New York : Harper & Row, 1990 — ISBN 978-0-06-016253-5
- [5] Łuczniak, Klara ; May, Jon ; Redding, Emma: A qualitative investigation of flow experience in group creativity. In: *Research in Dance Education* (2020). <https://doi.org/10.1080/14647893.2020.1746259>
- [6] Agyemang, Malena ; Andreae, Doertha A. ; McComb, Christopher: Uncovering potential bias in engineering design: a comparative review of bias research in medicine. In: *Design Science* Bd. 9 (2023), S. e17. <https://doi.org/10.1017/dsj.2023.17>
- [7] Ritzer, Katharina et al.: Teamflow in product development teams: designing resilient engineering environments. In: *Proceedings of the Design Society* Bd. 6, Cambridge University Press (2026), S. 297–306. <https://doi.org/10.1017/pds.2026.10388>
- [8] Badke-Schaub, Petra ; Gehrlacher, Anja: Patterns of Decisions in Design: Leaps, Loops, Cycles, Sequences and Meta-Processes. In: *Proceedings of ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design*, Stockholm, 2003
- [9] Simon, Herbert A.: The New Science of Management Decision. Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1977
- [10] Ensici, A. et al.: Decision Making in Design Teams: Analysis of Used and Rejected Decisions. In: *Proceedings of the International Design Conference – DESIGN 2008*, S. 1121–1130
- [11] Peifer, Corinna et al.: The Symphony of Team Flow in Virtual Teams. Using Artificial Intelligence for Its Recognition and Promotion. In: *Frontiers in Psychology* Bd. 12 (2021), S. 697093. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.697093>
- [12] Gyory, Joshua T. et al.: Human Versus Artificial Intelligence: A Data-Driven Approach to Real-Time Process Management During Complex Engineering Design. In: *Journal of Mechanical Design* Bd. 144 (2022), Nr. 2, S. 021405. <https://doi.org/10.1115/1.4052488>
- [13] van der Kamp, Cedric et al.: Rethinking Daily Stand-Ups: AI Analysis to Identify Improvement Potentials in Agile Development Teams. Cambridge University Press (2026), S. 327–336. <https://doi.org/10.1017/pds.2026.10391>
- [14] Batora, Mona et al.: Understanding the Influence Mechanisms in Agile Collaboration: A Network Analysis. In: *Procedia CIRP* Bd. 142, Elsevier BV (2026), S. 404–409. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2026.05.282>
- [15] Hay, Laura ; Cash, Philip ; McKilligan, Seda: The future of design cognition analysis. In: *Design Science* Bd. 6 (2020), S. e20. <https://doi.org/10.1017/dsj.2020.20>
- [16] Bursac, Nikola et al.: Live-Lab GSD – Generational Sheet Metal Development: a validation environment for methodological design support in sheet metal development. In: *Procedia CIRP* Bd. 119, (2023), S. 41–46. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.03.082>
- [17] Fischhoff, Baruch: Hindsight ≠ Foresight: The Effect of Outcome Knowledge on Judgment Under Uncertainty. In: *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* (1975), Nr. 3, S. 288–299. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.1.3.288>
- [18] Baron, Jonathan ; Hershey, John C.: Outcome Bias in Decision Evaluation. In: *Journal of Personality and Social Psychology* Bd. 54 (1988), Nr. 4, S. 569–579. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.4.569>
- [19] Landis, J. Richard ; Koch, Gary G.: The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. In: *Biometrics* Bd. 33 (1977), Nr. 1, S. 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>