



05

Auswirkungen fachlicher und funktionaler Heterogenität auf Arbeitsteams – eine Metaanalyse

Alexandra Göhring

In der Produktentwicklung ist eine interdisziplinäre, cross-funktionale Herangehensweise zwingend notwendig, um die komplexen Rahmenbedingungen der Produktentwicklung zu beherrschen. Insbesondere an der Schnittstelle zwischen Technik und Industriedesign kommt es jedoch durch die Heterogenität im Team immer wieder zu Problemen bei der Zusammenarbeit. Eine wichtige Rolle spielen dabei die funktionale Heterogenität, die sich aus der Zugehörigkeit zu Funktionseinheiten ergibt, sowie die fachliche Heterogenität, die durch Unterschiede bezüglich Wissen, Kompetenzen oder der (Aus-)Bildung entsteht. Die Forschungslage zu diesen berufsbezogenen Heterogenitätsmerkmalen wird als ambivalent beschrieben, weshalb sie in diesem Beitrag näher beleuchtet wird.

In einer qualitativen Metaanalyse von 27 Studien wird in diesem Beitrag die relevante Forschung

identifiziert, analysiert und der Einfluss arbeitsbezogener Heterogenität auf Arbeitsteams untersucht. Die Ergebnisse werden systematisch analysiert, dargestellt und zusammengefasst. Auf dieser Basis werden die Ergebnisse diskutiert und die Forschungslücke in Bezug auf die Schnittstelle Technik-Industriedesign in der Produktentwicklung beschrieben.

Die Metastudie bestätigt zwar, dass Heterogenität nicht als grundsätzlich positives oder negatives Konzept zu sehen ist. Sie zeigt jedoch auch vorhandenen Konsens auf, beispielsweise über den positiven Einfluss fachlicher und funktionaler Heterogenität auf die Teamleistung, externe Kommunikation und Aufgabenkonflikte sowie den negativen Zusammenhang mit interner Kommunikation und dem Zusammenhalt.

Problemlage

Die Produktentwicklung ist einer der komplexesten und wissensintensivsten Prozesse im Unternehmen. Sie sieht sich seit einigen Jahren mit Herausforderungen konfrontiert, die sich stark auf die Entwicklung technischer Produkte auswirken:

- globalisierte, individuelle Märkte und dadurch ein wachsender Innovationsdruck (Richtlinie VDI 5610 Blatt 2)
- elastische Preise und Kosteneinsparungen (Engeln 2020; Schade 2007)
- verkürzte Produktentwicklungszeiten (Engeln 2020; Lindemann 2005; Priddat 2010; Reese 2005)
- gestiegene Qualitätsansprüche (Engeln 2020; Lindemann 2005; Spath & Renz 2005)
- Reaktion auf individuelle Wünsche und Anforderungen (Priddat 2010)

Diese Veränderungen der Rahmenbedingungen werden in der einschlägigen Literatur bereits seit den 90er-Jahren beschrieben und prägen die Produktentwicklung nach wie vor. Aber nicht nur die Rahmenbedingungen, auch die Produkte werden zunehmend komplexer:

- zunehmend mechatronische, intelligente Komponenten und Systeme (Persson 2016)
- IT-Trends wie IoT-Plattformen, Virtual und Augmented Reality, Big

Data-Anwendungen, Machine Learning, Automatisierung und eine noch stärkere Konnektivität der Produkte über den gesamten Lebenszyklus hinweg (VDMA e. V. 2018; VDI e. V. 2018; Eckert et al. 2019)

- Relevanz von Industrie 4.0 bereits in der Produktentwicklung (Schuh et al. 2017)
- neue technologische Möglichkeiten durch die Weiterentwicklung der Additiven Fertigung sowie neuer Energiequellen und intelligenter Materialien (Eckert et al. 2019)

Zudem ist seit einigen Jahren zu beobachten, dass **Industriedesign** auch in der Industriegüterbranche einen großen Stellenwert einnimmt (Goos & Zang 2009), beispielsweise in der Werkzeugmaschinenbranche (Yang & Cheng 2017). Dies zeigt sich auch in der überarbeiteten Richtlinie VDI 2221, in der die intensive Zusammenarbeit mit dem Industriedesign betont wird. Die verstärkte Integration des Industriedesigns wird sich auch in der Überarbeitung der VDI/VDE 2424 widerspiegeln, um den Veränderungen der Zusammenarbeit in den vergangenen 30 Jahren gerecht zu werden (Watty et al. 2019).

Hinzu kommen **gesellschaftliche Trends** wie die Forderung nach mehr Nachhaltigkeit und der Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung durch Unternehmen (Eckert et al. 2019).

Insgesamt kann von einer **gesteigerten Komplexität** in Bezug auf die entwickelten Produkte als auch die eingesetzten Prozesse gesprochen

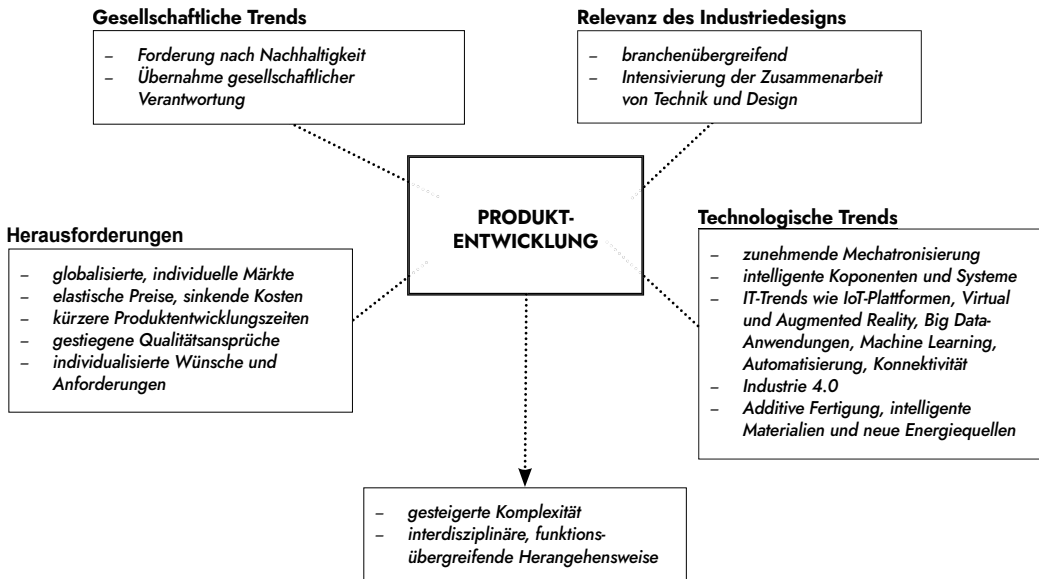


Abb. 1: Rahmenbedingungen der Produktentwicklung

werden (Ehrlenspiel & Meerkamm 2017; Lindemann 2005; Reese 2005), siehe Abbildung 1.

Eine interdisziplinäre Herangehensweise, in der Personen aus unterschiedlichen Funktionsbereichen, mit unterschiedlichem Fach- und Bildungshintergrund eng verzahnt zusammenarbeiten, ist zwingend notwendig (Richtlinie VDI 2221; Albers & Gassmann 2005), um diese wachsende Komplexität durch eine ausreichende Wissensbreite zu beherrschen (Bennett & Lemoine 2014). Heterogene Teams sind gefragt, die Wissen und Kompetenzen aus den Bereichen Entwicklung,

Konstruktion, Design, Produktion, Marketing, Vertrieb, Einkauf und Controlling zusammenbringen (Engeln 2020). Insbesondere die Zusammenarbeit von Vertreterinnen und Vertretern des **Ingenieurwesens** und des **Industriedesigns** ist in diesem Zusammenhang elementar (Feldhusen & Grote 2013; Lindemann 2005), da diese gemeinsam maßgeblich die technischen Eigenschaften des Produkts bestimmen und einen Großteil der Produkt- und Produktionseigenschaften und -kosten festlegen (Ehrlenspiel et al. 2014).

Definition und Klassifizierung von Heterogenität

Heterogenität

Wörtlich aus dem Altgriechischen übersetzt bedeutet Heterogenität »*andere/verschiedene Art*«. Sie beschreibt, ob bzw. wie sehr sich die sichtbaren sowie unsichtbaren Attribute der einzelnen Mitglieder einer Gruppe unterscheiden (Jehn et al. 1997; Joshi & Jackson 2003) und wie die Verteilung persönlicher Merkmale unter voneinander abhängigen Mitgliedern einer Arbeits-einheit ist (Jackson et al. 2003). Team-Heterogenität und die daraus resultierenden Effekte können durch jegliche Attribute entstehen, die benutzt werden, um Personen im Vergleich zu sich selbst als anders zu beschreiben (Williams & O'Reilly 1998).

Die Begriffe *Heterogenität* und *Diversität* werden in der Theorie und im praktischen Sprachgebrauch oft synonym verwendet (siehe u.a. Harrison et al. 1998; Ihl & Graf 2019; Mannix & Neale 2005; Meyer 2017). Sie sind kaum klar voneinander abzugrenzen, konnten sich in unterschiedlichen Wissenschaftsdiskursen jedoch unterschiedlich stark durchsetzen (Meyer 2017). So werden im deutschsprachigen Raum in der Pädagogik vermehrt die Begriffe „Heterogenität“ und „Vielfalt“ benutzt, im Zusammenhang mit der Internationalisierung von Unternehmen mehrheitlich der Begriff Diversity (Dietze et al. 2012).

Diversity ist in diesem Unternehmenskontext und auch in politischen, medialen Debatten vor allem mit demographischen Faktoren wie Gender, Kultur, ethnischer Herkunft, Kultur oder sexueller Orientierung konnotiert (Amstutz & Müller 2013) und behandelt Themen wie Gleichstellung und Gerechtigkeit (Dietze et al. 2012). In Europa wird Diversity vor allem in Zusammenhang mit einer kulturellen Vielfalt durch Globalisierung und Migration diskutiert (Comelli et al. 2014) und ist daher emotional aufgeladen (Milliken & Martins 1996). Aus diesen Gründen wird in der vorliegenden Forschungsarbeit der Begriff *Heterogenität* verwendet, selbst wenn in den Referenztexten die oben erwähnten synonymen Bezeichnungen gewählt wurden.

Klassifizierung und Unterscheidung von Heterogenitätsmerkmalen

In einem Großteil der vorhandenen Forschungsarbeiten wird bei der Klassifizierung der Heterogenitätsmerkmale zwischen leicht erkennbar und unterschwellig differenziert (vgl. u.a. Horwitz & Horwitz 2007; Jackson et al. 1995; Pelled 1996; Pelled et al. 1999). Außerdem wird zwischen einer Aufgaben-/Berufsbezogenheit und Beziehungsorientierung unterschieden (vgl. u.a. Horwitz & Horwitz 2007; Jackson et al. 1995; Joshi & Jackson 2003; Milliken & Martins 1996; Pelled 1996; Pelled et al. 1999). Einige Autoren differenzieren zwischen tiefliegenden und oberflächlichen Heterogenitätsmerkmalen (Harrison et al. 1998), was jedoch inhaltlich der Unterscheidung

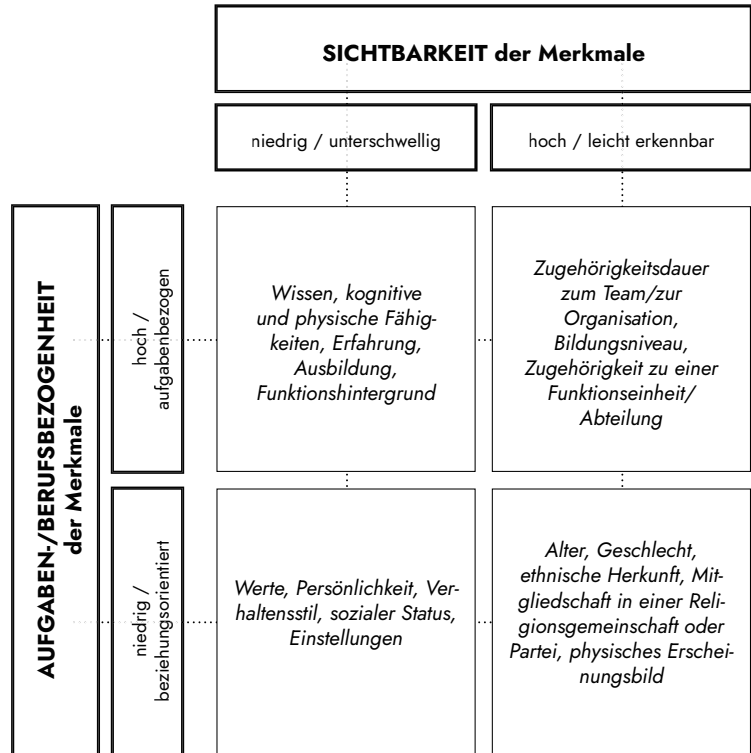


Abb. 2: Einordnung der untersuchten Heterogenitätsmerkmale (in Anlehnung an Jackson et al. 1995; Milliken & Martins 1996; Pelled 1996)

in niedrige und hohe Sichtbarkeit entspricht. In beiden Fällen werden die unterschwellig, tief liegenden Merkmale erst durch Kommunikation und Interaktion sichtbar, wohingegen sich die leicht erkennbaren, oberflächlichen Merkmale, auf den ersten Blick offenbaren (Harrison et al. 1998). Eine solche Unterscheidung ist wichtig, da sich die Sichtbarkeit stark auf die Gruppenprozesse auswirkt. Eine Übersicht über die klassifizierten Heterogenitätsmerkmale ist in Abbildung 2 zu finden.

Funktionale und fachliche Heterogenität

Für Arbeitsteams, insbesondere in der Produktentwicklung, ist vor allem die Heterogenität in Bezug auf den fachlichen Hintergrund sowie die funktionale Zugehörigkeit relevant, die beide eine hohe Aufgabenbezogenheit aufweisen.).

Die **funktionale Heterogenität** wird als Heterogenität in Bezug auf den funktionalen Hintergrund der Teammitglieder, also die Zugehörigkeit zu feststellbaren, getrennten Funktionsbereichen oder Abteilungen innerhalb der Organisation (vgl. Dahlin et al. 2005; Gebert 2004), definiert. Es ist irrelevant, inwieweit diese Personen Spezialisten in diesem Bereich, oder Generalisten mit vielseitigen Erfahrungen auch in anderen Bereichen sind (Bunderson & Sutcliffe 2002). Die funktionale Zugehörigkeit beschreibt auch die Ziele, Prozesse, Methoden und Werkzeuge, die in einem Funktionsbereich üblicherweise vorherrschen. Der Begriff »functional diversity/

heterogeneity« ist vor allem im englischsprachigen Raum geläufig, das deutsche Pedant ist jedoch auch in der deutschen Literatur zu finden (s. Hilf 2016; Gebert 2004; Steinheider & Bayerl 2003). Da nicht alle Personen innerhalb einer Organisation mit dem gleichen fachlichen Hintergrund automatisch demselben funktionalen Fachbereich, beispielsweise einer Abteilung, angehören, liefert die funktionale Zugehörigkeit andere Unterscheidungsmerkmale, als es bei einer fachlichen Heterogenität der Fall ist (Dahlin et al. 2005).

Fachliche Heterogenität wird definiert als Unterschied in aufgabenrelevanten Merkmalen wie Wissen, Fähigkeiten, Kompetenzen und Expertisen, die vorrangig durch einen bestimmten Bildungshintergrund entstehen (vgl. Dahlin et al. 2005; Williams & O'Reilly 1998). In der englischsprachigen Literatur wird oft der Begriff »educational diversity« verwendet (Milliken & Martins 1996) und dabei auch zwischen Art und Level des Bildungshintergrunds differenziert (Jackson et al. 2003). In der Praxis ist der Bildungshintergrund in Form einer formalen Qualifikation jedoch nur ein Baustein unter vielen für die fachliche Expertise. Durch die Neukombination externalisierten Wissens entsteht immer wieder neues Wissen (Nonaka & Takeuchi 1995), sodass auch vorherige berufliche Erfahrungen, möglicherweise in anderen Fachbereichen oder Branchen, erheblich das Fachwissen und die Fachkompetenzen einer Person prägen. Gerade

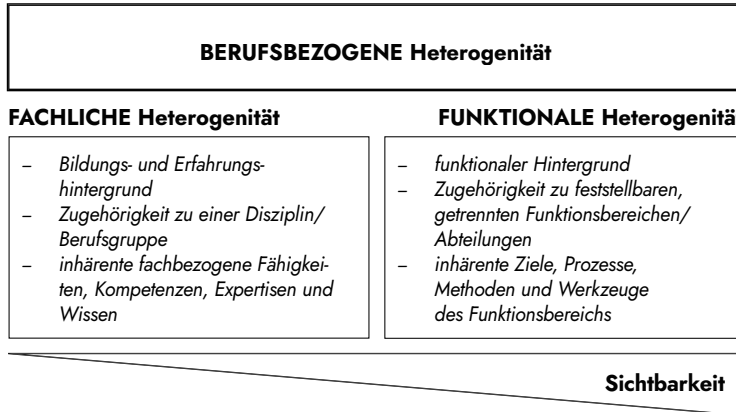


Abb. 3: Abgrenzung von fachlicher und funktionaler Heterogenität

in der Produktentwicklung und in den Disziplinen Design und Ingenieurswesen sind Nichtwissen, Erfahrungswissen und Vorwissen oder Berufs- und Alltagswissen (Wölfel 2012) wichtige Charakteristika des individuellen fachlichen Wissens.

In der Literatur werden die fachliche und funktionale Heterogenität oft zusammengefasst (vgl. Lovelace et al. 2001; Williams & O'Reilly 1998), oder nicht explizit definiert und abgegrenzt. In einigen Veröffentlichungen wird hingegen sehr bewusst zwischen dem fachlichen Hintergrund bzw. der Ausbildung und der funktionalen Zugehörigkeit unterschieden (vgl. Gebert 2004; Hilf 2016; Milliken & Martins 1996; Pelled 1996). Gebert (2004) setzt dabei im Kontext der

Produktentwicklung die funktionale Heterogenität der **Crossfunktionalität** gleich, wohingegen die fachliche Heterogenität mit **Interdisziplinarität** in Verbindung gebracht wird (Gebert 2004). Auch im vorliegenden Beitrag wird zwischen der fachlichen und der funktionalen Heterogenität unterschieden (siehe Abbildung 3).

Forschungsstand und Forschungsfragen

Ambivalenz des Forschungsstandes

Sowohl zur funktionalen als auch zur fachlichen Heterogenität gibt es eine Vielzahl an Forschungsarbeiten, in denen die Zusammenarbeit und die Auswirkungen heterogener Arbeitsteams untersucht werden. Besonders in den 90er Jahren wurden einige Grundsatz-Arbeiten verfasst, die auch heute noch den Forschungsrahmen für Untersuchungen in diesem Feld bilden (Jackson et al. 1995; Pelled 1996; Webber & Donahue 2001; Williams & O'Reilly 1998).

Wie Abbildung 4 zeigt, werden der Heterogenität in Arbeitsteams auf den ersten Blick sowohl Vor- als auch Nachteile zugeschrieben. Eine grundsätzlich positive oder grundsätzlich negative Auswirkung auf Leistung, Zusammenarbeit und Team-Prozesse ist nicht erkennbar.

Die heterogene Zusammensetzung von Arbeitsteams wird von einigen Autoren daher als »*double-edged sword*« (Hambrick et al. 1996, S. 668; Horwitz & Horwitz 2007, S. 988; Milliken & Martins 1996, S. 403; Webber & Donahue 2001, S. 157) bezeichnet. Diese **Ambivalenz** wirkt sich auch auf die Produktentwicklung aus,

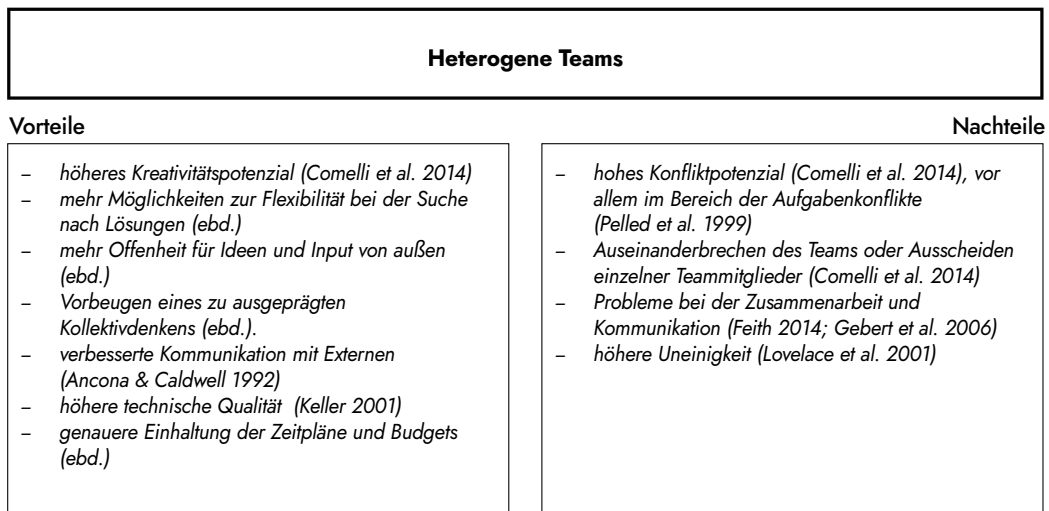


Abb. 4: Vor- und Nachteile heterogener Teams

denn einerseits sind heterogene Teams aus den einführend genannten Gründen in der Produktentwicklung unerlässlich und deren Vorteile im Kontext der beschriebenen Herausforderungen bedeutend. Auf der anderen Seite führt Heterogenität jedoch auch zu Problemen bei der Zusammenarbeit und Kommunikation. Detaillierte Forschungsergebnisse sind daher wichtig, um die Nachteile beherrschen und gleichzeitig das volle Potenzial heterogener Teams ausschöpfen zu können.

Speziell im Umfeld der Produkt- oder Innovationsentwicklung werden häufig statt operativen »lower-level«-Teams Top-Management-Teams untersucht (siehe hierzu Bantel & Jackson 1989; Bunderson & Sutcliffe 2002; Curşeu et al. 2012; Jackson et al. 2003; Knight et al. 1999; Lorenzo et al. 2017). Auffällig ist hierbei, dass in der Literatur häufig diese Top-Management-Teams als Beleg für die verbesserte Innovationskraft von heterogenen Teams herangezogen werden, wodurch eine allgemeingültige Aussage noch schwieriger ist.

Ziel der Arbeit und Forschungsbedarf

Ziel dieser Arbeit ist es, in einer qualitativen Metaanalyse den Forschungsstand über die fachliche und funktionale Heterogenität in Arbeitsteams systematisch zu analysieren und darzustellen. Die Ergebnisse der Metanalyse tragen zum einen dazu bei, mögliche Forschungslücken über die Auswirkungen funktionaler und fachlicher

Heterogenität auf Produktentwicklungs-Teams, insbesondere an der Schnittstelle von Technik und Industriedesign, zu identifizieren. In einem zweiten Schritt dient diese Metaanalyse dazu, die Erkenntnisse auf eine eigene Untersuchung zu übertragen und die Zusammenarbeit von Technik und Industriedesign in der diesem Beitrag übergeordneten Dissertation weiter zu erforschen.

Es ergeben sich drei wesentlichen **Forschungsfragen**, die im vorliegenden Beitrag betrachtet werden:

- Wie werden Arbeitsteams durch eine funktionale und fachliche Heterogenität beeinflusst?
- Wie sind die Untersuchungen in diesem Bereich aufgebaut (Studiendesign, Output-Variablen, Heterogenitätsmerkmale, Rahmenbedingungen der Teams, Moderatoren und Mediatoren, usw.)?
- Lassen sich Forschungslücken in Bezug auf die Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams, insbesondere an der Schnittstelle Ingenieurwesen-Industriedesign, identifizieren?

Untersuchungsmethodik

Für die dargestellte Metabetrachtung wurden zwischen 1990 und 2020 veröffentlichte Studien und Metastudien/-analysen in Journals, Dissertationen und Konferenzen identifiziert, bei

denen der Einfluss fachlicher und funktionaler Heterogenität auf Arbeitsteams untersucht wird. Eine Beschränkung auf Untersuchungen im Produktentwicklungsumfeld fand zu diesem Zeitpunkt noch nicht statt, da auch Ergebnisse außerhalb der Produktentwicklung bzw. abseits der Schnittstelle Technik-Industriedesign wichtige Erkenntnisse für weitere Forschungsansätze liefern. Es wurden Feld-, Labor- und Datenstudien berücksichtigt, sowohl quantitativer als auch qualitativer oder explorativer Natur.

Untersuchungsgegenstand der ausgewählten Forschungsarbeiten ist die funktionale und fachliche Heterogenität in Arbeitsteams. Sofern in den Studien noch weitere, beziehungsorientierte Merkmale wie Alter, Geschlecht oder Herkunft untersucht werden, sind in den nachfolgenden Ergebnisdarstellungen nur die relevanten Ergebnisse der aufgabenbezogenen Heterogenität dargestellt.

Neben der erläuterten fachlichen und funktionalen Heterogenität wird in einem Großteil der Untersuchungen auch die Zugehörigkeitsdauer (tenure) zum Team bzw. zum Unternehmen betrachtet (Gebert 2004; Jackson et al. 2003; Joshi & Roh 2009; Milliken & Martins 1996). Auch diese Ergebnisse werden in der Metastudie ausgeklammert, da sie unabhängig von der fachlichen und funktionalen Heterogenität sind. Auch Untersuchungen, bei denen ausschließlich die vertikale Bildungsheterogenität betrachtet wird,

werden hier vernachlässigt, da der Bildungslevel eher den persönlichen Merkmalen zuzuordnen ist (van Dijk et al. 2012) und zu anderen Gruppenprozessen (Disparität) führt, als eine horizontale Heterogenität (Separation/Varietät) (Harrison & Klein 2007).

Zudem wurde der Untersuchungsgegenstand auf sogenannte »lower-level«-Teams beschränkt, da diese die interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Produktentwicklung an der Schnittstelle Technik-Industriedesign am besten abbilden. Betrachtungen reiner Top-Management-Teams wurden für die Metastudie daher ausgeschlossen. Insgesamt wurden 27 relevante Untersuchungen identifiziert, die in der nachfolgenden Tabelle 1 nach der betrachteten Team-Art aufgeschlüsselt sind.

PRODUKTENTWICKLUNGS-TEAMS		
ARBEITSTEAMS	ohne expliziten Design-Bezug	mit explizitem Design-Bezug
<p>(S) Curşeu et al. 2012 (S) Dahlin et al. 2005 (M) Jackson et al. 2003 (S) Jehn et al. 1999 (M) Joshi & Roh 2009 (M) Horwitz & Horwitz 2007 (D) Ihl & Graf 2019 (M) Mannix & Neale 2005 (L) Milliken & Martins 1996 (S) Peters & Karren 2009 (S) Taylor & Greve 2006 (D) Unkels 2011 (M) van Dijk et al. 2012 (M) Webber & Donahue 2001 (L) Williams & O'Reilly 1998</p>	<p>(S) Ancona & Caldwell 1992; (S) Dougherty 1992 (D) Garcia Martinez et al. 2017 (M) Gebert 2004 (S) Keller 2001 (S) Lovelace et al. 2001 (S) Pelled et al. 1999 (E) Steinheider & Legrady 2001</p>	<p>(E) Feith 2014 (S) Nakata & Im 2010 (E) Schade 2007 (D) Hoisl et al. 2017</p>
	<p>(S) Quantitative Studie mit eigener Erhebung (Feld/Labor) (D) Quantitative Studie mit vorhandenen Daten (E) Qualitative/Empirische Studie mit eigener Erhebung (M) Metastudien (L) Literaturstudie</p>	

Tabelle 1: Übersicht der Veröffentlichungen in alphabetischer Reihenfolge

Ergebnisse

Eine tabellarische Kurzübersicht über die betrachteten Untersuchungen ist in Tabelle 2 zu finden. Abbildung 5 (Folgeside) zeigt eine Übersichts-Matrix mit den in den Studien beschriebenen Zusammenhängen von Heterogenität und den relevantesten Outcome-Variablen. Da es, wie eingangs beschrieben, keine sprachübergreifende stringente Verwendung der funktionalen und fachlichen Heterogenität gibt, erfolgt in beiden Darstellungen die Einteilung der Heterogenitätsmerkmale gemäß den Definitionen in Abschnitt *Definition und Klassifizierung von Heterogenität*. Hierzu wurde überprüft, nach welchen Kriterien die Heterogenität in der jeweiligen Untersuchung gemessen wird, und anschließend die passende Zuordnung vorgenommen.

Leistung

Untersuchungsgegenstand eines Großteils der Studien (u.a. Hoisl et al. 2017; Jehn et al. 1999; Keller 2001; Lovelace et al. 2001; Unkels 2011; van Dijk et al. 2012) ist die Teamleistung (Performance), die jedoch sehr unterschiedlich definiert und gemessen wird. So wird in der Regel zwischen Qualität (beispielsweise der Entscheidungsfindung, Kreativität und Kommunikation sowie Effektivität) und Quantität (Anzahl der Ideen, Dauer der Aufgabenlösung, Effizienz des Teams) der Teamleistung unterschieden (Horwitz & Horwitz 2007; Pelled et al. 1999; Peters & Karren 2009).

Zudem wird zwischen der wahrgenommenen Leistung eines Teams, die durch Fragebögen ermittelt und subjektiv bewertet wird, und der tatsächlichen Leistung, die objektiv durch finanzielle oder betriebliche Messgrößen und Kennzahlen ermittelt werden kann, differenziert (Jehn et al. 1999; Joshi & Roh 2009; van Dijk et al. 2012).

In der Regel wird die subjektive Leistung, aber auch andere subjektive Outcome-Variablen wie die soziale Integration oder affektive Auswirkungen, sowohl vom Team selbst, als auch von einem externen Teamleiter beurteilt. In einigen Studien können in diesem Zusammenhang signifikante Unterschiede beobachtet werden. So stellen Horwitz und Horwitz (2007) in ihrer Metauntersuchung fest, dass bei Studien mit einer externen Manager-Bewertung ein signifikant stärkerer negativer Zusammenhang zwischen Team-Heterogenität und der sozialen Integration der Teammitglieder vorhanden ist als bei Studien mit Eigenbewertung durch das Team. Auch bei Peters und Karren (2009) kann eine Signifikanz zwischen Heterogenität und Leistung nur bei der Eigenbewertung festgestellt werden. Bei Dijk et al. (2012) ist hingegen nur bei der Bewertung durch externe Teamleiter ein positiver Zusammenhang erkennbar.

Vor allem im Umfeld der Produktentwicklung ist die Einhaltung von Zeitplänen, Budgetbeschränkungen und technischen Qualitätsvorgaben ein

häufig verwendeter Indikator für die Leistung (Ancona & Caldwell 2009; Keller 2001; Lovelace et al. 2001; Peters & Karren 2009; Steinheider & Legrady 2001). Eine andere Möglichkeit der objektiven Bewertung ist die indirekte Messung der Leistung durch den vom Team entwickelten Output, beispielsweise der Produkte, Veröffentlichungen, Innovationen oder Ideen (Garcia Martinez et al. 2017; Hoisl et al. 2017; Nakata & Im 2010; Unkels 2011). Hoisl et al. (2014, 2017) führen die Leistung der untersuchten Formel-1-Entwicklungsteams beispielsweise auf das Abschneiden der Rennwagen in den Qualifikationsrennen zurück. Taylor und Greve (2006) betrachten den Sammlerwert der durch das Team entworfenen Comic-Hefte.

Insgesamt bestätigt ein Blick auf die Ergebnisse (Abbildung 5) die eingehend beschriebene Ambivalenz des Zusammenhangs der aufgabenbezogenen, fachlichen und funktionalen Heterogenität mit der Leistung eines Teams. In der überwiegenden Anzahl der betrachteten Studien ist jedoch ein positiver direkter oder indirekter Zusammenhang zu erkennen, vor allem in den Metastudien.

Innovativität und Kreativität

Des Öfteren unter der Leistung subsumiert, hier jedoch als eigene Kategorie aufgeführt, ist die Untersuchung der Heterogenität in Bezug auf die Innovativität, Neuheit oder Kreativität. Auch in Bezug auf die Innovativität zeigt sich in der Metaanalyse kein eindeutiges Bild. Es sind

sowohl Indizien für einen positiven Einfluss von fachlicher, funktionaler und aufgabenbezogener Heterogenität zu finden (Garcia Martinez et al. 2017; Ihl & Graf 2019; Mannix & Neale 2005; Taylor & Greve 2006), als auch für einen negativen (Ancona & Caldwell 2009; Lovelace et al. 2001; Taylor & Greve 2006). Zum Teil sind selbst innerhalb einer Studie die Ergebnisse widersprüchlich. So fanden Ancona und Caldwell (1992) einen direkten negativen Einfluss fachlicher Heterogenität auf Innovation, der den aufgefundenen indirekt positiven Einfluss durch externe Kommunikation überschattet (Ancona & Caldwell 1992). Taylor und Greve (2006) fanden bei der Untersuchung von Comic-Autoren-Teams heraus, dass Teams mit einer großen Heterogenität bezüglich ihrer Erfahrung einer größeren Varianz ihrer Innovativität unterliegen und wahrscheinlicher Ergebnisse mit einer extrem hohen oder einer extrem niedrigen Innovativität produzieren (Taylor & Greve 2006).

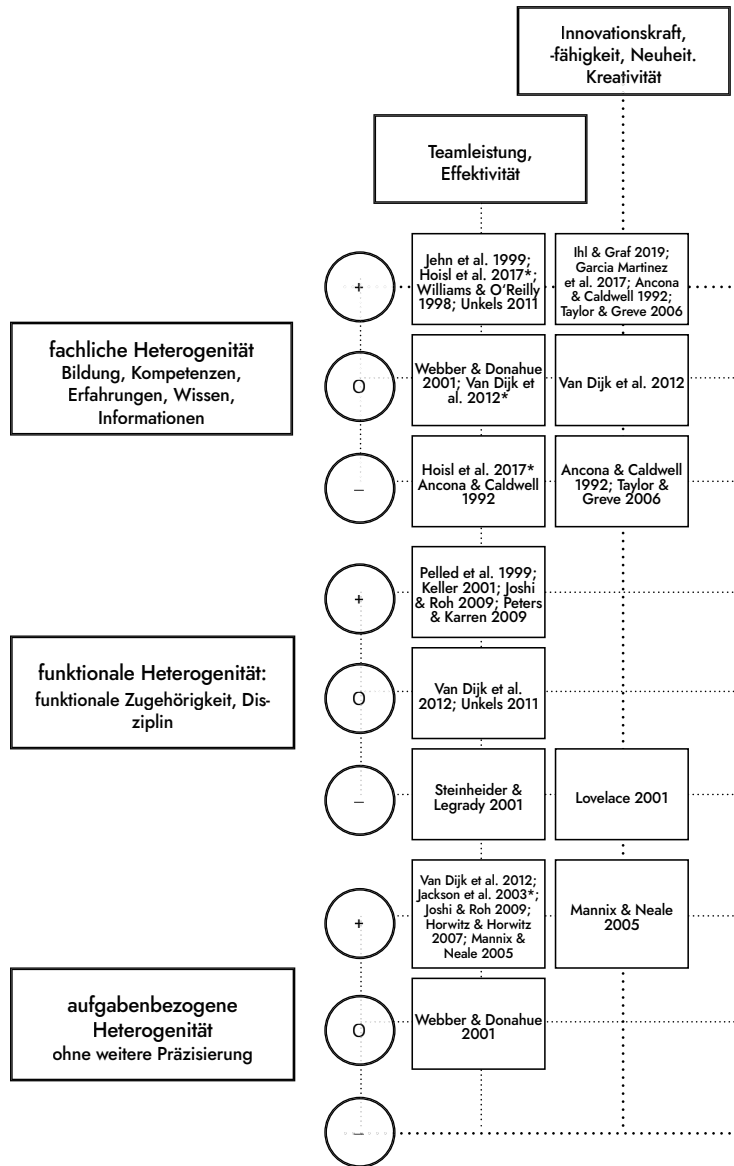
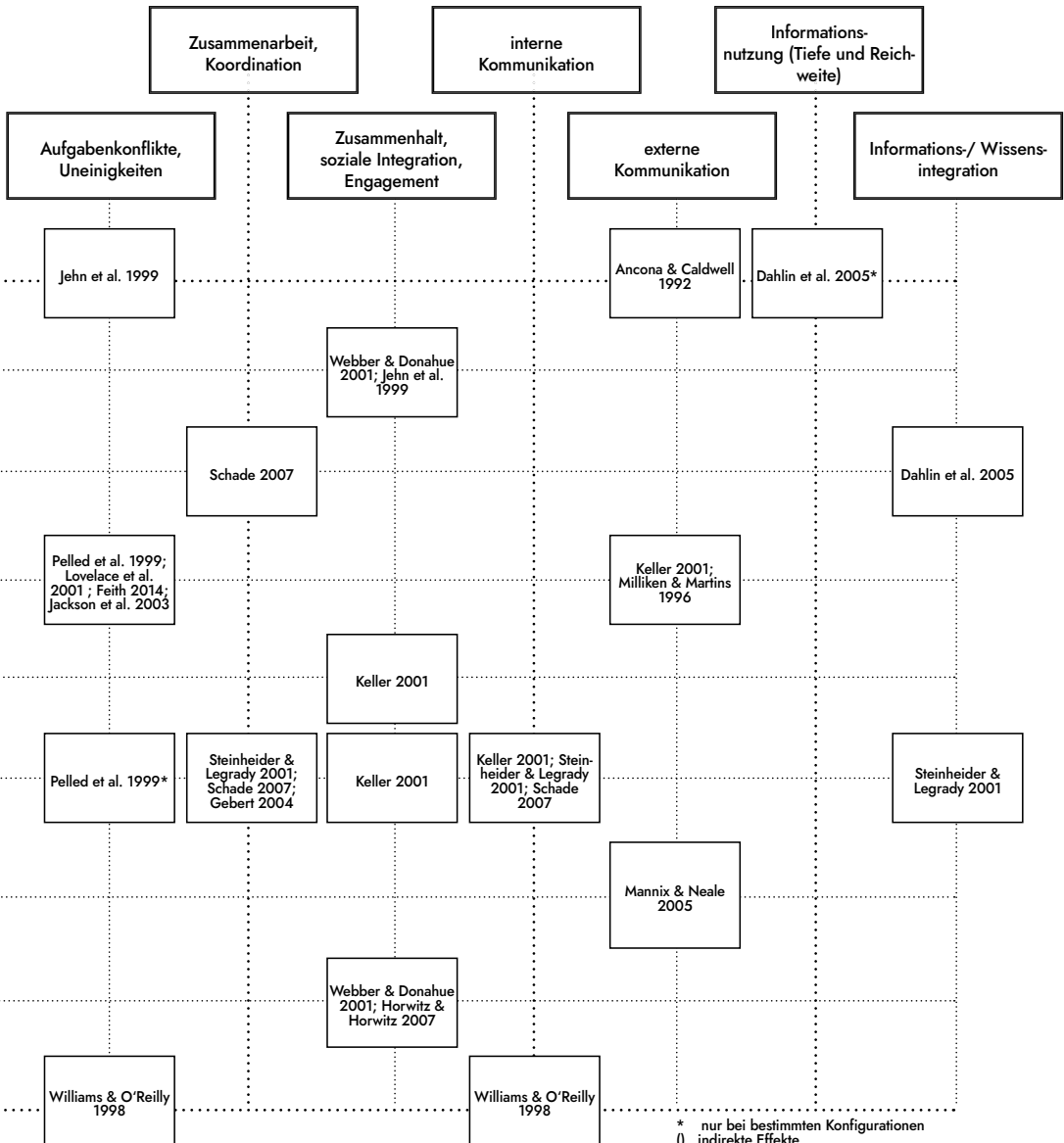


Abb. 5: Zusammenhänge von Heterogenität und Outcome-Variablen



Konflikte

Bei Konflikten wird zwischen substantiellen Konflikten, auch Sach- oder Aufgaben-Konflikte genannt, und emotionalen Konflikten, auch als Beziehungskonflikte bezeichnet, unterschieden (Pelled 1996; Pelled et al. 1999). Generell ist festzustellen, dass beziehungsbezogene Merkmale wie Alter, Geschlecht oder Herkunft eher zu Beziehungskonflikten führen, die im beruflichen Kontext hinderlich sind (Jehn 1994; Mannix & Neale 2005). Aufgabenbezogene Heterogenität löst hingegen eher Sachkonflikte aus, die sich positiv auf die Teamleistung (Mannix & Neale 2005; Pelled et al. 1999) auswirken. Sie sind auf die zu lösende Aufgabe bezogen und fördern den professionellen Austausch über ein Problem, ohne dabei zwischenmenschliche Differenzen auszulösen (Jehn 1994). Auf die Innovativität können sie sich jedoch wiederum negativ auswirken (Lovelace et al. 2001). Problematisch wird es zudem, wenn Konflikte in Bezug auf die Vorgehensweise oder Aufgabenstellung auftreten, die nicht gelöst werden (können) (Feith 2014).

Zusammenarbeit, Kooperation

Die Outcome-Variablen Zusammenarbeit und Koordination werden in den betrachteten Untersuchungen hauptsächlich qualitativ untersucht und bewertet. Gebert (2004) fasst die Kategorie »Zusammenhalt« in seiner Metastudie zu Produktentwicklungsteams weiter und bezieht auch Indikatoren wie Kohäsion, Aufgabenkonflikte,

Fluktuation, Informationsaustausch oder soziale Integration in die Bewertung der Koordination mit ein, die in dieser Metastudie separat betrachtet werden. Dennoch kommt er, wie auch Schade (2007) und Steinheider und Legrady (2001), zu dem Befund, dass Kooperationsprobleme in fachlich und funktional heterogenen Teams allgegenwärtig sind. Alle Autoren betonen jedoch auch, dass mit der richtigen Strategie die Kooperationsprobleme überwunden werden können, um von der Heterogenität bestmöglich zu profitieren.

Zusammenhalt, (soziale) Integration

Auch der Zusammenhang von Heterogenität allgemein und affektiven Ergebnissen wie Zufriedenheit, Arbeitsbelastung, Zusammenhalt und Engagement werden als ambivalent beschrieben (Jackson et al. 2003). Diese Auswirkungen sind jedoch wenig erforscht (ebd.) In keiner der betrachteten Untersuchungen konnte eine direkte signifikante Beziehung mit der fachlichen oder funktionalen Heterogenität nachgewiesen werden. Ebenso werden indirekt negative Beziehungen zwischen funktionaler Heterogenität und Zusammenhalt beschrieben, beispielsweise durch mehr Arbeitsstress und externe Kommunikation (Keller 2001).

Kommunikation

Bei der Betrachtung der Kommunikation (beispielsweise Ancona & Caldwell 1992; Keller 2001; Steinheider & Legrady 2001) wird zwischen interner und externer Kommunikation

differenziert. Dabei wird zum einen die Quantität der Kommunikation zwischen den Teammitgliedern intern oder mit Team-Externen betrachtet (Ancona & Caldwell 1992; Keller 2001). Qualitative Betrachtungen der Kommunikation, beispielsweise durch verschiedene Fachsprachen oder Vorgehensweisen (Feith 2014; Schade 2007), sind bei der internen Kommunikation jedoch ebenfalls inbegriffen.

Bezüglich der Kommunikation zeigt sich bei den betrachteten Studien ein eindeutiges Ergebnis. Demnach findet in berufsbezogen bzw. funktional heterogenen Teams mehr externe Kommunikation, also Kommunikation mit Personen außerhalb des Teams, statt. Das ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Teammitglieder in ihren jeweiligen Funktionsbereichen besser vernetzt sind (Ancona & Caldwell 1992; Keller 2001). Auf der anderen Seite verschlechtert sich durch Heterogenität aber auch die interne Kommunikation sowohl quantitativ als auch qualitativ (Keller 2001; Steinheider & Legrady 2001; Williams & O'Reilly 1998).

Ähnlich wie Konflikt ist auch Kommunikation ein Mediator, durch den sich einige indirekte Effekte der Heterogenität erklären lassen. So wirkt sich eine hohe externe Kommunikation positiv auf die Leistung (Ancona & Caldwell 1992; Keller 2001) und Innovativität (Ancona & Caldwell 1992) eines Teams aus, jedoch negativ auf den Zusammenhalt (Keller 2001). Die

interne Kommunikation ist dafür positiv mit dem Zusammenhalt verbunden (Keller 2001). Durch interne Kommunikation entstehen also wichtige Beziehungen und Netzwerke der Teammitglieder. Diese scheint jedoch bei funktional heterogenen Teams schlechter zu funktionieren, wodurch die immer wieder geschilderten Koordinations- und Kooperationsprobleme erklärt werden können.

Informationsnutzung und -integration

Wichtige Outcome-Variablen, die vor allem im Rahmen der Wissens- bzw. Informationsheterogenität betrachtet werden, sind Informationsnutzung sowie Informationsintegration (Dahlin et al. 2005; Jackson et al. 2003; Steinheider & Legrady 2001). Es wird dabei untersucht, in welcher Tiefe und Breite die Informationen innerhalb des Teams genutzt werden und wie es dem Team gelingt, die Informationen in Form einer gemeinsamen Wissensbasis miteinander zu teilen (Steinheider & Legrady 2001). Je nach Reifegrad der Informationen (vgl. North et al. 2016) kann auch von einer Wissensintegration gesprochen werden. In den ausgewählten Studien wird nur in zwei Untersuchungen explizit die Integration von Informationen bzw. Wissen betrachtet (Dahlin et al. 2005; Steinheider & Legrady 2001). In beiden Fällen zeigt sich ein negativer Einfluss von fachlicher und funktionaler Heterogenität. Da Heterogenitätsmerkmale wie Wissen, Bildung oder funktionaler Hintergrund einen tatsächlichen und für die Aufgabenstellung höchst

relevanten Unterschied widerspiegeln (Dahlin et al. 2005), ist dieser negative Zusammenhang nicht verwunderlich. Die Unterschiede erschweren die Organisation und Integration des Wissens und der Informationen und führen, wie bereits beschrieben, zu Kommunikations- und Kooperationsproblemen sowie zu Aufgabenkonflikten. Im Gegensatz dazu konnten Dahlin et al. (2005) einen positiven, umgekehrt U-förmigen Zusammenhang von Bildungsheterogenität und Reichweite sowie Tiefe der Informationsnutzung erkennen. Mit zunehmender Bildungsheterogenität steigt die Informationsnutzung also zunächst bis zu einem Optimum an, bevor sie bei weiter zunehmender Heterogenität wieder abnimmt. Bei einer moderaten Bildungsheterogenität gelang es den Teams der Studie, mehr Informationen aus unterschiedlichen Themengebieten in die Aufgabenstellung einzubringen und diese durchdringender zu behandeln. Diese zum Teil gegenläufigen Effekte zeigen, dass je nach Aufgabenstellung und Ziel verschiedene Team-Konfigurationen sinnvoll sein können.

Moderationseffekte

Neben den Beziehungen der Heterogenitätsmerkmale mit den Outcome-Variablen sind auch einige Moderationseffekte feststellbar:

Die Aufgabenkomplexität beeinflusst den Zusammenhang zwischen fachlicher und funktionaler Heterogenität und Leistung positiv, sodass bei komplexen Aufgaben die positive Beziehung zwischen fachlicher und funktionaler

Heterogenität noch stärker ist (Jehn et al. 1999; Unkels 2011; van Dijk et al. 2012). Jedoch treten bei Routineaufgaben mehr Aufgabenkonflikte auf (Pelled et al. 1999), die indirekt wiederum zu einer höheren Performance führen. Das Ergebnis ist also nicht vollständig widerspruchsfrei.

Auch die Teamgröße beeinflusst die Effekte der Heterogenität. Zwar konnten Horwitz und Horwitz (2007) in ihrer Metastudie keinen Moderationseffekt der Teamgröße feststellen, andere Autoren bestätigen jedoch die Teamgröße als Moderator für die Leistung (Mannix & Neale 2005; Peters & Karren 2009; Unkels 2011). Demnach ist der Einfluss aufgabenbezogener Heterogenität auf die Leistung bei großen Teams höher als bei kleinen. Einige Indizien deuten jedoch darauf hin, dass die Teamgröße bezüglich der Leistung einen kurvenförmigen Zusammenhang hat, sodass ab einem gewissen Grad wieder einen Rückgang der Leistung feststellbar ist (Garcia Martinez et al. 2017; Lovelace et al. 2001)

Weitere in den Studien untersuchte Moderatoren sind beispielsweise die Projektdauer (Peters & Karren 2009), die Größe des Unternehmens (Garcia Martinez et al. 2017), das Alter der Teammitglieder (Peters & Karren 2009) oder das Geschlecht (Dahlin et al. 2005), um nur einige zu nennen. Da sie stark vom Aufbau und Umfeld der Studien abhängen, gibt es eine Vielzahl möglicher Moderations- und Kontrollvariablen.

Methodologie

Einen Einfluss auf die Ergebnisse hat auch die Methodologie der Studien. Da in Teams, die für eine Laborsituation nur temporär zusammengesetzt werden, keine echte Interdependenz und keine Langfristigkeit vorhanden ist, stellen diese »künstlichen« Gruppen nach Williams und O'Reilly (1998) keine sinnvolle Grundlage für Heterogenitäts-Betrachtungen dar. Auch Dahlin et al. (2005) betonen die Grenzen studentischer Teams, da diese nur in einem begrenzten Zeithorizont zusammenarbeiten. Horwitz und Horwitz (2007) konnten in ihrer Metanalyse zwar keinen signifikanten Unterschied zwischen Feld- und Laborstudien erkennen, dennoch muss dieser Aspekt für zukünftige Untersuchungen beachtet werden.

Zusammenfassung

Als Antwort auf die erste Forschungsfrage lassen sich die in Abbildung 6 dargestellten Einflüsse der fachlichen und funktionalen Heterogenität auf Arbeitsteams zusammenfassen:

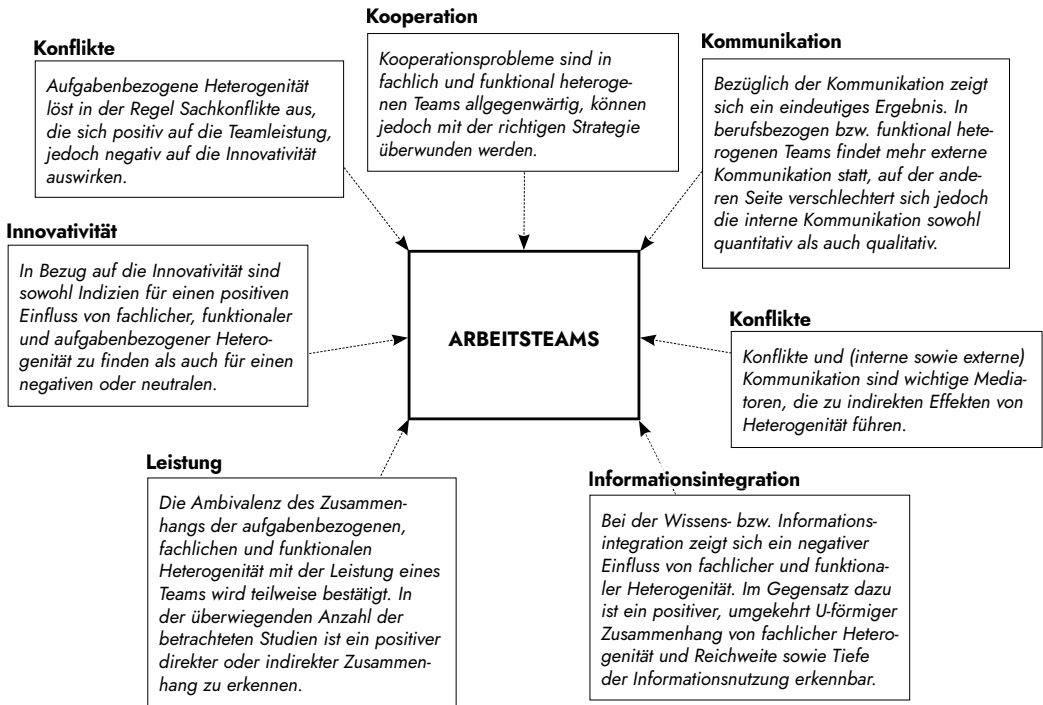


Abb. 6: Zusammenfassung der Einflüsse unterschiedlicher Outcome-Variablen

Diskussion und Ausblick

Wandel zu Multifaktoren-Untersuchungen

Zu beobachten ist, dass zunehmend weniger Grundsatzuntersuchungen stattfinden, die nur ein einziges Merkmal untersuchen und auf alle Arten von Heterogenität zu übertragen versuchen (Webber & Donahue 2001). Stattdessen werden vermehrt die komplexen Korrelations-, Moderations- und Mediationseffekte einzelner oder mehrerer Heterogenitätsmerkmale unter bestimmten Rahmenbedingungen untersucht. Da in Teams nie nur eine Art von Heterogenität vorhanden ist, sind diese Multifaktoren-Untersuchungen wichtig, um die Zusammenhänge besser verstehen und sie mit sozialen Prozessen in Verbindung bringen zu können (Ancona & Caldwell 1992; Jackson et al. 2003; Webber & Donahue 2001). Je nach Aufgabenstellung oder gewünschtem Outcome sind jedoch andere Untersuchungsdesigns, Untersuchungszeiträume, Messvariablen oder gezielte Interventionen nötig (Keller 2001). Diese detaillierten Erkenntnisse bieten im untersuchten Umfeld die beste Möglichkeit, konkrete Handlungsempfehlungen abzuleiten und Heterogenität zielgerichtet einzusetzen bzw. zu steuern.

Produktentwicklungsbezug der Untersuchungen

Unter den Veröffentlichungen waren keine großangelegten, quantitativen Studien im deutschsprachigen oder auch europäischen Raum zur

aufgabenbezogenen Heterogenität zu finden. In den Dissertationen von Feith (2014) und Schade (2014) wurden jedoch an der gesuchten Schnittstelle Technik-Industriedesign kleinere qualitative Studien und explorative Interviews durchgeführt, die ebenfalls wichtige Erkenntnisse liefern.

Großangelegte quantitative Studien, auch im Bereich der Produktentwicklung, wurden vor allem im amerikanischen Raum durchgeführt. Jedoch wurden keine Teams mit expliziter Beteiligung des Industriedesigns betrachtet. Oft ist gänzlich unklar, welche Disziplinen in den betrachteten Teams überhaupt vertreten waren (Keller 2001; Lovelace et al. 2001; Nakata & Im 2010), oder es werden Disziplinen bzw. Abteilungen wie Konstruktion (engl. »design«), Forschung und Entwicklung, Produktion, Vertrieb und Marketing genannt (Ancona & Caldwell 2009; Jehn et al. 1999; Pelled et al. 1999). Hier ergibt sich ein wesentliches Differenzierungsproblem, da der englischsprachige design-Begriff auch technische Entwurfsdisziplinen wie Maschinenbau, Informatik oder Elektrotechnik umfasst und somit nicht mit dem deutschen Design-Begriff gleichzusetzen ist (Eckert & Schadewitz 2011). Sehr wahrscheinlich ist in den Studien also das klassische Industriedesign, das im US-amerikanischen Raum nicht so streng von der ingenieurwissenschaftlichen Konstruktion abgegrenzt wird (ebd.), inbegriffen, wird jedoch unter dem angelsächsischen »design« subsummiert. Aus diesem Grund ist es fraglich,

inwiefern die Ergebnisse aus dem US-amerikanischen Raum auf die deutsche Produktentwicklung übertragbar sind. Umso wichtiger ist es für das vorliegende Forschungsvorhaben, explizit interdisziplinäre Produktentwicklungsteams in deutschen Unternehmen zu betrachten.

Ein breiterer Blick in die Literatur zeigt, dass die Schnittstelle Technik-Industriedesign vorrangig qualitativ, beispielsweise auf Prozess- (Goos & Zang 2009; Kim & Lee 2016) oder Wissensebene (Peters 2004; Wölfel 2008), betrachtet wird. In den Studien wird immer wieder betont, dass das reine Vorhandensein von Heterogenität nicht ausreicht, sondern dass sie gesteuert und kontrolliert werden muss (Mannix & Neale 2005; Webber & Donahue 2001). Die Teammitglieder müssen unterschiedliche Perspektiven erkennen und integrieren können, wozu gezielte Interventionen durch Führungskräfte oder die Teammitglieder selbst nötig sind (Webber & Donahue 2001). Diese qualitativen und explorativen Untersuchungen sind ein guter Grundstein für das noch wenig quantitativ erforschte Zusammenspiel von Technik und Industriedesign in der Produktentwicklung.

Nichtlineare Zusammenhänge

In den Veröffentlichungen werden immer wieder kurvenförmige Zusammenhänge zwischen Heterogenität und Outcome-Variablen beschrieben (Curşeu et al. 2012; Dahlin et al. 2005; Garcia Martinez et al. 2017; Hoisl et al. 2017; Ihl &

Graf 2019; Webber & Donahue 2001; Williams & O'Reilly 1998). Dies ist vor allem in Bezug auf das Wissen bzw. die Erfahrungen der Teammitglieder der Fall. Vieles deutet darauf hin, dass es für jede Aufgabenstellung ein optimales Level an Heterogenität gibt und nicht immer ein Maximum oder auch Minimum an Heterogenität erstrebenswert ist. Es liegt nahe, dass dies auch für die Schnittstelle Technik-Industriedesign gilt.

Brücken

Im Rahmen von Heterogenität wird in den Untersuchungen immer wieder von »Brücken« gesprochen, die in verschiedenster Form die Kehrseiten der Heterogenität abmildern, indem sie zwischen den Teammitgliedern vermitteln. Das kann beispielsweise durch eine gemeinsame Unternehmenskultur, von der Führungskraft gesetzte gemeinsame Ziele (Mannix & Neale 2005), Dialoggruppen (Keller 2001) oder die Förderung einer gemeinsamen Identität (Gebert 2004) geschehen. Dadurch werden Gemeinsamkeiten geschaffen, die Integrationsprozesse anstoßen. Eine andere Möglichkeit ist die Überschneidung des individuellen Wissens der Teammitglieder (Ihl & Graf 2019; Taylor & Greve 2006), durch die das Wissen anderer überbrückt und übersetzt werden kann (Cronin & Weingart 2007).

Ihl und Graf (2019) differenzieren daher bei ihrer Untersuchung von Wissensheterogenität ganz bewusst zwischen Wissensheterogenität und Wissensüberschneidung. Diese beiden Parameter sind keine zwei entgegengesetzten Ausprägungen eines Heterogenitätsmerkmals, die sich gegeneinander ausschließen, sondern eigenständige Konzepte mit unterschiedlichen Effekten und optimalen Ausprägungen (Ihl & Graf 2019). Eine Vermutung ist, dass auch an der Schnittstelle Technik-Industriedesign eine Art Brücke nötig ist, um die Heterogenität ausschöpfen zu können und dabei Kommunikations-, Kooperations- und Integrationsprobleme zu überbrücken (siehe hierzu auch Göhring 2019).

Grenzen der Metastudie

Wie die einzelnen Studien sind auch die in dieser Metastudie gewonnenen Erkenntnisse nur bedingt generalisierbar und direkt auf die Produktentwicklung und deren Schnittstelle Technik-Industriedesign übertragbar. Wie eingangs beschrieben, herrschen in der Produktentwicklung komplexe Rahmenbedingungen, die es zu berücksichtigen gilt. Es ist daher in der nachfolgenden Forschungsarbeit zu untersuchen, inwiefern die erkannten Muster und Erkenntnisse auch in diesem speziellen Bereich gültig sind bzw. welche Beziehungen, Moderations- und Mediationseffekte dort erkennbar sind.

Für einige Outcome-Variablen liegen aktuell nur einzelne Studien vor. Hier benötigt es Erkenntnisse aus weiteren Untersuchungen, beispielsweise im Bereich der Wissensintegration, die gezielt gesucht werden müssen, um den Forschungsstand zu untermauern.

Ausblick

Im nachfolgenden Schritt wird auf den Erkenntnissen dieser Metastudie ein Modell für die Überbrückung der fachlichen und funktionalen Heterogenität in der Produktentwicklung abgeleitet und im Rahmen einer eigenen Untersuchung überprüft. So soll ein Beitrag dazu geleistet werden, die Zusammenarbeit der Disziplinen Technik und Industriedesign insbesondere in der technischen Ausarbeitungsphase zu verbessern, da hierfür bisher kaum konkrete Forschungsergebnisse vorliegen.

Kontakt

Alexandra Göhring M.Sc.
HEED – Institute for Human Engineering
& Empathic Design, Hochschule Pforzheim
Tiefenbronner Str. 65
75175 Pforzheim

Anhang: Kurzübersicht der Metaanalyse

Studie	zur Studie	relevante Heterogenitätsmerkmale	gemessene Zielparameter (Outcome-Variable)	relevante direkte und indirekte Effekte und Ergebnisse
quantitative Forschung				
Ancona & Caldwell 1992	qualitative Studie mit 45 Produktentwicklungsteams in fünf High-Tech-Unternehmen in den USA	Funktionshintergrund	„Gruppenmaß“: externe Kommunikation & interne Gruppenprozesse; Teamleistung	Direkter, negativer Einfluss auf technische Innovation und Teamleistung; indirekter, positiver Einfluss auf Innovation durch externe Kommunikation wird überschattet.
Curşeu et al. 2012	Studie mit 267 Angestellten in 54 organisationalen Gruppen unterschiedlicher Branchen	Bildungsgrad, Bildungsart	Dichte des sozialen Netzwerks, Reichweite des externen Netzwerks, Effektivität der Gruppe	U-förmige Beziehung zwischen Bildungsgrad-Heterogenität und Netzwerk-Dichte; gegenläufige kurvenförmige Korrelation zwischen Bildungsart und Reichweite für hohe/niedrige Heterogenität
Dahlin et al. 2005	45 Fallanalysen, die von 100 Teilnehmenden eines MBA-Kurses in 19 Teams	Bildung	Informationsnutzung: Reichweite, Tiefe, Integration	positiver, umgekehrt U-förmiger Zusammenhang von Bildungsheterogenität und Reichweite sowie Tiefe; negativer, linearer Effekt auf Integration
Garcia Martinez et al. 2017	quantitative Studie auf Basis von Daten spanischer Unternehmen in der Produktentwicklung	Kompetenzen/Fachlicher Hintergrund, Bildungsgrad	Innovationsleistung	positiver Einfluss von Kompetenz- sowie Bildungs-Heterogenität auf bestimmte Arten von Innovation (Dienstleistung/ physische Produkte)

Tabelle 2: (Teil 1) Kurzübersicht der Metaanalyse

<p><i>Hoisl et al. 2017</i></p>	<p>Studie zur Erfahrungsheterogenität anhand von 88 Formel-1-F&E-Teams</p>	<p>Erfahrungen</p>	<p>Teamleistung</p>	<p>umgekehrte U-förmige Beziehung zwischen Erfahrungsheterogenität und Teamleistung; Abflachung durch Unternehmensgröße und -alter Teamgröße korreliert positiv mit der Teamleistung</p>
<p><i>Ihl & Graf 2019</i></p>	<p>Studie basierend auf 183.370 wissenschaftlichen Veröffentlichungen akademischer Teams</p>	<p>Wissen (Heterogenität und -überschneidung)</p>	<p>Neuheit (des Outputs)</p>	<p>kurvenförmiger positiver Zusammenhang zwischen Wissensheterogenität bzw. -überschneidung und Neuheit mit Optima bei einer mittleren Wissensheterogenität bzw. überschneidung</p>
<p><i>Jehn et al. 1999</i></p>	<p>Feldstudie von 92 Arbeitsteams der professionellen Umzugsbranche in den USA</p>	<p>Informationen, (soziale Kategorien)</p>	<p>Moral: Zufriedenheit, Bleibeabsicht, Engagement; Leistung; Effizienz</p>	<p>mehr Aufgabenkonflikte und höhere tatsächliche Teamleistung durch Informationsheterogenität; positive Moderation durch Aufgabentyp/-komplexität</p>
<p><i>Keller 2001</i></p>	<p>Studie von 93 F&E-Teams aus vier Großunternehmen (Energie, Chemie, Luft- und Raumfahrt und Elektronik)</p>	<p>Funktionszugehörigkeit</p>	<p>interne/externe Kommunikation, Arbeitsstress, Zusammenhalt, Teamleistung (Qualität, Budget- und Zeiteinhaltung)</p>	<p>schlechtere interne Kommunikation durch funktionale Heterogenität; bessere technische Qualität, Zeitplan- und Budgeteinhaltung, jedoch v. a. durch die indirekten positiven Auswirkungen externer Kommunikation</p>
<p><i>Lovelace et al. 2001</i></p>	<p>quantitative Studie mit 43 PE-Teams in 13 Hochtechnologieunternehmen in den USA</p>	<p>Funktionszugehörigkeit</p>	<p>Uneinigkeit; Konflikt-Kommunikation; Teamleistung: Innovation, Anpassung, Einhaltung von Beschränkungen</p>	<p>mehr Aufgaben-Uneinigkeit durch funktionale Heterogenität; indirekter, negativer Einfluss auf Innovativität durch Aufgabenkonflikte; Kommunikationsmanagement ist relevant.</p>
<p><i>Pelled et al. 1999</i></p>	<p>45 Teams aus den Elektronikabteilungen von drei großen US-amerikanischen Unternehmen</p>	<p>Funktionszugehörigkeit</p>	<p>kognitive Aufgaben-Leistung, Konflikte (Aufgaben- und emotionale)</p>	<p>positive Beziehung zwischen funktionaler Heterogenität und Aufgabenkonflikt; höherer Einfluss bei Routineaufgaben. Aufgabenkonflikte sind förderlich für die Leistung, Ideengenerierung, Problemlösung</p>

Tabelle 2: (Teil 2) Kurzübersicht der Metaanalyse

Studie	zur Studie	relevante Heterogenitätsmerkmale	gemessene Zielparameter (Outcome-Variable)	relevante direkte und indirekte Effekte und Ergebnisse
Peters & Karren 2009	quantitative Studie mit 195 Personen in 33 virtuellen Teams (v. a. aus der Produktentwicklung)	Funktionszugehörigkeit	Teamleistung: Effektivität, Effizienz, Aktualität; Vertrauen in Teammitglieder	positiver Einfluss auf die vom Team bewertete Leistung; Vertrauen moderiert Beziehung zwischen Heterogenität und vom Management bewerteter Leistung bei sehr heterogenen Teams
Steinheider & Legrady 2001	3 empirische Studien in deutschen F&E-Unternehmen + Fallstudie in einem internationalen Team der digitalen Medienkunst	Disziplinen	Kommunikation, Koordination, Wissensintegration, Objektive (Zeit, Kosten, Qualität) und subjektive Wirkungen	Probleme bei Koordination, Wissensintegration und Kommunikation; dadurch verlängerte Produktentwicklungszeiten, höheren Kosten und Qualitätseinbußen; subjektiv: höhere Arbeitsbelastung und geringere Arbeitszufriedenheit; Wissensintegration elementar
Taylor & Greve 2006	Studie zur Beziehung von Wissens-/Erfahrungsheterogenität und Innovation in Comic-Autoren-Teams	Wissen/ Erfahrungen, Team-Erfahrung	Innovation	Höhere Varianz der Leistung in Teams mit vielen Mitgliedern, Erfahrung aus mehreren Genres und eine langen Geschichte der Zusammenarbeit
Unkels 2011	Studie zu simulierten Coacting Groups aus 616 publizierenden Forschenden aus 25 Ländern	Disziplinen, Kompetenzen	Forschungsleistung	positive Beziehung zwischen Kompetenz-Heterogenität und Leistung; Aufgabenkomplexität und Teamgröße beeinflussen Leistung

Tabelle 2: (Teil 3) Kurzübersicht der Metaanalyse

Van Dijk et al. 2012	Metanalyse zu 146 Studien zu den unterschiedlichen Einflüssen berufsbezogener und demographischer Heterogenität auf die Leistung	Funktionszugehörigkeit, Bildung	Innovationsleistung und Leistung innerhalb der Rolle	positiverer Einfluss von Job-bezogener Heterogenität auf Leistung; positiver Einfluss von funktionaler Heterogenität nur bei hochkomplexen Aufgaben, wenn externe Teammitglieder die Leistung bewerteten und bei subjektiver Leistungsmessung;
Webber & Donahue 2001	Metaanalyse zu 24 Studien über heterogene Arbeitsteams auf Top-Management- und operativer Team-Ebene	alle hochgradig berufsbezogene Merkmale	Teamzusammenhalt und Teamleistung	kein signifikanter direkter Einfluss auf Zusammenhalt oder Teamleistung; möglicherweise moderierende Wirkung der Zeit und kurvenförmiger Einfluss der Heterogenität
qualitative Forschung				
Dougherty 1992	Interviews mit 80 Personen aus unterschiedlichen Abteilungen in 18 Produktentwicklungsprojekten	Funktionszugehörigkeit	Wissensgrundlagen der Abteilungen; Unterschiede der „Gedankenwelten“ über Innovation	Zusammenarbeit der Abteilungen verbessert Produktentwurf und Entwicklungsprozess; Interpretationsbarrieren; unterschiedliche Wissensaspekte, Abteilungs“kulturen“; Trennung der Gedankenwelten durch Routinen
Feith 2014	empirische, sprachwissenschaftliche Studie mit interdisziplinären studentischen Teams	fachlicher Hintergrund (wird nicht dezidiert gemessen)	Konflikte	Konflikte bei der Einigung auf eine Vorgehensweise und bei unterschiedlichem Begriffs-Verständnissen; Vermittlung durch Psychologiestudierende; oft keine echte Interdisziplinär

Tabelle 2: (Teil 4) Kurzübersicht der Metaanalyse

Studie	zur Studie	relevante Heterogenitätsmerkmale	gemessene Zielparameter (Outcome-Variable)	relevante direkte und indirekte Effekte und Ergebnisse
Schade 2007	qualitative Befragung von Entwicklungsleitern/Ingenieuren über die Zusammenarbeit mit Industriedesignern im Mittelstand	fachlicher Hintergrund, Funktionszugehörigkeit, Bildung	Zusammenarbeit	oft massive Kommunikationsschwierigkeiten; zu späte Einbindung des Designs (nach der Produkt-Definition), klare Klärung der Kompetenzen/Aufgaben notwendig, damit partnerschaftliche Zusammenarbeit funktioniert
Metanalysen/-studien				
Gebert 2004	Metastudie zu 13 Untersuchungen in Produktentwicklungs-Teams	fachlicher Hintergrund, Funktionszugehörigkeit	Kommunikations- und Kooperationsbarrieren	positiver Zusammenhang zwischen funktionaler Heterogenität und Kooperationsproblemen; erschwerte Nutzung des Ideenpools/Integrationspotentials
	Metastudie zu 8 Untersuchungen in Produktentwicklungsteams	fachlicher Hintergrund, Funktionszugehörigkeit	Teaminnovation	keine (durchgehend) signifikant positive Beziehung zwischen Heterogenität und Teaminnovativität
Horwitz & Horwitz 2007	quantitative Metaanalyse zu 35 Publikationen über Team-Heterogenität in Arbeitsteams	u. a. funktionales Fachwissen, Ausbildung	Qualität der Leistung, Quantität der Leistung und soziale Integration	positiver Zusammenhang zwischen aufgabenbezogener Heterogenität und Qualität sowie Quantität der Teamleistung; tendenziell höhere Korrelationen, wenn die Teams sich selbst bewerten
Jackson et al. 2003	Meta- / SWOT-Analyse zu 63 Studien zur Arbeitsplatzheterogenität in Teams und Organisationen	u. a. mentale Modelle, Bildung (Inhalt & Niveau), Funktionshintergrund	Leistung, Team-Prozesse (z. B. Konflikt, Kooperation, Informationsnutzung, Kommunikation); und affektive Auswirkungen	Ergebnisse deuten darauf hin, dass funktionale Heterogenität zumindest einige Arten von Leistung verbessert; aufgabenbezogene Konflikte können am meisten von der funktionalen Heterogenität profitieren.

Tabelle 2: (Teil 5) Kurzübersicht der Metaanalyse

Joshi & Roh 2009	quantitative Metaanalyse zu 8757 Teams in 39 Studien in organisationaler Umgebung	u. a. berufs- bezogene Merkmale: Funktion, (Aus)Bildung	Leistung/Perfor- mance	kleiner, positiver Einfluss der aufgaben- bezogenen Heterogenität. auf Leistung, v.a. durch funktionalen Hintergrund; stärkerer Effekt bei Interdependenzen der Aufgabe
Mannix & Neale 2005	qualitative Meta- analyse zu Hetero- genität am Arbeits- platz	u. a. berufs- bezogene Merkmale	u. a. Gruppenpro- zess, Leistung	tiefere Heterogenitätsmerkmale wie z. B. funktionaler Hintergrund und Ausbildung hängen häufiger positiv mit der Leistung zusammen; bessere Kreativität oder Lösung von Problemen; Steuerung des Gruppenprozess nötig
Milliken & Martins 1996	qualitative Meta- analyse zu 34 Studien der führenden Forschungsjour- nals und deren Referenzartikel im Management- bereich	u. a. Bildung/ fachlicher Hintergrund; Industrie- erfahrung, funktionale Zugehörigkeit	kurzfristige (af- fektive, kognitive, symbolische, kommunikative) und langfristige Konsequenzen (individuelle, Gruppen- und Or- ganisationsebene)	funktionale Heterogenität: keine kontext- übergreifend konsistenten Ergebnis- se; kaum Erforschung der affektiven Konsequenzen; Ergebnisse deuten auf positive kognitive Konsequenzen durch funktionale und fachliche Heterogenität, aber auch Integrationsprobleme hin
Webber & Donahue 2001	quantitative Metaanalyse zu 24 Feld- und Labor-Studien über Heterogenität in Arbeitsteams	u. a. hochgra- dig berufs- bezogene Merkmale	Zusammenhalt und Leistung	kein Einfluss der berufsbezogenen Heterogenität auf Zusammenhalt und Leistung des Teams; kein Unterschied zwischen Top-Management-Teams und anderen Arbeitsteams
Williams & O'Reilly 1998	qualitative Metaanalyse der Forschungsliteratur zum Einfluss von Heterogenität auf Organisationen	Bildungs- und Funktionshin- tergrund	Gruppenprozess und Teamleistung	weniger Kommunikation/Integration, mehr Konflikt und bessere Teamleistung durch Funktions-/Bildungs-Heterogenität; starke Interdependenz der Gruppenpro- zess-Variablen

Tabelle 2: (Teil 6) Kurzübersicht der Metaanalyse

A

Albers, S. & Gassmann, O. (Hrsg.). 2005: Handbuch Technologie- und Innovationsmanagement. Strategie – Umsetzung – Controlling. Wiesbaden: Gabler Verlag.

Amstutz, N. & Müller, C. 2013: Diversity Management. In T. Steiger & E. Lippmann (Hrsg.), Handbuch angewandte Psychologie für Führungskräfte. Führungskompetenz und Führungswissen (4., vollst. und überarb. Aufl., Bd. 2, S. 359–380). Berlin: Springer.

Ancona, D. & Caldwell, D. 2009: Compose teams to assure successful boundary activity. In E. A. Locke (Ed.), Handbook of principles of organizational behavior. Indispensable knowledge for evidence-based management (2nd ed., pp. 295–308). Chichester: Wiley.

Ancona, D. G. & Caldwell, D. F. 1992: Demography and Design. Predictors of New Product Team Performance. *Organization Science*, 3 (3), 321–341.

B

Bantel, K. A. & Jackson, S. E. 1989: Top management and innovations in banking. Does the composition of the top team make a difference? *Strategic Management Journal*, 10 (S1), 107–124.

Bennett, N. & Lemoine, J. 2014: What VUCA really means for you. *Harvard Business Review*, 92 (1/2), 27.

Bunderson, J. S. & Sutcliffe, K. M. 2002: Comparing alternative conceptualizations of functional diversity in management teams. Process and performance effects. *Academy of Management Journal*, 45 (5), 875–893.

C

Comelli, G. et al. 2014: Führung durch Motivation. Mitarbeiter für die Ziele des Unternehmens gewinnen (5. Aufl.). München: Vahlen.

Cronin, M. A. & Weingart, L. R. 2007: Representational gaps, information processing, and conflict in functionally diverse teams. *Academy of management review*, 32 (3), 761–773.

Curşeu, P. L. et al. 2012: Educational diversity and group effectiveness. A social network perspective. *Journal of Managerial Psychology*, 27 (6), 576–594.

D

Dahlin, K. B. et al. 2005: Team diversity and information use. *Academy of Management Journal*, 48 (6), 1107–1123.

Dietze, G. et al. 2012: Einleitung. In K. Walgenbach, G. Dietze, L. Hornscheidt & K. Palm (Hrsg.), *Gender als interdependente Kategorie. Neue Perspektiven auf Intersektionalität, Diversität und Heterogenität* (S. 1–7). Verlag Barbara Budrich.

Dougherty, D. 1992: Interpretive barriers to successful product innovation in large firms. *Organization Science*, 3 (2), 179–202.

E

Eckert, C. et al. 2019: Industry Trends to 2040. In *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design* (Bd. 1, S. 2121–2128).

Eckert, C. & Schadewitz, N. 2011: Disziplinen der Produktentwicklung aus der Perspektive des angelsächsischen Raums. In G. Banse (Hrsg.), *Wissenschaft im Kontext. Inter- und Transdisziplinarität in Theorie und Praxis* (Anhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften Berlin, Bd. 27, 1. Aufl., S. 243–254). Berlin: trafo-Wiss.-Verl.

Ehrlenspiel, K. et al. 2014: Kostenverantwortung der Produktentwickler. In K. Ehrlenspiel, A. Kiewert, U. Lindemann & M. Mörtl (Hrsg.), *Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren* (S. 7–20). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Ehrlenspiel, K. & Meerkamm, H. 2017: Integrierte Produktentwicklung. *Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit* (6., überarbeitete und erweiterte Auflage). München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.

Engeln, W. (Hrsg.). 2020: *Methoden der Produktentwicklung* (3. Aufl.). Essen: Vulkan Verlag.

Feith, A. 2014: *Zur Fachkommunikation interdisziplinärer Teams in der Produktentwicklung*. Dissertation. Technische Universität, Darmstadt.

F

Feldhusen, J. & Grote, K.-H. (Hrsg.). 2013: *Pahl/Beitz Konstruktionslehre. Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung* (8., vollständig überarbeitete Auflage). Berlin: Springer Vieweg.

G

Garcia Martinez, M. et al. 2017: Diversity is strategy. The effect of R&D team diversity on innovative performance. *R&D Management*, 47 (2), 311–329.

Gebert, D. 2004: Durch diversity zu mehr Teaminnovativität? Ein vorläufiges Resümee der empirischen Forschung sowie Konsequenzen für das diversity Management. *Die Betriebswirtschaft*, 64 (4), 412–430.

Göhring, A. 2019: Wissen und Heterogenität in der Produktentwicklung. In R. H. Stelzer & J. Krzywinski (Hrsg.), *Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2019*. Band 2 (Technisches Design, Bd. 12, S. 111 – 122). Dresden: TUDpress.

Goos, J. & Zang, R. (Hrsg.). 2009: Lösungen für eine neuartige Integration von Produktdesign in den Produktentwicklungsprozess für die Investitionsgüterbranche. Abschlussbericht, Stiftung Industrieforschung, Pforzheim.

H

Hambrick, D. C. et al. 1996: The influence of top management team heterogeneity on firms' competitive moves. *Administrative Science Quarterly*, 659 – 684.

Harrison, D. A. & Klein, K. J. 2007: What's the difference? Diversity constructs as separation, variety, or disparity in organizations. *Academy of management review*, 32 (4), 1199 – 1228.

Harrison, D. A. et al. 1998: Beyond Relational Demography: Time and the Effects of Surface and Deep-Level Diversity on Work Group Cohesion. *Academy of Management Journal*, 41 (1), 96 – 107.

Hilf, G. 2016: Konzeption eines Analysetools zur Früherkennung von diversitätsinduziertem Konfliktpotential in interorganisationalen F&E-Teams (Komplexität und Diversität in soziotechnischen Systemen, Band 3). Dissertation. Münster: LIT-Verlag.

Hoisl, K. et al. 2017: R&D team diversity and performance in hypercompetitive environments. *Strategic Management Journal*, 38 (7), 1455 – 1477.

Horwitz, S. K. & Horwitz, I. B. 2007: The Effects of Team Diversity on Team Outcomes. A Meta-Analytic Review of Team Demography. *Journal of Management*, 33 (6), 987 – 1015.

I

Ihl, C. & Graf, D. 2019: Contingent Effects of Team Knowledge Diversity on Novelty in Management Research. In *Academy of Management Proceedings* (Bd. 2019, S. 18636).

J

Jackson, S. E. et al. 2003: Recent research on team and organizational diversity. SWOT analysis and implications. *Journal of Management*, 29 (6), 801 – 830.

Jackson, S. E. et al. 1995: Understanding the dynamics of diversity in decision-making teams. Team effectiveness and decision making in organizations, 204–261.

Jehn, K. A. 1994: Enhancing effectiveness. An investigation of advantages and disadvantages of value-based intragroup conflict. *International Journal of Conflict Management*, 223–238.

Jehn, K. A. et al. 1997: To agree or not to agree: The effects of value congruence, individual demographic dissimilarity, and conflict on workgroup outcomes. *International Journal of Conflict Management*, 8 (4), 287–305.

Jehn, K. A. et al. 1999: Why differences make a difference. A field study of diversity, conflict and performance in workgroups. *Administrative Science Quarterly*, 44 (4), 741–763.

Joshi, A. & Jackson, S. E. 2003: Managing workforce diversity to enhance cooperation in organizations. In M. A. West, D. Tjosvold & K. G. Smith (Hrsg.), *International Handbook of Organizational Teamwork and Cooperative Working* (S. 277–296). Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd.

Joshi, A. & Roh, H. 2009: The role of context in work team diversity research. A meta-analytic review. *Academy of Management Journal*, 52 (3), 599–627.

K

Keller, R. T. 2001: Cross-functional project groups in research and new product development. Diversity, communications, job stress, and outcomes. *Academy of Management Journal*, 44 (3), 547–555.

Kim, K. & Lee, K.-p. 2016: Collaborative product design processes of industrial design and engineering design in consumer product companies. *Design Studies*, 46, 226–260.

Knight, D. et al. 1999: Top management team diversity, group process, and strategic consensus. *Strategic Management Journal*, 20 (5), 445–465.

L

Lindemann, U. 2005: Der Ingenieur und seine Designer — oder der Ingenieur und seine Partner? In J. Reese (Hrsg.), *Der Ingenieur und seine Designer. Entwurf technischer Produkte im Spannungsfeld zwischen Konstruktion und Design* (VDI-Buch, S. 297–307). Berlin: Springer.

Lorenzo, R. et al. 2017: The Mix That Matters. Innovation Through Diversity. The Boston Consulting Group; Technical University of Munich. Verfügbar unter <http://media-publications.bcg.com/22feb2017-mix-that-matters.pdf>

Lovelace, K. et al. 2001: Maximizing cross-functional new product teams' innovativeness and constraint adherence. A conflict communications perspective. *Academy of Management Journal*, 44 (4), 779–793.

M

Mannix, E. & Neale, M. A. 2005: What differences make a difference? The promise and reality of diverse teams in organizations. *Psychological science in the public interest*, 6 (2), 31–55.

Meyer, S. 2017: Soziale Differenz in Bildungsplänen für die Kindertagesbetreuung. Eine diskursiv gerahmte Dokumentenanalyse: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Milliken, F. J. & Martins, L. L. 1996: Searching for common threads. Understanding the multiple effects of diversity in organizational groups. *Academy of management review*, 21 (2), 402–433.

N

Nakata, C. & Im, S. 2010: Spurring cross-functional integration for higher new product performance. A group effectiveness perspective. *Journal of Product Innovation Management*, 27 (4), 554–571.

Nonaka, I. & Takeuchi, H. 1995: The Knowledge-creating Company. How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. New York: Oxford University Press.

North, K. et al. 2016: Die Wissenstreppe. Information – Wissen – Kompetenz. In K. North, A. Brandner & T. Steininger (Hrsg.), *Wissensmanagement für Qualitätsmanager. Erfüllung der Anforderungen nach ISO 9001:2015 (essentials, 1. Aufl. 2016, S. 5–8)*. Wiesbaden: Springer Gabler.

P

Pelled, L. H. 1996: Demographic diversity, conflict, and work group outcomes. An intervening process theory. *Organization Science*, 7 (6), 615–631.

Pelled, L. H. et al. 1999: Exploring the Black Box. An Analysis of Work Group Diversity, Conflict, and Performance. *Administrative Science Quarterly*, 44 (1), 1–28.

Persson, J.-G. 2016: Current trends in product development. *Procedia CIRP*, 50, 378–383.

Peters, L. & Karren, R. J. 2009: An examination of the roles of trust and functional diversity on virtual team performance ratings. *Group & Organization Management*, 34 (4), 479–504.

Peters, S. 2004: Modell zur Beschreibung der kreativen Prozesse im Design unter Berücksichtigung der ingenieurtechnischen Semantik. Dissertation. Universität Duisburg-Essen.

Priddat, B. P. 2010: Organisation als Kooperation. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.

R

Reese, J. (Hrsg.). 2005: Der Ingenieur und seine Designer. Entwurf technischer Produkte im Spannungsfeld zwischen Konstruktion und Design (VDI-Buch). Berlin: Springer.

S

Schade, S. 2007: Auswirkungen globaler Wertschöpfung auf deutsches Industrie- und Produktdesign unter besonderer Betrachtung der Schnittstelle Design und Konstruktion/Entwicklung. Dissertation. Universität Duisburg-Essen.

Schuh, G. et al. 2017: Handlungsfelder zur erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0 in der F & E. *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 112 (1-2), 86–90.

Spath, D. & Renz, K.-C. 2005: Technologiemanagement. In S. Albers & O. Gassmann (Hrsg.), *Handbuch Technologie- und Innovationsmanagement. Strategie – Umsetzung – Controlling* (S. 229–246). Wiesbaden: Gabler Verlag.

Steinheider, B. & Bayerl, P. S. 2003: Wissensintegration in interdisziplinären Teams – Probleme und Lösungsansätze. *Wirtschaftspsychologie*, 5 (1), 26–29.

Steinheider, B. & Legrady, G. 2001: Kooperation in interdisziplinären Teams in Forschung, Produktentwicklung und Kunst. In W.-R. Gawron, G. Riedewald, E. Jaus, R. Dürre, H. Oberquelle, R. Oppermann et al. (Hrsg.), *Mensch & Computer 2001* (Berichte des German Chapter of the ACM, Bd. 55, S. 37–46). Stuttgart: Vieweg + Teubner Verlag.

T

Taylor, A. & Greve, H. R. 2006: Superman or the fantastic four? Knowledge combination and experience in innovative teams. *Academy of Management Journal*, 49 (4), 723–740.

U

Unkels, M. 2011: Der Einfluss der Heterogenität auf die Performance von existierenden und simulierten Teams – Untersuchungen unter Berücksichtigung der Teamgröße, der Aufgabenkomplexität und der Aufgabeninterdependenzen. Dissertation. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt.

V

Van Dijk, H. et al. 2012: Defying conventional wisdom. A meta-analytical examination of the differences between demographic and job-related diversity relationships with performance. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 119 (1), 38–53.

VDI e.V. 2018: VDI-Statusreport Künstliche Intelligenz (Verein Deutscher Ingenieure e.V., Hrsg.). Zugriff am 19.07.2020. Verfügbar unter <https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/vdi-statusreport-kuenstliche-intelligenz>

VDMA e.V. 2018: IT-Report 2018 bis 2020. Strategie, Investitionen und Trends in der Unternehmens-IT des Maschinenbaus (Ergebnisauswahl) (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V, Hrsg.). Zugriff am 19.07.2020. Verfügbar unter <https://sud.vdma.org/viewer/-/v2article/render/28825527>

Richtlinie, VDI 5610 Blatt 2 Mai 2017. Wissensmanagement im Ingenieurwesen Wissensbasierte Konstruktion (KBE). Berlin: Beuth Verlag.

Richtlinie, VDI 2221 November 2019. Entwicklung technischer Produkte und Systeme. Gestaltung individueller Produktentwicklungsprozesse. Blatt 2. Berlin: Beuth Verlag.

Richtlinie, VDI 2221 November 2019. Entwicklung technischer Produkte und Systeme. Modell der Produktentwicklung. Blatt 1. Berlin: Beuth Verlag.

W

Watty, R. et al. 2019: Zusammenarbeit von Ingenieuren und Designern. In R. H. Stelzer & J. Krzywinski (Hrsg.), *Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2019*. Band 2 (Technisches Design, Bd. 12, S. 181–194). Dresden: TUDpress.

Webber, S. S. & Donahue, L. M. 2001: Impact of highly and less job-related diversity on work group cohesion and performance. A meta-analysis. *Journal of Management*, 27 (2), 141–162.

Williams, K. Y. & O'Reilly, C. A., III 1998: Demography and Diversity in Organizations: A Review of 40 Years of Research. In B. M. Staw & L. L. Cummings (Hrsg.), Research in organizational behavior. An annual series of analytical essays and critical reviews, Volume 20 (S. 77–140). Greenwich, CT: JAI Press.

Wölfel, C. 2008: How industrial design knowledge differs from engineering design knowledge. In DS 46: Proceedings of E&PDE 2008, the 10th International Conference on Engineering and Product Design Education, Barcelona, Spain, 04.–05.09. 2008.

Wölfel, C. 2012: Designwissen. Spezifik und Unterstützung der Akquise durch reflexive und narrative Methoden (Technisches Design, Bd. 7, 1., Auflage). zugleich Dissertation TU Dresden 2011. Dresden: TUDpress Verlag der Wissenschaften Dresden (zugleich Dissertation TU Dresden 2011).

Y

Yang, X. & Cheng, K. 2017: Investigation on the industrial design approach for CNC machine tools and its implementation and application perspectives. Procedia Manufacturing, 11, 1454–1462.