

Promotor:innen im digitalisierungsbezogenen Schulnetzwerk

Eine Analyse von Netzwerkstrukturen in Schulentwicklungsprozessen

Nina Carolin von Grumbkow¹ , Amelie Sprenger¹ , Kathrin Fussangel¹  und Cornelia Gräsel¹ 

¹ Bergische Universität Wuppertal

Zusammenfassung

Der digitalisierungsbezogene Schulentwicklungsprozess stellt Schulen vor erhebliche Herausforderungen. Er bringt eine umfassende Neuausrichtung mit sich, die verschiedene zentrale Bereiche von Schule betrifft und die Kooperation aller beteiligten Akteur:innen erfordert, um nachhaltige Entwicklungen realisieren zu können. Dabei spielen Promotor:innen eine wichtige Rolle. Das Promotor:innenmodell basiert auf der Annahme, dass Innovationsprozesse nicht eigenständig voranschreiten, sondern durch Promotor:innen aktiv gefördert werden. Im vorliegenden Beitrag wird die Vernetzung dieser Schlüsselpersonen im schulinternen Netzwerk digitalisierungsbezogener Schulentwicklung untersucht und es wird der Frage nachgegangen, welche Rollen sie einnehmen und wie sich die digitalisierungsbezogenen Aufgaben verteilen. Dazu wird zunächst auf die Digitalisierung als kooperativer Schulentwicklungsprozess eingegangen, um im Anschluss die Promotor:innentheorie zu beschreiben, die in der vorliegenden Studie als Grundlage für die Betrachtung der Schlüsselakteur:innen im Digitalisierungsprozess der Schulen dient. Es liegen die Daten von 20 Kollegien weiterführender Schulen aus Nordrhein-Westfalen, Hamburg und Bayern vor (n = 1131 Lehrkräfte). Die Bedeutung der Promotor:innen wird mithilfe von Netzwerkanalysen dargestellt, da diese Methode besonders gut geeignet ist, um die spezifische Stellung von Akteur:innen in einem Gesamtnetzwerk abzubilden. Die Studie zeigt, dass Prozess-, Fach- und Machtpromotor:innen zentral sind, wobei identifizierte Schlüsselpersonen mehrere Promotionsrollen in sich vereinen. Digitalisierungsbezogene Anfragen richten sich an wenige zentrale Promotor:innen, die einen Grossteil der innovationsfördernden Arbeit leisten.

Promoters in the Digitally Related School Network. An Analysis of Network Structures in School Development Processes

Abstract

Digital transformation poses considerable challenges to educational institutions, impacting various domains and levels of the school system. All stakeholders must collaborate for sustainable development. In this context, promoters assume a pivotal role. The promoter model posits that the innovation progress is actively organized by promoters. This paper examines the networking of key individuals in digitally related school development and their roles and task distribution. It opens with a discussion of digital transformation as a cooperative school development process, followed by an explanation of the promoter theory, forming the foundation for analyzing key actors in schools' digital transformation processes. Data from 20 secondary schools in North Rhine-Westphalia, Hamburg and Bavaria were used (n = 1131 teachers). Network analyses were employed to illustrate the importance of promoters. The study demonstrates that process, expert and authority promoters are central, with identified key persons combining several promotional roles. Furthermore, the study sheds light on central actors' pivotal role in driving innovation, particularly in the context of digitization. These individuals, identified through network analysis, have been found to play a significant part in promoting innovation.

1. Einleitung

1.1 Digitalisierung als kooperativer Schulentwicklungsprozess

Digitalisierung als Schulentwicklungsprozess umfasst nicht nur den konkreten Einsatz digitaler Medien und Werkzeuge im Unterricht, sondern kann als umfassender und komplexer Prozess betrachtet werden, der die Unterrichts-, Personal-, Organisations-, Kooperations- und Technologieentwicklung einschliesst (Eickelmann und Gerick 2018; Kultusministerkonferenz 2017, 2021). Im Fokus der Forschung steht nicht mehr der rein technische Wandel, sondern ein umfassender kultureller und didaktischer Transformationsprozess, in dem Lehrkräfte neue Rollen übernehmen und digitale Bildungsprozesse aktiv mitgestalten (Eickelmann et al. 2024b). Langfristig ist an Schulen eine Kultur der Digitalität erforderlich, die didaktische, organisatorische und technische Aspekte der Digitalisierung miteinander verbindet, weshalb verschiedene Kompetenzen und Rollen sowie interdisziplinäre und multiprofessionelle Zusammenarbeit gefordert sind (Eickelmann, Håkansson Lindqvist, und Pettersson 2019). Dabei ist Kooperation als systematische und zielgerichtete Zusammenarbeit von Lehrkräften sowohl auf pädagogischer als auch auf organisatorischer Ebene eine notwendige Bedingung für erfolgreiche

und nachhaltige Schulentwicklung (Fussangel und Gräsel 2014; García-Martínez et al. 2021; Muckenthaler et al. 2020; Nguyen und Ng 2020; Weddle et al. 2020). Eine zielorientierte Interaktion schulischer Akteur:innen ist entscheidend, um Ressourcen zu verteilen und Schulentwicklung voranzutreiben (Moolenaar und Daly 2012; Moolenaar et al. 2014; Penuel et al. 2009).

«Collaboration has the function to build personal [...], interpersonal [...], and organizational [...] capacities to competently manage change with the final goal of improving teaching and learning.» (Wullschleger et al. 2023, 2).

1.2 Promotor:innen als Schlüsselakteur:innen digitalisierungsbezogener Schulentwicklung

Der digitalisierungsbezogene Schulentwicklungsprozess erfordert von Schulen im Sinne einer *Umweltadaptivität* (Emmerich und Maag Merki 2014, 14) flexibel auf interne und externe Herausforderungen zu reagieren. Dafür sind verschiedene Schlüsselakteur:innen wie Schulleitungen, IT-Koordinator:innen, Steuergruppenmitglieder und engagierte Lehrkräfte relevant (Ratermann-Busse 2022; Strudler und Hearrington 2008; Waffner 2021), die in der Forschung zu Organisationsentwicklung als *change agents* bezeichnet werden (Brown et al. 2021; Geiss und Röhl 2024; Rogers 2003; Schröck 2009). Mit der Einführung von IT-Koordinator:innen in den USA entstanden die ersten empirischen Studien zu *change agents* im Kontext der Digitalisierung (Moursund 1985). Zur detaillierteren Betrachtung der Rolle solcher Schlüsselakteur:innen im Kontext digitalisierungsbezogener Schulentwicklung wird im vorliegenden Beitrag das Promotor:innenmodell herangezogen. Dieses basiert auf der Annahme, dass die digitale Transformation durch Promotor:innen aktiv gefördert wird und nicht etwa eigenständig voranschreitet (Prasse 2012). Promotor:innen sind engagierte und kompetente Personen innerhalb einer Organisation, die eine Schlüsselrolle bei der Förderung und Umsetzung von Innovationen spielen (Hauschildt und Gemünden 1998; Witte 1973). Dabei vergrößert das «Zusammenspiel dieser Promotoren die Erfolgswahrscheinlichkeit» (Schültz et al. 2014, 17). Das Promotor:innenmodell wurde erstmals von Witte (1973) beschrieben, andere Autor:innen haben es erweitert (Gemünden und Walter 1996; Hauschildt und Gemünden 1998) und letztlich auf die digitalisierungsbezogene Schulentwicklung übertragen (Gerick et al. 2024; Prasse 2012; Ratermann-Busse 2022; Wagner und Gerholz 2022; Wagner 2024).

Digitalisierungsbezogene Promotionsaktivitäten in Schulen umfassen technische, pädagogische und organisatorische Aspekte (ebd.). Dabei ist die zugrundeliegende Annahme, dass Promotionsaktivitäten nur sinnvoll sind, wenn die anderen Lehrkräfte die Akteur:innen auch als Promotor:innen wahrnehmen (Gerick et al. 2024). Von zentraler Bedeutung ist ausserdem, dass nicht die handelnde Person selbst und ihre individuellen Kompetenzen im Mittelpunkt stehen, wie etwa bei der Theorie der *change agents* angenommen (Brown, White, und Kelly 2021), sondern vielmehr die von ihr erbrachten

innovationsfördernden Leistungen (Wagner 2024; Gemünden und Hölzle 2005). Das Modell unterscheidet deshalb vier zentrale Rollen, die unterschiedliche innovationsfördernde Leistungen darstellen: Machtpromotor:innen (z. B. Schulleitungen) stellen Ressourcen bereit, setzen strategische Ziele um und fördern die Personalentwicklung durch gezielte Fortbildungsmassnahmen (Gerick et al. 2024). Laut Witte (1973) ist diese Promotion besonders erfolgreich, wenn Macht- und Fachpromotor:innen als *Promotoren* kooperieren (Witte 1973, 310). Fachpromotor:innen bringen technisches und/oder pädagogisches Wissen ein (Prasse 2012; Scholl und Prasse 2000; Wagner und Gerholz 2022). Sie sind laut Wagner (2024) von zentraler Bedeutung, da sie durch die Weitergabe von Wissen an das Kollegium massgeblich zur Innovationsförderung beitragen. Technische Fachpromotor:innen sind oft Administrator:innen, die die technische Infrastruktur der Schule betreuen und Kolleg:innen im Einsatz digitaler Geräte schulen (Hunneshagen 2005; Wagner und Gerholz 2022). Pädagogische Fachpromotor:innen hingegen sind laut Prasse «Enthusiasten» (2012, 84), die auf den didaktischen Einsatz digitaler Medien spezialisiert sind, weil sie diese selbst im Unterricht nutzen und Materialien dafür erstellen. Prozesspromotor:innen organisieren die operative Umsetzung digitalisierungsbezogener Schulentwicklung durch Planung, Koordination und interne Netzwerkarbeit (Wagner und Gerholz 2022). In Schulen können IT-Koordinator:innen¹⁰, Lehrkräfte, Schulleitungen sowie die Schul- und Bereichsleitung als Prozesspromotor:innen tätig sein (Gerick et al. 2024; Wagner und Gerholz 2022). Prasse (2012) betont, dass diese Lehrkräfte nicht aus hierarchischer Autorität heraus, sondern aufgrund ihrer Begeisterung für die Innovation handeln. Beziehungspromotor:innen fördern externe Kooperationen und damit den Austausch wichtiger Informationen mit der Umwelt (Schültz et al. 2014). Dabei überschneidet sich das Aufgabenfeld mit dem der Prozesspromotion, jedoch wirkt die Beziehungspromotion über die Grenzen der Schule hinaus, während die Prozesspromotion innerschulische Netzwerkarbeit fokussiert (Prasse 2012; Wagner und Gerholz 2022).

Diese vier Rollen sind in der Praxis häufig intrapersonell gebündelt (Gerick et al. 2024; Schültz et al. 2014), was am Beispiel der Schweizer PICTS-Forschung deutlich wird. Im Kanton Zürich wurden bereits Anfang der 2000er-Jahre PICTS (Pädagogischer ICT-Support) als Teil eines bundesweiten Impulsprogramms eingeführt, um digitalisierungsbezogene Unterrichtsentwicklung zu koordinieren (Geiss et al. 2022; Geiss und Röhl 2024; Prasse et al. 2023). Diese Lehrkräfte erwerben eine Zusatzqualifikation im Bereich der digitalen Medien und fungieren an ihren Schulen als pädagogische Fachpromotor:innen, indem sie den digitalisierungsbezogenen Unterricht durch entsprechende Konzepte weiterentwickeln (Geiss und Röhl 2024). Darüber hinaus koordinieren sie digitalisierungsbezogene Schulentwicklung als Prozesspromotor:innen.

¹⁰ Dabei handelt es sich um Lehrkräfte, die den schulischen IT-Support koordinieren. Die Bezeichnung dieser Funktion hat sich in den letzten Jahren ausdifferenziert (z. B. in Administrator:innen und Digitalisierungsbeauftragte).

Als Beziehungspromotor:innen vermitteln sie zwischen Kollegium, Eltern, Schulpflege und kantonalen Stellen und müssen eng mit der Machtpromotion, der Schulleitung, kooperieren. In Abgrenzung dazu sind TICTS (Technischer ICT-Support) als technische Fach-, Prozess- und Beziehungspromotor:innen ausschliesslich für die technische Seite der schulischen IT-Infrastruktur und die Koordination mit externen Dienstleistern zuständig.

1.3 Forschungsinteresse

Frühere Studien betonen die Bedeutung von Schulleitungen, IT-Koordinator:innen und engagierten Lehrkräften für die digitalisierungsbezogene Schulentwicklung (Gerick et al. 2024; Hunneshagen 2005; Prasse 2012; Wagner 2024; Wagner und Gerholz 2022) – jedoch fehlen weiterhin empirische Studien zu den einzelnen digitalisierungsbezogenen Funktionen in Schulen (Geiss und Röhl 2024). Unklar ist, wie sich die Promotionsrollen innerhalb der Schule konkret verteilen. Insbesondere fehlen empirische Daten zur sozialen Netzwerkstruktur des ganzen Kollegiums, um zu bestimmen, welche Akteur:innen zentrale Vermittlungsrollen einnehmen und ob bestimmte Funktionsstellen im Kollegium systematisch mit aktiveren Rollen verknüpft sind. Prasse (2012) stellt in ihrer Untersuchung fest, dass produktive Netzwerke mit starken Verbindungen zwischen Promotor:innen das Innovationsklima einer Schule wesentlich prägen. Gleichzeitig verdeutlichen die Befunde jedoch Defizite in vielen Promotor:innennetzwerken (u. a. passive Schulleitungen und fehlende Kooperationen zwischen Schulleitung, IT-Koordination und Lehrkräften). Dies führt dazu, dass Verantwortung und Steuerung nicht klar geregelt sind. Daraus ergeben sich folgende vier Forschungsfragen, die deskriptiv aufgearbeitet werden:

1. Welche der vier Promotionsaktivitäten (Macht-, Fach-, Prozess- und Beziehungspromotion) im Kontext digitalisierungsbezogener Schulentwicklung lassen sich an allgemeinbildenden Schulen identifizieren?
2. Wie sind Promotionsaktivitäten über verschiedene Personen verteilt?
3. Welche Rolle spielen die Promotor:innen im schulischen Netzwerk eines Kollegiums?
4. An welche schulischen Akteur:innen sind die Promotionsaktivitäten gebunden?

2. Methode

2.1 Datenerhebung und Stichprobe

Die Daten wurden im Kontext eines durch das Bundesministerium für Bildung, Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMBFSFJ) geförderten und durch die Europäische Union – NextGenerationEU finanzierten Projekts¹¹ erhoben. Im Rahmen des vorliegenden Teilprojekts wurde das Ziel verfolgt, Schulen bei der digitalisierungsbezogenen Organisationsentwicklung zu unterstützen. Das Projekt wurde über Bezirksregierungen, Bildungsbüros und Medienzentren in NRW, das Referat für Bildung und Sport in München sowie über das Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung in Hamburg per Mail an die Schulleitungen beworben. Gymnasien und Gesamtschulen dieser drei Bundesländer konnten sich freiwillig anmelden; es gab keine weiteren Ausschlusskriterien. Die Stichprobe umfasst 20 Kollegien (15 Gymnasien, 5 Gesamtschulen: 17 NRW, 2 HH, 1 BY) mit je zwischen 30–138 Lehrkräften. Ziel war es, dass sich möglichst viele Lehrkräfte an der quantitativen Umfrage beteiligen, damit die Netzwerke präzise abgebildet werden können. Von 1706 eingeladenen Lehrkräften beantworteten 1131 den Online-Fragebogen, der über LimeSurvey administriert wurde; der Rücklauf lag bei 69 %. Für eine detaillierte Betrachtung der schulischen Netzwerke wird im vorliegenden Beitrag eine Substichprobe dreier NRW-Gymnasien (Tab. 1) mit ähnlicher Netzwerkgrösse (40, 50 und 47 Lehrkräfte) sowie ähnlichem Digitalisierungsstand fokussiert und kontrastierend dargestellt (Fragestellungen 3 und 4). Aufgrund desselben Bundeslandes ist bei diesen Schulen von ähnlichen Rahmenbedingungen auszugehen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über zentrale Informationen der drei im Fokus stehenden Schulen.

11 *KoKon* steht für Lehrkräftekooperation im Kontext digitalisierungsbezogener Schulentwicklung (FKZ: 01JA23E02A). Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind ausschliesslich die der Autor:innen und spiegeln nicht unbedingt die Ansichten der Europäischen Union, Europäischen Kommission oder des Bundesministeriums für Bildung, Familie, Senioren, Frauen und Jugend wider. Weder Europäische Union, Europäische Kommission noch Bundesministerium für Bildung, Familie, Senioren, Frauen und Jugend können für sie verantwortlich gemacht werden.

Schule	Teilnahmequote	Schulform	AG Digitalisierung?	Hardware /Plattform	WLAN
Schule 5	70% (n=40/57)	Gymnasium	Ja: Teil der Steuergruppe Schulentwicklung	1:1 Ausstattung (Schüler:innen & Lehrkräfte); Apple TV & Beamer in allen Räumen; Logineo NRW	Flächen-deckend
Schule 9	55% (n=50/92)	Gymnasium	Ja: «AG Analoges und Digitales Lernen»	1:1 BYOD ¹² für Schüler:innen; 1:1 für Lehrkräfte; bei Bedarf Windows-Surface-Geräte; Beamer und digitale Tafeln in den Räumen; Google Classroom	Flächen-deckend
Schule 16	87% (n=47/54)	Gymnasium	Ja: AG «Medien-gestützter Unterricht»	1:1 (Lehrkräfte & Schüler:innen ab Jg. 8); Jg. 5–7: Schul-Tablets/Laptops; Apple TV, Beamer, Whiteboards; Microsoft Teams	Flächen-deckend

Tab. 1: Stichprobeninformationen der drei exemplarisch dargestellten Schulen.

2.2 Fragebogenkonzeption zur Netzwerkanalyse und Erfassung der Promotionsaktivitäten

In Anlehnung an Lin und Lee (2018) wurde ein Fragebogen entwickelt, in dem jede Lehrkraft bis zu zehn Kolleg:innen nennen konnte, die sie bei der digitalisierungsbezogenen Schulentwicklung unterstützen. Für jede genannte Person wählte die befragte Lehrkraft aus zwölf Aktivitätsbeschreibungen aus, die vier etablierten Promotor:innenrollen zugeordnet sind: Macht-, Fach-, Prozess- und Beziehungspromotion (dichotomes Antwortformat: Ja/Nein). Die Aktivitätsbeschreibungen wurden auf Grundlage bestehender Beschreibungen und Definitionen der Promotionsrollen entwickelt (Gerick et al. 2024; Prasse 2012; Schültz et al. 2014; Wagner und Gerholz 2022):

¹² BYOD steht für *Bring your own device*.

Promotionsrolle	Aktivitätsbeschreibungen: Items
Machtpromotion	Bereitstellung von materiellen, finanziellen und zeitlichen Ressourcen; Durchsetzung von digitalisierungsbezogenen Zielen; Festlegung schul-interner Ziele im Kontext der Digitalisierung
Fachpromotion	Vermittlung von digitalisierungsbezogenem Wissen an andere Lehrkräfte; Überprüfung auf didaktische / technische Umsetzbarkeit von digitalisierungsbezogenen Ideen; Entwicklung kreativer Ideen zur Digitalisierung
Beziehungspromotion	Einbringen neuer externer Konzepte zur Digitalisierung; Kooperation mit externen Partnern im Kontext der Digitalisierung (z. B. Medienzentrum, Kompetenzteams, Schulträger, Landesinstitute etc.)
Prozesspromotion	Koordination digitalisierungsbezogener Schulentwicklung (z. B. Organisation von Arbeitsgruppentreffen); Aufbau eines innerschulischen Netzwerks zur Digitalisierung; Austausch von Informationen über Digitalisierung

Tab. 2: Items für die Promotionsrollen.

Um die Rollen vergleichbar zu machen, haben wir zunächst für jede Schule erfasst, wie häufig jedes Item genannt wurde. Während die Fachpromotion mit vier und die Macht- und Prozesspromotion mit jeweils drei Items erfasst wurden, standen für die Beziehungspromotion zwei Items zur Verfügung. Um die Skalen dennoch vergleichbar zu machen, wurden die Antworten bei der Auswertung entsprechend gewichtet. So berechneten wir für jede Rolle den durchschnittlichen Nennungswert, indem wir die jeweilige Itemsomme durch die Itemzahl der Rolle teilten. Diese korrigierten Werte wurden innerhalb jeder Schule auf hundert Prozent normiert. Für die Konstitution der sozialen Netzwerke wurde neben der Angabe von zehn Ansprechpersonen die Häufigkeit der Kontaktierung erfragt (1–2-mal pro Jahr, 1–2-mal pro Halbjahr, 1–2-mal pro Monat, 1–2-mal pro Woche, 3–4-mal pro Woche, täglich).

2.3 Datenanalyse: Soziale Netzwerkanalyse

Mit der Analyse der schulischen Netzwerke wurde das Ziel verfolgt, Informationen darüber zu erhalten, wie die soziale Struktur der Schule die Weitergabe von Ressourcen unterstützt oder behindert und wie einzelne Lehrkräfte positioniert sind (Moolenaar und Daly 2012; Penuel et al. 2009; Penuel et al. 2012). So wurden die Kollegien der Schulen durch ein soziales Netzwerk abgebildet, um die Position und Aktivität von Promotor:innen zu identifizieren. Die Beziehungen zwischen den Akteur:innen wurden netzwerkanalytisch untersucht (Jünger und Gärtner 2023; Wasserman und Faust 2019, cop. 1994), wobei das Netzwerk formal als Graph beschrieben wurde, der aus einer Menge von Knoten (Akteur:innen, hier: Lehrkräfte eines Kollegiums) und Kanten zwischen den Knoten (Beziehungen, hier: Anfragen um Unterstützung) bestand

(Jansen 2006). Dabei wurden in Netzwerkabbildungen gerichtete Beziehungen durch Kanten zwischen den Knoten dargestellt, die in beide Richtungen weisen konnten (ebd.). Die Fragebogenergebnisse wurden anhand der Netzwerkmerkmale *Eingangsgrad* und *Betweenness-Zentralität* mit der Software Gephi (Version 0.10.1.) analysiert. Der Eingangsgrad misst, wie häufig eine Lehrkraft von anderen als Ansprechpartner:in genannt wurde – ein Indikator für deren Prestige im Netzwerk (Fuhse 2018; Jansen 2003). Niedrige Eingangsgrade können ein Indikator für eine eingeschränkte Wahrnehmung oder lokale Interaktionen sein (Stegbauer und Häussling 2010). Die *Betweenness-Zentralität* zeigt, wie oft eine Lehrkraft auf den kürzesten Informationspfaden liegt und so den Informationsfluss im Netzwerk kontrolliert (ebd.). Lehrkräfte mit hoher *Betweenness-Zentralität* agieren als *Broker:innen* mit bevorzugtem Zugang zu Informationen und spiegeln damit Kontrollmöglichkeiten wider (Jansen 2006). Die Zentralität und damit das Prestige einer Person in einem Netzwerk hängen davon ab, wie stark sie in Beziehungen eingebunden ist und inwieweit sie von anderen als wichtig anerkannt wird (Jansen 2006; Knoke und Burt 2017).

Werden die Zentralitätsmasse isoliert betrachtet, liefern sie gelegentlich qualitativ unplausible Ergebnisse (Zentralitätsanomalie), weshalb zwei Zentralitätsmasse untersucht werden. Die Identifikation einflussreicher Knoten ist ein zentrales Thema in der sozialen Netzwerkanalyse (Ahmadi Beni und Bouyer 2021; Amedapu und Velusamy 2015; Ishfaq et al. 2022; Srinivas und Velusamy 2015; Yustiawan et al. 2015), und wird durch Ansätze mit Schwellenwerten (Amedapu und Velusamy 2015) sowie die Hierarchisierung von Knoten und hybriden Methoden (Ishfaq et al. 2022; Zareie und Sheikahmadi 2018) präzisiert. So werden auch in der vorliegenden Studie nur solche Schlüsselakteur:innen fokussiert, deren Eingangsgrad über dem mittleren Durchschnitt aller Knoten eines Netzwerks liegt. Zudem wird der *Betweenness*-Wert in die Analyse miteinbezogen. Dies filtert periphere Akteur:innen aus und fokussiert auf zentral vernetzte Schlüsselpersonen.

3. Ergebnisse

Forschungsfrage 1: Identifikation und Verteilung der Promotionsaktivitäten

An allen 20 Schulen lassen sich Promotionsaktivitäten im Kontext digitalisierungsbezogener Schulentwicklung identifizieren. Die Balken in Abbildung 1 zeigen den prozentualen Anteil jeder Promotionsrolle an allen genannten Unterstützungsaktivitäten. Es zeigt sich, dass alle vier Promotionsaktivitäten an allen Schulen zu finden sind, wobei die Verteilung der Aktivitäten leicht variiert. Über alle Schulen hinweg wird die Prozesspromotion am häufigsten angefragt (32 %), gefolgt von der Fach- (29 %) und Machtpromotion (24 %). Die Beziehungspromotion wird am wenigsten nachgefragt (15 %).

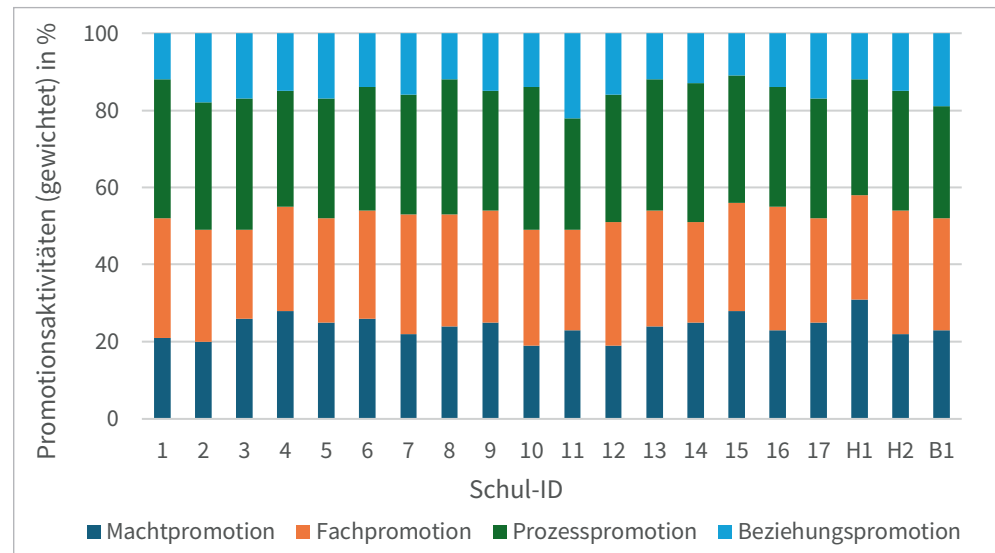


Abb. 1: Gewichtete Verteilung der vier Promotionsrollen (Macht, Fach, Prozess, Beziehung) an 20 Schulen; Werte = prozentuale Anteile nach Item-korrigierter Nennungshäufigkeit. H = Hamburg, B = Bayern; Datengrundlage: 1131 Lehrkräfte, 12 Rollenitems.

Vergleicht man die drei in der vorliegenden Studie fokussierten Schulen (Abb. 2), wird ebenfalls deutlich, dass Prozess-, Fach- und Machtpromotion häufiger nachgefragt werden als die Beziehungspromotion. Zudem zeigen sich leichte Unterschiede zwischen den Schulen dahingehend, dass an Schule 16 die Fachpromotionsaktivitäten überwiegen.

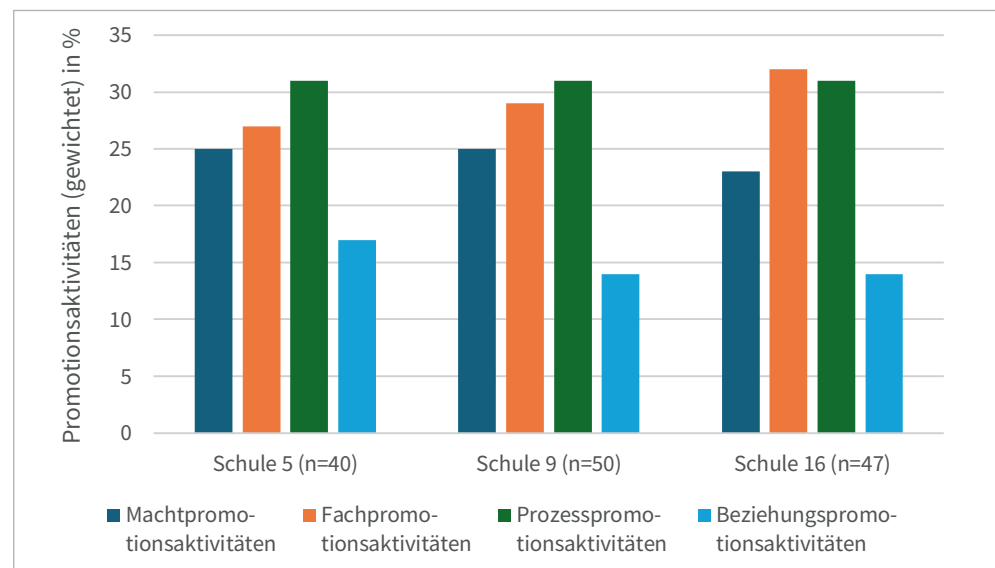


Abb. 2: Prozentuale Häufigkeiten der Nennungen von Promotionsaktivitäten (gewichtet) an den Schulen 5, 9 und 16.

Forschungsfrage 2: Verteilung der Promotionsaktivitäten über verschiedene Personen

An jeder teilnehmenden Schule können Promotor:innen identifiziert werden, wobei alle zentralen Promotor:innen alle vier Promotionsrollen intrapersonell vereinen (d. h. sowohl Prozess als auch Fach-, Macht- und Beziehungspromotionsaktivitäten ausüben). In der folgenden Abbildung (Abb. 3) wird für die drei Schulen jeweils dargestellt, über wie viele Personen sich welche Promotionsaktivitäten verteilen. Dabei sind die Promotor:innen in der absteigenden Reihenfolge des Eingangsgrades (wie häufig eine Lehrkraft von anderen als Ansprechpartner:in genannt wurde) nummeriert, sodass P1 an jeder Schule die zentralste Rolle (den höchsten Eingangsgrad) innehat.

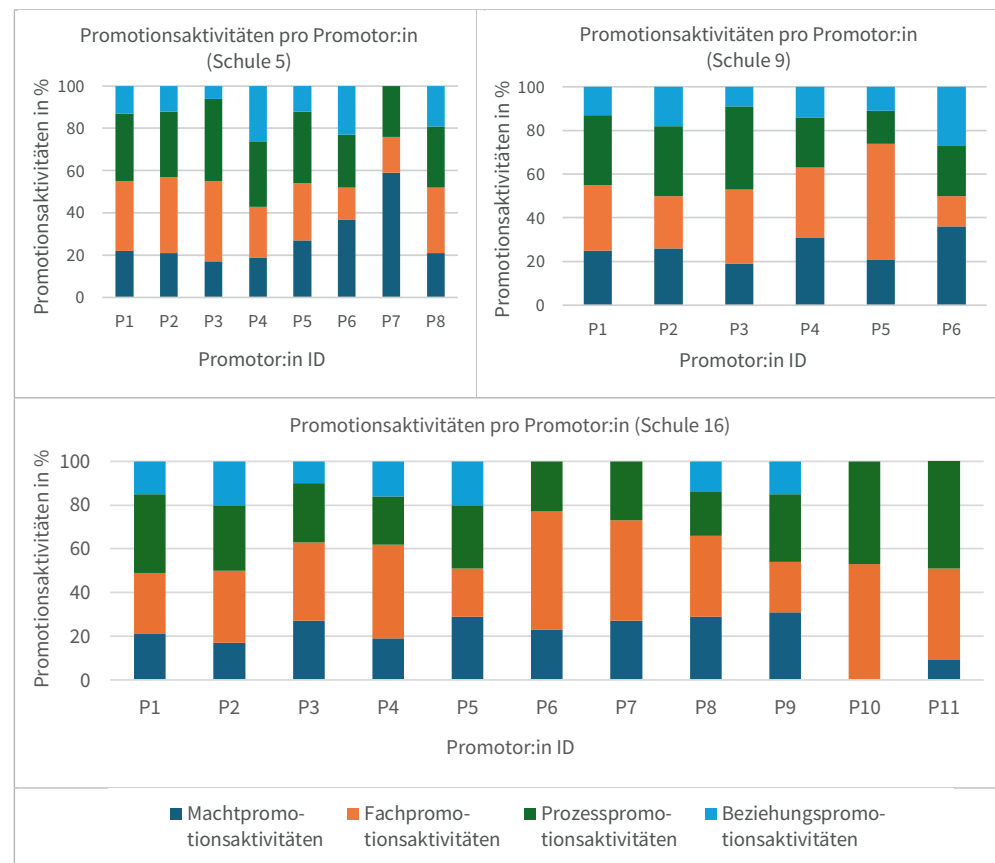


Abb. 3: Promotionsaktivitäten (gewichtet) pro Promotor:in (P) an Schule 5, 9 und 16 in %.

Die Promotionsaktivitäten verteilen sich in den drei Schulen auf unterschiedlich viele Promotor:innen: acht Promotor:innen in Schule 5, sechs in Schule 9 und elf in Schule 16. Die besonders zentralen Promotor:innen mit einem hohen Eingangsgrad in der Netzwerkanalyse im Vergleich zu allen genannten Promotor:innen vereinen alle Promotionsrollen intrapersonell (z. B. P1 in Schule 9). Einige Personen zeigen spezialisierte

Rollen, die i. d. R. keine Beziehungsaktivitäten beinhalten (vgl. P7 Schule 5 sowie P6, P7, P10 und P11 in Schule 16). Dies sind jeweils Promotor:innen, die nicht so zentral wie andere Knoten sind.

Forschungsfrage 3: Position der Promotor:innen im schulischen Netzwerk

Die drei Schulnetzwerke unterscheiden sich in ihrer Netzwerkstruktur, insbesondere in der Zentralität und der Anzahl relevanter Promotor:innen. In Netzwerk 5 können acht, in Netzwerk 9 sechs und in Netzwerk 16 elf Promotor:innen identifiziert werden, deren (gewichtete) Eingangsgrade¹³ über dem Schwellenwert liegen, wobei sich die Netzwerkstruktur in Schule 9 und Schule 16 stark auf eine zentrale Person mit dem höchsten Eingangsgrad (wie häufig eine Lehrkraft von anderen als Ansprechpartner:in genannt wird) und der höchsten *Betweenness*-Zentralität (wie oft eine Lehrkraft auf den kürzesten Informationspfaden liegt) konzentriert, was auf eine zentrale Organisation hinweist (vgl. Tab. 3 und Abb. 4–6). In Netzwerk 5 zeigt sich hingegen eine dezentralere Struktur mit einer höheren Kantendichte (0.093). Die Kantendichte beschreibt das Verhältnis der tatsächlich bestehenden Verbindungen (Kanten) im Netzwerk zu allen möglichen Verbindungen (Wassermann und Faust 2019). Bei einer maximalen Kantendichte von 1 wären sämtliche Akteur:innen des Netzwerks direkt miteinander verbunden, während ein Wert von 0 bedeuten würde, dass keinerlei Verbindungen vorhanden sind. Zudem weist Schule 5 eine gleichmässige Verteilung der Eingangsgrade über die Promotor:innen auf, was auf eine breitere Streuung der Vermittlungsrollen und Ansprechpersonen hindeutet.

Auch der mittlere Eingangsgrad variiert: In Schule 9 (5.42) und 16 (4.17) ist er niedriger als in Schule 5 (8.225): Schule 5 ist vernetzter und die Promotor:innen werden häufiger kontaktiert. Die *Betweenness*-Zentralität zeigt ebenfalls grosse Unterschiede: Einzelne Knoten von Schule 16 (Knoten 1: 371.833) und Schule 9 (Knoten 1: 267.5) weisen extrem hohe Werte auf. Dies deutet ebenfalls auf eine zentrale Netzwerkstruktur hin, da hier der Informationsfluss stark von wenigen Schlüsselpersonen abhängt.

¹³ Einbezug der Häufigkeit der Kontaktierung (1–2-mal pro Jahr, 1–2-mal pro Halbjahr, 1–2-mal pro Monat, 1–2-mal pro Woche, 3–4-mal pro Woche, täglich).

Schulische Merkmale:	Promotor:innenmerkmale:		
	(Knoten-) ID	Gewichteter Eingangsgrad	Betweenness-Wert
5 Schulnetzwerk ($n=40$) Mittlerer (Eingangs-)Grad: 3.625 Mittlerer gewichteter Grad: 8.225 Kantendichte: 0.093 Promotor:innennetzwerk ($n=8$) Mittlerer (Eingangs-)Grad: 2.625 Mittlerer gewichteter Grad: 6.875 Kantendichte: 0.375	1	53.0	3.95
	2	52.0	7.617
	3	51.0	18.283
	4	49.0	5.333
	5	36.0	64.167
	6	32.0	0.783
	7	15.0	2.0
	8	14.0	8.333
9 Schulnetzwerk ($n=50$) Mittlerer (Eingangs-)Grad: 2.28 Mittlerer gewichteter Grad: 5.42 Kantendichte: 0.047 Promotor:innennetzwerk ($n=6$) Mittlerer (Eingangs-)Grad: 3 Mittlerer gewichteter Grad: 7.833 Kantendichte: 0.6	1	107.0	267.5
	2	65.0	86.833
	3	32.0	58.5
	4	18.0	13.666
	5	12.0	10.0
	6	7.0	0
16 Schulnetzwerk ($n=47$) Mittlerer (Eingangs-)Grad: 1.872 Mittlerer gewichteter Grad: 4.17 Kantendichte: 0.041 Promotor:innennetzwerk ($n=11$) Mittlerer (Eingangs-)Grad: 3.636 Mittlerer gewichteter Grad: 8.636 Kantendichte: 0.364	1	76	371.833
	2	19	0.0
	3	17	73.833
	4	15	121.666
	5	13	45.75
	6	11	5.0
	7	8	14.0
	8	8	5.0
	9	7	53.583
	10	5	0.0
	11	5	0.0

Tab. 3: Position der Promotor:innen im schulischen Netzwerk der Schulen 5, 9 und 16; Anmerkungen: Fett gedruckte Knoten-IDs kennzeichnen diejenigen Promotor:innen mit den höchsten Eingangs- und *Betweenness*-Werten (über dem Durchschnitt der Promotor:innen an der Schule).

Die folgende Visualisierung der Netzwerke wurde mit der Software Gephi durchgeführt. Das Layout basiert auf physikalischen Prinzipien: Knoten, die durch bunte Kanten verbunden sind, ziehen sich gegenseitig an, was eng verbundene Gruppen näher zusammenbringt. Gleichzeitig stossen sich alle Knoten ab, um Überlappungen zu vermeiden und die Lesbarkeit zu verbessern (Bastian et al. 2009). Je grösser der Knoten, desto höher ist der Eingangsgrad, d. h. die dahinterstehenden Personen werden häufig kontaktiert.

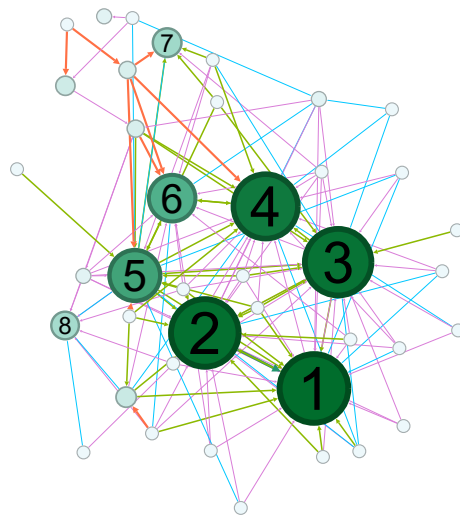


Abb. 4: Netzwerk Schule 5, gewichteter Eingangsgrad.

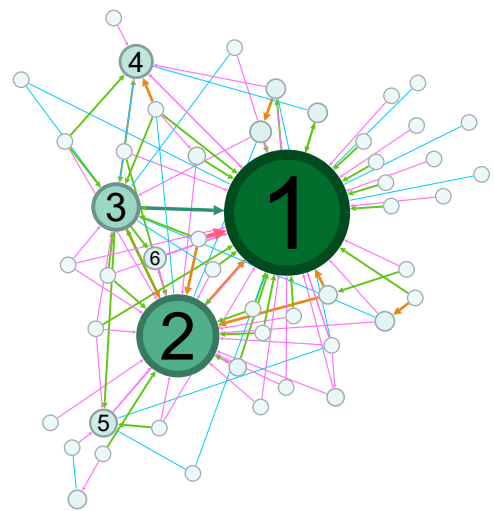


Abb. 5: Netzwerk Schule 9, gewichteter Eingangsgrad.

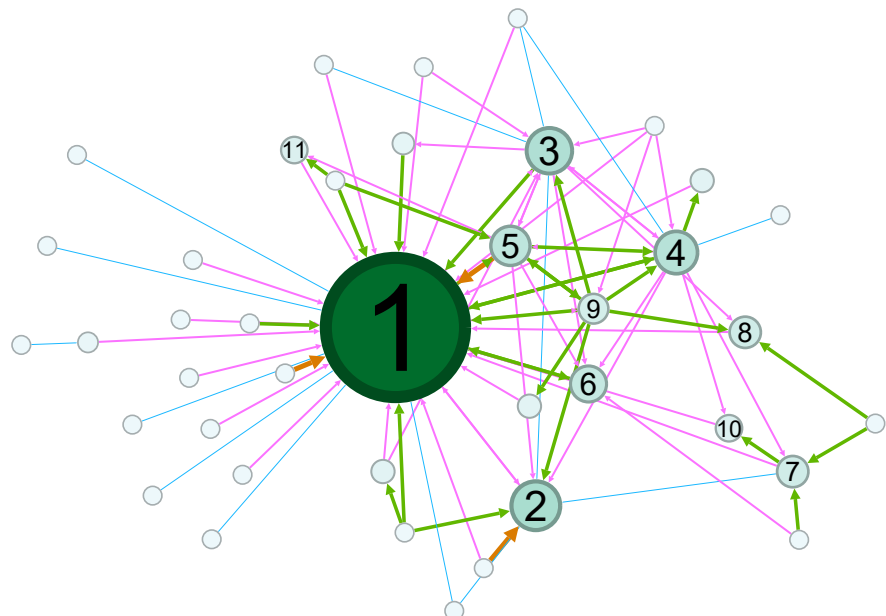


Abb. 6: Netzwerk Schule 16, gewichteter Eingangsgrad.

Das Netzwerk 5 weist die höchste Vernetzung und Dezentralität auf. Der Knoten 1 ist der zentralste (Eingangsgrad: 53), besitzt jedoch nur einen niedrigen *Betweenness*-Wert (3.95). Der Knoten 5 zeigt mit einem moderaten Eingangsgrad (36) den höchsten *Betweenness*-Wert (64.167). Die Schlüsselpersonen werden meist 1–2-mal pro Halbjahr kontaktiert (pinke Kanten, 48,28 %), gefolgt von 1–2-mal pro Monat (hellgrüne Kanten, 28,28 %). 16,55 Prozent der Lehrkräfte kontaktieren die Ansprechpersonen 1–2-mal pro Jahr (blaue Kanten). Einige Lehrkräfte (6,21 %) kontaktieren die Schlüsselpersonen 1–2-mal pro Woche (orangene Kanten). Lediglich Promotor:in 2 kontaktiert Promotor:in 1 täglich (türkise Kante). Die Kantendichte des Netzwerks ist gering (0.093), jedoch die höchste der Gesamtstichprobe. Das Promotor:innennetzwerk (d. h. die Verbindungen zwischen den Promotor:innen) ist mit einem Wert von 0.375 dichter (s. Tab. 3).

Netzwerk 9 ist zentraler organisiert als Netzwerk 5 mit einer Kantendichte von 0.047. Knoten 1 ist auch hier die zentrale Ansprechperson (Eingangsgrad: 107; *Betweenness*-Wert: 267.5). Obwohl Knoten 1 dominiert, sorgen Knoten 2 und 3 für etwas mehr Dezentralisierung als etwa in Netzwerk 16. Kontakte erfolgen auch hier meist 1–2-mal pro Halbjahr (pinke Kanten, 43,86 %), gefolgt von 1–2-mal pro Monat (hellgrüne Kanten, 32,46 %). Einige Lehrkräfte werden 1–2-mal pro Jahr (blaue Kanten, 14,91 %) und 1–2-mal pro Woche (orangene Kanten, 7,02 %) kontaktiert. Lediglich eine Person kontaktiert Promotor:in 1 täglich (magenta) und Knoten 3 kontaktiert Promotor:in 1 3–4-mal pro Woche (türkis).

Netzwerk 16 ist ebenfalls zentraler (Kantendichte: 0.041). Mit elf Promotor:innen ist es breiter aufgestellt, jedoch weniger vernetzt im Promotor:innennetzwerk (0.364). Knoten 1 ist die zentrale Ansprechperson (76) und Broker:in (*Betweenness*-Wert: 371.833). Weitere Knoten (4, 3, 5 und 9) zeigen ebenfalls hohe *Betweenness*-Werte (121.666, 73.833, 45.75 und 53.583) trotz niedriger Eingangsgrade. Kontakte erfolgen auch hier meist 1–2-mal pro Halbjahr (pinke Kanten, 48,86 %), gefolgt von 1–2-mal pro Monat (hellgrüne Kanten, 31,82 %). Einige Lehrkräfte kontaktieren die Schlüsselpersonen 1–2-mal pro Woche (orangene Kanten, 15,91 %). Selten werden Knoten 1–2-mal pro Jahr kontaktiert (blaue Kanten, 3,41 %).

Zusammenfassend ist Netzwerk 5 am dezentralsten organisiert mit mehreren zentralen Promotor:innen und einer höheren Gesamtdichte. Netzwerk 16 ist am stärksten auf einen Knoten fokussiert und zentraler organisiert. Netzwerk 9 zeigt eine leichte Dezentralisierung, aber Knoten 1 bleibt dominant. Die Analyse der Kantendichte zeigt, dass die Promotor:innennetzwerke (vgl. Abb. 10) insgesamt stärker vernetzt sind als die allgemeinen Schulnetzwerke. Während die Kantendichte der Schulnetzwerke niedrig ist (Schule 5: 0.093; Schule 9: 0.047; Schule 16: 0.041), weisen die Promotor:innennetzwerke durchgehend höhere Werte auf (Schule 5: 0.375; Schule 9: 0.6; Schule 16: 0.364). Obwohl das Netzwerk der Schule 9 eine zentrale Struktur mit geringer Kantendichte (0.047) aufweist, hat es ein stärker vernetztes Promotor:innen-Netzwerk (0.6) als die anderen beiden Schulen.

Forschungsfrage 4: Schulische Akteur:innen

Die folgende Abbildung (Abb. 7) zeigt die Promotor:innen-Netzwerke der drei Schulen mit Angabe der Funktionen, die die Promotor:innen in den Schulen einnehmen. Diese Informationen wurden den Angaben der Lehrkräfte im Fragebogen entnommen. Die zentralen Promotor:innen nehmen in den Schulen jeweils ähnliche Rollen bzw. Funktionen ein, v. a. als Digitalisierungsbeauftragte (DB) und Administrator:innen (AD). Zentrale Promotor:innen sind zudem Informatiklehrkräfte (Schule 5: Knoten 4 und 1; Schule 9: Knoten 1, 2 und 3; Schule 16: Knoten 1 und 8). In allen Netzwerken sind die zentralsten Akteur:innen (grosse Knoten) ausserdem Mitglieder einer Steuer- bzw. Arbeitsgruppe Digitalisierung. Besonders auffällig ist Schule 5 mit fünf zentralen Promotor:innen in der Arbeitsgruppe, während es in Schule 9 vier und in Schule 16 nur zwei sind (DB und stellvertretende Schulleitung: SSL). In Schule 16 gibt es insgesamt nur wenige Promotor:innen mit digitalisierungsbezogenen Aufgaben, wohingegen es in Schule 5 vielfältige digitalisierungsbezogene Funktionen gibt. Die Schulleitung (SL) ist ausschliesslich in Schule 16 als Promotor:in vertreten, während die stellvertretende Schulleitung (SSL) in allen Netzwerken eine Rolle spielt, jedoch keine zentrale Funktion als Promotor:in übernimmt. Auffällig ist zudem, dass die (stellvertretende) Schulleitung in den dargestellten Netzwerken mit den Digitalisierungsbeauftragten kooperiert.

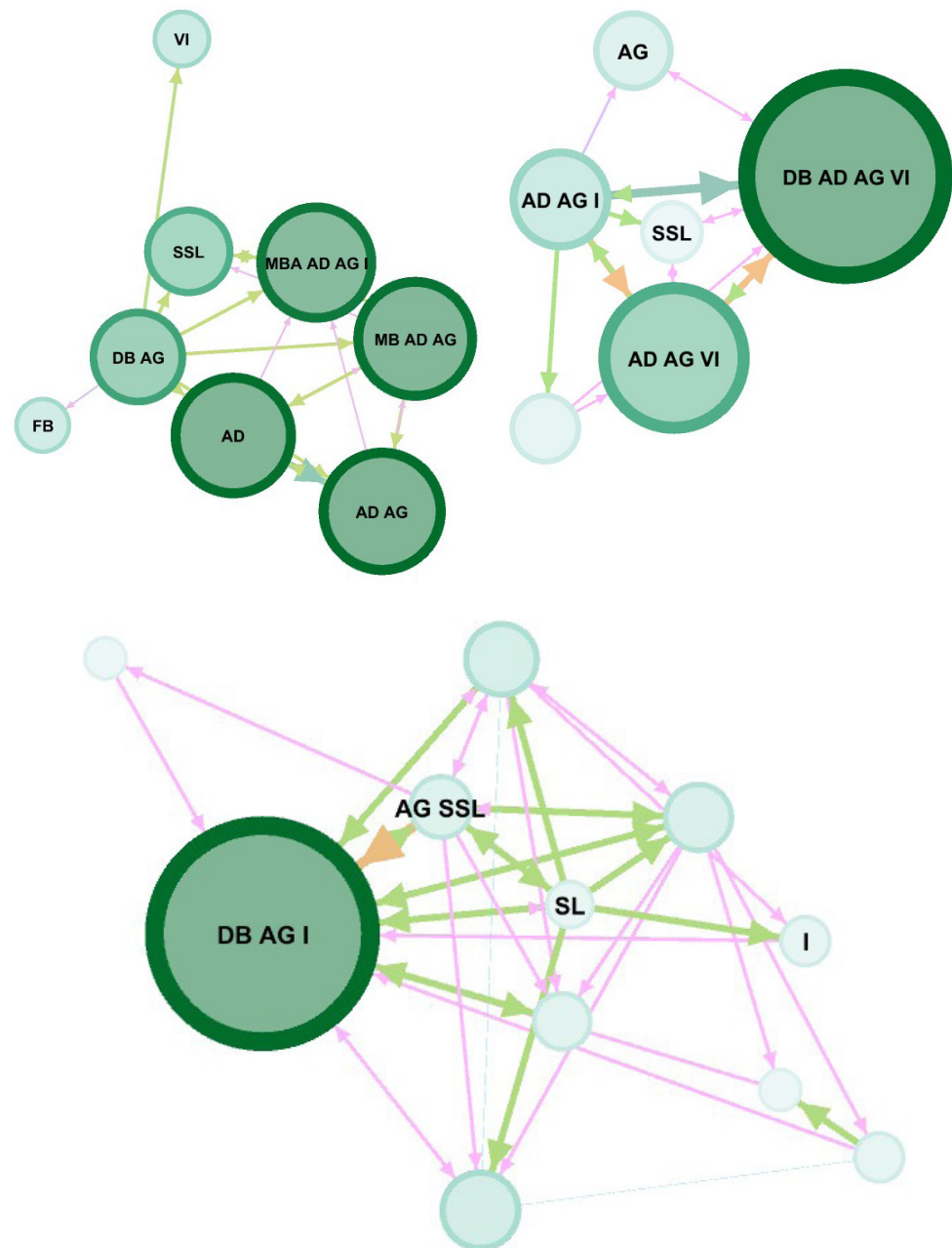


Abb. 7: Promotor:innen-Netzwerke mit Funktionen der Schulen 5 (oben links), 9 (oben rechts), 16 (unten). MB: Medienberater:in, AD: Administrator:in, MBA: Medienbeauftragte:r, SL: Schulleitung, SSL: Stellvertretende Schulleitung, DB: Digitalisierungsbeauftragte:r, FB: Fortbildungsbeauftragte:r, AG: Mitglied einer Steuer- bzw. Arbeitsgruppe zum Thema Digitalisierung, VI: Vorsitz der Fachkonferenz Informatik, I: Informatiklehrkraft, ohne Beschriftung: Keine digitalisierungsbezogene Funktion.

Bezüglich der schulischen Akteur:innen, die zentrale Rollen im schulischen Netzwerk einnehmen, zeigt sich über alle Schulen (und Bundesländer) hinweg ein relativ einheitliches Bild dahingehend, dass i. d. R. Digitalisierungsbeauftragte und Administrator:innen zentrale Rollen einnehmen und Teil einer digitalisierungsbezogenen Arbeitsgruppe sind.

4. Diskussion

4.1 Konsequenzen für die digitalisierungsbezogene Schulentwicklung

Die Ergebnisse zeigen, dass die verschiedenen Promotionsaktivitäten bezüglich ihrer Häufigkeit in der Reihenfolge Prozess-, Fach- und Machtpromotion durch die Lehrkräfte wahrgenommen werden. Die zentralen Promotor:innen der weiterführenden Schulen vereinen alle vier Promotionsrollen intrapersonell und sind vor allem Administrator:innen und Digitalisierungsbeauftragte – Schulleitungen nehmen eine weniger zentrale Promotionsrolle ein. Dabei sind die Schulnetzwerke unterschiedlich organisiert: In zentral organisierten Netzwerken übernehmen wenige Promotor:innen einen Grossteil der digitalisierungsbezogenen Schulentwicklungsarbeit. Demgegenüber gibt es dezentral organisierte Netzwerke, in denen mehrere Promotor:innen vielfältige Funktionen übernehmen und mehrheitlich Mitglied in einer Steuer- bzw. Arbeitsgruppe Digitalisierung sind. In den Netzwerken sticht zudem die Prozesspromotion als Promotionsaktivität besonders hervor. Die Promotor:innennetzwerke aller Schulen zeigen, dass die Promotor:innen auch untereinander kooperieren und kommunizieren. Aus diesen Ergebnissen ergibt sich die Notwendigkeit, die organisationalen und personellen Voraussetzungen für eine erfolgreiche, nachhaltige digitalisierungsbezogene Schulentwicklung genauer zu beleuchten.

Insgesamt lassen sich die in der Promotorentheorie beschriebenen Aktivitäten in den vorliegenden Ergebnissen wiederfinden. Die Prozesspromotion fördert den Wissensaustausch durch den Aufbau organisationaler Strukturen (Prasse 2012) und ist für eine erfolgreiche digitale Transformation wichtig, da diese kooperative und organisierte Entwicklungsprozesse erfordert, um stabile Strukturen zu schaffen (Eickelmann, Gerick et al. 2024; Gerick, Eickelmann et al. 2023; Hasselkuß, Heinemann, Endberg, Gageik et al. 2022). Die Ergebnisse unterstreichen damit die Notwendigkeit, forschungsbaasierte Fortbildungsangebote im Bereich Projektmanagement für Lehrkräfte anzubieten (Wagner 2024). Laut der *International Computer and Information Literacy Study-Studie* (ICILS) 2023 nutzen fast 70 % der Lehrkräfte täglich digitale Medien im Unterricht, während Fort- und Weiterbildungsangebote weiterhin qualitative Defizite aufweisen (Eickelmann, Fröhlich et al. 2024) – eine Aufgabe, die Fachpromotor:innen in Schulen übernehmen könnten, indem sie in Mikrofortbildungen ihr Wissen teilen. Machtpromotionsaktivitäten spielen als dritt wichtigste Promotionsaktivität eine Schlüsselrolle bei der Überwindung struktureller und administrativer Hindernisse sowie der strategischen

Gestaltung digitaler Innovationen (Gerick et al. 2024). Dabei werden in der vorliegenden Studie fast alle Promotor:innen als Machtpromotor:innen wahrgenommen, nicht nur Mitglieder der (erweiterten) Schulleitung. Die Beziehungspromotion wird an allen Schulen am seltensten nachgefragt; ein Ergebnis, zu dem Wagner und Gerholz (2022) ebenfalls kommen. Sie postulieren, dass in ihrer Interviewstudie nur wenige Schulen von intensiven bzw. gewinnbringenden Kooperationen mit anderen Schulen erzählen (ebd.). Auch Schulze, Drossel und Eickelmann (2022) berichten, dass Lehrkräfte vor allem kritisieren, dass die digitalisierungsbezogenen Unterstützungsangebote der Kompetenzteams NRW für viele Kolleg:innen kaum sichtbar sind und daher nur begrenzt als hilfreich wahrgenommen werden. Weil Kooperationsanlässe überwiegend von Schulleitung oder Medienberater:innen initiiert werden, empfinden viele den Prozess als top-down und nicht ausreichend in ihre Unterrichtspraxis eingebunden (ebd.). Betrachtet man die digitale Transformation als umfassenden Prozess, dann erscheinen die vorliegenden Ergebnisse insofern plausibel, als alle zentralen Schlüsselpersonen der digitalisierungsbezogenen Schulentwicklung die vier Promotionsrollen in sich vereinen: Es scheint *den* Machtpromotor oder *die* Fachpromotorin nicht zu geben.

Die Netzwerkanalysen zeigen, dass sich die schulischen Kollegien in ihrer Struktur unterscheiden können, insbesondere in Bezug auf den Zentralisierungsgrad. Im Rahmen von Schulentwicklungsprozessen stellt sich die Frage, ob zentralisierte Netzwerke eine zu starke Fokussierung auf einzelne Personen darstellen, insbesondere wenn man bedenkt, dass z. B. Digitalisierungsbeauftragte in NRW mit nur einer Entlastungsstunde pro Woche entlastet werden (MSB, 2022a, 2022b). Dies scheint insbesondere vor dem Hintergrund problematisch, da personeller und zeitlicher Ressourcenmangel als ein wesentlicher Hemmfaktor von digitalisierungsbezogener Schulentwicklung gilt (Hasselkuß, Heinemann, Endberg, und Gageik 2022; Prasse et al. 2023). Auch Wagner (2024) fordert Unterrichtsermächtigungen für besonders aktive Promotor:innen. Eine dezentrale Netzwerkstruktur ergibt sich vor allem aufgrund vielfältiger (digitalisierungsbezogener) Funktionen der Promotor:innen, wobei insbesondere die Digitalisierungsbeauftragten und die Administrator:innen wichtige Rollen einnehmen. Die beiden Funktionen stellen die von Prasse (2012) geforderte klare Abgrenzung zwischen pädagogischen (Digitalisierungsbeauftragte:r; Medienberater:in) und technischen (Administrator:in; Medienbeauftragte:r) Aufgabenfeldern dar (Giering und Obermöller 2017; MSB 2022a). Hier zeigen sich zentrale Parallelen zur Schweizer PICTS-Forschung, da Digitalisierungsbeauftragte und Administrator:innen ähnliche multifunktionale Promotor:innen-Profile wie die PICTS und TICTS verkörpern (Geiss et al. 2022; Geiss und Röhl 2024).

In der Forschung sind die Rollen von Digitalisierungsbeauftragten bislang kaum betrachtet worden. Sie stehen in unserer Studie besonders hervor und spielen durch ihre zentrale Brücken-Position eine integrative Rolle in der digitalen Transformation von Schulen. Im Land NRW wurde die Funktion der Digitalisierungsbeauftragten 2022/23 eingeführt, um die Weiterentwicklung digitaler Kompetenzen in Verbindung mit

didaktischen Ansätzen zu fördern und die digitalisierungsbezogene Schulentwicklung weiterzuentwickeln. Auch in Bayern und Hamburg gibt es eine ähnliche Rolle für Lehrkräfte, die die didaktische Koordination der Schulentwicklung im Bereich der Digitalität übernehmen. Jenseits von Funktionsstellen zeigen die Ergebnisse, dass auch engagierte Lehrpersonen ohne digitalisierungsbezogene Funktion Promotionsrollen einnehmen. Prasse (2012) postuliert, dass diese Aktivlehrkräfte einen begrenzten Einfluss haben, da sie auf die Unterstützung von Schulleitung und IT-Koordinator:innen (heutzutage vor allem: Digitalisierungsbeauftragte und/oder Administrator:innen) angewiesen seien. Es ist wichtig, engagierte Lehrpersonen als Promotor:innen zu identifizieren, denn eine mangelnde Anerkennung und Förderung von Schlüsselpersonen kann kreative Hemmungen und opportunistisches Verhalten fördern (Chadwick und Dabu 2009; Wagner 2024). Die Ergebnisse legen nahe, dass Schulen gezielt sowohl formelle als auch informelle Netzwerke fördern sollten, um den Wissenstransfer zu optimieren. Dies könnte durch regelmässige Steuergruppentreffen oder die gezielte Anerkennung informeller Promotor:innen in schulischen Entscheidungsprozessen geschehen. In der bisherigen Forschung wurden Schulleitungen eine zentrale Promotor:innen-Rolle hinsichtlich der Machtpromotion zugeschrieben (Gerick et al. 2024), was sich in den hier dargestellten Netzwerken bis auf eine Ausnahme nicht zeigt. Die (stellvertretende) Schulleitung kooperiert aber mit den Digitalisierungsbeauftragten, wie Witte (1973) es mit dem Promotorengespann postuliert hat. Zudem zeigt sich, dass die stellvertretende Schulleitung eine zentralere Rolle einnimmt und oft auch Mitglied der Steuer- bzw. Arbeitsgruppe Digitalisierung ist, wodurch eine effektive Delegation innerhalb verteilter Führungsstrukturen erfolgen kann (Gageik 2024).

4.2 Limitationen und Anschlussfragen für die Forschung

Betrachtet man die digitale Transformation als umfassenden Prozess, erscheint es plausibel, dass viele Schlüsselpersonen mehrere Promotionsrollen innehaben. Dies untermauert die theoretische Annahme, dass die Ausdifferenzierung der Rollen weniger klar verläuft als das Promotor:innenmodell ursprünglich nahelegt (Prasse 2012): Es scheint an Schulen nicht *den Fachpromotor* oder *die Machtpromotorin* zu geben, sondern Lehrkräfte, die alle Promotionsrollen intrapersonell bündeln. Nichtsdestotrotz sollte weitere Forschung die spezifische Rolle etwa der Beziehungspromotion untersuchen, da Kooperationen mit Schulträgern, anderen Schulen und der Medienberatung wichtige Impulse und Ressourcen für die digitale Transformation liefern können (Eickelmann, Gerick et al. 2024; Gerick, Eickelmann et al. 2023; Hasselkuß, Heinemann, Endberg, Gageik et al. 2022; Kultusministerkonferenz 2021; Prasse 2012; Schulze 2021). Des Weiteren bedarf es einer detaillierteren Untersuchung der Innovationskompetenz von Promotor:innen sowie der Entwicklung spezifischer Kompetenzprofile (Wagner 2024). Neben der Betonung klarer Abgrenzungen zwischen technischen und pädagogischen Aufgabenfeldern

(Prasse 2012) ist zu untersuchen, wie eine klare Aufgaben- und Rollenverteilung in Kollegien dezentralisierte Netzwerke begünstigt und zu einer stabileren, gleichmässigeren Struktur führt (Coburn et al. 2012; Datnow 2012; Lin und Lee 2018). Ferner gilt es zu erforschen, inwiefern Promotor:innen im Sinne von *Distributed Leadership* durch institutionalisierte Kooperationen in Steuer- oder Arbeitsgruppen Verantwortung übernehmen und durch gebündelte Kompetenzen effektivere Problemlösestrategien entwickeln (Bonsen 2016; Hasselkuß, Heinemann, Endberg, und Gageik 2022; Muijs 2011). Schliesslich belegen Studien, dass Innovationen erfolgreicher umgesetzt werden, wenn mehrere Promotor:innen koordiniert zusammenarbeiten (Hunneshagen 2005; Prasse 2012). Die hiesigen Ergebnisse der Netzwerkanalysen deuten darauf hin, dass zwischen den Promotor:innen mehr Austausch und Unterstützung stattfindet als im gesamtschulischen Netzwerk. Gleichzeitig zeigen die Werte, dass das Potenzial der Vernetzung noch nicht ausgeschöpft wird. Es gilt zu untersuchen, ob eine gezielte Steuergruppenarbeit unter Einbezug der (stellvertretenden) Schulleitung sowie eine klar definierte Aufgaben- und Rollenverteilung zu einer stärkeren Vernetzung und Kooperation innerhalb des Promotor:innennetzwerks beitragen kann.

Als Limitationen der vorliegenden Studie ist zu erwähnen, dass sich an keiner der beteiligten Schulen alle Lehrkräfte des Kollegiums beteiligt haben, sodass es möglicherweise weitere für den Kontext der Digitalisierung wichtige Lehrkräfte gibt, die nicht in die Studie einbezogen sind. Zudem stellt sich die Frage, inwieweit die hier berichteten Ergebnisse auf andere Kontexte übertragbar sind. Es zeigt sich zwar, dass in der hiesigen Gesamtstichprobe des Projekts, in der auch Schulen aus Hamburg und Bayern vertreten sind, an allen Schulen ähnliche Netzwerkstrukturen und Promotor:innen zu finden sind, hier bedarf es aber noch differenzierterer weiterer Analysen. Das dichotome Antwortformat (Ja/Nein) lässt zudem nur begrenzte Einblicke in Qualität und Art der Interaktionen zu. Es stellt sich die Frage, welchen Herausforderungen Promotor:innen in ihrer täglichen Arbeit mit Kolleg:innen und anderen Stakeholdern begegnen. Bei der Betrachtung der Kontaktierung von Promotor:innen reicht es nicht, nur die Häufigkeit zu erfassen, sondern auch zu untersuchen, wie hilfreich und inhaltlich gehaltvoll die Unterstützungsantworten der Promotor:innen sind. Zudem dürften sich Umfang und Qualität der Kontakte je nach Phase (z. B. bei Einführung neuer Technik oder Veränderung etablierter Routinen) verändern und werden durch Faktoren wie Innovationsbereitschaft, Zusammenarbeit im Kollegium und Führungsverhalten beeinflusst. Geplant ist, diese Lücke durch qualitative Interviews zu schliessen, die im Rahmen des Projekts mit verschiedenen schulischen Akteur:innen geführt wurden. Quantitative Methoden der sozialen Netzwerkanalyse sind entscheidend, um Netzwerkeigenschaften und deren Zusammenhänge zu analysieren, doch qualitative Arbeit ist notwendig, um das *Wie und Warum* zu verstehen (Crossley und Edwards 2016). Darüber hinaus stellt sich in Bezug auf das Promotor:innenmodell die Frage, in welchem Zusammenhang mit anderen schulentwicklungsrelevanten Variablen die Promotionsaktivitäten sowie die unterschiedliche

Beschaffenheit der schulischen Netzwerke stehen. In diesem Zusammenhang ist zu untersuchen, wie organisationales Lernen in unterschiedlich organisierten Netzwerken bzw. Kollegien beschrieben werden kann. In einem nächsten Schritt gilt es, eine stärker auf den Zusammenhang bestimmter Netzwerke mit anderen schulentwicklungsrelevanten Faktoren zu fokussieren.

Literatur

- Ahmadi Beni, Hamid, und Asgarali Bouyer. 2021. «Identifying Influential Nodes Using a Shell-Based Ranking and Filtering Method in Social Networks». *Big data* 9 (3): 219–32. <https://doi.org/10.1089/big.2020.0259>.
- Amedapu, Srinivas, und R. Leela Velusamy. 2015. «Identification of influential nodes from social networks based on Enhanced Degree Centrality Measure». *Souvenir of the 2015 IEEE International Advance Computing Conference, IACC 2015*, 1179–84. <https://doi.org/10.1109/IADCC.2015.7154889>.
- Bastian, Mathieu, Sebastien Heymann, und Mathieu Jacomy. 2009. «Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks». *ICWSM* 3 (1): 361–62. <https://doi.org/10.1609/icwsml.v3i1.13937>.
- Bonsen, Martin. 2016. «Schulleitung und Führung in der Schule». In *Handbuch Neue Steuerung im Schulsystem*, herausgegeben von Herbert Altrichter und Katharina Maag Merki, 301–23. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18942-0_11.
- Brown, Chris, Robert White, und Anthony Kelly. 2021. «Teachers as educational change agents: what do we currently know? findings from a systematic review». *EOR* 3:26. <https://doi.org/10.35241/emeraldopenres.14385.1>.
- Chadwick, Clint, und Adina Dabu. 2009. «Human Resources, Human Resource Management, and the Competitive Advantage of Firms: Toward a More Comprehensive Model of Causal Linkages». *Organization Science* 20 (1): 253–72. <https://doi.org/10.1287/orsc.1080.0375>.
- Coburn, Cynthia E., und Jennifer Lin Russell. 2008. «District Policy and Teachers' Social Networks». *Educational Evaluation and Policy Analysis* 30 (3): 203–35. <https://doi.org/10.3102/0162373708321829>.
- Coburn, Cynthia E., Jennifer Lin Russell, Julia Heath Kaufman, und Mary Kay Stein. 2012. «Supporting Sustainability: Teachers' Advice Networks and Ambitious Instructional Reform». *American Journal of Education* 119 (1): 137–82. <https://doi.org/10.1086/667699>.
- Crossley, Nick, und Gemma Edwards. 2016. «Cases, Mechanisms and the Real: The Theory and Methodology of Mixed-Method Social Network Analysis». *Sociological Research Online* 21 (2): 217–85. <https://doi.org/10.5153/sro.3920>.
- Datnow, Amanda. 2012. «Teacher Agency in Educational Reform: Lessons from Social Networks Research». *American Journal of Education* 119 (1): 193–201. <https://doi.org/10.1086/667708>.

- Eickelmann, Birgit, Nadine Fröhlich, Wilfried Bos, Julia Gerick, Frank Goldhammer, Heike Schaumburg, Knut Schwippert, Martin Senkbeil, und Jan Vahrenhold. 2024a. *ICILS 2023 #Deutschland. Computer- und informationsbezogene Kompetenzen und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking von Schüler*innen im internationalen Vergleich*: Waxmann Verlag GmbH. <https://doi.org/10.31244/9783830999492>.
- Eickelmann, Birgit, und Julia Gerick. 2018. «Herausforderungen und Zielsetzungen im Kontext der Digitalisierung von Schule und Unterricht (II). Fünf Dimensionen der Schulentwicklung zur erfolgreichen Integration digitaler Medien». *Schulverwaltung. Nordrhein-Westfalen* (29): 111–115.
- Eickelmann, Birgit, Julia Gerick, Uta Hauck-Thum, und Kai Maaz. 2024b. «Navigator Bildung Digitalisierung. Konzeptionierung und Orientierung zum Stand der digitalen Transformation im schulischen Bildungsbereich in Deutschland». <https://www.forumbd.de/projekte/navigator-bd/>.
- Emmerich, Marcus, und Katharina Maag Merki. 2014. *Die Entwicklung von Schule. Theorie – Forschung – Praxis*: Julius Beltz GmbH & Co. KG. <https://doi.org/10.3262/EEO20140338>.
- Fuhse, Jan Arendt. 2018. *Soziale Netzwerke: Konzepte und Forschungsmethoden*. 1. Aufl. Stuttgart: UTB. <https://doi.org/10.36198/9783838549811>.
- Fussangel, Kathrin, und Cornelia Gräsel. 2014. «Forschung zur Kooperation im Lehrerberuf». In *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf*, herausgegeben von Ewald Terhart, Hedda Benewitz, und Martin Rothland. 2. Aufl., 846–64. Münster: Waxmann.
- Gageik, Lisa. 2024. «Schulentwicklungsprozesse im Kontext von Schulnetzwerken und Digitalisierung: zur Rolle von Vernetzung, Zusammenarbeit und Schulleitung – eine Fallstudie». DuEPublico: Duisburg-Essen Publications online, University of Duisburg-Essen, Germany. Dissertation. <https://doi.org/10.17185/duepublico/82373>.
- García-Martínez, Inmaculada, Marta Montenegro-Rueda, Elvira Molina-Fernández, und José María Fernández-Batanero. 2021. «Mapping teacher collaboration for school success». *School Effectiveness and School Improvement* 32 (4): 631–49. <https://doi.org/10.1080/09243453.2021.1925700>.
- Geiss, Michael, Patricia Janser, Larissa Meyer-Baron, Tobias Röhl, und Talia Stadelmann. 2022. «PICTS in einer sich wandelnden digitalen Gesellschaft – Bedürfnisse und Bedarf: Abschlussbericht zur Studie». <https://doi.org/10.5281/zenodo.7385330>.
- Geiss, Michael, und Tobias Röhl. 2024. «Working at the frontier: Swiss educational information and communication technology coordinators as mediators and intermediaries of the digital transformation». *Research in Education* 120 (1): 72–90. <https://doi.org/10.1177/00345237241242989>.
- Gemünden, Hans Georg, und Achim Walter. 1996. «Förderung des Technologietransfers durch Beziehungspromotoren». *Zeitschrift Führung und Organisation* 65 (4): 237–45.
- Gerick, Julia, Janine Kieseler, Daniel Herrmann, und Birgit Eickelmann. 2024. «Schulleitungen als Promotoren». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung (Occasional Papers)*: 175–94. <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2024.04.17.X>.

- Gerick, Julia, Birgit Eickelmann, Mona Rau, Barbara Panten, Anne Rothärmel, und Tobias Gottschalk. 2023. *Digitalisierungsbezogene Schulentwicklungsprozesse erfolgreich gestalten. Handreichung für die schulische Arbeit zu den Ergebnissen des Forschungsprojekts ,GuTe DigiSchulen NRW*. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig.
- Giering, Birgit, und Marc Obermöller. 2017. «Lernförderliche IT-Ausstattung für Schulen Orientierungshilfe für Schulträger und Schulen in NRW». https://www.medienberatung.schulministerium.nrw.de/media/layout/relaunch_2022/pdf/publikation/Orientierungshilfe_es_neu.pdf.
- Gräsel, Cornelia, Kathrin Fussangel, und Christian Pröbstel. 2006. «Lehrkräfte zur Kooperation anregen – eine Aufgabe für Sisyphos?». *Zeitschrift für Pädagogik* 52 (2): 205–219. <https://doi.org/10.25656/01:4453>.
- Håkansson Lindqvist, Marcia, und Fanny Pettersson. 2019. «Digitalization and school leadership: on the complexity of leading for digitalization in school». *IJILT* 36 (3): 218–30. <https://doi.org/10.1108/IJILT-11-2018-0126>.
- Hasselkuß, Marco, Anna Heinemann, Manuela Endberg, und Lisa Gageik, Hrsg. 2022. *Schulentwicklungsprozesse für Bildung in der digitalen Welt*. MedienPädagogik – Themenheft 49. Zürich: OAPublishing Collective. <https://doi.org/10.21240/mpaed/49.X>.
- Hasselkuß, Marco, Anna Heinemann, Manuela Endberg, Lisa Gageik, Isabell van Ackeren, und Michael Kerres. Universität Duisburg-Essen. Learning Lab, und Universität Duisburg-Essen. Fakultät für Bildungswissenschaften. Arbeitsgruppe Bildungsforschung. 2022b. «Abschlussbericht zum Forschungsprojekt Digitale Schulentwicklung in Netzwerken. Gelingensbedingungen schulübergreifender Kooperation bei der digitalen Transformation – DigiSchulNet». <https://doi.org/10.17185/dupublico/75976>.
- Hauschildt, Jürgen, und Hans Georg Gemünden, Hrsg. 1998. *Promotoren*. Wiesbaden: Gabler Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-663-13110-6>.
- Hunneshagen, Heike. 2005. «Innovationen in Schulen: Identifizierung implementationsfördernder und -hemmender Bedingungen des Einsatzes neuer Medien». Münster: Waxmann. Dissertation.
- Ishfaq, Umar, Hikmat Ullah Khan, und Saqib Iqbal. 2022. «Identifying the influential nodes in complex social networks using centrality-based approach». *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences* 34 (10): 9376–92. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2022.09.016>.
- Jansen, Dorothea. 2003. *Einführung in die Netzwerkanalyse*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Jansen, Dorothea. 2006. *Einführung in die Netzwerkanalyse: Grundlagen, Methoden, Forschungsbeispiele*. 3., überarbeitete Auflage. Lehrbuch. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26727.85928>.
- Jünger, Jakob, und Chantal Gärtner. 2023. *Computational Methods für die Sozial- und Geisteswissenschaften*. Wiesbaden: Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-37747-2>.
- Knoke, David, und Ronald S. Burt. 1983. «Prominence». In *Applied Network Analysis*, herausgegeben von Ronald S. Burt und Michael J. Minor. 195–222. SAGE Publications, Inc.
- Kultusministerkonferenz. 2017. «Bildung in der digitalen Welt. Strategien der Kultusministerkonferenz». <https://www.kmk.org/themen/bildung-in-der-digitalen-welt/strategie-bildung-in-der-digitalen-welt.html>.

- Kultusministerkonferenz. 2021. «Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Die ergänzende Empfehlung zur Strategie «Bildung in der digitalen Welt»». <https://www.kmk.org/themen/bildung-in-der-digitalen-welt/strategie-bildung-in-der-digitalen-welt.html>.
- Lai, Wing, Ann Trewern, und Keryn Pratt. 2022. «Computer coordinators as change agents: some New Zealand observations». *Journal of Technology and Teacher Education* 10 (4): 539–52.
- Lin, Warangkana, und Moosung Lee. 2018. «Linking Network Learning Capacity (NLC) to professional community and organizational learning in an International Baccalaureate (IB) school in Taiwan». *Journal of Educational Administration* 56 (6): 620–42. <https://doi.org/10.1108/JEA-10-2017-0150>.
- Moolenaar, Nienke M., und Alan J. Daly. 2012. «Social Networks in Education: Exploring the Social Side of the Reform Equation». *American Journal of Education* 119 (1): 1–6. <https://doi.org/10.1086/667762>.
- Moolenaar, Nienke M., Sjoerd Karsten, Peter J. C. Sleegers, und Alan J. Daly. 2014. «Linking Social Networks and Trust at Multiple Levels: Examining Dutch Elementary Schools». In *Trust and School Life*, herausgegeben von Dimitri van Maele, Patrick B. Forsyth, und Mieke van Houtte, 207–28. Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8014-8_10.
- Moursund, David. 1985. «The Computer Coordinator. International Council for Computers in Education». <https://eric.ed.gov/?id=ED256297>.
- MSB. 2022a. «Lehren und Lernen in der digitalen Welt – Digitalisierungsbeauftragte / Digitalisierungsbeauftragter: Pädagogische Unterstützung der eigenen Schule bei digitalisierungsbezogenen Entwicklungsvorhaben». https://www.schulministerium.nrw/system/files/media/document/file/flyer_digitalisierungsbeauftragte.pdf.
- MSB. 2022b. «Lehren und Lernen in der Digitalen Welt; Qualifizierung von Digitalisierungsbeauftragten an Schulen: Runderlass des Ministeriums für Schule und Bildung». <https://bass.schul-welt.de/19624.htm>.
- Muckenthaler, Magdalena, Teresa Tillmann, Sabine Weiß, und Ewald Kiel. 2020. «Teacher collaboration as a core objective of school development». *School Effectiveness and School Improvement* 31 (3): 486–504. <https://doi.org/10.1080/09243453.2020.1747501>.
- Muijs, Daniel. 2011. «Leadership and organisational performance: from research to prescription?». *International Journal of Educational Management* 25 (1): 45–60. <https://doi.org/10.1108/09513541111100116>.
- Nguyen, Dong, und David Ng. 2020. «Teacher collaboration for change: sharing, improving, and spreading». *Professional Development in Education* 46 (4): 638–51. <https://doi.org/10.1080/19415257.2020.1787206>.
- Penuel, William, Margaret Riel, Ann Krause, und Kenneth Frank. 2009. «Analyzing Teachers' Professional Interactions in a School as Social Capital: A Social Network Approach». *Teachers College Record* 111 (1): 124–63. <https://doi.org/10.1177/016146810911100102>.
- Penuel, William R., Min Sun, Kenneth A. Frank, und H. Alix Gallagher. 2012. «Using Social Network Analysis to Study How Collegial Interactions Can Augment Teacher Learning from External Professional Development». *American Journal of Education* 119 (1): 103–36. <https://doi.org/10.1086/667756>.

- Prasse, Doreen. 2012. *Bedingungen innovativen Handelns in Schulen: Funktion und Interaktion von Innovationsbereitschaft, Innovationsklima und Akteursnetzwerken am Beispiel der IKT-Integration an Schulen*. Empirische Erziehungswissenschaft Bd. 38. Münster, New York, NY, München, Berlin: Waxmann.
- Prasse, Doreen, Susanne Stern, Glenna Iten, Stephanie Schwab Cammarano, und Franziska Aeschlimann. 2023. «Evaluation KITS Next Generation, Etappe 2. Schlussbericht». <https://doi.org/10.5281/zenodo.7788897>.
- Ratermann-Busse, Monique. 2022. «Kräfte für Digitalisierungsprozesse an Berufskollegs bündeln». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 49: 271–300. <https://doi.org/10.21240/mpaed/49/2022.07.14.X>.
- Rogers, Everett. 2003. *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- Scholl, Wolfgang, und Doreen Prasse. 2000. «Internetnutzung an Schulen – Organisationsbezogene Evaluation der Initiative <Schule ans Netz (SaN)>». https://www.researchgate.net/publication/242769573_Internetnutzung_an_Schulen_-_Organisationsbezogene_Evaluation_der_Initiative_Schulen_ans_Netz_SaN_Abschlussbericht_fur_die_Initiative_SaNBMBF.
- Schröck, Nikolaus. 2009. *Change Agents im strukturellen Dilemma: VS Verlag für Sozialwissenschaften*.
- Schultz, Benjamin, Philipp Strothmann, Claudia T. Schmitt, und Lothar Laux, Hrsg. 2014. *Innovationsorientierte Personalentwicklung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-02587-8>.
- Schulze, Johanna. 2021. «Die Bedeutung schulischer Medienkonzepte in der digitalen Welt als erweiterte Aufgabe der Schulentwicklung». In *Medienkonzepte zur chancengerechten Schulentwicklung*, herausgegeben von Johanna Schulze, 11–55. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-34416-0_2.
- Srinivas, Amedapu, und R. Leela Velusamy. «Identification of influential nodes from social networks based on Enhanced Degree Centrality Measure». *IEEE International Advance Computing* 2015, 1179–84. <https://doi.org/10.1109/IADCC.2015.7154889>.
- Stegbauer, Christian, und Roger Häussling. 2010. *Handbuch Netzwerkforschung*. 1. Aufl. Netzwerkforschung Bd. 4. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-92575-2>.
- Strudler, Neal, und Doug Hearnington. 2008. «Quality Support for ICT in Schools». In *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*. Bd. 20, herausgegeben von Joke Voogt und Gerald Knezek, 579–96. Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73315-9_34.
- Syring, Marcus, Thorsten Bohl, und Andreas Lachner. 2022. «Digitalisierung in der Schule: Vorschlag eines systematisierenden Rahmenmodells aus schulpädagogischer Perspektive». *Zeitschrift für Bildungsforschung* 12 (3): 615–30. <https://doi.org/10.1007/s35834-022-00340-y>.
- Waffner, Bettina. 2021. *Schulentwicklung in der digital geprägten Welt: Strategien, Rahmenbedingungen und Implikationen für Schulleitungshandeln*: Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:23605>.

- Wagner, Anne. 2024. *Schulentwicklung in der digitalen Transformation: Eine fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis schulischer Innovationsprozesse* 84. Bielefeld: wbv Publikation. <https://doi.org/10.3278/9783763977765>.
- Wagner, Anne, und Karl-Heinz Gerholz. 2022. «Promotionsaktivitäten bei der Implementation digitaler Medien an beruflichen Schulen». *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 49: 22–47. <https://doi.org/10.21240/mpaed/49/2022.06.21.X>.
- Wasserman, Stanley, und Katherine Faust. 2019, cop. 1994. *Social network analysis: Methods and applications*. 6th printing. Structural analysis in the social sciences 8. New York [etc.]: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815478>.
- Weddle, Hayley, Marie Lockton, und Amanda Datnow. 2020. «Teacher Collaboration in School Improvement». In *Education*, herausgegeben von Hayley Weddle, Marie Lockton, und Amanda Datnow: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/obo/9780199756810-0248>.
- Witte, Eberhard. 1973. *Organisation für Innovationsentscheidungen: Das Promotoren-Modell*. Schriften der Kommission für Wirtschaftlichen und Sozialen Wandel Bd. 2. Göttingen: O. Schwartz.
- Wullschleger, Andrea, András Vörös, Beat Rechsteiner, Ariane Rickenbacher, und Katharina Maag Merki. 2023. «Improving teaching, teamwork, and school organization: Collaboration networks in school teams». *Teaching and Teacher Education* 121: 103909. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103909>.
- Yustiawan, Yoga, Warih Maharani, und Alfian Akbar Gozali. 2015. «Degree Centrality for Social Network with Opsahl Method». *Procedia Computer Science* 59: 419–26. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.559>.
- Zareie, Ahmad, und Amir Sheikhhahmadi. 2018. «A hierarchical approach for influential node ranking in complex social networks». *Expert Systems with Applications* 93: 200–211. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.10.018>.