

Conein, Stephanie; Felkl, Thomas

**Article — Published Version**

## Kompetenzerhalt für Nicht-Routine-Situationen an hochautomatisierten Arbeitsplätzen der chemischen und pharmazeutischen Produktion

Zeitschrift für Arbeitswissenschaft

**Provided in Cooperation with:**

Springer Nature

*Suggested Citation:* Conein, Stephanie; Felkl, Thomas (2023) : Kompetenzerhalt für Nicht-Routine-Situationen an hochautomatisierten Arbeitsplätzen der chemischen und pharmazeutischen Produktion, Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, ISSN 2366-4681, Springer, Berlin, Heidelberg, Vol. 77, Iss. 2, pp. 230-242,  
<https://doi.org/10.1007/s41449-023-00359-5>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/308971>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



# Kompetenzerhalt für Nicht-Routine-Situationen an hochautomatisierten Arbeitsplätzen der chemischen und pharmazeutischen Produktion

Stephanie Conein<sup>1</sup> · Thomas Felkl<sup>1</sup>

Angenommen: 25. Februar 2023 / Online publiziert: 25. April 2023  
© Der/die Autor(en) 2023

## Zusammenfassung

Mit fortschreitender Digitalisierung wurden zahlreiche Studien zur Identifizierung neuer Kompetenzanforderungen durchgeführt. Nur wenige jedoch beschäftigten sich mit bestehenden Kompetenzanforderungen, die vor allem in Nicht-Routine-Situationen (NRS) weiterhin aktuell sind. In NRS müssen Fachkräfte eine Fülle von Kenntnissen und Fähigkeiten ad hoc mobilisieren, um schnell und kompetent Entscheidungen zu treffen. Diese Kenntnisse und Fähigkeiten werden jedoch aufgrund der Automatisierung im Routinefall nur noch selten benötigt und sind daher in Gefahr, vergessen zu werden. Die Problematik wurde bereits in Hochrisikobranchen mit hohem Automatisierungsgrad erforscht, für die chemische oder pharmazeutische Produktion gibt es jedoch bisher keine empirischen Untersuchungen. Das vorliegende Forschungsprojekt möchte diese Lücke schließen.

*Praktische Relevanz:* Wenn in Nicht-Routine-Situationen (NRS) der chemischen und pharmazeutischen Produktion nicht kompetent gehandelt wird, so kann dies zu (teilweise hohen) Kosten oder auch zur Gefährdung von Personen führen. Durch das vermehrte Arbeiten in automatisierten Arbeitsumgebungen steigt die Gefahr des Verlustes eben jener Kompetenzen, die in den NRS relevant sind. Diese Problematik genau zu erfassen (welche Kompetenzen sind betroffen etc.) und die möglichen Einflussfaktoren (Art der Arbeitsaufgabe, individuelle Dispositionen der Fachkräfte etc.) zu erkennen, ist Grundlage dafür, mögliche Maßnahmen zur Verhinderung des Kompetenzverlustes zu planen und zu implementieren.

**Schlüsselwörter** Digitalisierung · Kompetenzerhalt · Chemische Industrie · Prozessindustrie · Nicht-Routine-Situation

## Competence retention for non-routine situations in highly automated workplaces in chemical and pharmaceutical production

### Abstract

As digitalisation progresses, numerous studies have been conducted to identify new competence requirements. Few, however, have looked at existing competency requirements, which remain especially relevant in non-routine situations (NRS). In NRS, professionals need to mobilise a wealth of knowledge and skills on an ad hoc basis in order to make decisions quickly and competently. However, this knowledge and skill is rarely needed in routine situations due to automation and is therefore in danger of being forgotten. The problem has already been researched in high-risk industries with a high degree of automation, but there have been no empirical studies for chemical or pharmaceutical production so far. This research project aims to close this gap.

✉ Dr. Stephanie Conein  
conein@bibb.de

<sup>1</sup> Bundesinstitut für Berufsbildung,  
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn,  
Deutschland

*Practical Relevance:* Failure to act competently in non-routine situations (NRS) in chemical and pharmaceutical production can lead to (sometimes high) costs or even endanger people. Increased work in automated work environments raise the risk of losing the very competences that are relevant in NRS. Describing this problem precisely (which competences are affected, etc.) and identifying the possible influencing factors (type of work task, individual dispositions of the skilled workers, etc.) is the basis for planning and implementing possible measures to prevent the loss of competences.

**Keywords** Digitalisation · Competence retention · Chemical industry · Process industry · Non-routine situation

## 1 Einleitung

Zahlreiche Untersuchungen beschäftigten sich in den letzten Jahren im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung der Arbeitswelt mit der Frage, welche neuen Kompetenzanforderungen aus den technologischen Entwicklungen für die Fachkräfte entstehen. Der Fokus war dabei zum Teil branchenübergreifend (z. B. acatech 2016; Hammermann und Stettes 2016; Schmidt et al. 2016), zum Teil branchenspezifisch (Spöttl et al. 2016) oder berufsspezifisch (Conein 2019). Ziel dieser Untersuchungen war es, frühzeitig neue Qualifikationsanforderungen zu antizipieren und die Aus- und Weiterbildung entsprechend auszurichten. In Bezug auf die Ausbildungsordnungen wurde dies für die deutsche Berufsbildung durch eine Reihe von Änderungsverordnungen (z. B.: IT-Berufe, M+E-Berufe, Chemikant/in, Laborberufe) auch bereits realisiert.

Weniger Aufmerksamkeit wurde hingegen dem Thema gewidmet, welche Folgen die Digitalisierung für bestehende berufliche Kompetenzen hat. Einigkeit scheint darüber zu herrschen, dass sie in der Regel nicht an Relevanz einbüßen. So stellen Tenberg und Pittich (2017, S. 36) in diesem Zusammenhang fest: „Dass erhebliche Änderungen anstehen, die sich in den meisten Ausbildungsberufen auswirken werden, ist absehbar. (...) Die bisher bedeutsamen Kompetenzen, insbesondere manuelle Fähigkeiten, werden dabei keineswegs überflüssig. Gegenteilig bleiben diese wohl der zentrale Ankerpunkt einer Facharbeit als Wissensarbeit, welche ohne berufspraktische und berufsmotorische Erfordernisse nicht von Hochschulabsolventen übernommen werden könnte.“

Neben dem Plädoyer für den Aufbau neuer Kompetenzen steht also auch die Forderung nach dem Erhalt der bisherigen Kompetenzen und die Betonung ihrer nach wie vor aktuellen Relevanz.

Als Begründung dafür wird zum einen angeführt, dass Arbeitsplätze derzeit noch sehr unterschiedlich von den digitalen Technologien durchdrungen sind. Es gibt große Unterschiede zwischen den Berufen, aber auch innerberuflich betriebsgrößen- und branchenspezifische Differenzen (Zinke 2019). Schließlich ist auch innerhalb der einzelnen Betriebe je nach Arbeitsplatz ein unterschiedlicher Grad an Digitalisierung zu verzeichnen. Somit sind viele Arbeitsplätze noch gar nicht von einer veränderten Kompetenzanforde-

rung betroffen und viele Fachkräfte benötigen nach wie vor das gleiche Spektrum an Fähigkeiten und Fertigkeiten.

Aber auch für den Fall, dass Arbeitsplätze weitgehend digitalisiert und automatisiert<sup>1</sup> sind, gibt es Argumente für den Erhalt der bisher relevanten Kompetenzen. Diese gründen vor allem in immer wieder vorkommenden Nicht-Routine-Situationen (NRS), deren Ursache schon 1983 von Lisanne Bainbridge in ihren postulierten „Ironies of Automation“ beschrieben wurde (vgl. Bainbridge 1983). Bainbridge führt aus, dass der im Zuge der Automatisierung zumeist von den Systemdesignern unternommene Versuch, den Operator als menschliche Fehlerquelle auszuschließen, dadurch konterkariert wird, dass eben diese Systemdesigner auch Menschen sind und Fehler dadurch in das System einspeisen. Dieser Umstand wird, wie Weyer (1997) am Beispiel hochautomatisierter Verkehrsflugzeuge darstellt, dadurch verschärft, dass die Systemdesigner die Anforderungen, die seitens der Operatoren an das System gestellt werden (Verständlichkeit der Signale, Kooperations- und Regulationsmöglichkeiten), zumeist nur unzureichend antizipieren, weil sie anderen Denk- und Handlungslogiken folgen und in der Regel keine Expertise in den Prozessen besitzen, für die sie die Systeme erstellen und programmieren.

Diese Faktoren sind maßgeblich dafür verantwortlich, dass es auch in hochautomatisierten Systemen immer wieder zu Störungen kommt. Die Operatoren müssen dann ad hoc Fertigkeiten und Wissen einsetzen, die/das sie länger nicht benötigt haben. Sie müssen vom Routinebetrieb, in

<sup>1</sup> Wenn man über Digitalisierung und Automatisierung spricht, ist es notwendig klarzustellen, dass es sich um unterschiedliche Themen handelt, die dennoch eng miteinander verbunden sind. Eine umfassende Unterscheidung wird von Schumacher et al. (2016) vorgenommen, die die Begriffe Digitalisierung und Automatisierung analysieren und versuchen, Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu verstehen. Sie beschreiben Digitalisierung als „(...) the conversion of continuous analog, noisy and smoothly varying information into clear bits of 1s and 0s“, und sie stellen klar, dass Automatisierung: „Describes the implementation of technology, software and programs to accomplish a procedural outcome with little or no human interference“. Sie konstatieren abschließend dass: „(...) one cannot exist without the other as any kind of automation nowadays requires digital elements to work without human interference and any kind of digitization requires elements to automatically handle and display information.“ Auf dieser Grundlage impliziert Automatisierung in unserer Untersuchung immer auch Digitalisierung (und umgekehrt), obwohl wir uns bewusst sind, dass es sich um unterschiedliche Vorgänge handelt.

dem sie im Zuge der Automatisierung in erste Linie zum bloßen Überwacher der Anlagen geworden sind, zum Nicht-Routine-Betrieb umschalten, dessen Anforderungen an ihre Fertigkeiten und ihr Wissen ungleich größer sind. Weyer (1997, S. 245) stellt dazu fest: „Nunmehr gilt es, abweichende Werte zu deuten, in kürzester Zeit eine Diagnose über die Ursache der Störung zu erstellen und manuell gegenzusteuern, um eine krisenhafte Zuspitzung zu vermeiden, die zum Stillstand der Produktionsanlage bzw. zum Absturz des Flugzeugs führen könnte (...)“.

Dass auch in der hochautomatisierten Produktion die Nicht-Routine-Arbeit von großer Relevanz ist und ihre Quantität bei der Beschreibung der Tätigkeiten der Fachkräfte oft unterschätzt wird, darauf weist Sabine Pfeiffer hin (Pfeiffer 2018) und führt aus, dass aufgrund dieser Tatsache auch Studien zum Substituierungspotential von Fachkräften oft zu falschen Ergebnissen führen. Auch sie benennt die unterschiedlichen Anforderungen an die Fachkräfte bei Routine und Nicht-Routine: „These studies indicated the importance of ‚subjectifying work action,‘ whose central dimensions include holistic perception, an explorative and dialogical approach, intuition and instinct, and an empathetic bearing. While specialist theoretical knowledge and routine-based practices are important in standardized processes and repetitive, unchanging tasks, subjectifying action helps employees to deal with the (yet) unknown“ (Pfeiffer 2018, S. 213).

In den auch an hochautomatisierten Arbeitsplätzen unweigerlich eintretenden Nicht-Routine-Situationen (Störungen) ist also ein größeres Set an z.T. sehr anspruchsvollen Fertigkeiten und Wissen gefragt als im automatisierten Routinebetrieb. Diese Kompetenzen gilt es somit auch in automatisierten und digitalisierten Arbeitsumgebungen zu erhalten.

Untersuchungen zeigen, dass mit zunehmender Automatisierung im Routinefall eine Steigerung der Arbeitsergebnisse einhergeht, im Nicht-Routine-Fall mit fortschreitender Automatisierung es jedoch zunehmend zu problematischen Situationen kommt (vgl. Onnasch et al. 2014). Dies liegt zum einen an einer Abnahme der Wahrnehmung problematischer Situationen und dem Auftreten, einer als *complacency* (Selbstzufriedenheit) bezeichneten Haltung, welche sich bei Fachkräften in einer verminderten Wachsamkeit zeigt, weil sie irrtümlich glauben, sich in einer unproblematischen Situation zu befinden (vgl. Parasuraman et al. 1993). Zum anderen führt eine zunehmende Automatisierung der Arbeitsprozesse auch dazu, dass relevante Kompetenzen immer seltener genutzt werden und dadurch im Nicht-Routine-Fall schwerer oder gar nicht mehr zugänglich sind. Umfangreich beschrieben wird dieses Phänomen durch Bjork und Bjork in ihrer „New theory of disuse“ (2006, S. 114). „(...) no matter how well learned items are at some point in time they eventually become non-recallable given a long

enough period of disuse“. Dabei sind die erlernten Fertigkeiten und das erworbene Wissen nicht verschwunden, sondern nur schwerer zugänglich, was allerdings im Ernstfall zum selben, in der Fachliteratur als „skill decay“ bezeichneten Phänomen führt. „Skill decay refers to the loss or decay of trained or acquired skills (or knowledge) after periods of non-use“ (Arthur Jr et al. 1998, S. 58). Dieses Phänomen des „skill decay“ ist ein bisher vor allem im Zusammenhang mit den Berufen der Luftfahrt (Wiener und Curry 1980), dem Militär (O’Hara 1990), der Polizei (Angel et al. 2012) und der kritischen Infrastruktur (Webb und Angel 2018) thematisiertes Problem. Auch die einschlägigen Forschungen zum Ausmaß und zu potenziellen Lösungsmöglichkeiten beziehen sich mit wenigen Ausnahmen auf Arbeitsplätze in den benannten Bereichen.

Dass die Problematik des automatisierungsbedingten Kompetenzverlustes auch in der Produktion existiert, wurde bereits erkannt. Explizit weisen Frank und Kluge (2018, S. 215) darauf hin, dass im Zuge der Automatisierung der Produktion das Thema des Kompetenzverlustes auch in diesem Berufsbereich eine Herausforderung darstellt: „But many skills are only required infrequently, for instance due to a high level of automation in production (...), demands of worker flexibility and a high task variety (...), or long periods of non-use during daily operations. Accordingly, skill retention becomes a challenge (...)“. Konkret auf die chemische Produktion bezogen konstatieren Baumhauer et al. in ihrem Working Paper zur Produktionsfachtarbeit in der chemischen Produktion: „Der Erhalt von Wissen und Kompetenzen für den Störfall stellt eine Hauptherausforderung des digitalen Wandels für Betriebe dar“ (Baumhauer et al. 2019, S. 25). Empirische Untersuchungen zur genauen Qualität und Quantität der Problematik fehlen jedoch bisher.

Diese Lücke wollte das vorliegende Forschungsprojekt schließen. In ihm wurde im ersten Projektteil exemplarisch für den Bereich der industriellen chemischen und pharmazeutischen Produktion die Problematik des automatisierungsbedingten Kompetenzverlustes an den Arbeitsplätzen von Chemikant/innen und Pharmakant/innen, den für die jeweilige Produktion typischen Berufen, zunächst qualitativ und dann in einem zweiten Schritt quantitativ untersucht. Dabei sollten folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

1. Ist die Problematik des automatisierungsbedingten Kompetenzverlustes auch bei den beruflichen Tätigkeiten von Chemikanten und Pharmakanten anzutreffen?
2. Welche Kompetenzen sind betroffen?
3. Welches sind die wichtigsten Einflussfaktoren auf den Kompetenzerhalt/-verlust und wie wirken sie sich an den untersuchten Arbeitsplätzen aus?

Der Untersuchung lag dabei folgendes Kompetenzkonstrukt zugrunde:

Im Deutschen Qualifikationsrahmen (DQR) wird Kompetenz in den Dimensionen Fachkompetenz und personale Kompetenz definiert. Der in der vorliegenden Untersuchung verwendete Kompetenzbegriff beschränkt sich auf die Dimension der Fachkompetenz, da in bisherigen Untersuchungen vor allem für diese das Problem des Kompetenzverlustes beschrieben wurde. Fachkompetenz umfasst laut DQR (Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen 2011, S. 8) „(...) Wissen und Fertigkeiten und wird als die Fähigkeit und Bereitschaft verstanden, Aufgaben- und Problemstellungen eigenständig, fachlich angemessen, methodengeleitet zu bearbeiten und das Ergebnis zu beurteilen“. Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass durch die fortschreitende Automatisierung auch die personalen Kompetenzen, also die Fähigkeit und Bereitschaft, sich weiterzuentwickeln und das eigene Leben eigenständig und verantwortlich im jeweiligen sozialen, kulturellen bzw. beruflichen Kontext zu gestalten, betroffen sind und ein problematischer Verlust dieser Kompetenzen festzustellen ist. Fragestellungen, die diese Kompetenzen fokussieren, würden jedoch einen anderen methodischen Zugang erfordern als dies bei den Fachkompetenzen der Fall ist.

Die Elemente der Kompetenzdefinition des DQR aufgreifend wird im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit daher Kompetenz definiert als die Summe allen Wissens, aller Fertigkeiten und aller Bereitschaft, welche zur Erfüllung einer Aufgabe notwendig sind. Diese Dreiteilung überschneidet sich zudem mit vielen anderen Kompetenzdefinitionen wie beispielsweise der in den Ausführungen von Westera (Westera 2001, S. 87) zum Kompetenzbegriff, der am Ende einer ausführlichen Analyse verschiedener Kompetenzkonzepte feststellt: „Likely we could have come to this conclusion before the analysis: when all is said and done, the only determinants of human abilities are possessing (knowledge), feeling (attitudes) and doing (skills)!“.

Wissen bezeichnet dabei analog zum DQR (Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen 2011, S. 10) die „(...) Gesamtheit der Fakten, Grundsätze, Theorien und Praxis in einem Lern- oder Arbeitsbereich als Ergebnis von Lernen und

Verstehen. Der Begriff Wissen wird synonym zu ‚Kenntnisse‘ verwendet“. Wissen kann in explizierbarer Form oder als implizites Wissen (vgl. Neuweg 2015), also nicht vollständig oder nicht angemessen verbalisierbar, objektivierbar, formalisierbar vorliegen. Es kann zudem deklarativ sein (knowing what), sich also auf Sachverhalte beziehen, oder prozedural (knowing how) die Voraussetzung für Handlungen bilden.

Fertigkeiten bezeichnen, ebenfalls analog zum DQR, die Fähigkeit, das Wissen anzuwenden, um Aufgaben auszuführen und Probleme zu lösen. Fertigkeiten werden als kognitive Fertigkeiten (logisches, intuitives und kreatives Denken) und als praktische Fertigkeiten (Geschicklichkeit und Verwendung von Methoden, Materialien, Werkzeugen und Instrumenten) beschrieben.

Bereitschaft wird im Rahmen des vorliegenden Kompetenzbegriffes verstanden als Einstellung oder Haltung und deckt sich daher mit dem im Englischen verwendeten Begriff „attitude“.

In einem zweiten Projektteil soll in Kooperation mit der Universität Bochum zunächst eine Bestandsaufnahme bereits existierender Refresher-Trainings im Bereich der Produktion erfolgen. Im Anschluss sollen mögliche Refresher-Trainings entwickelt und experimentell getestet werden, die einen Kompetenzverlust an den Arbeitsplätzen der Chemikant/innen und Pharmakant/innen verhindern könnten. Dieser Projektteil wird derzeit noch bearbeitet. Die in diesem Beitrag aufgeführten Methoden und Ergebnisse beziehen sich daher ausschließlich auf den ersten Projektteil.

## 2 Methodik

Die Fragestellungen des Projektes wurden mit einem Mixed-Methods-Ansatz bearbeitet. Als erster Schritt wurde eine systematische Literaturanalyse durchgeführt. Ziel dieser war es einerseits zu prüfen, inwieweit die Fragestellung des Projektes exakt so oder auch modifiziert schon einmal bearbeitet worden ist. Andererseits sollten aus der Forschung zum Kompetenzverlust relevante Einflussfaktoren auf den Kompetenzerhalt/Kompetenzverlust identifiziert

**Tab. 1** Bei der Literaturanalyse verwendete Suchbegriffe und deren Synonyme/alternativen Begriffe  
**Table 1** Search terms used in the literature review and their synonyms/alternative terms

	Hauptbegriff	Synonyme/alternative Suchbegriffe
1	Kompetenzverlust	Kompetenzverfall, Kompetenzerhalt, Fähigkeitsverfall, Fertigkeitserhalt, Fertigkeitsverlust, skill-decay, loss of competence, loss of expertise, skill loss
2	Automatisierung	Automation, automatization, Digitalisierung, digitalization, digitalisation, digitisation, digitization, control room, Leitstand
3	Nicht-Routine-Aufgaben	Nicht-Routineaufgabe, nicht-routinemäßige Aufgabe, non-routine task, Krise, crisis, infrequent
4	Pharmakant	Pharmaceutical technician, pharmaceutical industry
5	Chemikant	Chemical technician, chemistry technician, chemical plant operator, chemical industry, chemische Industrie, Prozessindustrie

**Tab. 2** Anzahl der im Rahmen der Literaturanalyse gefundenen relevanten Artikel nach Kategorien**Table 2** Number of relevant articles found in the literature analysis according to categories

Kategorie	Anzahl
Chemie/Pharmazie	17
Kompetenz	19
Kompetenzerhalt/Kompetenzverlust	37
Wissen	20
Nicht-Routine	10
Automatisierung/Digitalisierung	42
Methodische Literatur	16

werden, welche dann bei den empirischen Erhebungen Berücksichtigung finden sollten. Die aus der Fragestellung abgeleiteten Suchbegriffe und Synonyme sind in Tab. 1 aufgeführt.

Für die Durchführung der Suchvorgänge wurden die Begriffe und Synonyme bei den Suchanfragen mit logischen Verknüpfungen verkettet. Aufgrund der hohen Anzahl von Suchbegriffen musste dies stufenweise geschehen. Bei allen erhaltenen Treffern wurden anhand von Überschrift und Abstract die Relevanz für die Forschungsfragen überprüft. Zudem wurde gemäß des Schneeballprinzips die Literatur relevanter Artikel gesichtet, um weitere Quellen zu erschließen. Insgesamt wurden mit dieser Methode 161 für die Forschungsfrage relevante Artikel identifiziert, die sich wie folgt auf folgende Kategorien verteilen (vgl. Tab. 2):

Anschließend an die systematische Literaturanalyse erfolgte die empirische Erhebung der qualitativen Daten. Erhebungsmethode sollten ursprünglich Arbeitsprozessstudien, bestehend aus Arbeitsbeobachtung und handlungsorientierten Fachinterviews (Becker 2018) sein. Aufgrund der Coronapandemie war der Zugang zu den Arbeitsplätzen jedoch nicht möglich, so dass nur semistrukturierte Telefoninterviews durchgeführt werden konnten, welche die qualitative Datengrundlage bilden. Die telefonisch geführten Interviews wurden aufgezeichnet, transkribiert und mittels der Inhaltsanalyse nach Mayring ausgewertet. Die eingesetzten Codes wurden dabei in einem ersten Schritt auf Grundlage der mittels der Literaturanalyse gesichteten bisheriger Forschung zum Kompetenzverlust gebildet und in einem zweiten Schritt durch induktiv aus dem Datenmaterial generierte Codes ergänzt.

Bei der Auswahl der Interviewpartner wurde angestrebt, sowohl Fachkräfte aus dem Bereich der pharmazeutischen als auch aus dem Bereich der chemischen Produktion zu befragen. Zudem sollten die Personen über eine mehrjährige (möglichst über zehnjährige) Berufserfahrung verfügen und somit einen Kompetenzstand haben, der es erlaubt, dass sich das Phänomen des automatisierungsbedingten Kompetenzverlustes überhaupt zeigen kann. Beabsichtigt war auch, sowohl Fachkräfte aus Konzernen als auch Fachkräf-

te aus Klein- und Mittelbetrieben (KMU) zu befragen, um die Auswirkungen eines eventuell größeren und vielfältigeren Aufgabenspektrums (KMU) auf die Problematik zu erfassen. Letzteres konnte jedoch trotz großer Akquise-Bemühungen nicht realisiert werden, nur zwei der Interviewten arbeiteten in einem KMU. Insgesamt wurden 21 Telefoninterviews durchgeführt. Von den Befragten arbeiteten 16 als Fachkräfte, davon vier im pharmazeutischen Sektor und zwölf im chemischen Sektor. Zwei Personen waren im Qualitätsmanagement tätig, eine davon im Bereich Chemie und eine im Bereich Pharmazeutika. Eine Person arbeitet hauptsächlich in der Ausbildung (Chemie), zwei weitere in der Personalabteilung (Pharma) und einer als Berater (beide Sektoren). Bei allen Nicht-Fachkräften war im Vorfeld die Nähe zur chemischen Produktion abgeklärt worden.

Auf den Daten der qualitativen Erhebungen basierend wurde in einem weiteren Schritt ein Online-Fragebogen entwickelt, um zu untersuchen, inwieweit sich die in den Interviews gewonnenen Ergebnisse auch auf eine größere Gruppe von Fachkräften übertragen lassen.

Der Fragebogen umfasste die Themen Auftreten und Häufigkeit von (seltenen) problematischen Situationen im Arbeitsalltag (Nicht-Routine-Situationen, NRS), deren potenzielle Folgen, das Auftreten von Fehlverhalten in diesen Situationen sowie eine Beschreibung der für den Umgang mit Nicht-Routine-Situationen erforderlichen Kompetenzen. Weiterhin wurde abgefragt, ob Unterschiede im Umgang mit diesen Situationen zwischen verschiedenen Personengruppen erfahren wurden und wie die Fachkräfte auf solche Situationen vorbereitet werden. Welche Trainings den Fachkräften (darüber hinaus) sinnvoll erscheinen war ein weiteres Themenfeld des Fragebogens, neben zahlreichen beschreibenden Informationen zu Arbeitsplatz und Person der Teilnehmenden selbst. Letzteres sollte die Möglichkeit eröffnen, mögliche Unterschiede zwischen Personen mit und ohne Schwierigkeiten in Nicht-Routine-Situationen statistisch zu untersuchen.

Das Erhebungsinstrument wurde zwischen dem 10. Januar 2022 und 17. Januar 2022 einem Pretest unterzogen. Die Durchführung des Pretests schloss sich der vorläufigen Finalisierung des Befragungsinstruments unmittelbar an und erfolgte als Online-Befragung, genau wie in der späteren Feldphase. Den Befragten wurde zu Anfang offengelegt, dass sich das Befragungsinstrument noch im Test befindet und sichergestellt werden soll, dass es „breitentauglich“ ist. Es wurde ihnen detailliert dargelegt, auf welche Aspekte sie beim Test besonders achten sollen. Den Testenden stand auf jeder Seite des Fragebogens ein zusätzliches Freitextfeld zur Verfügung, in welches sie Anmerkungen oder Verständnisschwierigkeiten zu der jeweiligen Frage eintragen konnten. Insgesamt beteiligten sich 7 Personen am Pretest, davon 5 Führungskräfte sowie 2 Fachkräfte. Die Pretester/

-innen stammten vorwiegend aus der pharmazeutischen Produktion.

Die Online-Befragung wurde vom 11. Februar 2022 bis einschließlich 10. Mai 2022 durchgeführt. Sie richtete sich an Fachkräfte (in der Regel Chemikant/innen und Pharmakant/innen) und Führungskräfte der chemischen und pharmazeutischen Produktion. Die ursprünglich anvisierte Zielgröße von 700 Teilnehmenden wurde trotz Verlängerung der Erhebungsphase nicht erreicht. Auch hier spielten sicherlich die durch die Pandemie fehlenden oder erschwerten persönlichen Kontakte eine Rolle. Den Fragebogen beantworteten 50 Fachkräfte und 160 Führungskräfte, wobei von letzteren über 80 % eine Ausbildung im Bereich Chemie oder Pharmazie besitzen.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Ist die Problematik des automatisierungsbedingten Kompetenzverlustes auch bei den beruflichen Tätigkeiten von Chemikanten und Pharmakanten anzutreffen?

Voraussetzung für das mögliche Vorhandensein eines problematischen automatisierungsbedingten Kompetenzverlustes ist neben einer teil- oder vollautomatisierten Produktion auch das Vorhandensein von Nicht-Routine-Situationen, weil ja erst in diesen das Fehlen der im automatisierten Routinebetrieb verloren gegangenen Kompetenzen offenkundig wird. Daher fragten wir in einem ersten Schritt, ob es an den Arbeitsplätzen der jeweiligen chemischen oder pharmazeutischen Produktion zu Nicht-Routine-Situationen (NRS) kommt. Schon auf Grundlage der Daten aus den qualitativen Interviews konnten wir diese Frage klar bejahen und darü-

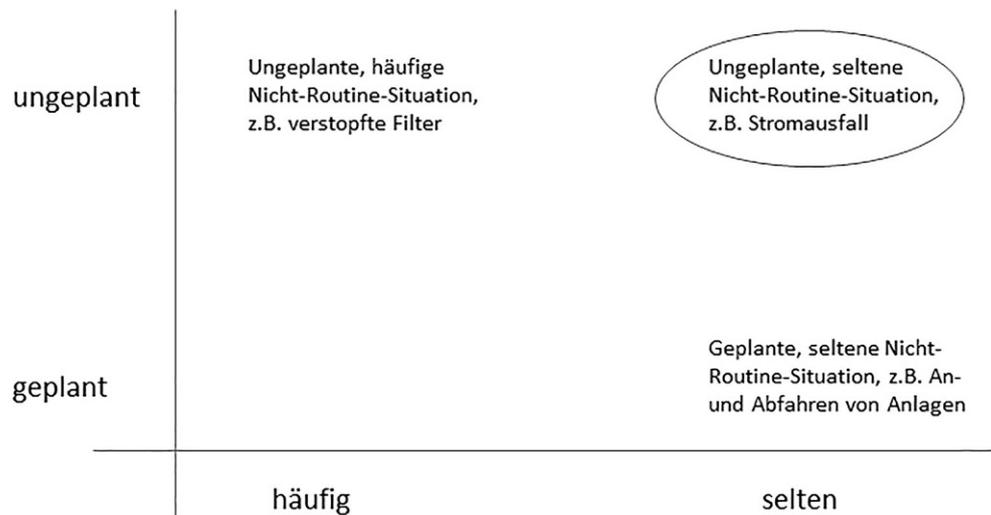
ber hinaus drei unterschiedliche Formen von Nicht-Routine identifizieren (Abb. 1).

Neben den uns primär interessierenden seltenen NRS wurden auch häufige ungeplante NRS, wie z. B. verstopfte Filter oder defekte Pumpen und geplanten NRS wie zum Beispiel das Herunterfahren der Anlage zum Zwecke der Reinigung genannt, welche an den Arbeitsplätzen der uns interessierenden Fachkräfte vorkommen. Aufgrund der Häufigkeit bzw. Planbarkeit dieser beiden Typen von NRS wäre eigentlich davon auszugehen, dass ein automatisierungsbedingter Kompetenzverlust dort nicht vorkommt. Es wurde uns jedoch vereinzelt berichtet, dass die Problematik auch dort relevant sei. In Bezug auf die häufigen NRS wurde angemerkt, dass aufgrund der unterschiedlichen Persönlichkeiten der Fachkräfte manche von Ihnen auch bei wiederholten NRS nicht über die notwendigen Kompetenzen verfügen. In Bezug auf die planbaren NRS wurden arbeitsorganisatorische Probleme als Ursache genannt, wenn z. B. zum Zeitpunkt des angenommenen Kompetenzerwerb durch die Fachkräfte wegen Urlaubs ein Teil der Schicht nicht anwesend war, so dass nicht alle der für die geplante NRS vorgesehenen Gruppe tatsächlich die notwendigen Kompetenzen erwerben konnte.

Die Ergebnisse aus den Interviews wurden durch die Daten der Online-Befragung bestätigt (Abb. 2). Wir fragten Fach- und Führungskräfte, ob es in ihrem Arbeitsalltag zu einer (oder mehreren) der drei Arten von NRS kommt. Da beide Gruppen mit ihren Antworten nur wenige Prozenten differieren, stellen wir sie im Folgenden zur besseren Übersicht gemittelt gemeinsam dar. Nur 3 % der Befragten gaben an, keine Nicht-Routine-Situationen im Arbeitsalltag zu erleben. Über 60 % kannten aus dem eigenen Arbeitsalltag die häufigen ungeplanten NRS und die seltenen, geplanten NRS. Immerhin rund die Hälfte berichtete, auch seltene, ungeplante NRS zu erleben. Die erste Voraussetzung für

Abb. 1 Verschiedene Arten von Nicht-Routine

Fig. 1 Different types of non-routine



**Abb. 2** Vorkommen von Nicht-Routine-Situationen im Arbeitsalltag.  $N=210$ , Mehrfachantworten

**Fig. 2** Different types of non-routine Occurrence of non-routine situations in everyday work.  $N=210$ , multiple answers

In jedem beruflichen Alltag gibt es Situationen, die abseits der normalen Routine sind, sogenannte Nicht-Routine-Situationen. Die Gründe dafür können sehr verschieden sein. Manche dieser Situationen sind häufig, andere eher selten. Gibt es diese Situationen auch bei Ihnen und, wenn ja, wie häufig kommen diese vor?



das Auftreten der zu untersuchenden Problematik ist also gegeben.

In einem zweiten Schritt fragten wir, ob es in diesen Situationen vorkommt, dass nicht oder nicht sofort kompetent gehandelt werden kann. Auch dies wurde uns im Rahmen der Interviews berichtet:

„Das ist größtenteils automatisiert, da kann es aber schon mal auch zu Problemen kommen, dass irgendwas klemmt, dass da was von Hand gefahren muss (...). Und da merkt man dann auch, Leute, die da relativ regelmäßig an dieser Abfüllung beschäftigt sind, die tun sich da natürlich leichter mit, als wenn ich dann mal

**Abb. 3** Gründe für Kompetenzverlust in NRS.  $n=69$

**Fig. 3** Reasons for loss of competence in NRS.  $n=69$

Sie haben gerade angegeben, dass es Ihnen bzw. Ihren Kolleg/-innen manchmal schwer fällt in Nicht-Routine-Situationen bestimmtes Wissen abzurufen bzw. Fertigkeiten anzubringen. Welche Gründe sehen Sie hierfür?



*einen von den Leuten, die hauptsächlich in der Messwarte sind, da runterschicke.“ (Führungskraft)*

Auch hier bestätigen die Ergebnisse der Online-Befragung die ersten Hinweise aus den Interviews. So geben 65 % der Fachkräfte, die zuvor berichtet hatten, dass seltene, ungeplante Nicht-Routine-Situationen in ihrem Arbeitsalltag vorkommen, an, dass es schon einmal in einer dieser NRS vorgekommen ist, dass sie selbst oder ein Kollege oder eine Kollegin dann nicht sofort wussten, was zu tun ist. Gleiches gilt für 68 % der entsprechenden Führungskräfte.

Der letzte notwendige Schritt zur Beantwortung der Frage, ob automatisierungsbedingter Kompetenzverlust auch an den Arbeitsplätzen der chemischen und pharmazeutischen Industrie eine Rolle spielt, ist die Frage nach den Ursachen für den in den NRS erfahrenen Kompetenzverlust. Aus dem obigen Zitat geht bereits hervor, dass auf Grundlagen der Interviews davon ausgegangen werden kann, dass ein vorrangiges Arbeiten in automatisierten Arbeitsumgebungen kompetentes Handeln in NRS erschwert. Wir fragten daher in der Online-Befragung nach der Bewertung dieses und anderer Gründe als Ursache für erlebten skill-decay (Abb. 3).

Wie Abb. 3 zu entnehmen ist, wird die Automatisierung neben dem Stress, der in der NRS besteht, als Hauptgrund für den in der NRS erfahrenen skill-decay gewertet. Weit über 70 % sehen darin eine Ursache für einen erlebten Kompetenzverlust. Dieses Ergebnis bestätigt nachdrücklich die bereits in den Interviews gemachten Aussagen.

Es lässt sich also zusammenfassend feststellen, dass es an den Arbeitsplätzen der chemischen und pharmazeutischen Produktion sowohl zu NRS als auch zu erlebtem Kompetenzverlust in diesen NRS kommt und dass eine der Hauptursachen dafür in der fortgeschrittenen Automatisierung der Arbeitsplätze gesehen wird. Automatisierungsbedingter Kompetenzverlust spielt also auch in der chemischen und pharmazeutischen Produktion nachweisbar eine Rolle.

Die sich an diese Erkenntnis anschließende Frage lautet nun, welche Kompetenzen für die Bewältigung der Nicht-Routine-Situationen eine Rolle spielen und somit die sind, welche potenziell durch eine längere Phase des Nicht-Gebrauchs verloren gehen können.

### 3.2 Welche Kompetenzen sind betroffen?

Wie weiter oben erwähnt, beziehen wir uns bei unserem Kompetenzkonstrukt auf den DQR und definieren Kompetenz als die Summe allen Wissens, aller Fertigkeiten und aller Bereitschaft/Haltungen, welche zur Erfüllung einer Aufgabe notwendig sind. Dementsprechend ist unsere Ergebnisdarstellung in diese drei Bereiche gegliedert.

#### 3.2.1 Wissen

Die Kompetenzaspekte, die für das Handeln in NRS als besonders relevant gesehen werden, wurden zunächst durch die Analyse der qualitativen Daten aus den Interviews identifiziert. In einem zweiten Schritt wurde in der Online-Befragung noch einmal ihre Bewertung abgefragt.

Im Bereich Wissen werden zum einen das primär theoretisch zu erwerbende Fachwissen (in diesem Fall insbesondere chemisches und physikalisches Wissen), zum anderen das Wissen um die reale Anlage vor Ort und das sich vor allem im Prozess der Arbeit bildende Prozesswissen als relevant angeführt. Das chemische Fachwissen betrifft die zu verarbeitenden Stoffe und ihre Zusammensetzung und Eigenschaften. Dies ist zum einen bei der Ursachenanalyse relevant, wenn beispielsweise die Reaktion eines Stoffes auf zu hohe Wärmezufuhr zu einer Verstopfung von Rohrleitungen führt.

*„Wichtig war, dass wir wussten was chemisch damit passiert (...) wenn ich einen Rohstoff zu sehr heize, dass ich weiß: okay, manche Rohstoffe wie zum Beispiel irgendwelche Fettsäuren oder Ähnliches, das ist kein Problem, wenn die 60 Grad heizen. Da sind die halt schön flüssig und die zersetzen sich nicht. Aber der spezielle Rohstoff (...) da weiß man: mhm, wenn der so hoch ist, zersetzt der sich in seine Einzelteile.“ (Fachkraft)*

Zum andere kommt dieses Wissen auch bei der (sicheren) Störungsbeseitigung zum Tragen, wenn die Gefährlichkeit von Stoffen eingeschätzt werden muss und unter Umständen besondere Schutzmaßnahmen getroffen werden müssen. Relevant ist es zudem beim Anfordern externe Hilfe, weil es dazu beiträgt, dass die angeforderte Hilfe frühestmöglich und umfassend informiert ist und entsprechende Vorkehrungen treffen kann.

Physikalisches Wissen bezieht sich einerseits auf die physikalischen Grundlagen der Verarbeitungsprozesse in den Anlagen, z. B. das Wissen, dass eine Temperaturerhöhung zu einer Druckerhöhung führen kann. Andererseits bezieht sich das physikalische Wissen auf die Anlagen selbst und geht dort über in ein technisches Wissen, wenn zum Beispiel gewusst werden muss, dass sich der tiefste Punkt der Anlage zum Ablassen eignet und dann der statische Druck, das Eigengewicht des Produktes, ausreicht, um das Produkt aus der Anlage zu lassen.

Mehrfach angesprochen wurde die Relevanz des Wissens um die realen Anlagen „draußen“ und deren Repräsentanz im Prozessleitsystem. Zu diesem Wissen gehört auch das Wissen um die realen Dimensionen der Anlage, deren Komponenten und Funktionsweisen.

„Und das ist, ich glaube, das ist eigentlich elementar wichtig, dass die Menschen eine Orientierung haben von ihrer Anlage, die müssen ihre Anlage kennen. Und das kann man eben nicht nur in der Messwarte am Prozessleitsystem. Da sollte ich, ja, reicht das absolut nicht aus. Das ist so die Erfahrung, die wir gemacht haben, dass es extrem wichtig ist, dass die Leute diese Verknüpfung mit draußen und drinnen hinbekommen.“ (Führungskraft)

Das ebenfalls als besonders relevant gesehene Prozesswissen, also das Wissen um die in den Anlagen ablaufenden Verarbeitungsprozesse und um die daran beteiligten Komponenten, deren Funktionsweisen und Interdependenzen, wurde ebenfalls als essenziell zu Bewältigung von NRS gesehen. Es bezieht sich auch auf das Wissen um die Wirkungen der Handlungen am Prozessleitsystem (PLS) auf die reale Anlage und das Wissen um den Grund für die im PLS hinterlegten Werte, beispielsweise für Alarmgrenzen. Das Wissen um die einzelnen Prozessschritte ist besonders bei

der Ursachenanalyse relevant, wenn es gilt, die möglichen Gründe für die Störung zu entdecken:

„Wenn ich in der Lage sein muss, diesen Prozess zu verstehen und Betrieb auf Hand nehmen zu können, dann muss ich verstehen, wie die Anlage da draußen funktioniert. Also insgesamt, ich muss eine Ahnung haben, wie das Verfahren ist, also was kann passieren, (...) was ist mit den Nebenwirkungen oder was ist mit den Nebenprodukten, die entstehen können?“ (Führungskraft)

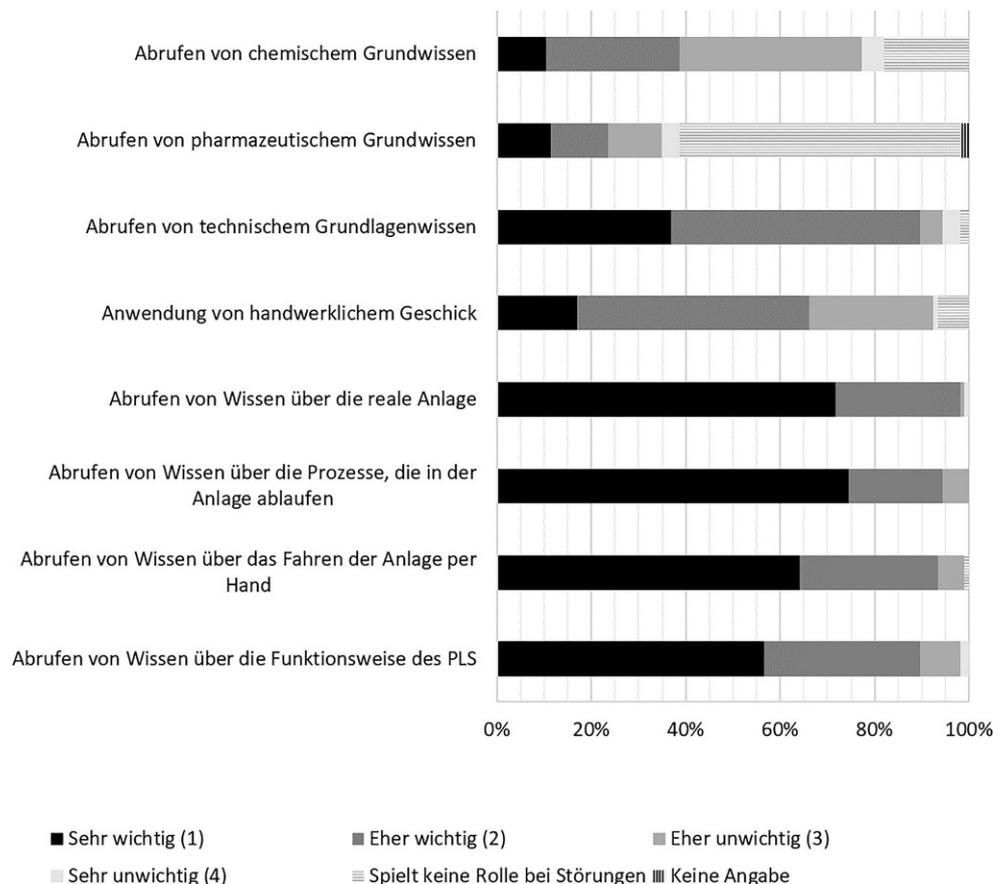
### 3.2.2 Fertigkeiten

Bei den in der NRS als relevant benannten Fertigkeiten stehen nicht manuelle Fertigkeiten im Vordergrund. Wichtig sind eher kognitive Fertigkeiten, die sich auf das eingreifende Steuern des PLS beziehen, das, obwohl es sich nicht um eine manuelle Tätigkeit handelt, sogenannte „Fahren per Hand“.

Abb. 4 Relevante Kompetenzen in NRS. n = 106

Fig. 4 Relevant competences in NRS. n = 106

Stellen Sie sich vor, Sie oder Ihre Kolleg/-innen sind an Ihrem aktuellen Arbeitsplatz mit so einer Nicht-Routine-Situation konfrontiert. Was ist dann wichtig bzw. unwichtig?



*„Deswegen muss man halt auch immer wissen: okay, selbst wenn es das jetzt schnell schaltet und ich krieg das schnell mit, wie reagiere ich? Also welche Pumpen nehme ich sofort auf Hand, die dann automatisch rausgehen? Welche Ventile nehme ich auf Hand, die dann automatisch zugehen?“ (Fachkraft)*

Voraussetzung für dieses Fahren per Hand ist wiederum ein fundiertes Prozessverständnis und auch ein chemisches Fachwissen. Dies zeigt, dass die einzelnen Kompetenzen, die im Routinefall relevant werden, nicht voneinander unabhängig zu sehen sind, sondern voneinander abhängen und sich auch bedingen.

Die Ergebnisse der Interviews bezüglich des für die NRS relevanten Wissens sowie der Fertigkeiten decken sich weitgehend mit den Ergebnissen aus der Online-Befragung (Abb. 4). Auch hier werden dem Prozesswissen, dem Wissen über die reale Anlage und der Fähigkeit, die Anlage per Hand zu fahren, besondere Bedeutung zugemessen. Jeweils über 90% der Antwortenden halten diese Kompetenzen für sehr wichtig oder wichtig. Ebenfalls als sehr relevant erachtet werden das Wissen über das Prozessleitsystem und das technische Grundwissen. Deckungsgleich mit den Ergebnissen der Interviews bewerten im Vergleich dazu die Befragten das Anwenden manueller Fähigkeiten (handwerkliches Geschick) als in der Summe weniger relevant, obgleich auch dabei die Mehrheit diese Kompetenz als sehr wichtig oder eher wichtig erachtet. Die einzige Diskrepanz in den Ergebnissen der beiden Erhebungen ergibt sich bei dem chemischen Grundwissen und dem pharmazeutischen Grundwissen, die nur von der Minderheit der Fachkräfte als sehr wichtig oder eher wichtig bewertet werden. Eine Erklärung dafür ließ sich aus den vorhandenen Daten nicht ableiten. Gegebenenfalls sollte die Relevanz des chemischen und pharmazeutischen Grundwissens für die Bewältigung von NRS noch einmal gesondert untersucht werden.

### 3.2.3 Haltung

Neben den Kompetenzdimensionen Wissen und Fähigkeiten wurden uns auch Haltungen benannt, die zur Bewältigung von NRS förderlich sind. Sie nehmen im Rahmen des vorliegenden Kompetenzbegriffes eine Sonderstellung ein. Anders als Wissen und Fertigkeiten werden sie nicht direkt zur Bewältigung der NRS eingesetzt, sondern wirken indirekt, indem sie den Einsatz bzw. den Erwerb von Wissen und Fertigkeiten begünstigen.

Die in den Interviews erwähnten Haltungen lassen sich unterscheiden in Haltungen, die in der Nicht-Routine-Situationen selbst relevant sind und Haltungen, die im Vorfeld oder im Nachgang wirken. In der NRS selbst trägt eine ruhige und gelassene Haltung dazu bei, dass Wissen und

Fertigkeiten verlässlich abgerufen werden können. Weiter erwähnt wurde Mut, der als Haltung dazu führt, dass wichtige Entscheidungen getroffen werden können.

Im Vorfeld und im Nachgang einer NRS ist eine Haltung von Neugier und des Interesses notwendig, um ein tieferes Prozessverständnis zu entwickeln bzw. das in der Routine-situation Erfahrene aufzunehmen. Hier bedingt die Haltung den Kompetenzerwerb.

*„Und das Wissen baut man nicht in der Messwarte auf. (...) Ich bin auch damals als Anlagenfahrer in jede Kolonne rein gekrabbelt, ich habe mir das im Stillstand alles angeguckt, also die Aufbauten, die Einbauten, so ich wollte genau verstehen, wo sind Prallbleche, warum sind die Prallbleche da, was es für eine Durchmischung ist? Also man muss sich schon ein bisschen auch für Verfahren interessieren, um herauszufinden, wie so eine Anlage tickt.“ (Führungskraft)*

Ebenso wie beim Wissen und den Fertigkeiten wird auch bei den relevanten Haltungen die fortschreitende Automatisierung dafür verantwortlich gemacht, dass sie nicht mehr in der notwendigen Weise vorhanden sind. So wird angemerkt, dass in den hochautomatisierten Umgebungen nur selten Störungen vorkommen und daher bei Fachkräften die für NRS relevante Haltung von Neugier und Interesse an dem für die NRS relevanten Wissen nicht mehr vorhanden ist.

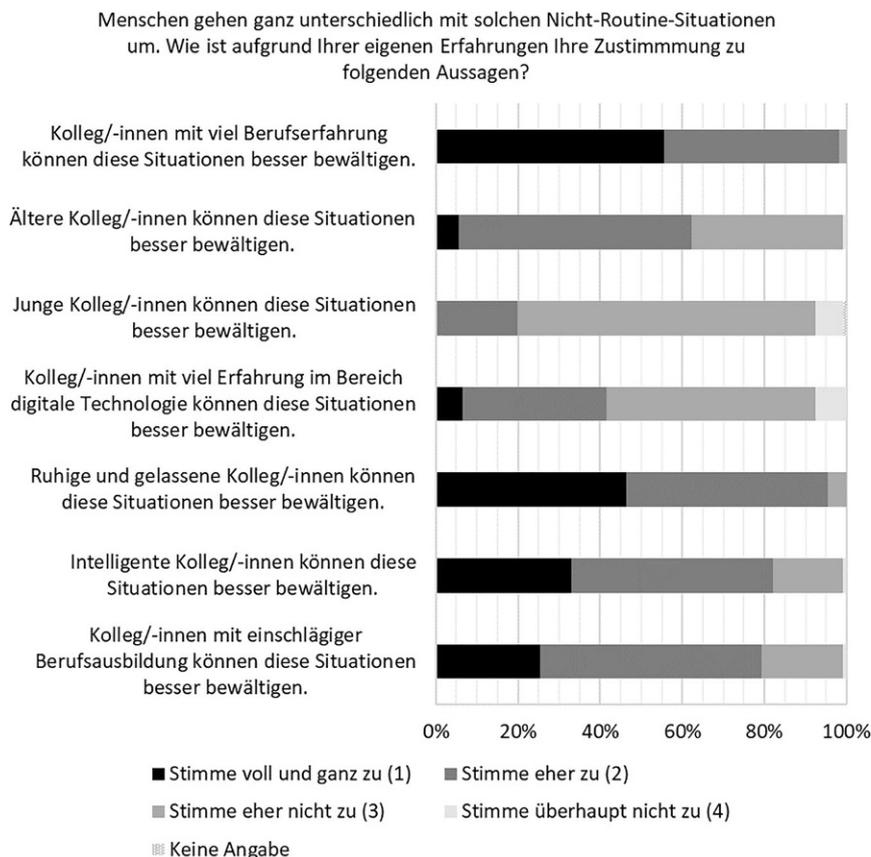
*„So das, das ist eben so ein bisschen die Herausforderung, dass Leute entwöhnt werden von der Arbeit, sage ich mal. Weil jemand das für sie macht, die Maschine macht das schon, so. Und auch die Auseinandersetzung mit dem, mit den letztendlich den Schrittketten dahinter und was ist wie und so, das kann man mal lernen, aber wenn ich das anschließend drei Jahre nicht brauche oder da nicht reingucken muss, weil es trotz immer ja, immer automatisch läuft, so dann ist auch das Interesse bei den Leuten nicht da.“ (Führungskraft)*

### 3.3 Mögliche Einflussfaktoren auf Kompetenzverlust/Kompetenzerhalt und ihre Wirkung an den untersuchten Arbeitsplätzen

Die Literaturanalyse zeigte bezüglich der Frage, inwieweit die Fragestellung des Projektes exakt so oder auch etwas modifiziert schon einmal bearbeitet worden ist, dass sich in keiner der durchsuchten Datenbanken Publikationen fanden, die auf eine vorangegangene empirische Untersuchung des automatisierungsbedingten Kompetenzverlustes im Bereich der chemischen oder pharmazeutischen Produktion hinwiesen. Auf Grundlage empirischer Untersuchungen in anderen Branchen konnten jedoch eine Vielzahl möglicher

**Abb. 5** Persönliche Einflussfaktoren auf den Kompetenzerhalt.  
n = 106

**Fig. 5** Personal factors influencing the retention of competence.  
n = 106



Einflussfaktoren auf den Kompetenzverlust identifiziert werden. Sie lassen sich nach Bryant und Angel (2000) unterteilen in:

- Faktoren, die im Retentionsintervall begründet sind, also dem Zeitraum zwischen der Aneignung einer Kompetenz und dem aktuellen Gebrauch einer Kompetenz, wie z. B. die Länge des Zeitraums oder Möglichkeiten der Auffrischung innerhalb des Intervalls,
- Faktoren, die im Individuum begründet sind, wie z. B. Vorerfahrung, Intelligenz, Haltung,
- Faktoren, die in der Charakteristik der Arbeitsaufgabe begründet sind wie z. B. kognitive vs. physische Aufgabe oder einfache vs. komplexe Aufgaben und
- Faktoren, die in der Art der ursprünglichen Instruktion begründet sind wie z. B. Grad der Strukturierung.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes konnten nicht alle Einflussfaktoren umfassend untersucht werden. In den Interviews wurden vor allem Einflussfaktoren angesprochen, die im Individuum begründet sind. Daher baten wir in der Onlinebefragung darum, unterschiedliche persönliche Faktoren im Hinblick auf ihre Relevanz zur Bewältigung von NRS zu bewerten (Abb. 5).

Es zeigt sich, dass vor allem berufserfahrenen und gelassenen Kolleg/innen die erfolgreiche Bewältigung von NRS zugetraut wird. Grund dafür ist zum einen, dass sie durch ih-

re Erfahrung die relevanten Kompetenzen zur Bewältigung einer NRS besitzen. Zum anderen führt eben diese Erfahrung auch dazu, dass sie in den Situationen ruhiger und gelassener sind (ein Einflussfaktor, der die zweithöchste Zustimmung erfährt), was dann wiederum einen verlässlicheren Kompetenzabruf ermöglicht. So ist Erfahrung einerseits Ursache für das Vorhandensein von relevanten Kompetenzen und andererseits auch Unterstützung für den Einsatz dieser Kompetenzen in den NRS.

Die Erfahrungen, welche zu einem kompetenten Handeln in Nicht-Routine-Situationen führen, sind, so die Aussagen aus den Interviews, Erfahrungen, die mit allen Sinnen gemacht werden. Es werden nicht nur Informationen mit den Augen aufgenommen oder manuelle Tätigkeiten ausgeführt, es werden auch Gerüche, Geräusche bis hin zu Schwingungen dem Erfahrungsschatz hinzugefügt, aus dem sich Erfahrungswissen speist.

*„Ich bin früher, wenn die Anlage angefahren wurde, rausgegangen und die lief drin optisch gut und dann bin ich draußen rumgelaufen und das war nicht einfach, dass man rumläuft und mal guckt, ob da irgendwo oder was rumspritzt oder so, sondern man geht in die Anlage und dann ist das wie, wie so ein Konzert. Jeder Apparat gibt seinen Ton und die gesamte Anlage ist wie, wie so ein Konzert, so alle spielen ihren Teil.“*

*Und wenn einer falschspielt, diesen falschen Ton, den muss man hören.“ (Führungskraft)*

Diese Arten von Erfahrungen entsprechen so exakt dem Konzept von Erfahrung, das Pfeiffer und Suphan in ihrer Publikation zum Lebendigen Arbeitsvermögen beschreiben: „Das Konzept sieht den Menschen mit allen Sinnen bei der Arbeit. Nicht nur Verstand und Logik helfen, in (zeit)kritischen Situationen die richtige Entscheidung zu treffen, sondern auch Intuition, Bauchgefühl und Emotion. Wir sind nicht nur Kopf, sondern auch Körper. Und der Körper weiß und spürt, bemerkt und ertastet, merkt sich Abläufe. Diese Fähigkeiten bilden sich oft erst im Lauf der Zeit aus und finden sich daher vor allem bei erfahrenen Beschäftigten“ (Pfeiffer und Suphan 2015, S. 13f).

Die Tatsache, dass die für NRS relevante Erfahrung vor allem in der direkten Begegnung mit der Anlage erworben wird, führt zu der Problematik, dass jüngere Mitarbeitende, die zu einem Zeitpunkt ihre Arbeit beginnen, an dem die Anlage schon hochautomatisiert ist und die Tätigkeiten vor allem mittels des Prozessleitsystems ausgeführt werden, nur wenig Gelegenheit haben, das für die Nicht-Routine-Situationen relevante, erfahrungsbasierte Prozesswissen zu erwerben. Es ist also nicht nur ein individueller Kompetenzverlust durch die fortgeschrittene Automatisierung zu verzeichnen, sondern auch ein generationenbezogener, der beim Ausbleiben entsprechender Gegenmaßnahme dazu führen wird, dass die relevanten Kompetenzen für NRS gar nicht erst erworben werden können.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Unsere Untersuchungen an den Arbeitsplätzen der chemischen und pharmazeutischen Produktion zeigen, dass auch an ihnen die Problematik des automatisierungsbedingten Kompetenzverlustes vorkommt. Es lassen sich zudem Wissen, Fertigkeiten und auch Haltungen identifizieren, die in den NRS relevant sind. Diese sind durch die Automatisierung in Gefahr, nicht mehr ausreichend angewandt zu werden und daher in den NRS nicht mehr schnell genug zugänglich zu sein.

Bei den möglichen Einflussfaktoren auf den Kompetenzerhalt spielen im Individuum begründete Faktoren eine wichtige Rolle. Allen voran sind Erfahrung und eine durch sie erlangte ruhige und gelassene Haltung geeignet, die relevanten Kompetenzen in den NRS zuverlässig abzurufen. Auch Intelligenz und eine einschlägige Berufsausbildung unterstützen die Fähigkeit zu kompetentem Handeln in den NRS.

Die Erfahrung wird in der Regel mit allen Sinnen im direkten Kontakt mit der Anlage erworben. Dieser Kontakt ist jedoch gerade in einer hochautomatisierten Arbeits-

umgebung immer weniger gegeben, wodurch die jüngeren Fachkräfte zukünftig seltener diese relevante Erfahrung erwerben können. Ein kompetentes Handeln in NRS ist daher für sie erschwert. So ist zusammenfassend festzustellen, dass aktuell zum einen aufgrund der Automatisierung schon ein individueller Verlust der für NRS relevanten Kompetenzen zu verzeichnen ist, zum anderen insbesondere mit dem bald anstehenden Ausscheiden der älteren Mitarbeitenden, die ihre Berufserfahrungen vor allem in nicht-digitalisierten Arbeitsumgebungen gesammelt haben, auch ein belegschaftsbezogener Kompetenzverlust erfolgen wird. Es ist daher notwendig, dass Maßnahmen zur Vorbeugung von Kompetenzverlust verstärkt werden sollten. Empfehlungen zur konkreten Ausgestaltung dieser Maßnahmen sind vom zweiten Projektteil zu erwarten.

**Funding** Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

**Open Access** Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

## Literatur

- acatech (Hrsg) (2016) Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 – Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen
- Angel H, Adams BD, Brown A, Flear C, Mangan B, Morten A, Ste-Croix C, Gruson G (2012) Review of the skills perishability of police “use of force” skills. Study report of Humansystems Incorporated:1–130
- Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen (2011) Deutscher Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen. Arbeitskreis Deutscher Qualifikationsrahmen
- Arthur W Jr, Bennett W Jr, Stanush PL, McNelly TL (1998) Factors that influence skill decay and retention: a quantitative review and analysis. *HHUP* 11:57–101. [https://doi.org/10.1207/s15327043hup1101\\_3](https://doi.org/10.1207/s15327043hup1101_3)
- Bainbridge L (1983) Ironies of Automation. *Automatica* 19:775–779. [https://doi.org/10.1016/0005-1098\(83\)90046-8](https://doi.org/10.1016/0005-1098(83)90046-8)
- Baumhauer M, Beutnagel B, Meyer R, Rempel K (2019) Produktionsfacharbeit in der chemischen Industrie: Auswirkungen der Digitalisierung aus Expertensicht. Forschungsförderung, Working Paper
- Becker M (2018) Handlungsorientierte Fachinterviews. In: Rauner F, Grollman P (Hrsg) *Handbuch Berufsbildungsforschung*. utb, Bielefeld, S 730–735

- Bjork RA, Bjork EL (2006) Optimizing treatment and instruction: implications of a new theory of disuse. In: Nilsson L-GG, Ohta N (Hrsg) *Memory and society: psychological perspectives*. Psychology Press, New York, S 109–134
- Bryant DJ, Angel H (2000) Retention and fading of military skills: literature review. Technical Report
- Conein S (2019) *Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen: Der Ausbildungsberuf „Verfahrensmechaniker/-in für Kunststoff- und Kautschuktechnik“ im Screening* (Wissenschaftliche Diskussionspapiere)
- Frank B, Kluge A (2018) Is there one best way to support skill retention? Putting practice, testing and symbolic rehearsal to the test. *Z Arb Wiss* 73:214–228
- Hammermann A, Stettes O (2016) *Qualifikationsbedarf und Qualifizierung: Anforderungen im Zeichen der Digitalisierung*. IW Policy Paper
- Neuweg GH (2015) *Das Schweigen der Könner: Gesammelte Schriften zum impliziten Wissen*. Waxmann, Münster
- O'Hara JM (1990) The retention of skills acquired through simulator-based training. *Ergonomics* 33:1143–1153. <https://doi.org/10.1080/00140139008925319>
- Onnasch L, Wickens CD, Li H, Manzey D (2014) Human performance consequences of stages and levels of automation: an integrated meta-analysis. *Hum Factors* 56:476–488. <https://doi.org/10.1177/0018720813501549>
- Parasuraman R, Molloy R, Singh IL (1993) Performance consequences of automation-induced 'complacency'. *Int J Aviat Psychol* 3:1–23. [https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0301\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0301_1)
- Pfeiffer S (2018) The 'future of employment' on the shop floor: why production jobs are less susceptible to computerization than assumed. *Int J Res Vocat Educ Train* 5:208–225
- Pfeiffer S, Suphan A (2015) *Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0*. Working Paper 1
- Schmidt K, Winkler B, Gruber B (2016) *Skills for the future: zukünftiger Qualifizierungsbedarf aufgrund erwarteter Megatrends*. ibw-Forschungsbericht
- Schumacher A, Sihn W, Erol S (Hrsg) (2016) *Automation, digitization and digitalization and their implications for manufacturing processes*
- Spöttl G, Gorltd C, Windelband L, Grantz T, Richter T (2016) *Industrie 4.0 – Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie*
- Tenberg R, Pittich D (2017) *Ausbildung 4.0 oder nur 1.2? Analyse eines technisch-betrieblichen Wandels und dessen Implikationen für die technische Berufsausbildung*. *J Tech Educ* 5:27–46
- Webb B, Angel H (2018) Maintaining skills and knowledge at work. *The Ergonomist* 568:22–23
- Westera W (2001) Competences in education: a confusion of tongues. *J Curriculum Stud* 33:75–88
- Weyer J (1997) Die Risiken der Automationsarbeit: Mensch-Maschine-Interaktion und Störfallmanagement in hochautomatisierten Verkehrsflugzeugen. *Z Soziol* 26:239–257. <https://doi.org/10.1515/zfsoz-1997-0401>
- Wiener EL, Curry RE (1980) Flight-deck automation: promises and problems. *Ergonomics* 23:995–1011. <https://doi.org/10.1080/00140138008924809>
- Zinke G (2019) *Berufsbildung 4.0 – Fachkräftequalifikationen und Kompetenzen für die digitalisierte Arbeit von morgen; Branchen- und Berufscreening : vergleichende Gesamtstudie*. Barbara Budrich, Bonn, Leverkusen