

Altersrobuste kognitionsergonomische Gestaltung von Netzplänen in Projektmanagement Software

Jennifer BÜTZLER, Christina BRÖHL, Christopher M. SCHLICK

*Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen
Bergdriesch 27, D-52062 Aachen*

Kurzfassung: Eine effiziente Projektplanung und -steuerung stellt heute einen zentralen Wettbewerbsfaktor für Unternehmen dar. Aufgrund der Komplexität der Planungsaufgaben erfolgt die Projektplanung zumeist computergestützt. Hierbei bietet insbesondere der Einsatz von Netzplänen ein von allen Altersgruppen genutztes Werkzeug. Um ein effektives, effizientes und zufriedenstellendes Arbeiten mit Netzplänen zu gewährleisten ist jedoch eine kognitionsergonomische Gestaltung der grafischen Strukturen essentiell. Ein Ansatzpunkt bietet die Verwendung kontinuierlicher Verbindungen zwischen den einzelnen Aktivitäten. Die Ergebnisse dieser altersdifferenzierten empirischen Studie bestätigen, dass Bearbeitungszeiten und Fehler durch die Verwendung von kontinuierlichen Verbindungstypen signifikant reduziert werden können.

Schlüsselwörter: Netzplan, Projektmanagement, ergonomische Gestaltung, altersrobust

1. Einleitung

Nicht nur die Arbeitswelt im Allgemeinen, sondern insbesondere auch der Bereich des Projektmanagements wird derzeit von zwei Trends geprägt - dem steigenden Einsatz von Softwareunterstützung und dem zunehmenden Alter der Mitarbeiter. Aufgrund der oft hohen Komplexität von Projekten sowie den damit verbundenen Risiken für Unternehmen, bietet der Einsatz von Projektmanagement Software (PMS) eine wesentliche Unterstützung des Planungsprozesses. Angesichts ihres langjährigen Erfahrungswissens sind in Unternehmen zudem viele ältere Mitarbeiter mit der Projektplanung und -steuerung betraut. Altersbedingte Leistungsveränderungen des perzeptiven (Schaie & Willis 2011), kognitiven (Anstey & Low 2004) und motorischen (Carter et al. 2001) Systems resultieren jedoch häufig in einer höheren Schwierigkeit bei der Verwendung von komplexen Softwaresystemen.

Zur Visualisierung von Projektplänen existieren unterschiedliche Darstellungsmöglichkeiten. Eine dieser ist die Netzplandarstellung, welche auf der Graphentheorie beruht und es einerseits ermöglicht Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Aktivitäten besonders deutlich darzustellen, jedoch andererseits insbesondere für komplexe Projektabläufe schnell unübersichtlich werden kann. Dementsprechend stellt die Arbeit mit Netzplänen hohe Anforderungen an die Perzeption und die kognitive Verarbeitung der dargestellten Informationen. Zudem weist die ergonomische Gestaltung von Netzplänen in kommerzieller Projektmanagement Software Defizite auf (Bützler et al. 2013).

Die Disziplin des Graphenzeichnens beschreibt eine Reihe von sog. ästhetischen Kriterien, welche es erleichtern einen Graphen zu verstehen (DiBattista et al. 1999,

Kaufmann et al. 2001). Eines dieser Kriterien bezieht sich auf die Reduktion der Ecken in den Verbindungen zwischen den Aktivitäten. Hierdurch wird eine kontinuierliche Darstellung der Verbindungen erzielt. Empirische Studien belegen, dass Darstellungen, welche eine gute Kontinuität besitzen leichter und als Ganzes wahrgenommen werden (Beck et al. 1989, Field et al. 1993). Dies postuliert auch das Gestaltgesetz der Kontinuität (Koffka 1935). Jedoch existiert keine Studie, in der dieses Kriterium empirisch für den Bereich des Projektmanagements untersucht wurde. Zudem zeigt eine Betrachtung existierender Projektmanagement Softwarelösungen, dass die Gestaltung der Verbindungen in Netzplänen stark zwischen den unterschiedlichen Produkten variiert und sich kein Standard findet. Am häufigsten wird eine Darstellung bestehend aus horizontalen und vertikalen Linien verwendet, welche jedoch Ecken aufweist und somit einen diskontinuierlichen Verlauf besitzt. Nach dem Gestaltgesetz der Kontinuität wird jedoch erwartet, dass Verbindungen, die einen kontinuierlichen Verlauf aufweisen besser nachverfolgt werden können. Dementsprechend wurden in einer empirischen Studie unterschiedliche Verbindungstypen altersdifferenziert analysiert und basierend auf den Ergebnissen Gestaltungsempfehlungen abgeleitet.

2. Methodik

Untersucht wurden insgesamt 90 Probanden im Alter von 25 bis 68 Jahren, welche für die Auswertung in drei Altersgruppen unterteilt wurden (jung: 25-39 Jahre, mittel: 40-55 Jahre, alt: 56-68 Jahre). In der jüngeren Altersgruppe lag das Durchschnittsalter bei 29,23 Jahren ($SD=3,15$), in der mittleren bei 46,87 Jahren ($SD=4,13$) und in der älteren bei 62,53 Jahren ($SD=3,16$). Hinsichtlich der eingeschätzten Erfahrung mit Projektplanung oder Nutzung von PMS bestanden keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Aufgabe der Probanden bestand darin, die Anzahl der Nachfolger einer vorher spezifizierten Aktivität in einem Netzplan mit 91 Aktivitäten zu identifizieren. Unter jeder Versuchsbedingung erfolgten drei Wiederholungen. Die Art der Verbindung zwischen den Aktivitäten wurde als unabhängige Variable in drei Stufen analysiert und in permutierter Reihenfolge den Probanden dargeboten. In Abbildung 1 sind die drei untersuchten Verbindungstypen dargestellt. Zwei kontinuierliche Verbindungstypen wurden gegen den de-facto Standard V1 getestet, welcher durch die Verwendung von Ecken einen diskontinuierlichen Verlauf besaß. Der Verbindungstyp V2 erreichte Kontinuität durch die Verwendung von Radien beim Übergang zwischen den horizontalen und vertikalen Linien, wohingegen bei Verbindungstyp V3 diagonale Verbindungen verwendet wurden.

Um in Bezug auf die Visualisierung sowohl den Anforderungen des Praxisbezugs als auch denen einer grundlegenden Analyse gerecht zu werden, erfolgte die Untersuchung in drei Aggregations- und Abstraktionsstufen. Zunächst wurde den Probanden ein stark aggregierter und abstrahierter Plan präsentiert, um grundlegende Aspekte der Struktur ohne Wechsel der Ansicht und ohne ablenkende Informationen innerhalb des Plans zu untersuchen. Die mittlere Aggregations- und Abstraktionsstufe orientierte sich stärker an der Anwendung, indem die Größe der Aktivitäten realitätsnah, jedoch die Informationen über die Aktivitäten wie im ersten Teil abstrahiert dargestellt wurden. Durch eine Aufteilung der Netzplandarstellung auf 10 Bildschirmbereiche wurden somit im Unterschied zum ersten Teil Wechsel der Ansicht erforderlich. Als Letztes wurden die Konditionen für die niedrigste

Aggregations- und Abstraktionsstufe getestet, in der zusätzlich alle Informationen über die einzelnen Aktivitäten nach der MPM-Notation abgebildet wurden. Der Faktor der Aggregations- und Abstraktionsstufe wurde als zusätzlicher Faktor mit in die Analyse einbezogen. Als Zwischensubjektfaktor wurde die Altersgruppe analysiert.

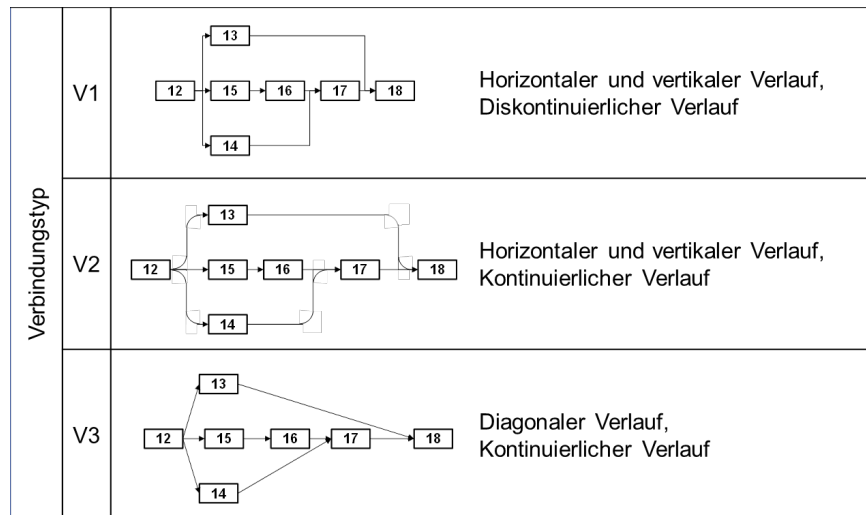


Abbildung 1: Darstellung der untersuchten Verbindungstypen.

Abhängige Variablen waren die Bearbeitungszeit und die Fehler. Die Daten wurden mittels einer mehrfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung analysiert. Es wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$ zugrunde gelegt. Die graphische Darstellung der Ergebnisse erfolgt mittels Fehlerbalken, in denen das 95% Konfidenzintervall dargestellt wird. Effekte zwischen den Faktorstufen, welche auf einem Niveau von 0.01 signifikant sind, werden zudem mit ** gekennzeichnet und Effekte, welche auf einem Niveau von 0.05 signifikant sind mit *.

3. Ergebnisse

Die Analyse zeigte, dass die beiden kontinuierlichen Verbindungstypen V2 und V3 im Mittel in geringeren Bearbeitungszeiten resultierten als der diskontinuierliche Verbindungstyp V1. Dieser Effekt war zudem auch statistisch signifikant ($F_{(1,715; 149,221)}=4,321$; $p=0,020$; $\omega^2=0,01$), wobei mittels der post-hoc durchgeführten direkten Vergleiche jedoch nur ein signifikanter Unterschied zwischen V1 und V2 nachgewiesen werden konnte ($p=0,026$; $r=0,28$). Deskriptiv konnte zudem im Vergleich zwischen V2 und V3 eine im Mittel geringfügig kürzere Bearbeitungszeit für V2 verzeichnet werden. In Abbildung 2 ist die Bearbeitungszeit für alle drei Verbindungstypen dargestellt.

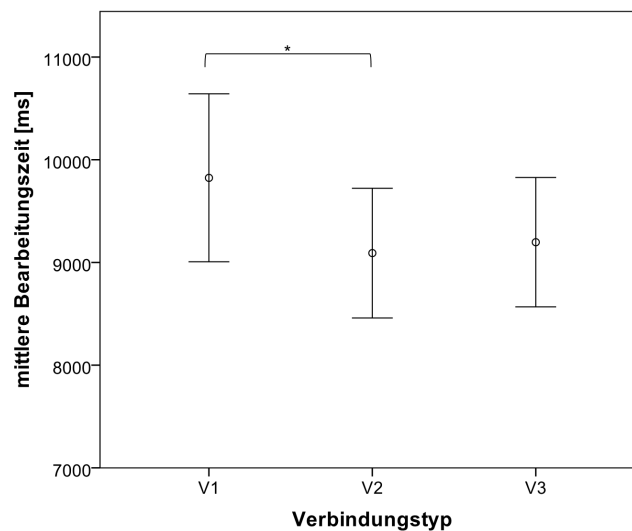


Abbildung 2: Bearbeitungszeit in Abhängigkeit der untersuchten Verbindungstypen.

In Bezug auf den Faktor Altersgruppe zeigte die Analyse einen signifikanten Anstieg der Bearbeitungszeit mit zunehmendem Alter ($F_{(2,87)}=27,026$; $p<0,001$; $\omega^2=0,46$). Dieser Haupteffekt wies eine Signifikanz zwischen allen drei Faktorstufen auf (jung/mittel: $p<0,001$; jung/alt: $p<0,001$; mittel/alt: $p=0,007$). Die Bearbeitungszeit in Abhängigkeit der Altersgruppe ist in Abbildung 3 dargestellt.

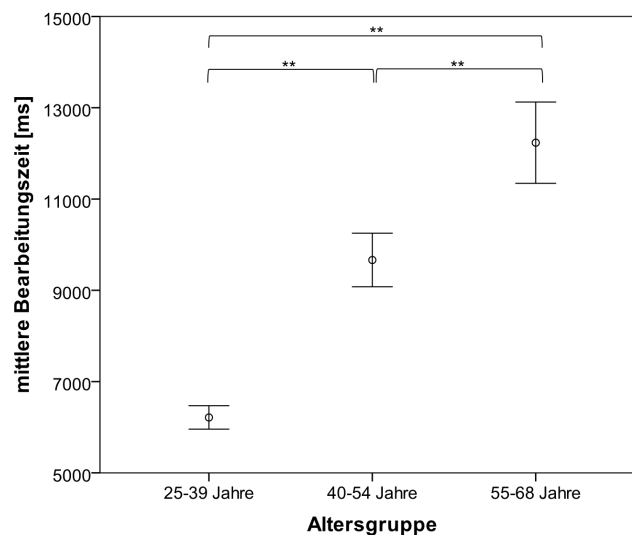


Abbildung 3: Bearbeitungszeit in Abhängigkeit der Altersgruppe.

Die Analyse des Faktors Aggregations- und Abstraktionsstufe zeigte die längste Bearbeitungszeit für die mittlere ($M=12041$ ms, $SD=7076$ ms) und die niedrigste Bearbeitungszeit für die höchste Aggregations- und Abstraktionsstufe ($M=5813$ ms, $SD=3040$ ms). Die geringste Aggregations- und Abstraktionsstufe ging mit einer mittleren Bearbeitungszeit von 10260 ms einher ($SD=4722$ ms). Die statistische Analyse bestätigte, dass sich die Aggregations- und Abstraktionsstufe signifikant auf die Bearbeitungszeit auswirkte ($F_{(1,862; 161,961)}=184,813$; $p<0,001$; $\omega^2=0,43$). In den Mittelwertvergleichen der post-hoc Analyse zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen der geringen und der mittleren ($p<0,001$; $r=0,49$), sowie zwischen der geringen und hohen ($p<0,001$; $r=0,85$) und zwischen der mittleren und hohen

Aggregations- und Abstraktionsstufe ($p < 0,001$; $r = 0,88$).

Zudem zeigte sich hinsichtlich der Bearbeitungszeit ein signifikanter Interaktionseffekt zwischen Altersgruppe und Aggregations- und Abstraktionsstufe ($F_{(3,723; 161,961)} = 12,605$; $p < 0,001$). Eine genauere Analyse bestätigte jedoch eine ordinale Interaktion, welche die Interpretation der Haupteffekte nicht einschränkt.

Analog zur Bearbeitungszeit zeigte sich für die Anzahl der Fehler eine ähnliche Abhängigkeit von den untersuchten Verbindungstypen (Abbildung 4). Auch hier konnte ein signifikanter Effekt des Verbindungstyps nachgewiesen werden ($F_{(1,606; 139,685)} = 3,601$; $p = 0,039$; $\omega^2 = 0,02$). V1 wies eine signifikant höhere Fehleranzahl auf als V2 ($p = 0,008$; $r = 0,31$). Die Unterschiede zwischen V1 und V3 sowie V2 und V3 waren hingegen statistisch nicht signifikant.

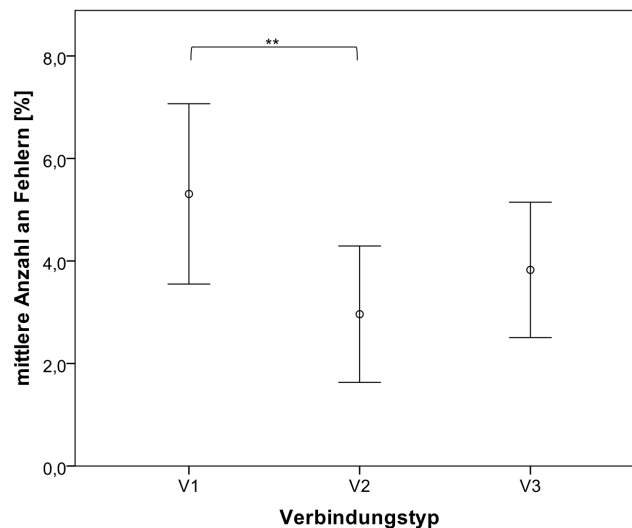


Abbildung 4: Anzahl der Fehler in Abhängigkeit der untersuchten Verbindungstypen.

Zudem wurde ein Anstieg der Fehler mit zunehmender Altersgruppe verzeichnet (Abbildung 5). Dieser Haupteffekt zeigte sich auch in der statistischen Analyse ($F_{(2; 87)} = 3,873$; $p = 0,033$; $\omega^2 = 0,08$), wobei jedoch im direkten Vergleich der Faktorstufen nur der Unterschied zwischen der jungen und mittleren Altersgruppe signifikant war ($p = 0,030$).

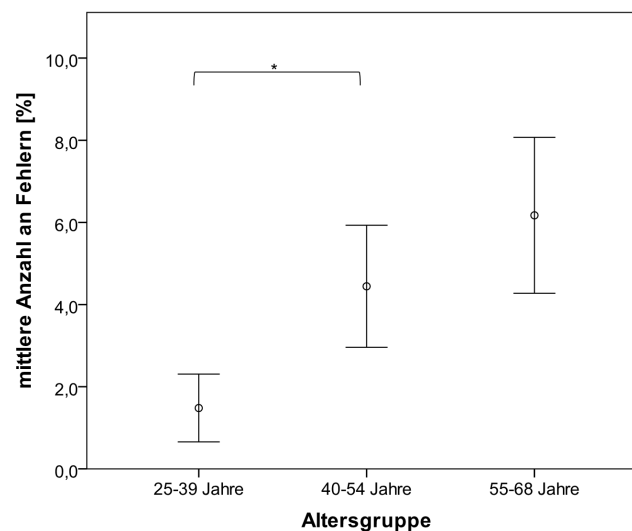


Abbildung 5: Anzahl der Fehler in Abhängigkeit der Altersgruppe.

Hinsichtlich der Fehler konnte zudem ein tendenzieller Anstieg der Fehleranzahl mit steigender Aggregations- und Abstraktionsstufe nachgewiesen werden. Die statistische Analyse zeigte jedoch keine signifikanten Unterschiede.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse dieser Studie wiesen signifikante Effekte der Altersgruppe und des gewählten Verbindungstyps auf die Bearbeitungszeit und Fehler auf. Diese Effekte zeigten sich robust für alle drei Aggregations- und Abstraktionsstufen, d.h. für unterschiedliche Bedingungen hinsichtlich der Aufteilung der Informationsdarstellung auf einen bzw. mehrere Bildschirmbereiche sowie der Anzahl der dargestellten Informationen. Mit steigendem Alter benötigten die Probanden eine längere Zeit zur Bearbeitung der Aufgaben und machten mehr Fehler. Ein altersbedingter Speed-Accuracy Tradeoff konnte somit nicht beobachtet werden. Für alle Altersgruppen resultierte zudem die Verwendung eines kontinuierlichen Verbindungstyps in einer niedrigeren Bearbeitungszeit sowie in einer geringeren Anzahl an Fehlern als die Verwendung des diskontinuierlichen Verbindungstyps. Statistisch signifikant waren jedoch nur die Unterschiede zwischen dem diskontinuierlichen Verbindungstyp und dem Verbindungstyp, welcher Kontinuität durch die Verwendung von Radien beim Übergang zwischen den horizontalen und vertikalen Linien erreichte. Für diesen Verbindungstyp zeigten sich auch deskriptiv die kürzesten Bearbeitungszeiten und geringsten Fehler. Da sich die beiden kontinuierlichen Verbindungstypen jedoch nicht signifikant unterscheiden muss die Frage, welcher der kontinuierlichen Verbindungstypen zu favorisieren ist, jedoch noch genauer analysiert werden. Zusammenfassend lässt diese Studie die Aussage zu, dass ein kontinuierlicher Verbindungstyp bei der Gestaltung von Netzplänen in Projektmanagement Software zu bevorzugen ist.

5. Literatur

- Anstey KJ, Low LF (2004) Normal cognitive changes in aging. *Australian Family Physician* 33:783-787.
- Beck DM, Pinsk MA, Kastner S (2005) Symmetry perception in humans and macaques. *Trends in cognitive sciences* 9(9):405-406.
- Bützler J, Bröhl C, Jochems N, Schlick C (2013) Age Differentiated Usability Evaluation of Project Management Software. *Human System Interaction (HSI) 2013, The 6th International Conference on, IEEE*, 153 - 158
- Carter ND, Kannus P, Khan KM (2001) Exercise in the prevention of falls in older people: a systematic literature review examining the rationale and the evidence. *Sports Med* 31:427-438.
- DiBattista G, Eades P, Tamassia R, Tollis IG (1999) *Graph Drawing - Algorithms for the Visualization of Graphs*. Prentice Hall.
- Field DJ, Hayes A, Hess RF (1993) Contour integration by the human visual system: Evidence for a local "association field". *Vision research* 33(2):173-193.
- Kaufmann M., Wagner D (2001) *Drawing Graphs - Methods and Models*. Springer.
- Koffka K. (1935) *Principles of Gestalt psychology*. Harcourt, Brace, Oxford, England.
- Schaie KW, Willis SL (Eds.) (2011). *Handbook of the Psychology of Aging*. San Diego, CA: Elsevier.

Danksagung: Die Forschungsarbeiten wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Transferprojektes (SCHL 1805/6-1) gefördert.