

## Ein Fragebogen zur Erhebung des Nutzerverhaltens bei der Interaktion mit Rechnerclustern

Johanna RENKER<sup>1</sup>, Stephan SCHLAGKAMP<sup>2</sup>, Gerhard RINKENAUER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,*  
*renker@ifado.de; rinkenaue@ifado.de*

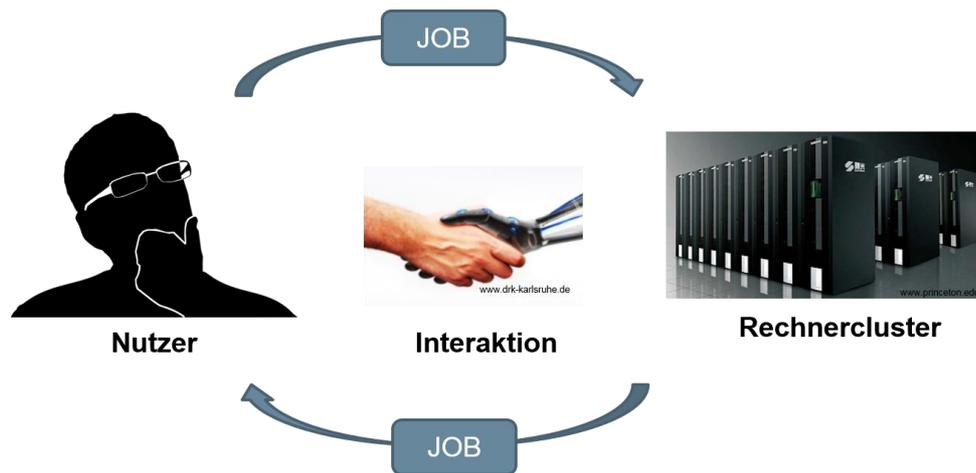
<sup>2</sup> *Institut für Roboterforschung TU Dortmund,*  
*stephan.schlagkamp@udo.edu*

**Kurzfassung:** Es besteht ein großes Interesse, bestehende Scheduler von Rechnerclustern zu verbessern, um schnellere Bearbeitungszeiten zu ermöglichen. Trace-Daten werden schon zur Analyse der Leistung des Rechnerclusters genutzt, aber die Interaktion zwischen dem Nutzer und dem Rechnercluster wird bislang noch nicht berücksichtigt. Daher soll nun auch das Nutzerverhalten und die Nutzerzufriedenheit im Kontext von Rechnerclustern untersucht werden, indem ein neu entwickelter Fragebogen eingesetzt wird. Die Ergebnisse zeigen, dass die Nutzerzufriedenheit begrenzt ist und somit Verbesserungspotential aufweist. Außerdem werden unterschiedliche Strategien angewendet, um die Leistung des Systems zu verbessern, die jedoch Auswirkungen auf die Erwartungen an das System haben könnten.

**Schlüsselwörter:** Rechnercluster, Testkonstruktion, Nutzerbefragung, Nutzerzufriedenheit, Nutzerstrategien

### 1. Einleitung

Um die Leistung von Rechnerclustern zu evaluieren, können Workload Traces genutzt werden (Feitelson, 2015), die jedoch nur eine Instanz des Interaktionsprozesses darstellen. Die Interaktion des Nutzers mit den Rechnerclustern wird meist nicht berücksichtigt, obwohl eine gegenseitige Einflussnahme vorhanden ist (siehe Abbildung 1). Ziel ist es mehr Informationen über diesen dynamischen Interaktionsprozess zu erhalten. Zur Untersuchung der Interaktionsmuster zwischen Nutzern und Rechnerclustern wurde ein neuer Fragebogen entwickelt, der auf die spezifischen Charakteristika der Interaktion eingeht (Renker et al., 2015). Die aus der Befragung resultierenden Daten könnten schließlich genutzt werden, um Nutzerverhalten zu modellieren und darauf aufbauend Simulationen von unterschiedlichen Scheduler Algorithmen durchzuführen, die möglicher Weise die Leistung des Rechnerclusters verbessern. (Fischer, 2001; Schlagkamp & Renker, 2015). Der Fokus dieser Arbeit liegt auf den Nutzerstrategien sowie der Nutzerzufriedenheit. Zunächst stellt sich die Frage, ob die Nutzerzufriedenheit verbesserungsbedürftig ist und tatsächlich Strategien angewendet werden, um die Bearbeitungszeit des Rechnerclusters zu beschleunigen. Des Weiteren könnten Strategien, die angewendet werden, um das System auszulastet, nachteilig für andere Nutzer sein, da durch die begrenzten Kapazitäten nicht alle Jobs gleichzeitig bearbeitet werden können und somit bestimmte Jobs vorrangig bearbeitet werden. Der eigentlich vorgegebene Algorithmus des Schedulers, die Zeitablaufsteuerung, wird somit umgangen.



**Abbildung 1:** Die Interaktion zwischen Nutzer und Rechnercluster: Nutzer reichen Jobs ein, die vom Rechnercluster bearbeitet und anschließend wieder zurück gesendet werden.

## 2. Methode

Die Entwicklung des Fragebogens zur Erhebung des Nutzerverhaltens bei der Interaktion mit Rechnerclustern bestand aus zwei Phasen. In einer ersten Phase wurde eine Fokusgruppe bestehend aus Administratoren eines Rechnercluster der TU Dortmund interviewt, um nähere Einblicke in die Interaktion mit Rechnerclustern zu gewinnen und die Kernfragen zu bestimmen. Zusätzlich wurden unterschiedliche Jobtypen bestimmt, um die Einreichung von Jobs differenzierter betrachten zu können. Interaktive Jobs sind sehr kleine Jobs, die sofort bearbeitet werden und die kontinuierliche Weiterarbeit ermöglichen. Kleine Jobs dauern bis zu 4 Stunden, mittelgroße Jobs 1 bis 3 Tage und große Jobs dauern länger als 3 Tage. In einer zweiten Phase wurden aufbauend auf den Erkenntnissen der Gruppeninterviews Skalen für den Fragebogen abgeleitet und schließlich Items entwickelt. Insgesamt wurden 7 Skalen mit 53 Items abgeleitet, die versuchen das Erfahrungslevel des Nutzers (6 Items), die wahrgenommene Joblänge der einzelnen Jobtypen (3 Items), das Nutzerverhalten hinsichtlich der eingereichten Jobs (7 Items), die Wartezeiten auf zu bearbeitende Jobs (3 Items), die angewendeten Nutzerstrategien (23 Items), die Nutzerzufriedenheit mit den Wartezeiten (4 Items) sowie die Akzeptanz von Wartezeiten (7 Items) zu erfassen. Eine Auflistung der Skalen mit den entsprechenden Definitionen findet sich in Renker et al. (2015). Hier soll die Skala „Nutzerstrategien“ mit ihren fünf Subskalen näher betrachtet und diskutiert werden (siehe Tabelle 1). Der Fragebogen liegt sowohl in englischer als auch deutscher Sprache vor. Bei der Befragung wurden sowohl Persönlichkeitsmaße mit der Kurzversion des Big-Five Inventars (Rammstedt & John, 2007), als auch Informationen zum Arbeitsplatz, persönliche Informationen und Fragen zu Verständlichkeit der Items mit erhoben.

17 Nutzer von drei verschiedenen Rechnerclustern der TU Dortmund nahmen an der Studie teil (Durchschnittsalter  $M=36$  Jahre,  $SD=10$  Jahre). Die Teilnehmer der Studie kamen aus den Fachbereichen: Mathematik, Statistik, Chemie, Physik und Informatik. Der durchschnittliche Anteil der Arbeitszeit mit dem Rechnercluster lag bei 34% der Gesamtarbeitszeit. Somit wird deutlich, dass bei der vorliegenden Stichprobe die Arbeit mit dem Rechnercluster eher eine Nebentätigkeit zu sein scheint.

**Tabelle 1:** Die Skala „Nutzerstrategien“ des Fragebogens zur Erhebung des Nutzerverhaltens bei der Interaktion mit Rechnerclustern

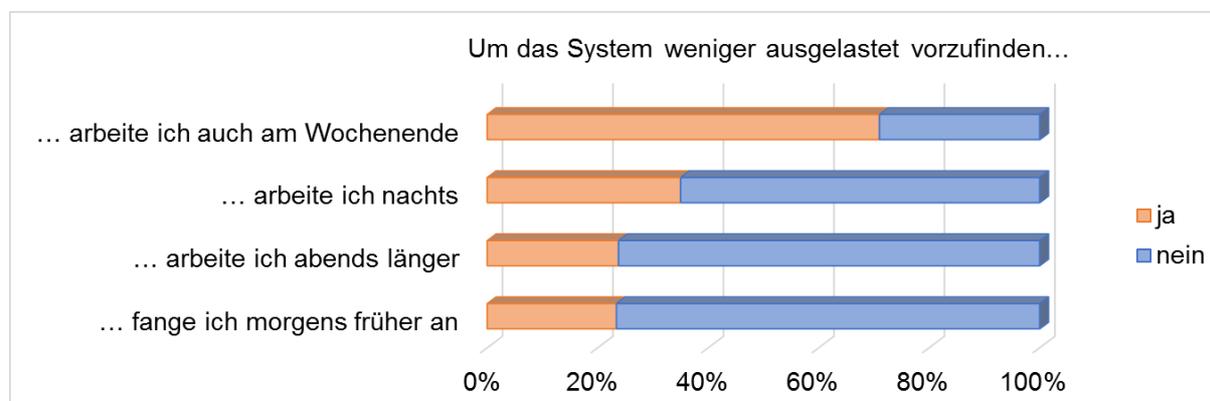
Subskala	Aufzuklärende Fragestellung
Einfluss auf die Arbeitszeit (5)	Wird außerhalb der gewöhnlichen Arbeitszeiten gearbeitet, um das System mit mehr freien Kapazitäten vorzufinden? <u>Bsp.-Item:</u> Ich fange morgens früher an zu arbeiten.
Nutzung von Strategien (5)	Werden Strategien angewendet, um schneller Ergebnisse zu erhalten? <u>Bsp.-Item:</u> Um schneller Ergebnisse zu erhalten spreche ich mich mit anderen Nutzern ab.
Generelle Anpassung (6)	Werden Strategien angewendet, die keine Auswirkungen auf andere Nutzer des Systems haben? <u>Bsp.-Item:</u> Ich passe den erwarteten Ressourcenbedarf meiner Jobs den vorhandenen Kapazitäten an.
Nutzerzentrierte Anpassung (5)	Werden Strategien angewendet, die nachteilig für andere Nutzer sind? <u>Bsp.-Item:</u> Ich reiche immer Jobs ein, egal wie ausgelastet das System ist.
Abbrechen des Jobs (2)	Wie oft werden aus welchen Gründen Jobs abgebrochen? <u>Bsp.-Item:</u> Wie viel Prozent Ihrer eingereichten Jobs brechen Sie ab?

*Hinweis.* Items werden auf einer 6-stufigen Skala von „triff überhaupt nicht zu“ bis „trifft voll und ganz zu“ bewertet. Zahlen in Klammern stellen die Itemanzahl der Subskala dar.

### 3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Analyse des Fragebogens zeigen zum einen, dass tatsächlich unterschiedliche Strategien genutzt werden, um die Bearbeitungszeit der eingereichten Jobs zu beeinflussen und zum anderen, dass die Nutzer mit der Wartezeit für die eingereichten Job nicht vollständig zufrieden sind ( $M=3.74$ ,  $SD=1.07$ ). Im Folgenden werden die Ergebnisse für die Skala „Nutzerstrategien“ beschrieben. Wie in Abbildung 2 dargestellt, arbeiten Nutzer von Rechnerclustern hauptsächlich am Wochenende, um das System weniger ausgelastet vorzufinden. Fünf der befragten Nutzer gaben sowohl für die Subskala „Einfluss auf die Arbeitszeit“ als auch für die Subskala „Nutzung von Strategien“ an, keine der abgefragten Strategien anzuwenden, um das System weniger ausgelastet vorzufinden oder schneller ein Ergebnis zu erhalten. Vor allem werden sogenannte bag of tasks, viele Einzeljobs, eingereicht, um die Bearbeitungszeit zu beschleunigen (59%). Auch die beiden Subskalen „Generelle Anpassung“ ( $M=3.98$ ,  $SD=0.59$ ) und „Nutzerzentrierte Anpassung“ ( $M=3.52$ ,  $SD=0.92$ ) zeigen eine Tendenz, dass Strategien angewendet werden und es dabei keine große Rolle spielt ob sie nachteilig für andere Nutzer des Rechnerclusters sind. Die letzte Subskala

„Abbrechen des Jobs“ zeigt, dass im Durchschnitt nur ein geringer Teil der Jobs, nämlich 12% ( $SD=18\%$ ), abgebrochen werden, hauptsächlich aufgrund einer fehlerhaften Programmierung der Jobs.



**Abbildung 2:** Häufigkeiten der Antworten auf die unterschiedlichen Items der Subskala „Einfluss auf die Arbeitszeit“.

Schließlich zeigen Mittelwertvergleiche, dass die Nutzerzufriedenheit davon abhängt ob außerhalb der gewöhnlichen Arbeitszeiten gearbeitet wird, gemessen anhand der Subskala „Einfluss auf die Arbeitszeit“ ( $t(16)=-4.459$ ,  $p<.001$ ). Des Weiteren gibt es einen signifikant negativen Zusammenhang der Subskala „Generelle Anpassung“ auf die wahrgenommene Joblänge von mittleren ( $t(16)=3.065$ ,  $p<.007$  und langen Jobs ( $t(16)=-3.947$ ,  $p<.001$ ) sowie die akzeptierte Wartezeit für lange Jobs ( $t(13)=-8.942$ ,  $p<.001$ ). Somit scheint die Erwartung an die Bearbeitungszeit des Rechnercluster von den genutzten Strategien abhängig zu sein. Jedoch ist hinzuzufügen, dass die Länge von kleinen ( $M=127$  Min.,  $SD=185$  Min.), mittelgroßen ( $M=2\ 333$  Min.,  $SD=3\ 133$  Min.) und großen ( $M=15\ 766$  Min.,  $SD=16\ 465$  Min.) Jobs am Anfang des Fragebogens sehr unterschiedlich eingeschätzt werden und somit eine breite Streuung aufweisen. Weitere Ergebnisse finden sich in Renker et al. (2015) sowie Schlagkamp et al. (2016).

#### 4. Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war es Einblicke in die Interaktion zwischen Nutzern und Rechnercluster zu bekommen. Dazu wurden die Daten eines neu entwickelten Fragebogens zur Erhebung des Nutzerverhaltens bei der Interaktion mit Rechnerclustern genutzt und die fünf Subskalen der Skala „Nutzerstrategien“ sowie die Nutzerzufriedenheit detaillierter betrachtet. Wie bereits von O’Donnel und Draper (1996) gezeigt und auch vorab angenommen werden tatsächlich Strategien genutzt, um mit Antwortverzögerungen umzugehen und schließlich schneller Ergebnisse von Rechnerclustern zu erhalten (siehe auch Renker et al., 2015). Außerdem scheint die Erwartung an das System hinsichtlich einer schnelleren Bearbeitungszeit zu steigen, wenn bereits Strategien angewendet werden. Dies ist ein erster Hinweis, dass Nutzer nicht zufrieden mit der Leistung des Rechnercluster sind und selbst versuchen die Bearbeitungswege zu optimieren, jedoch damit auch andere Nutzer benachteiligen. Dementsprechend zeigen auch die Ergebnisse der Skala „Nutzerzufriedenheit“ des Fragebogens, dass die Zufriedenheit mit den Wartezeiten auf eingereichte Jobs

begrenzt ist und somit Verbesserungspotential vorhanden ist. Außerdem zeigen die Ergebnisse, dass Nutzer zufriedener sind, wenn sie seltener außerhalb der gewöhnlichen Arbeitszeiten arbeiten, in diesem Fall hauptsächlich am Wochenende.

Die Informationen, die aus dem vorgestellten Fragebogen resultieren, können nun genutzt werden, um Nutzer zu modellieren und anschließend die Interaktion zwischen den modellierten Nutzern mit dem Rechnercluster zu simulieren. Unterschiedliche Scheduler-Algorithmen könnten so getestet und kritische Zeitintervalle identifiziert werden. Eine Anpassung des Algorithmus an die Interaktionsprozesse kann schließlich zu einer Leistungsverbesserung und somit zur Steigerung der Nutzerzufriedenheit führen. Jedoch ist zu beachten, dass eine große Varianz der Einschätzung der wahrgenommenen Joblänge vorliegt und somit jeder Nutzer sehr unterschiedliche mentale Repräsentationen von kleinen, mittleren und großen Jobs hat. Eine Verbesserung wäre es, die Jobtypen (kleine, mittelgroße und große Jobs) nicht als variables Zeitintervall, sondern als fixe Dauer zu definieren, um präzisere Daten für die Modellierung zu erheben. Weitere Studien mit einer größeren Stichprobe sind erforderlich, um den Fragebogen zu validieren und entsprechend zu optimieren.

## 5. Literatur

- Feitelson DG (2015) Workload Modelling for Computer System Performance Evaluation. Cambridge University Press.
- Fischer G (2001) User modeling in human-computer interaction. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 11:65-86.
- O'Donnell P, Draper SW (1996) How machine delays change user strategies. *SIGCHI Bull* 28:39-42.
- Rammstedt B, John OP (2007) Measuring personality in one minute or less: A 10-item short version of the big five inventory in english and german. *Journal of research in Personality* 41:23-212.
- Renker J, Schlagkamp S, Rinkenauer G (2015) Questionnaire for User Habits of Compute Clusters (QUHCC). In: *HCI International 2015 – Posters' Extended Abstracts*. Springer International Publishing 697-702.
- Schlagkamp S, Renker J (2015) Acceptance of waiting times in high performance computing. In: *HCI International 2015 – Posters' Extended Abstracts*. Springer International Publishing 709-714.
- Schlagkamp S, Ferreira da Silva R, Renker J, Rinkenauer G (2016) Analyzing users in parallel computing: A user-oriented study. *International Conference on High Performance Computing & Simulation (HPCS)* 395-402.

**Danksagung:** Ein ganz besonderer Dank gilt dem DFG-geförderten Graduiertenkolleg 1855 der TU Dortmund „Optimierung technischer Systeme unter Unsicherheit“ für die Unterstützung der Arbeit.



Gesellschaft für  
Arbeitswissenschaft e.V.

## **Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft**

63. Kongress der  
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FHNW Brugg-Windisch, Schweiz

15. – 17. Februar 2017

---

**GfA Press**

---

**Bericht zum 63. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 15. – 17. Februar 2017**

**FHNW Brugg-Windisch, Schweiz**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2017

ISBN 978-3-936804-22-5

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

**Schriftleitung: Matthias Jäger**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet, den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen.

USB-Print: Dr. Philipp Baumann, Olten

**Screen design und Umsetzung**

© 2017 fröse multimedia, Frank Fröse

[office@internetkundenservice.de](mailto:office@internetkundenservice.de) · [www.internetkundenservice.de](http://www.internetkundenservice.de)