



FLORIAN HARTSCH, M.Sc. | PROF. DR. DIRK JAEGER

# Arbeitsweisen von Forstmaschinenführern

Häufige Fehler und Verbesserungsmöglichkeiten

## Großkalamitäten und Forstmaschinen



Fotos: Hartsch

- 2021: 83 Mio. m<sup>3</sup> Holzeinschlag in Deutschland, davon knapp 61 % Schadholz (Destatis, 2022)
- Hochmechanisierte Holzerntesysteme machen die Arbeit sicher und effizient

## Komplexes Arbeitsumfeld Forstmaschine



Abbildung: John Deere

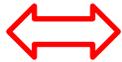
- Langwierige, intensive Ausbildungs- und Trainingsprogramme auf der Forstmaschine
- Harvesterfahrer fällt bis zu 2 Bäume pro Minute (12 Entscheidungen pro Baum) über einen 8-10 Stunden Arbeitstag
- 3500 Joystickbewegungen pro Stunde (Gellerstedt, 2002)
- 3 Jahre bis zur „finalen“ Ausprägung der Fertigkeiten (Purfürst, 2010)

## „Performance“ in hochmech. Holzerntesystemen

abhängig von:



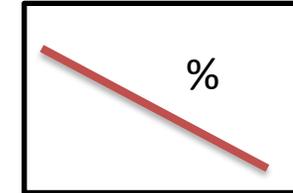
Maschinenführer



Maschine/Technik



Bestand / Sortiment



Gelände



Organisation

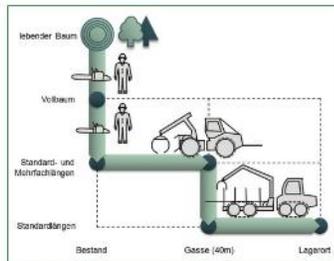
John Deere (2022)

„Performance“

## Arbeitsverfahren, Arbeitsmethode und Arbeitsweise

### Arbeitsverfahren:

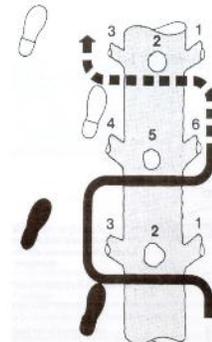
Kombination von Mensch und Betriebsmitteln innerhalb eines Arbeitssystems



<https://www.fva-bw.de>  
(2022)

### Arbeitsmethode:

Die Arbeitsmethode legt fest, „in welcher Art und Weise der Mensch bei einem bestimmten Arbeitsverfahren beteiligt sein soll“



Der Forstwirt (2015)

### Arbeitsweise:

Individuelle Ausführung des Arbeitsablaufs im Anhalt an die Arbeitsmethode (Fähigkeiten) unter Berücksichtigung von „Mindeststandards“ (Mindestanforderungen Arbeitsausführung und UVV)



Foto: Hartsch

## Arbeitsweisen – Wie weiter?

- Wir stellen fest, dass individuelle Wege, Arbeitsmethoden auszuführen (Arbeitsweisen), bei Forstmaschinenführern im Regelfall umfassend bekannt sind, einschlägige Literatur dieses „Phänomen“ jedoch nur sehr spärlich beschreibt!



Foto: Hartsch

- Was sind ineffiziente / nachteilhafte Arbeitsweisen von Forstmaschinenführern?
- Inwiefern wirken sich diese auf den laufenden Betrieb / die Produktivität / den Maschinenverschleiß, etc. aus?
- Wie kann man nachteilige Arbeitsweisen verbessern?



## Methodik

- Teilstrukturierte Interviews in Deutschland, Norwegen und Schweden mit Forstmaschinenführer**ausbildern**
- 15 Interviews gesamt (7 D, 5 S, 3 N)
- Demographische Daten, Datenschutz
- Pro Interview 10 Kernfragen
- Auswertung mit MAXQDA (Kodierung)

- **F1:** What are the most common/important problems that machine operators have with their driving skill/work method/work practice?
- **F2:** Can you give an example where you have helped an operator develop the driving skill/work method and it made a big difference?"
- **F3:** Is the problem describable with machine data? (angle, speed, position, ...)
- **F4:** What aspects of work are mainly affected? (mental/physical workload, productivity, value preservation, safety, soil impact...)
- **F5:** How big are the effects? How common is the problem?
- **F6:** How do you notice this problem? What indicators is it that you observe?
- **F7:** What strategy do you have to help the operator improve this aspect? What difficulties or obstacles can there be for the operator to change or improve?
- **F8:** Skill and work method relationship (Does the skill level affect which work method the operator use? / Does some work methods require more skill than others?)
- **F9:** Harvester affecting forwarder (What problems with the harvester work method/skill has the most effect for the forwarder? What effect?)
- **F10:** Crane settings. (What are the consequences of a poorly set up crane? How do you notice? What are the most common/important problems with the settings?)



Wald und Holz NRW (2022)

## Ergebnisse

- „Negative“ Arbeitsweisen bei der **Kranarbeit**
- Exorbitante Nutzung der vollen Kranauslage: Verschleiß und kognitive Belastung steigen
- Keine klare Fäll-/Schlagordnung: Schäden am verbleibenden Bestand
- Fällrichtung wird falsch eingeschätzt: Schäden am verbleibenden Bestand
- „Schlecht“ eingestellte Kräne / zu hohe Krangeschwindigkeit: Maschinenverschleiß erhöht sich
- Zu hohe Hebespannung / Aggregatspannung: Maschinenverschleiß erhöht sich
- Kranelemente werden nicht synchron eingesetzt: Produktivität sinkt
- Allgemein zu spärlicher Gebrauch des Teleskops: Produktivität sinkt
- Aggregat bei der Aufarbeitung zu hoch über dem Boden: Stabilität der Maschine im Gelände gefährdet
- [...]



Abb.: John Deere (2022)



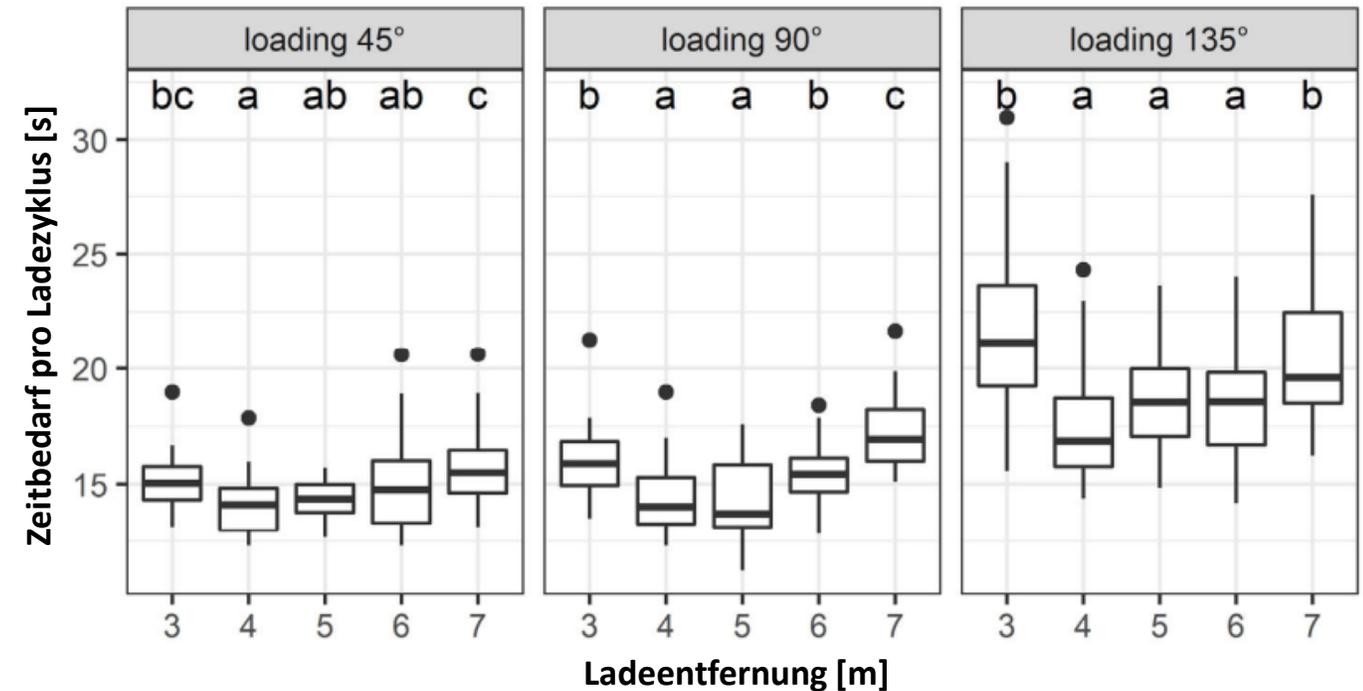
## Ergebnisse

- „Negative“ Arbeitsweisen bei der **Arbeitsplanung/Arbeitsausführung**
- Abstimmung zwischen Harvester- und Forwarderfahrer fehlt teilweise (gemeinsames „System“ zur Ablage von Rundholzabschnitten an der Gasse): Produktivität des Forwarders sinkt
- Ablage von Rundholzabschnitten durch den Harvester teilweise an unvorteilhaften Positionen (Feuchtgallen, Abbruchkanten)
- Manche Harvesterfahrer verstehen die Zusammenarbeit zwischen Harvester und Forwarder nicht als ein System
- Harvesterfahrer bilden tlw. zu große Raubeugen und vermischen Sortimenten: Produktivität des Forwarders sinkt, mentale Beanspruchung steigt
- Eine falsche Fällrichtung beeinflusst auch die Wertschöpfung: Fäule wird bei „falscher“ Fällung nicht erkannt
- Flächen sind vorab schlecht bekannt (Grenzen)
- Keine Nutzung von digitalen Assistenzsystemen
- Schlechte Arbeitsvorbereitung verkürzt die Lebensdauer von Maschine, Kran und Aggregat
- [...]

## Ergebnisse

- „Negative“ Arbeitsweisen beim **Fahren / Positionieren**
- Forstmaschine wird zu oft umpositioniert :  
Unnötige Fahrwege und Unterbrechungen  
des Arbeitsflusses
- Forstmaschine wird zu selten  
**umpositioniert**: Bäume können nicht mehr  
richtig gefällt, Sortiment nicht richtig  
aufgenommen werden -> **Kranwege  
erhöhen sich**, Produktivität sinkt,  
Verschleiß, Raubeugen werden zu groß)
- Positionieren abseits der Feinerschließung:  
Konflikte mit Waldbesitzer/Naturschutz  
(manchmal nicht anders möglich)
- [...]

Zum Einfluss der **Ladeposition** auf die Ladezyklusdauer bei Forwardern



Hartsch et al. (2022)

## Ergebnisse

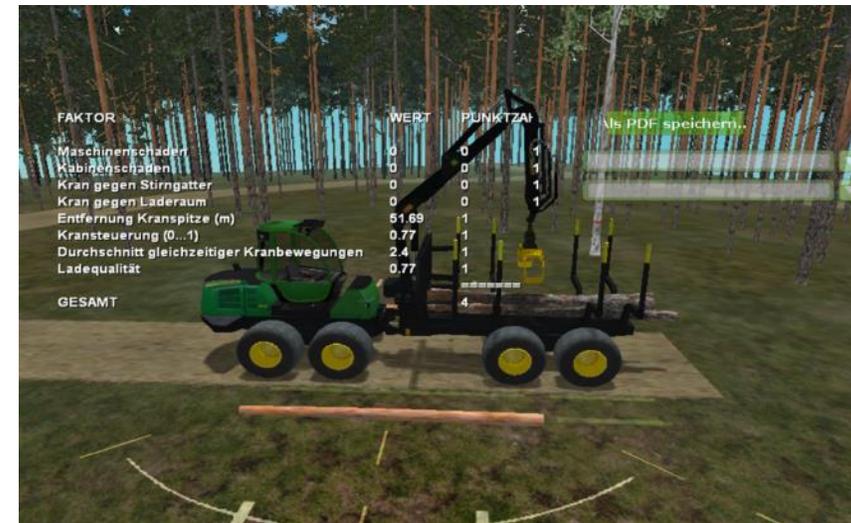
- **Verbesserungsmöglichkeiten**
- Andere Kraneinstellungen testen
- Simulatorübungen / Timberskills Lernumgebung / Learning Management System
- Trainingsprogramme auf der Maschine (RECO, separate Module für Forstmaschinenführer an dt. Waldarbeitsschulen)
- Austausch unter Maschinenführern fördern (Focus Groups)
- Nutzung von Kartensoftware zur besseren Planung der Forwardertätigkeit (Sammelhieb)



John Deere (2022)



Wald und Holz NRW (2022)



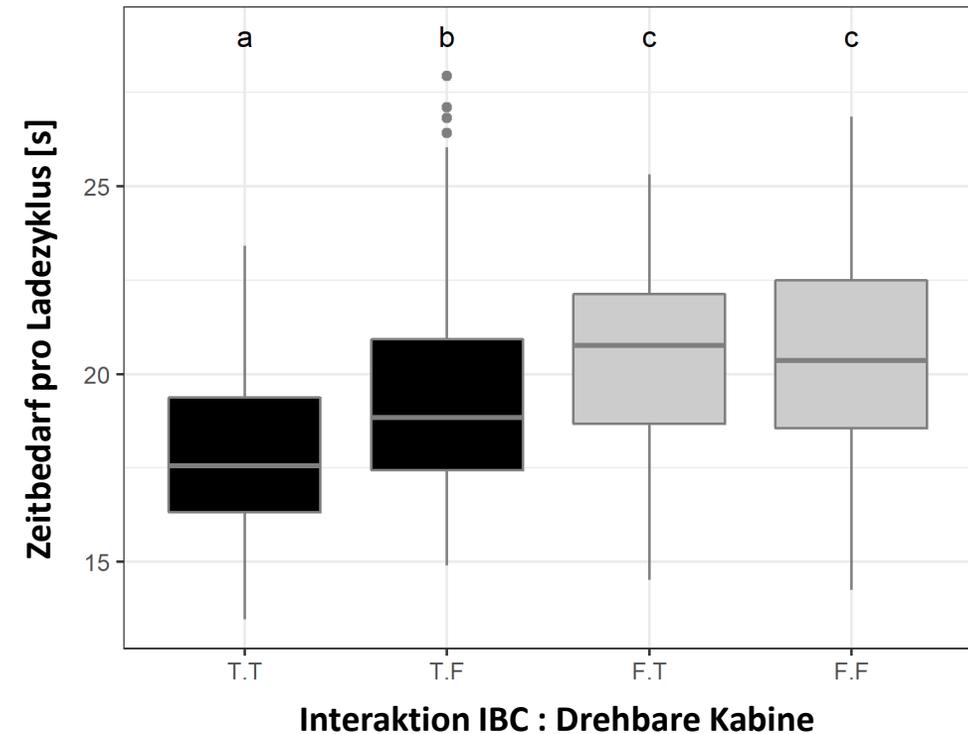
## Ergebnisse

- Verbesserungsmöglichkeiten
- Nutzung von Fahrerassistenzsystemen (z.B. IBC)



John Deere (2022)

### Einfluss von IBC und drehbaren Kabinen auf die Ladezyklusdauer beim Forwarder



Hartsch et al. (2022, unveröffentlicht)



## Ergebnisse

- Verbesserungsmöglichkeiten
- (Weiter-)Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen



Fotos: Hartsch



## Diskussion

- Das Ziel explorativer Interviews entspricht nicht dem einer Umfrage: Ergebnisse bilden daher nicht die Grundgesamtheit aller Fahrer ab
- Die befragten Forstmaschinenführerausbilder weisen jedoch aufgrund ihrer Erfahrung und der hohen Anzahl an aus- und fortgebildeten Maschinenführern ein hohes Maß an Erfahrung auf
- Die Ergebnisse zeigen einen erhöhten Bedarf an eingehenden Untersuchungen von hochmechanisierten Holzerntesystemen mit besonderem Fokus auf die Harvester-Forwarder Interaktion
- „Nachteilige“ Arbeitsweisen entstehen zwar auch auf der Grundlage äußerer Einflüsse, basieren vor allem aber auf den Fähigkeiten oder Eigenarten der Maschinenführer
- Die Auswertung der Befragungen zeigte, dass umfangreiches Potenzial zur Optimierung der Arbeitsweisen vorhanden ist, dies setzt jedoch eine eingehende Analyse der Arbeitsweise voraus und vor allem den Willen des Maschinenführers zur Verbesserung (Trainingsprogramme)
- Eine Bewertung von Arbeitsweisen als „gut oder schlecht“ ist anhand von Parametern wie Produktivität, Maschinenverschleiß, mentaler Belastung, etc. möglich



## Fazit und Ausblick

- Arbeitsweisen als individuelle Interpretation von Arbeitsmethoden treten regelmäßig auf und können bei einer „negativen“ Ausprägung Produktivitätseinbußen, hohe mentale Beanspruchung und Maschinenschäden verursachen und sogar die Sicherheit des Maschinenführers gefährden
- Ein besseres Verständnis hochmechanisierter Holzerntesysteme sowie die nähergehende Betrachtung von Maschinenführern selbst sind erforderlich
- Ausbildungsprogramme oder auch Fahrerassistenzsysteme können helfen, Eigenarten des Fahrers aufzudecken und zu korrigieren
- Die Tätigkeit auf Forstmaschinen ist und bleibt anspruchsvoll und wird auch in Zukunft eine bedeutende Rolle spielen

## Projektkonsortium und Förderung

Landesbetrieb Wald und Holz  
Nordrhein-Westfalen



**NIBIO**  
NORWEGIAN INSTITUTE OF  
BIOECONOMY RESEARCH



**skogforsk**



Das Projekt AVATAR wird unter dem Schirm von ERA-NET Cofound ForestValue von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR, Deutschland), Forskingsradet (Research Council of Norway), The Swedish Innovation Agency (VINNOVA), The Swedish Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Planning (FORMAS) und The Swedish Energy Agency (SWEA) unterstützt. ForestValue erhält Fördermittel aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm der Europäischen Union Horizon 2020 im Rahmen der Fördervereinbarung N° 773324.

Besonderer Dank gilt den an dieser Studie beteiligten Kollegen: **Felix Dreger** (IfADo), **Martin Englund** (Skogforsk) und **Even Hoffart** (Skogkurs).



## Quellen

1. John Deere (2022): Timbermatic Karten. Online verfügbar: <https://www.deere.de/de/forstmaschinen/timbermatic-karten/>. Zugriff am 13.07.2022
2. REFA (1998): Arbeitsstudien, Arbeitsorganisation und Qualitätsmanagement in der Forstwirtschaft. Verlag Institut für Arbeitsorganisation e.V, Stuttgart.
3. FVA Baden-Württemberg (2022): Motormanuelle Starkholzernte im Übergangsgelände. Online verfügbar: [https://www.fva-bw.de/daten-und-tools/tools/holzernteverfahren/holzernteverfahren?tx\\_gdfvascripts\\_scriptwrapper%5Bscript\\_file%5D=verfahren.php&tx\\_gdfvascripts\\_scriptwrapper%5Bscript\\_query%5D%5Bverf%5D=7&cHash=de4b251e968829eb6b9a78ad495ca705](https://www.fva-bw.de/daten-und-tools/tools/holzernteverfahren/holzernteverfahren?tx_gdfvascripts_scriptwrapper%5Bscript_file%5D=verfahren.php&tx_gdfvascripts_scriptwrapper%5Bscript_query%5D%5Bverf%5D=7&cHash=de4b251e968829eb6b9a78ad495ca705). Zugriff am 13.07.2022
4. Der Forstwirt (2015): Entasten mit der Motorsäge. 6-Sektoren-Methode. S. 472. Ulmer, Stuttgart.
5. John Deere (2022). IBC. Online verfügbar: <https://www.deere.de/de/forstmaschinen/ibc/>. Zugriff am 13.07.2022.
6. Hartsch, F.; Schönauer, M.; Breinig, L.; Jaeger, D. Influence of Loading Distance, Loading Angle and Log Orientation on Time Consumption of Forwarder Loading Cycles: A Pilot Case Study. *Forests* **2022**, *13*, 384. <https://doi.org/10.3390/f13030384>
7. Hartsch, F.; Schönauer, M.; Pohle, C.; Breinig, L.; Wagner, T and Jaeger, D. (2022, unpublished): Effects of Boom-tip Control and a Rotating Cabin on Loading Efficiency of a Forwarder: A Pilot Case study.
8. Hartsch, F.; Dreger, F.; Englund, M.; Hoffart, E.; Rinkenauer, G.; Wagner, T.; Jaeger, D. (2022, unpublished): Quantification of Positive and Negative Work Practices of Forest Machine Operators in Modern Cut-to-length Systems: An Empirical Analysis.
9. Hartsch, F.; Wagner, T.; Jaeger, D. (2022): Schneller mit IBC. *Forst und Technik* 04/2022, pp. 28-31.
10. Gellerstedt, S. (2002): Operation of the Single-Grip Harvester. Motor-Sensory and Cognitive Work. *International Journal of Forest Engineering* *13* (2).
11. Purfürst, T. (2010): Learning Curves of Harvester Operators. *Croatian Journal of Forest Engineering* *31* (2), pp. 89–97. Available online at <http://www.crojfe.com/r/i/02-purfuerst.pdf>.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!