

Betriebsvergleich der Nadelholzbereitstellung im norddeutschen Tiefland

Ergebnisse einer Prozessanalyse



Projektbearbeitung: Iris Ide

Projektbetreuung: Prof. Dr. Bettina Kietz

Bearbeitungszeitraum: September 2016 bis März 2017

Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst
Fakultät Ressourcenmanagement

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
2 Ziele des Betriebsvergleiches	2
3 Material und Methoden	3
3.1 Die beteiligten Forstbetriebe	3
3.2 Das Aufnahmeverfahren	4
3.3 Datenbasis	6
4 Ergebnisse	10
4.1 Prozessablauf und Zuständigkeiten	10
4.2 Gesamtprozess	12
4.3 Revierebene	14
4.4 Holzbüroebene	19
4.5 Durchlaufzeiten	29
5 Zusammenfassung und Diskussion	33
5.1 Ergebnisse	33
5.2 Methodik	37
5.3 Zielerreichung	38

Tabellenverzeichnis

3.1	Für die Auswertung standardisierter Holzbereitstellungsprozess . . .	5
3.2	Überblick Datensatz je Forstbetrieb	6
4.1	Vergleich der Prozessabläufe der einzelnen Betriebe	13
4.2	absolute und relative Zeitbedarfe der einzelnen Tätigkeiten am Teil- und Gesamtprozess	15
4.3	Gegenüberstellung hergeleitete Fahrzeit mit Zeit aktiver Prozesstätigkeit im Revier	19
4.4	T-Test-Auswertung Betriebsvergleiche, Signifikanzen gelb hinterlegt ($p < 0.05$)	20
4.5	sortimentsweiser Überblick der Zeitbedarfe/100FM als Median zu- sammengefasst, links: über alle Betriebe; Mitte: schnellster Betrieb (Median); rechts: langsamster Betrieb	23
4.6	absolute Zeitbedarfe der einzelnen Tätigkeiten am Teilprozess Büro in Abhängigkeit vom Betrieb und vom Kunden (Mittelwerte)	26
4.7	Durchlaufzeiten und andere Kennzahlen auf Revierebene	30
4.8	Durchlaufzeiten Abrechnungsvorgang nach Sortimenten	30
4.9	Zeitraum zwischen Datenannahme und Werksmaßrücklauf	32
5.1	Vergleich der absoluten und relativen Zeitbedarfe der Gesamtmittel- werte mit den Ergebnissen der Untersuchungen von Baumann (2009) [1]	35

Abbildungsverzeichnis

3.1	Aufnahmegebiete	3
3.2	dokumentierte Holzmengen auf Revier und Holzbüroebene; rote Linie = Sollmenge	6
3.3	links: betriebsinterne Streuung der dokumentierten Hiebsgrößen; rechts: einzelne Hiebe der Größe nach aufsteigend	7
3.4	Mengen der einzelnen Betriebe sortimentsweise aufsummiert	8
3.5	Streuung der Poltergrößen nach Sortimenten und Betrieben differenziert	8
3.6	oben: mittlere Hiebsumme über alle Sortimente als Mittelwert und Median zusammengefasst; unten Streuung der Datensätze für die einzelnen Sortimente	9
4.1	zum Gesamtprozess aufsummierte Mittelwerte und Mediane, relative Anteile der Tätigkeiten auf Revier- und auf Holzbüroebene	14
4.2	Auswertung der einzelnen Tätigkeiten auf Revierebene über alle Hiebe zusammengefasst, Mitte = Gesamtmedian	16
4.3	oben: Streuung der Zeitbedarfe/100 FM auf Revierebene; unten: Streuung der Zeitbedarfe/100 FM der Haupttätigkeiten auf Revierebene	17
4.4	Einflussfaktor Mensch; Verteilung der Daten bei Differenzierung nach Revierleitern (Betrieb 1)	17
4.5	Verteilung der Zeitbedarfe/100 FM nach Tätigkeiten differenziert	19
4.6	Verteilung der Gesamtzeitbedarfe/100 FM; links: differenziert nach Sortimenten; rechts: differenziert nach Kunden	21
4.7	Verteilung der Gesamtzeitbedarfe/100 FM nach Sortimenten differenziert	22
4.8	Gesamtzeitbedarf als Mittelwert und Median nach Kunden differenziert	24
4.9	Verteilung der Gesamtzeitbedarfe/100 FM nach Wald- und Werksmaß differenziert	27
4.10	Zusammenhang zwischen der Bereitstellungsmenge und dem Zeitbedarf/100 FM, Regression = Potenzfunktion	28
4.11	Zeitraum zwischen Holzdatenannahme und Zahlungseingang [d] als Median zusammengefasst	31

4.12 Zeitraum zwischen Holzdatenannahme und Zahlungseingang [d] kundenweise als Median zusammengefasst	31
--	----

1 Einleitung

Von allen Prozessen in einem gewinnorientierten Forstbetrieb, ist die Holzbereitstellung wohl der Prozess mit der größten Bedeutung. Vor allem die hochmechanisiert aufgearbeiteten Nadelholzmassensortimente sind für den betrieblichen Erfolg entscheidend. Strukturelle Reformen, bzw. Konzentrationsprozesse auf Seiten der Forst- aber auch der Holzwirtschaft und eine zunehmende Digitalisierung der Informationsflüsse haben die Rahmenbedingungen der Holzbereitstellung in den letzten 20 Jahren stark beeinflusst. Eine gut organisierte Holzbereitstellungskette ist ein wichtiges Wettbewerbskriterium auf dem nationalen, aber vor allem auch internationalen Holzmarkt [2]. Bereits 1995 mahnte Mahler im Cluster Forst und Holz an, bei der Optimierung der Holzbereitstellung den Transport des Holzes, die Vermessung und weitere Datenverarbeitung, die Regelung der Holzsortierung und die Bewältigung der damit zusammenhängenden logistischen Aufgaben mit einzubeziehen [3]. Anders als bei der Holzindustrie, gibt es bei vielen Forstbetrieben und zwischengeschalteten kleinen und mittelständigen Unternehmen oft große Datendefizite. Auch wenn die Optimierungspotentiale der operativen Prozesse der Holzbringung relativ gut beschrieben sind, mangelt es in vielen Betrieben an Kennzahlen, anhand derer sich der organisatorische Aufwand bewerten lässt [1]. Ende der 1990er rückte dieses Thema in den öffentlichen Fokus und bis 2009 gab es eine Reihe von Untersuchungen zum Optimierungspotential entlang der Holzbereitstellungskette. Im Forschungsschwerpunkt FairLog 2020 werden diese Inhalte erneut aufgegriffen und hinterfragt. Im Teilprojekt 1 „Die deutsche Holzlogistik auf dem ökonomischen Prüfstand“ sollten, anhand von Prozess- und Transaktionskostenanalysen, die wirtschaftlich bedeutsamen Teilprozesse der Rohholzbereitstellung herausgearbeitet und mit geeigneten Kennzahlen hinterlegt werden. Eine aktuelle Studie der IST-Situation sollte zeigen, ob und wie sich die Durchlaufzeiten und Prozessabläufe seit den Arbeiten von Hug [4], Bodelschwingh [2] und Baumann [1] verändert haben.

Dazu wurden im Zeitraum zwischen 2015 und 2017 zwei Fallstudien bearbeitet. Eine Fallstudie konzentrierte sich auf die Nadelindustrieholzbereitstellung im Harz und erprobte eine neue Form der Zusammenarbeit zwischen einem Forstbetrieb und einem Logistiker. In der zweiten Untersuchung wurden 5 norddeutsche Forstbetriebe hinsichtlich ihrer Prozessabläufe miteinander verglichen.

2 Ziele des Betriebsvergleiches

Neben der Prozessanalyse der ersten Fallstudie, zur Prozessanalyse der Nadelindustrieholzbereitstellung im Harz, wurden in einer zweiten Fallstudie mehrere Forstbetriebe einer Region hinsichtlich ihrer Nadelholzbereitstellung untersucht. Ziel ist es, durch die vergleichende Darstellung mehrerer Betriebe und eine Differenzierung nach allen bei der Holzernte anfallenden Sortimenten, die allgemeine Aussagekraft der erhobenen Kennzahlen für eine Prozessanalyse der Holzbereitstellung zu erhöhen.

3 Material und Methoden

3.1 Die beteiligten Forstbetriebe

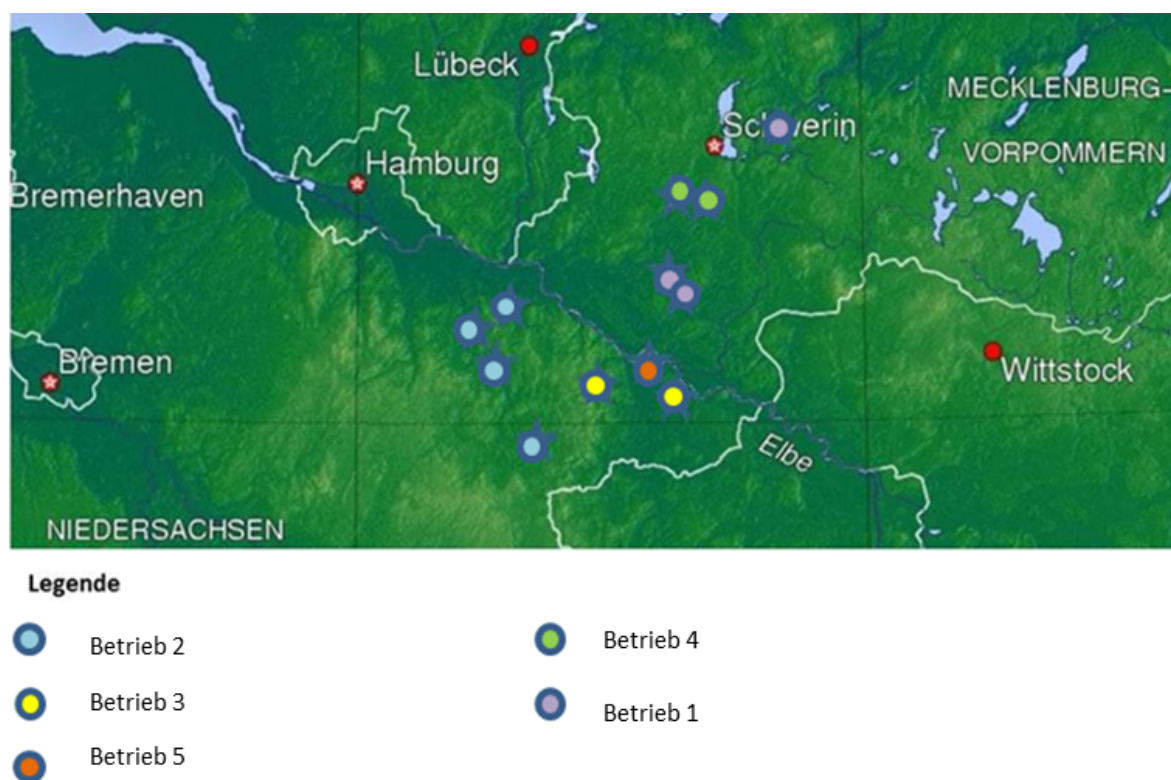


Abbildung 3.1: Aufnahmegebiete

Die Auswahl fiel auf 5 Forstbetriebe der Nordostdeutschen Tiefebene. Auswahlkriterium war die Lage im 100 km Umkreis von Uelzen (siehe Abbildung 3.1). Somit sollten ähnliche Rahmenbedingungen, wie der Topographie, der Hauptbaumart und dem Kundenkreis sichergestellt werden. Alle beteiligten Betriebe weisen einen Kiefernanteil von über 50% auf. Die Dokumentation der Holzbereitstellung sollte hiebsbegleitend über alle Sortimenten der Holzart Kiefer stattfinden. Dazu wurden im Vorfeld, durch die Betriebe selbst, entsprechende Hiebe bestimmt. Die Hiebsauswahl sollte unter Beachtung folgender zwei Aspekte erfolgen: die Kiefer ist die dominierende Baumart, die Holzernte sollte hochmechanisiert erfolgen. Ziel war es eine Mindestmenge von 5.000 Efm Kiefer je Betrieb zu erreichen.

Unter den beteiligten Betrieben sind 4 Anstalten des öffentlichen Rechts (2 Landesforstbetriebe, 1 Bundesforstbetrieb, 1 Stiftungsvermögen) und 1 privater Land-/Forst- und Fischereiwirtschaftlicher Betrieb. Allen gemein ist das Ziel einer nach-

haltigen Bewirtschaftung der Flächen, um deren Ertragskraft langfristig zu sichern. Beim Privat- und dem Stiftungsbetrieb sind der moderne Waldbau und die moderne Holzproduktion das Kerngeschäft, mit dem obersten Ziel, möglichst hoher Reinerträge zu erwirtschaften. Beim Landeswald ist zwar auch die Holzproduktion das Kerngeschäft, allerdings mit besonderer Rücksicht auf die biologische Vielfalt und die landeskulturellen Funktionen der Wälder. Beim Bundesforstbetrieb ist die gewinnorientierte Holzernte meist nicht das oberste Ziel. Die Holzeinschlagsplanung richtet sich je nach Liegenschaft weniger nach dem aktuellen Holzmarkt, sondern vielmehr nach infrastrukturellen Bedürfnissen und den Interessen des Naturschutzes. Aus Gründen der Anonymität wird auf eine detaillierte Vorstellung der Betriebe verzichtet.

3.2 Das Aufnahmeverfahren

Bei der Erstellung der Aufnahmeformulare konnte auf die vorherige Fallstudie, der Nadelindustrieholzholzbereitstellung im Harz, aufgebaut werden. Da die Prozesse der einzelnen Betriebe in ihrem Ablauf und den Begrifflichkeiten mitunter stark variierten, wurden die Aufnahmeformulare individuell angepasst. Vorab wurde in jedem Betrieb ein Interview mit Mitarbeitern des höheren Dienstes durchgeführt, um die jeweiligen Rahmenbedingungen und Abläufe des Holzernteprozesses und des Holzverkaufs zu erfassen.

Die danach angepassten Aufnahmeformulare wurden mit den jeweiligen Ansprechpartner erneut überarbeitet. Wie auch in der anderen Fallstudie wurde für alle Betriebe ein Begleitschreiben verfasst. Darin wurden die Mitarbeitern kurz über das Projekt bzw. den Versuch, an dem sie beteiligt sind, informiert und das Aufnahmeverfahren erklärt. In zwei der fünf Betriebe wurde auf Wunsch eine Einführungsveranstaltung mit allen an der Dokumentation beteiligten Personen durchgeführt, um Ihnen die Gelegenheit für Verständnisfragen zu geben. In den anderen 3 Betrieben erfolgte die Einweisung durch den Betrieb.

Die Holzbereitstellung sollte von der Hiebsanlage bis zum Zahlungseingang dokumentiert werden. Anders als bei der ersten Fallstudie sollten nun alle beim Hieb anfallenden Nadelholzsortimente erfasst werden.

Der Dokumentationszeitraum erstreckte sich über das vierte Quartal 2016 und das erste Quartal 2017. Die Dokumentation der einzeln aufgeführten Tätigkeiten umfasste die Datums- und Zeitangabe in Minuten. Fehlte eine Zeitangabe, die jedoch

Tabelle 3.1: Für die Auswertung standardisierter Holzbereitstellungsprozess

Revier		Holzbüro	
Vorbereitung	Hiebsanlage/Vorabsprachen	Vorbereitung	Absprachen
	Arbeitsauftrag		Holzdatenannahme
Holzernte	Einweisung	Verkaufsabsprachen	Mengenanmeldung Kunde
	Holzerntekontrolle		Bürgschaft
	Abschlussbesprechung		Werksmaßerfassung
Datenerfassung	Holzaufnahme	Abrechnung	Rechnung
	Datenbearbeitung/Freigabe		Zahlungseingang
	Nachträgliche Polterbeschriftung		Abfuhrfreigabe
Sonstiges	Vorzeigung + Dokumentation		
	Holzabfuhr		
	Ableich Werksmaß/Nachbearbeitung		

aus Plausibilitätsgründen notwendig gewesen wäre, so wurde hierfür ein Mittelwert aus den vorhandenen Zeitangaben desselben Betriebes gebildet. Des Weiteren wurden die jeweiligen Bezugsmengen abgefragt, was im Revier die Hiebsmenge und im Holzbüro die Menge der Bereitstellung bzw. Rechnung war. Über diese Bezugsmenge konnte ein Zeitwert/100 FM berechnet werden, was die einzelnen Zeitbedarfsangaben vergleichbar macht. Diese Zeitwerte/100 FM wurden anschließend zu Mittelwerten und Medianen zusammengefasst. Für eine einheitliche Auswertung wurde aus allen Aufnahmebögen ein Standardprozess herausgearbeitet (siehe Tabelle 3.1). Dabei kam es vor, dass im Falle einer detaillierteren Dokumentation, mehrere Tätigkeiten zu einer zusammengefasst wurden. Auch die Zuordnung zum Teilprozess musste für den Vergleich mitunter abgeändert werden. So übernimmt z.B. die Vorzeigung und die beim Werksverkauf anfallende nachträgliche Polterbeschriftung in Betrieb 4 der Holzvermarkter im Büro. Da diese Tätigkeiten in anderen Betrieben auf Revierebene stattfinden, wurden sie den jeweiligen Hieben zugeordnet und als Bezugsmenge wurde die Hiebsmenge und nicht die Bereitstellungsmenge verwendet. Andersherum wurden Kundenmeldungen die der Revierleiter vornimmt (Betrieb 1 und 3) den aus diesem Hieb stammenden Bereitstellungsmeldungen im Holzbüro zugeordnet.

Wie auch schon in der ersten Fallstudie zum Nadelindustrieholz, waren außer bei der Vorzeigung in den Zeitangaben keine Fahrzeiten der Revierleiter enthalten. Anhand der Datumsangaben lässt sich die Anzahl an Vorortterminen am jeweiligen Hieb abschätzen. Über die Anzahl der Vororttermine, die Entfernungsangabe zwischen Hiebsort und Büro und einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 30 km/h wurden die ungefähren Fahrzeiten/100 FM hergeleitet. Die Auswertung wurde mit Microsoft Excel vorgenommen.

3.3 Datenbasis

Insgesamt wurden 29 Hiebsmaßnahmen und 84 Bereitstellungsmeldungen an den Kunden dokumentiert. Davon handelte es sich bei 66% aller Hiebe um Durchforschungen im Bestandesalter zwischen 50 und 120 Jahren. Bei 3 Hieben lag das Bestandesalter unter 50 Jahren (10%), bei 7 über 120 Jahren (24%). Der Kiefernanteil betrug bei 15 der Hiebe über 90%, bei 8 Hieben war er zumindest größer als 60%. Lediglich bei 5 Hieben war die Kiefer nicht die dominierende Baumart (17%), darunter gab es zwei dokumentierte Hiebe, wo gar keine Kiefer sondern Fichte geerntet wurde.

Tabelle 3.2: Überblick Datensatz je Forstbetrieb

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4	Betrieb 5	Gesamt
REVIER						
Anzahl Hiebe	13	5	3	4	4	25
Anzahl Reviere	3	4	2	2	3	14
Menge [FM]	5545.50	6632.04	3487.12	1604.52	8031.00	17269
davon Kiefer [FM]	5019.35	4685.60	na	1101.50	7537.00	10806
rel. Anteil Kiefer [%]	91	71	na	69	94	63
Zielerreichung 5.000 FM [%]	111	133	70	32	161	69
Zielerreichung 5.000 FM Kiefer [%]	100	94	na	22	151	43
Holzbüro						
Anzahl Bereitstellungen	30	32	9	13	na	84
Menge [FM]	6308.04	7522.85	4024.00	2486.53	8031.00	20341
davon Kiefer [FM]	6308.04	6596.16	4024.00	2486.53	7537.00	19415
Anteil Kiefer [%]	100	88	100	100	94	95
Anzahl Kunden	6	12	3	3	2	13
Langholz (Bereitstellungen/Kunden)	1/1	4/2	2/1	na	na	7/3
Abschnitte (Bereitstellungen/Kunden)	13/2	13/4	9/1	7/1	na	42/4
Palette (Bereitstellungen/Kunden)	6/1	9/2	na	3/1	na	18/2
Industrieholz (Bereitstellungen/Kunden)	9/2	6/4	na	3/1	na	18/5

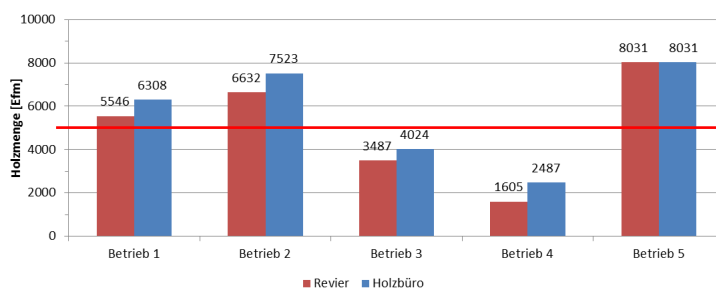


Abbildung 3.2: dokumentierte Holzmenge auf Revier und Holzbüroebene; rote Linie = Sollmenge

Die als Mindestmenge angestrebten 5.000 FM Kiefernholz konnten nur in 2 Betrieben erreicht werden, über alle Baumarten betrachtet, haben 3 Betriebe die Mindestmenge erfüllt. Auf Holzbüroebene sind die aufsummierten Holzmenge mitunter

etwas höher als im Revier, da manche Bereitstellungen mitunter hiebsfremde Parteien beinhalten bzw. die Bezugsmenge meist im Abrechnungsmaß angegeben wurde (Ausnahme Betrieb 4) und dieses im Fall der Abschnitte im Werksmaß meist etwas höher ausfiel als das Waldmaß (siehe 3.2 und 3.2).

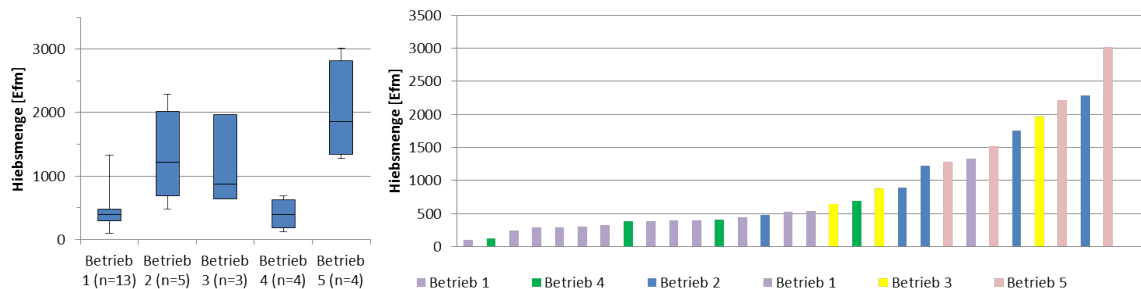


Abbildung 3.3: links: betriebsinterne Streuung der dokumentierten Hiebsgrößen; rechts: einzelne Hiebe der Größe nach aufsteigend

Da bei den Hieben in den meisten Betrieben sehr große Menge anfielen und für die Untersuchung lediglich eine Gesamtmenge von mindestens 5.000 FM festgelegt wurde, war der Stichprobenumfang für die Prozessanalyse auf Revierebene meist nicht größer als 4. Bei Betrieb 3 wurde als Hiebsmenge nur die anfallenden Stammholzsortimente dokumentiert. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse auf Revierebene berücksichtigt werden, der wahre Zeitbedarf dadurch auf Revierebene unter- und auf Holzbüroebene überschätzt wird.

Über alle 29 Hiebe betrachtet, schwanken die Hiebsmengen zwischen 101 und 3.020 FM. Die mittlere Hiebsmenge betrug 872 FM (Median 527 FM). Einen Überblick über die Streuung der Hiebsmengen in den einzelnen Betrieben gibt die Abbildungen 3.3. Daraus geht hervor, dass die Hiebe beim Betrieb 1 und 4 mengenmäßig deutlich kleiner waren (Mittelwert ca. 400 FM) als in den anderen 3 Betrieben, wo die anfallenden Hiebsmengen meist zwischen 500 und 2.500 FM betrugen (Median 1.300 FM; Mittelwert 1.500 FM). Signifikante Unterschiede der mittleren Hiebsgrößen konnten im T-Test nur in den Vergleichen von Betrieb 1 mit dem Betrieb 2 ($p=0.045$), dem Betrieb 1 mit dem Betrieb 5 ($p=0.025$) und dem Betrieb 4 mit dem Betrieb 5 ($p=0.021$) nachgewiesen werden.

In Abbildung 3.4 wird die insgesamt anfallende Holzmenge gemäß der Polterliste nach Sortimenten differenziert.

Lässt man den Betrieb 3 außen vor, so wurden von der Gesamtholzmenge insgesamt 44% als Abschnitte, 20% als Palette, 32% als Industrieholz und 4% als Langholz ausgehalten. Die mittlere Poltergröße liegt bei allen Sortimenten zwischen 50-60 FM. Abbildung 3.5 zeigt die Streuung der Poltergrößen der einzelnen Sortimente nach Betrieben differenziert. Demnach sind die Polter im Betrieb 4 etwas größer als in

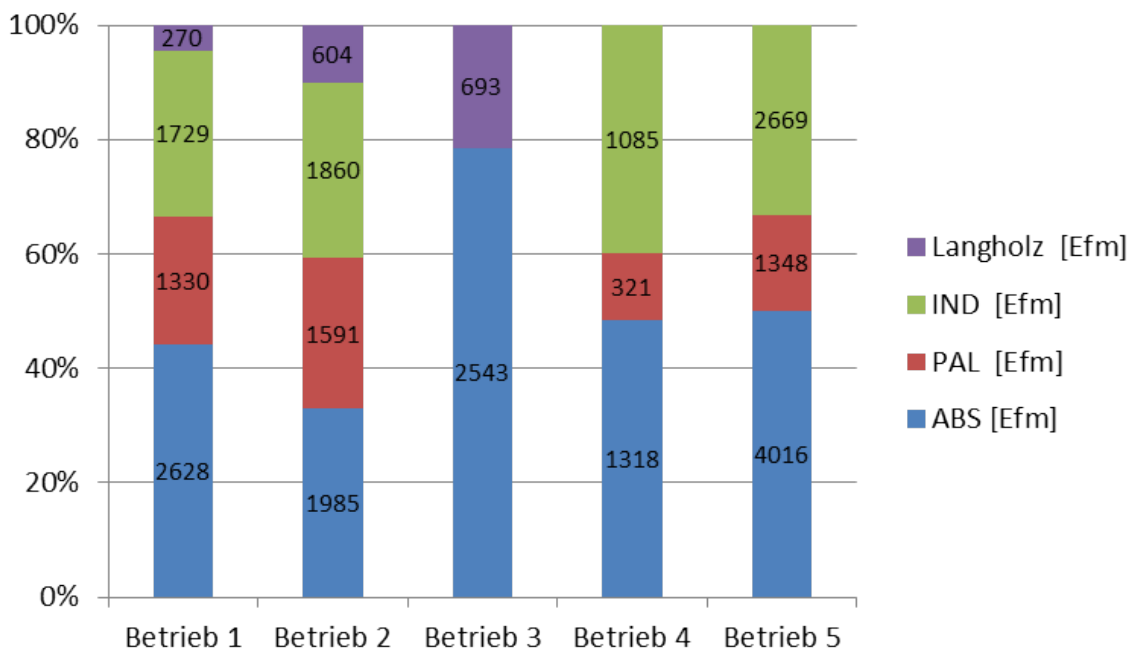


Abbildung 3.4: Mengen der einzelnen Betriebe sortimentsweise aufsummiert

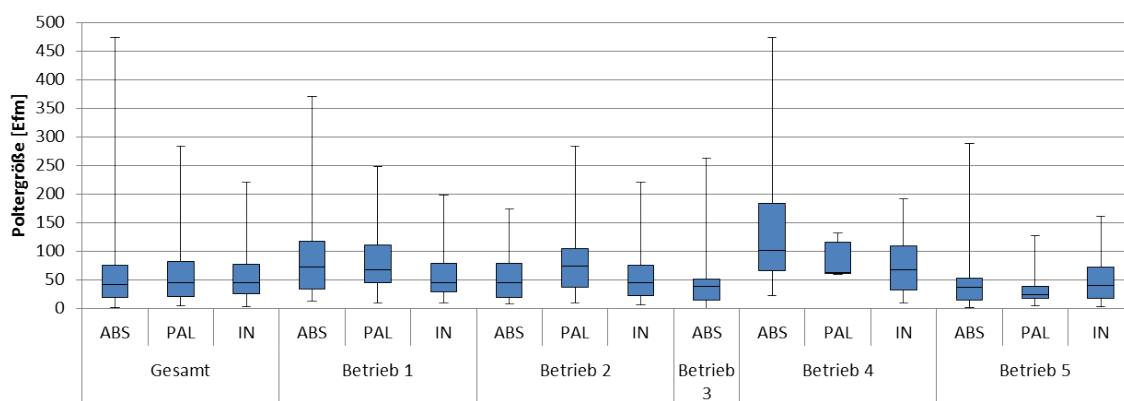


Abbildung 3.5: Streuung der Poltergrößen nach Sortimenten und Betrieben differenziert

den anderen Betrieben. Der Anteil an Kleinstpoltern unter 15 FM betrug über alle 409 dokumentierten Polter insgesamt 16% (66 Polter). Die meisten Kleinstpolter fand man bei dem Betrieb 3 (10 von 49; rel. Anteil 22%), gefolgt von dem Betrieb 5 (38 von 171; relativer Anteil 20%).

Bei den Abrechnungsvorgängen wurden je Betrieb zwischen 9 (MeckVoPo) und 32 (Klosterforst) Bereitstellungen dokumentiert. Über alle 89 Bereitstellungsmengen schwanken die Abrechnungsmengen zwischen 23 und 854 FM (Mittelwert 239 FM). In der oberen Grafik der Abbildung 3.6 werden die Bereitstellungsmengen der einzelnen Betriebe als Mittelwerte und Mediane zusammengefasst. Die Grafik darunter

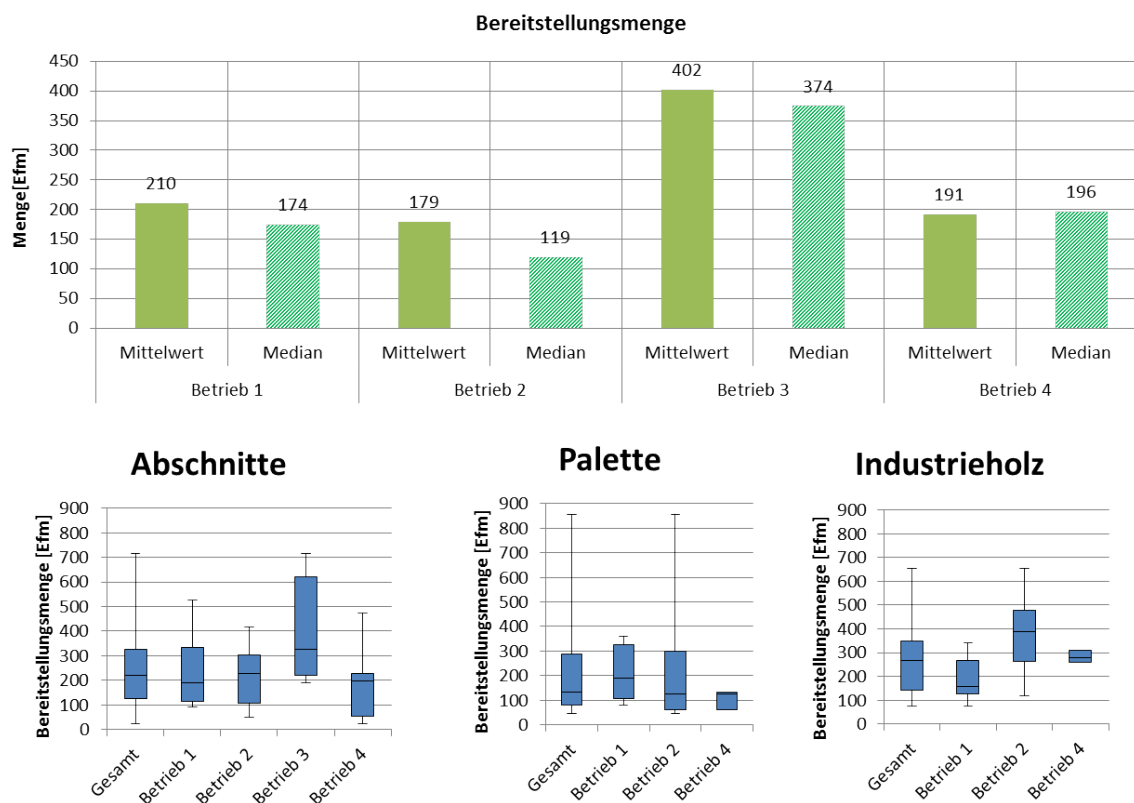


Abbildung 3.6: oben: mittlere Hiebsmenge über alle Sortimente als Mittelwert und Median zusammengefasst; unten Streuung der Datensätze für die einzelnen Sortimente

zeigt die Streuung der jeweiligen Bereitstellungsmenge getrennt nach Sortimenten. Bei den Abschnitten zeigt sich über alle Betriebe hinweg eine ähnliche Streuung der Bereitstellungsmengen. Da der Betrieb 3 nur das sägefähige Stammholz dokumentiert hatte, wurde pro Bereitstellung im Mittel scheinbar fast doppelt so viel Holz bereitgestellt als in den anderen 3 Betrieben, eine Signifikanz dafür konnte im T-Test jedoch nicht nachgewiesen werden.

Das größte Kundenportfolio wies der Betrieb 2 auf (12 Kunden). Bei annähernd der gleichen Holzmenge bediente der Betrieb 1 lediglich 6 Kunden (siehe Tabelle 3.2).

4 Ergebnisse

4.1 Prozessablauf und Zuständigkeiten

Auf Grundlage der Interviews sollten die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Holzbereitstellung in den einzelnen Betrieben herausgearbeitet werden. Die Tabelle 4.1 ist ein Versuch die Rahmenbedingungen vergleichend darzustellen. Startpunkt der Dokumentation ist für alle Betriebe der Arbeitsauftrag. Dieser wird bei den 4 öffentlich-rechtlichen Anstalten in schriftlicher Form bei der Einweisung ausgehändigt und gegengezeichnet. Ein auf Forstamtsebene entworfenes Standardformular gibt grob die wichtigsten Inhalte des Arbeitsauftrages vor. Im Privatbetrieb werden meist nur mündliche Absprachen getroffen. Die Intensität und Häufigkeit der Holzerntekontrollen hängt bei den meisten Betrieben vom Bekanntheitsgrad des Unternehmers ab. Alle 4 öffentlich-rechtliche Betriebe müssen die Aufträge öffentlich vergeben. Da dies auf Forstamtsebene geschieht, wird wieder vermehrt versucht auf Stammunternehmer aus der Region zurückzugreifen. Nur bei Betrieb 1 ist dies nicht möglich, da die Auftragsvergabe zentral von der Betriebsleitung gesteuert wird. Die Anforderungen an die Arbeitsqualität (Toleranzgrenzen und Strafen) werden meist in der Ausschreibung und in den allgemeinen Geschäftsbedingungen vorgegeben. Die Einhaltung dieser ist vom Revierleiter, in mehr oder weniger standardisierter Form, während der laufenden Holzerntemaßnahme zu kontrollieren, aber selten zu dokumentieren. Vorgaben zur Häufigkeit dieser Kontrollbesuche gibt es keine. Der Kontroll- und Abspracheaufwand ist bei Stammunternehmern wesentlich geringer als bei Fremdfirmen, da zum einen die Rahmenbedingungen bekannt sind, zum anderen aber auch ein hohes Interesse des Unternehmers besteht, weitere Aufträge in der näheren Umgebung zu bekommen.

Da bei allen Betrieben die Abschnitte im Werksmaß verkauft werden, dient das Waldmaß nur als Logistik- und Kontrollmaß. Bei den Betrieben 3 und 2 werden die Abschnitte im Polter lediglich gezählt und mit dem Harvestermaß abgeglichen. Das Industrie- und Palettenholz wird meist im Waldsektionsmaß vermessen und verkauft. Die Ausnahme bilden hier einige Kunden des Betriebs 3, die Industrieholz mitunter auch über die T atro abrechnen. Als Waldmaß wird jedoch auch hier das Waldsektionsmaß erhoben. Bei den Betrieben 1,4 und 5 werden bei Unternehmerinsatz auch die Abschnitte im Waldsektionsmaß vermessen. Die Datenerfassung erfolgt bei den Betrieben 4 und 5 zunächst händisch und wird anschließend am PC

eingetragen. Die anderen arbeiten mit Handheldcomputern, wo die Daten bereits im Revier erfasst und durch Knopfdruck in die Datenbank geladen werden können. Beim Betrieb 3 steht hierfür ein eigens entwickeltes mobiles Datenerfassungsgerät zur Verfügung. Betrieb 2 arbeitet mit ComForst, der Betrieb 1 mit Fovea. Allerdings besteht derzeit zwischen der Fovea Applikation und der Datenbank von Betrieb 1 noch keine automatische Schnittstelle. Alle 3 Aufnahmegeräte können per GPS die Polterkoordinaten feststellen. Die Abfuhrkarten lassen sich daraufhin auf Knopfdruck erstellen. Der Betrieb 4 trägt die Polter händisch in ein GIS-Programm ein, die Polterkoordinaten werden dann in die Buchungssoftware überspielt. Als Buchungssoftware werden bei den Betrieben 3 und 1 eigene Datenbanken verwendet. Bei den anderen Betrieben wird auf bestehende Software von ComForst, Abies FIS oder Euroforst zurückgegriffen.

Bei den Betrieben 1 und 3 erstellen die Revierleiter die Bereitstellungsmeldung. In Betrieb 3 wird diese dann an die Betriebsleitung und ans Forstamt gesandt. Die Person aus der Betriebsleitung leitet diese dann weiter an die jeweiligen Kunden. Bei Betrieb 1 informieren die Revierleiter selbstständig die Kunden. In den Betrieben 2 und 4 übernehmen das die Sachbearbeiter im Holzbüro. Fordert der Kunde eine Vorzeigung, so übernimmt diese meist der Revierleiter. Lediglich beim Betrieb 4 werden die Kunden durch den Holzsachbearbeiter des Forstamts begleitet. Die Holzabfuhr muss bei den Revierleitern des Betriebs 1 vorher telefonisch angemeldet werden, bei allen anderen Betrieben wird eine Kontaktaufnahme nicht gefordert bzw. beschränkt sich meist auf ein kurzes Telefonat.

Im Holzbüro beginnt die Dokumentation mit evt. Absprachen zwischen Revierleiter und Forstamt vor bzw. während der Holzerntemaßnahme, spätestens aber mit der Datenfreigabe der Revierleiter. Die Holzvermarktung übernimmt meist ein Sachbearbeiter im Forstamt. Die Kiefer wird zu über 90% durch große Rahmenverträge auf Betriebsleitungsebene verkauft. Deshalb sind bei manchen Betrieben forstamtsübergreifende Ansprechpartner zwischengeschaltet. In Betrieb 3 läuft ein Teil der Bearbeitung über die Betriebsleitung ab. Teilaufgaben der Holzbereitstellung übernimmt allerdings nach wie vor der Sachbearbeiter im Forstamt (Rechnungsstellung; Prüfung Zahlungseingang). Auch beim Betrieb 4 übernimmt bei Zentralverträgen eine Person aus der Betriebsleitung die meisten Aufgaben. Der Holzsachbearbeiter im Forstamt leitet lediglich die Holzdaten an die Zentrale weiter, begleitet den Kunden auf Vorzeigungen und übernimmt die nachträgliche Polterbeschriftung mit der Kundennummer.

Wie bereits im vorherigen Abschnitt geschildert werden nach der Datenannahme

zunächst die Kunden über die bereitgestellten Holzmengen informiert. Verzichten diese auf eine Vorzeigung kann der Sachbearbeiter im Holzbüro des Forstamtes im Falle der Waldmaßabrechnung (Langholz, Palette, Industrieholz) sofort die Rechnung stellen. Eine Abfuhrfreigabe wird dann nach Zahlungseingang erstellt. Bei den Betrieben 1 und 4 wurde beim Industrieholz bei manchen Kunden mit Bankbürgschaften gearbeitet. Eine Abfuhr war dann bereits vorab möglich.

Bei den Werksmaßabrechnungen wurde generell mit Bankbürgschaften gearbeitet. Nach Rücklauf der Werksmaße mussten diese mit dem Waldmaß abgeglichen werden. Beim Betrieb 1 übernahm das der betroffene Revierleiter, bei den Betrieben 2, 3 und 4 die Betriebsleitung. Es folgte die Rechnungstellung. Nach dem Zahlungseingang mussten die Bankbürgschaften entlastet werden. Um die einzelnen Aktivitäten des Prozesses betriebsübergreifend vergleichen zu können, wurde ein im Methodikteil bereits vorgestellter Standardprozess entworfen.

4.2 Gesamtprozess

Abbildung 4.1 zeigt die Gesamtmittelwerte bzw. Gesamtmediane der Zeitbedarfe/100 FM auf Revier- und Holzbüroebene, aufsummiert zum Gesamtzeitbedarf der Holzbereitstellung. **Über alle Betriebe betrachtet, teilt sich der mittlere Zeitbedarf des Gesamtprozesses von 128 Minuten/ 100 FM zu 73% in Revier- und zu 27% in Holzbürotätigkeiten auf.** Beim Betrieb 4 unterscheiden sich die Summen der Mittelwerte und Mediane um 45 Minuten (24%). Ursache dafür ist ein sehr kleiner Stichprobenumfang mit einer relativ inhomogenen Verteilung. Beim Betrieb 2 beträgt die Differenz 39 Minuten (32%) und beim Betrieb 1 28 Minuten (19%). Bei den Betrieben 3 und 5 weichen Mittelwert und Median lediglich 5 bzw. 7 Minuten voneinander ab (<15%).

Tabelle 4.1: Vergleich der Prozessabläufe der einzelnen Betriebe

Betrieb 3	Betrieb 4	Betrieb 2	Betrieb 1	Betrieb 5
Hauungs- und Wirtschaftsplanung				
Orientiert an Naturalplanung , Zielvereinbarungen mit Zentrale (Verkaufsplanung) Wirtschaftsjahr beginnt am 1.1.		Grobe Sortimentsplanung in jährlicher Hauungsabsicht, aber quartalsweise Zielfestsetzung	An Naturalplanung oder anderen Flächennutzungsplänen orientiert, Zielvereinbarungen mit Zentrale, Wirtschaftsjahr beginnt am 1.10.	Hiebsblocksystem, alle 5 Jahre in die selbe Fläche (Avus Waldplaner), Wirtschaftsjahr beginnt am 1.7.
Holzernteplanung				
Ausschreibungspflicht aber immer mehr Vergabe an Stammunternehmer , Vergabe im Forstamt		Verdingungsstelle stellt Bedarf fest, Ausschreibung 1x/Jahr, Vergabestelle in Münster (kein Einfluss)		2-3 Stammunternehmer
Zusätzlich Einsatz von Regiemaschinen		Keine eigenen Maschinen, nur Unternehmereinsatz		
Holzernte				
<i>Arbeitsauftrag</i>				
Mehr oder weniger standardisiertes schriftliches Formular				Meist mündl. Absprache
<i>Qualitätsmanagement</i>				
Polterqualität- und Aushaltung, ansonsten nicht formalisiert	Toleranzgrenzen und Strafen in AGB (auch bindend für Regiemaschinen)	Bei enger Unternehmerbindung strenge Checkliste	Toleranzgrenzen und Strafen in Ausschreibung	Kaum Beanstandungen durch Stammunternehmereinsatz
<i>Abrechnung</i>				
Regiemaschine nach MAS, Unternehmer nach Werksmaß		Nach Werksmaß, auf Wunsch nach Abschlagszahlungen		Selbstwerber tragen Maschinenkosten selbst
Holzverkauf				
Im Forstamt Göhrde 100% über Betriebsleitung	90% Zentralverträge, 10% auf Forstamtssebene	100% über Betriebsleitung	Gebier Lübtheen: 98% Zentralverträge	Stockverkauf
<i>Waldkontrollmaß</i>				
Harvestermaß mit Stückzählung, Industrieholz im Waldsektionsmaß, bei Palette beides möglich	Unternehmer und Industrieholz immer im Waldsektionsmaß, bei Regiemaschinen Harvestermaß	Harvestermaß, Stückzählung bei Abschnitten und Industrieholz im Waldsektionsmaß	Waldsektionsmaß	Waldsektionsmaß
<i>Datenerfassung und Polterkoordinaten</i>				
MDE	Händisch	ComForst	Fovea, noch keine Schnittstelle	händisch
<i>Buchungssoftware</i>				
Eigene Datenbank	Abies FIS	ComForst	Eigene Datenbank	Euroforst
<i>Kundenzuweisung und Bereitstellungsmeldung</i>				
Holzkoordinatoren	Holzbüro Forstamt			keine
<i>Abrechnungsmaß bei Abschnitten überall Werksmaß, Palette und Industrieholz überall im Waldmaß</i>				
<i>Vorzeigung</i>				
Förster	Holzvermarkter	Förster	Förster	keine
<i>Werksmaßabgleich</i>				
Holzkoordinatoren	Zentrale		Holzbüro Forstamt	Revierleiter
Einweisung Holzabfuhr				
Nein, Koordinaten reichen meist		Revierleiter informieren, meist reicht Karte		keine

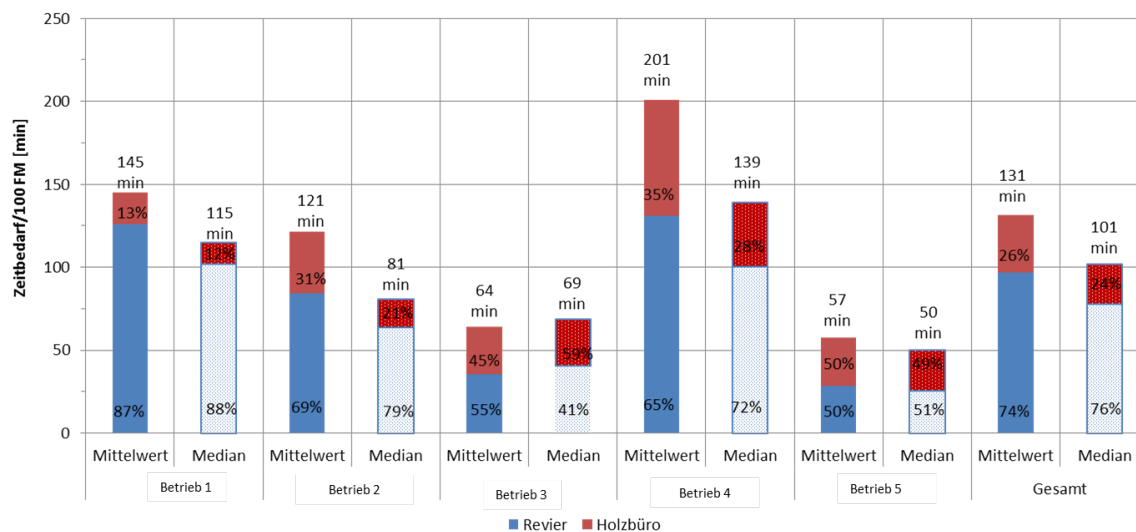


Abbildung 4.1: zum Gesamtprozess aufsummierte Mittelwerte und Mediane, relative Anteile der Tätigkeiten auf Revier- und auf Holzbüroebene

Der Prozess der Holzbereitstellung lief beim Betrieb 5 deutlich schneller ab, als bei den anderen Betrieben (55% unter dem Durchschnitt). Auffällig jedoch ist der hohe Anteil an Holzbürotätigkeiten. Ein ähnliches Bild zeigt sich beim zweit schnellsten Betrieb (3). Hier muss allerdings wieder berücksichtigt werden, dass im Gegensatz zu den anderen Betrieben nicht alle Sortimente dokumentiert wurden und der wahre Zeitbedarf je 100 FM somit unterschätzt wurde. Deutlich am längsten braucht der Prozess der Holzbereitstellung beim Betrieb 4 (57 Minuten länger als der Durchschnitt, 44%). Bei den Betrieben 1,2 und 4 dominieren die Reviertätigkeiten den Gesamtprozess (Anteil >69%). Die Tabelle 4.2 gibt Auskunft über absoluten und relativen Zeitbedarfe der einzelnen Tätigkeiten. **In allen Betrieben sind die Holzrtekontrollen, die Holzaufnahme und die Dateneingabe auf Revierebene die Tätigkeiten mit dem größten Zeitbedarf. Über alle Hiebsdokumentationen zusammengefasst, machen diese 3 der 19 Aktivitäten 56% am Gesamtprozess aus. Auf Holzbüroebene wird in allen Betrieben die meiste Zeit für die Rechnungsstellung verbraucht (7% am Gesamtprozess).**

4.3 Revierebene

In der kommenden Auswertung wird in den einzelnen Betrachtungsebenen immer ein Bezug zum Gesamtmedian hergestellt. Es handelt sich dabei um den Median, der sich bei Einbeziehung aller dokumentierter Hiebe, also über alle Betriebe, ergibt. Abbildung 4.2 zeigt die Gesamtmediane für die einzelnen Revier-

Tabelle 4.2: absolute und relative Zeitbedarfe der einzelnen Tätigkeiten am Teil- und Gesamtprozess

Gesamtprozess	Betrieb 1			Betrieb 2			Betrieb 3			Betrieb 4			Betrieb 5			GESAMT		
	Mittelwert Min/100FM	rel. Anteil Teilprozess	rel. Anteil Gesamtprozess	Mittelwert Min/100FM	rel. Anteil Teilprozess	rel. Anteil Gesamtprozess	Mittelwert Min/100FM	rel. Anteil Teilprozess	rel. Anteil Gesamtprozess	Mittelwert Min/100FM	rel. Anteil Teilprozess	rel. Anteil Gesamtprozess	Mittelwert Min/100FM	rel. Anteil Teilprozess	rel. Anteil Gesamtprozess	Mittelwert Min/100FM	rel. Anteil Teilprozess	rel. Anteil Gesamtprozess
Revier	(n=13)			(n=5)			(n=3)			(n=4)			(n=4)			(n=29)		
Hiebsanlage/Vorabsprachen	4.25	4%	3%	1.83	2%	2%	0.46	1%	1%	0.00	0%	0%	0.00	0%	0%	2.27	2%	2%
Arbeitsauftrag	5.90	5%	4%	1.59	2%	1%	0.50	1%	1%	2.34	2%	1%	1.21	4%	2%	3.46	4%	3%
Einweisung	7.10	6%	5%	4.70	6%	4%	0.63	2%	2%	9.78	7%	5%	1.45	5%	3%	5.61	6%	4%
Holzerteilkontrolle	17.78	15%	12%	22.19	26%	18%	2.88	9%	4%	23.66	17%	13%	5.86	21%	10%	16.17	17%	13%
Abschlussbesprechung	2.94	3%	2%	1.58	2%	1%	0.00	0%	0%	10.96	8%	6%	0.63	2%	1%	3.19	3%	2%
Holzaufnahme	45.98	39%	32%	28.43	34%	23%	18.55	55%	29%	41.71	29%	23%	10.09	35%	18%	34.58	37%	27%
Datenbearbeitung/Freigabe	24.35	21%	17%	10.87	13%	9%	1.35	4%	2%	42.63	30%	23%	8.66	30%	15%	20.01	21%	16%
Nachträgliche Polterbeschriftung	1.32	1%	1%	0.00	0%	0%	9.15	27%	14%	2.92	2%	2%	0.00	0%	0%	1.94	2%	2%
Holzabfuhr	5.54	5%	4%	10.07	12%	8%	0.00	0%	0%	8.94	6%	5%	0.00	0%	0%	5.45	6%	4%
Holzabfuhr	0.41	0%	0%	2.84	3%	2%	0.00	0%	0%	0.00	0%	0%	0.00	0%	0%	0.67	1%	1%
Abgleich Werkmaß/Nachbearbeitung	1.07	1%	1%	0.00	0%	0%	0.00	0%	0%	0.00	0%	0%	0.66	2%	1%	0.57	1%	0%
Revier (aufsummierte Mittelwerte)	116.63	100%	81%	84.10	100%	69%	33.51	100%	52%	142.94	100%	77%	28.57	100%	50%	93.90	100%	73%
Holzbüro	(n=30)			(n=32)			(n=10)			(n=13)			(n=4)			(n=84)		
Absprachen	0.00	0%	0%	5.01	13%	4%	4.36	14%	7%	6.16	15%	3%	0.00	0%	0%	3.34	10%	3%
Holzdatenannahme	1.26	5%	1%	7.46	20%	6%	3.97	13%	6%	9.41	22%	5%	0.00	0%	0%	5.16	15%	4%
Mengenanmeldung Kunde	7.81	29%	5%	2.30	6%	2%	4.03	13%	6%	2.95	7%	2%	0.00	0%	0%	4.55	13%	4%
Bürgerschaft	1.36	5%	1%	0.91	2%	1%	1.44	5%	2%	3.66	9%	2%	0.00	0%	0%	1.55	5%	1%
Werkmaßfassung	4.04	15%	3%	2.34	6%	2%	2.81	9%	4%	0.77	2%	0%	0.00	0%	0%	2.75	8%	2%
Rechnung	8.66	32%	6%	10.80	29%	9%	7.17	23%	11%	9.94	24%	5%	6.23	22%	11%	9.34	27%	7%
Zahlungseingang	1.20	4%	1%	7.43	20%	6%	6.51	21%	10%	4.76	11%	3%	22.65	78%	39%	5.52	16%	4%
Akturfreigabe	2.81	10%	2%	1.06	3%	1%	0.43	1%	1%	4.45	11%	2%	0.00	0%	0%	2.12	6%	2%
Büro (aufsummierte Mittelwerte)	27.14	100%	19%	37.30	100%	31%	30.72	100%	48%	42.12	100%	23%	28.88	100%	50%	34.34	100%	27%
Gesamtprozess (summierte Zwischensummen)	143.76	100%	100%	121.40	100%	100%	64.23	100%	100%	185.06	100%	100%	57.46	100%	100%	128.24	100%	100%

Legende:
 alle Tätigkeiten > 10%
 die größten 3 Tätigkeiten je Teilprozess

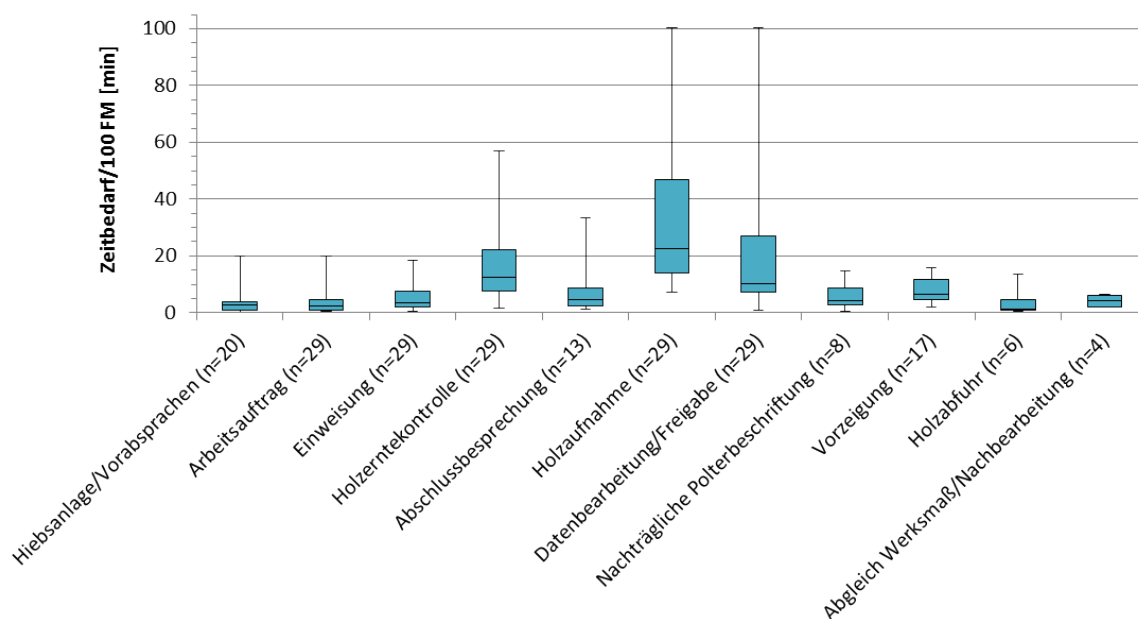


Abbildung 4.2: Auswertung der einzelnen Tätigkeiten auf Revierebene über alle Hiebe zusammengefasst, Mitte = Gesamtmedian

tätigkeiten. Die Abbildung 4.3 zeigt die Verteilung der Gesamtzeitbedarfe in den einzelnen Betrieben. Es sollte bei der Interpretation beachtet werden, dass 4 der 5 Betriebe einen sehr kleinen Stichprobenumfang aufweisen. **Der mittlere Gesamtzeitbedarf auf Revierebene beträgt 94 Minuten je 100 FM (Gesamtmedian 73 Min). Am wenigsten Zeit bei den Reviertätigkeiten brauchten die Betriebe 3 und 5 (56% schneller als Gesamtmedian).** Beim T-Test konnte bei Direktvergleichen für die Betriebe 1 und 2 ein signifikant größerer Zeitaufwand bei den Reviertätigkeiten festgestellt werden als bei den Betrieben 3 und 5. Während die Betrieb 1 bei diesem Vergleich jedoch bei allen Reviertätigkeiten einen signifikant höheren Zeitbedarf aufwies, waren es beim Betrieb 2 lediglich die EDV-Tätigkeiten (Hiebsanlage, Holzaufnahme und Datenbearbeitung) (siehe auch Tabelle 4.2). Vor allem bei der Datenerfassung brauchte der Betrieb 3 gerade mal ein Zehntel von der Zeit, die im Median über alle Betriebe benötigt wird. Bei der Zusammenfassung von Holzaufnahme, Holzdatenerfassung und nachträgliche Polterbeschriftung relativiert sich dieser Zeitvorteil auf 3 Minuten im Vergleich zum Gesamtmedian (5%), da gerade bei Betrieb 3 die nachträgliche Polterbeschriftung relativ zeitintensiv ist. Diese entfällt beim Betrieb 5. Bei der Zusammenfassung von Holzaufnahme und Datenerfassung ergibt sich ein Zeitvorteil von ca. 16 Minuten (43%) gegenüber dem Gesamtmedian.

Die etrieb 1 un2 liegen betreffs des Gesamtzeitbedarfs im Revier annähernd gleich auf (78 bzw. 83 Minuten) und somit knapp über dem Gesamtmedian. Der zusam-

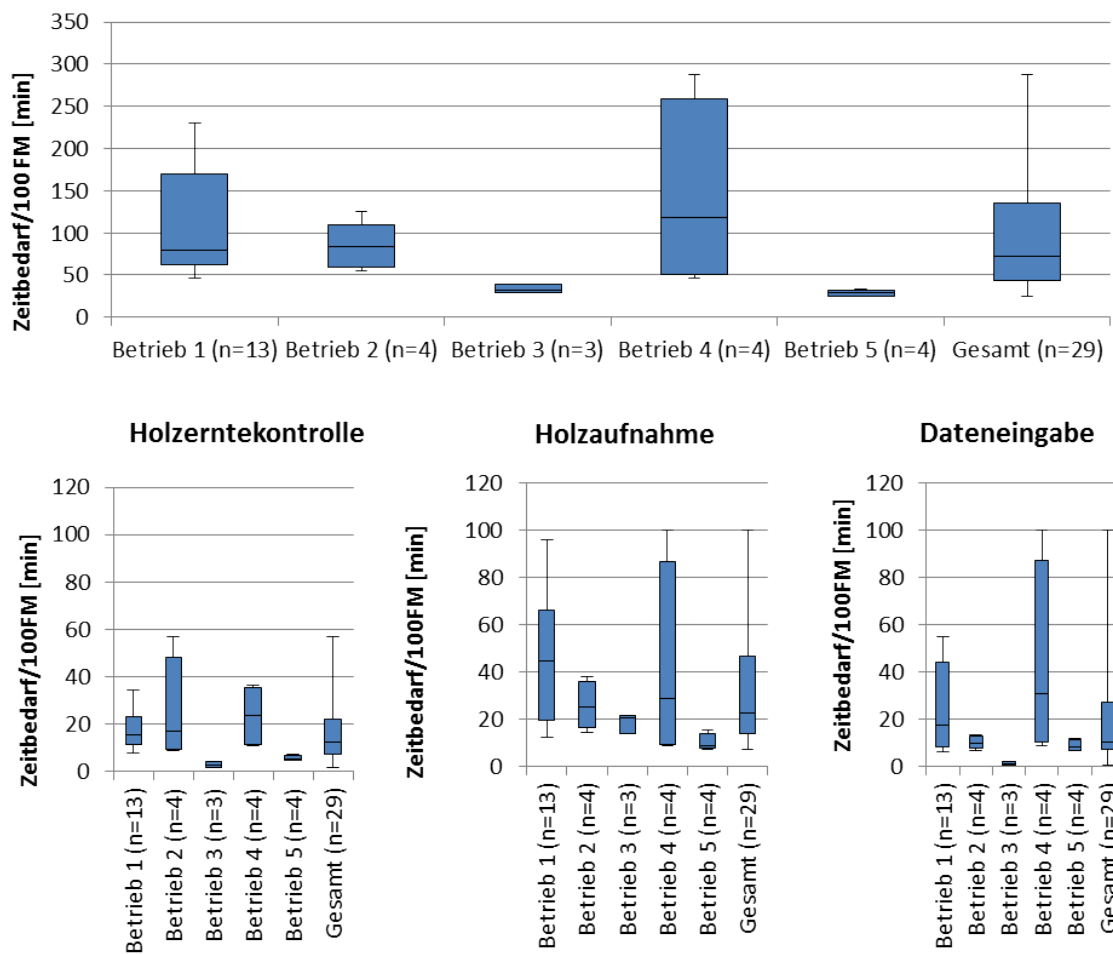


Abbildung 4.3: oben: Streuung der Zeitbedarfe/100 FM auf Revierebene; unten: Streuung der Zeitbedarfe/100 FM der Haupttätigkeiten auf Revierebene

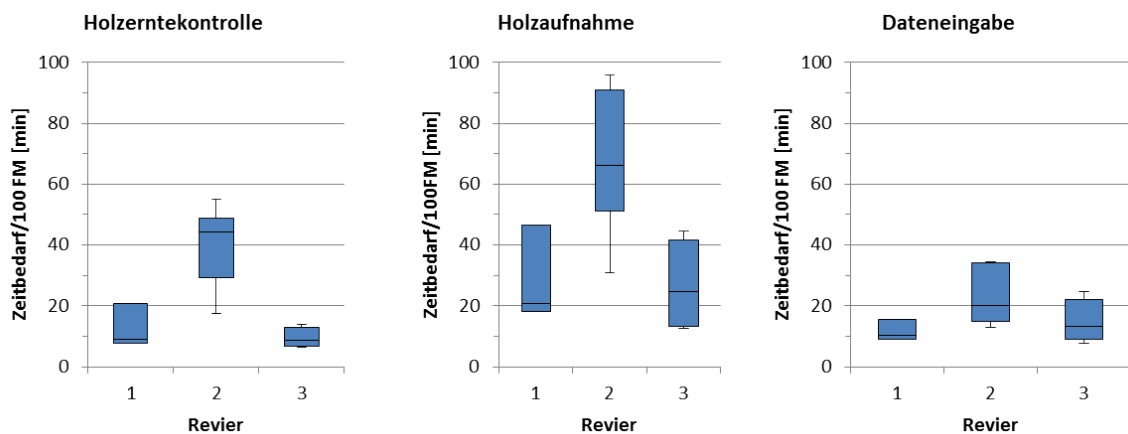


Abbildung 4.4: Einflussfaktor Mensch; Verteilung der Daten bei Differenzierung nach Revierleitern (Betrieb 1)

mengefasste Wert für die Holzaufnahme, Dateneingabe und nachträgliche Polterbeschriftung liegt bei der Betrieb 1 25 Minuten (68%) über dem Gesamtmedian. Betrieb

2 repräsentiert diesen genau.

Die 4 Werte der Stichprobe des Betriebs 4 streuen sehr stark. **Ihr mittlerer Gesamtzeitbedarf liegt 46 Minuten über dem Gesamtmedian (63%). Ein Blick in die Tabelle 4.2 zeigt, dass dies vor allem an der Tätigkeit der Dateneingabe liegt.** Der Wert überschreitet den des Gesamtmedians um 21 Minuten. Das bedeutet, dass dieser Prozess drei Mal so lange dauert. Auch bei der Holzaufnahme liegt der Median 31% über dem Gesamtmedian. Der Zeitbedarf für die Holzerntekontrollen übersteigt den Gesamtmedian um 11 Minuten (84%). Bei der Zusammenfassung von Holzaufnahme, Dateneingabe und evt. nachträglicher Polterbeschriftung ergibt sich ein erhöhter Zeitbedarf von 24 Minuten (65%).

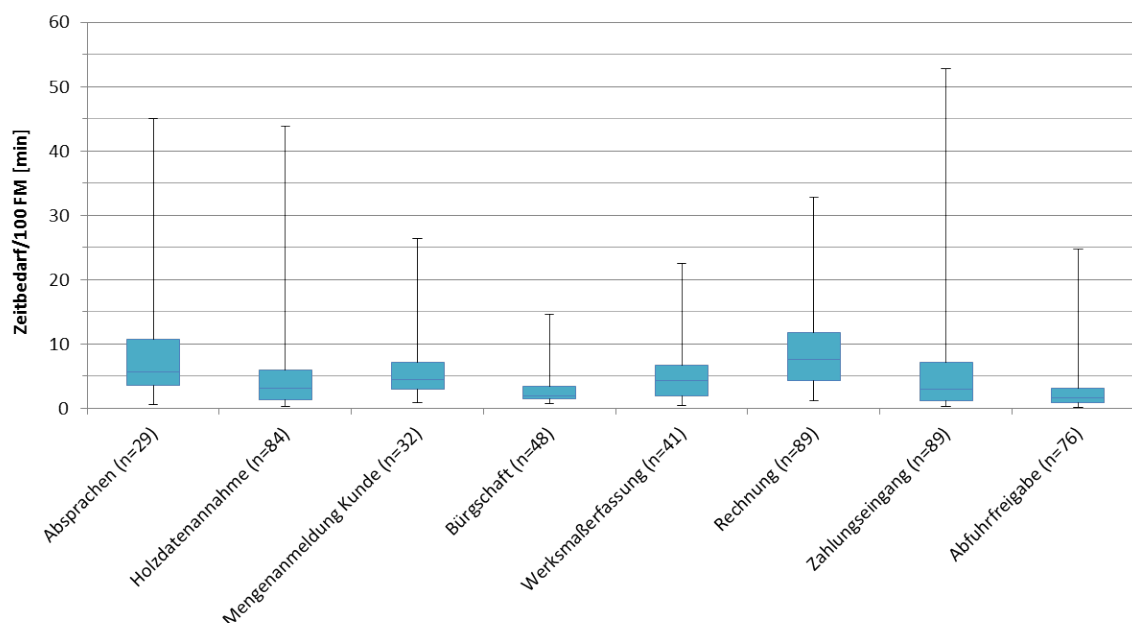
Dass der Zeitbedarf in hohem Maße von der Arbeitsweise der ausführenden Person abhängig ist, zeigen die 3 Grafiken in Abbildung 4.4. Da beim Betrieb 1 mehr als 3 Hiebe je Revierleiter dokumentiert wurden, bot sich hier die Möglichkeit den Faktor Mensch näher zu betrachten. Der Revierleiter von Revier 2 braucht signifikant deutlich mehr Zeit bei den Tätigkeiten der Holzerntekontrollen, der Holzaufnahme und der Datenbearbeitung und somit auch insgesamt, als seine beiden Kollegen.

Wie bereits in der ersten Fallstudie angemerkt wurde, sind die Außendiensttätigkeiten des Revierförsters immer mit Fahrzeiten verbunden. Da diese sich nicht ausschließlich einer Tätigkeit zuordnen lassen, sind sie in den bisherigen Prozesszeiten nur bei der Vorzeigung enthalten. Der wahre Gesamtzeitbedarf der Holzbereitstellung auf Revierebene ist demnach größer und kann über eine Herleitung der Fahrzeiten näherungsweise bestimmt werden. Die als Median zusammengefassten Werte können der Tabelle 4.3 entnommen werden. Über alle dokumentierten Hiebe beträgt der mittlere Zeitbedarf für die Fahrzeit ca. 25 Minuten/100 FM. Die Summe der Zeitbedarfe aus aktiver Prozesstätigkeit und Fahrzeit beträgt 119 Minuten/100 FM. **Demnach nimmt die Fahrzeit wahrscheinlich knapp 1/4 der tatsächlichen Gesamtprozesszeit im Revier ein.** Die mittlere Entfernung zwischen dem Büro und dem Hiebsort beträgt über alle Hiebe 5 Kilometer. Die Betriebe 2 und 5 weisen mit ca. 8 Minuten pro 100 FM die geringsten Fahrzeiten auf. Bei letzteren liegt das an den großen Hiebsmengen, wodurch die Anzahl der Vororttermin auf 100 FM sehr klein ausfällt. Auch beim Betrieb 2 lag die Anzahl an Vorortterminen unter dem Durchschnitt. Hinzu kam eine im Mittel relativ kurze Distanz zwischen Büro und Hiebsort.

Tabelle 4.3: Gegenüberstellung hergeleitete Fahrzeit mit Zeit aktiver Prozesstätigkeit im Revier

Zusammenfassung als MEDIAN	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4	Betrieb 5	Gesamt
Anzahl Vororttermine/100 FM	2.42	1.48	2.32	3.27	0.74	2.07
mittlere Entfernung zum Hiebsort[km]	6	2.5	5	2.8	4.75	5
Fahrzeit/100 FM [min]	27.79	7.55	18.6	28.75	8.24	24.74
aktive Prozesstätigkeit/100 FM [min]	116.63	84.10	33.51	142.94	28.57	93.90
Summe/100 FM [min]	144.42	91.65	52.11	171.69	36.81	118.64
Anteil aktive Prozesstätigkeit [%]	81%	92%	64%	83%	78%	79%
Anzteil Fahrzeit [%]	19%	8%	36%	17%	22%	21%

4.4 Holzbüroebene

**Abbildung 4.5:** Verteilung der Zeitbedarfe/100 FM nach Tätigkeiten differenziert

Es folgt zunächst die gesamtheitliche Betrachtung der Zeitbedarfe je 100 FM über alle Betriebe. **Über alle Sortimenten bedarf es im Mittel 34 Minuten von der Datenannahme bis zur Abfuhrfreigabe nach Zahlungseingang (Median 27 Minuten).** Die Abbildung 4.5 zeigt die Verteilung der Zeitbedarfe für die einzelnen Tätigkeiten, betrachtet über alle Betriebe und Sortimenten. Die 4 Tätigkeiten, die bei fast allen Bereitstellungen anfielen waren die Holzdatenannahme, die Rechnungsstellung, das Prüfen des Zahlungseinganges und die Abfuhrfreigabe. **Überall dauerte die Rechnungsstellung mit im Mittel 9 Minuten (Median 8 min) am längsten.** Für die Annahme der Holzdaten und Kundenzuordnung bedurfte es im Mittel ca. 5 Minuten (Median 3 Minuten). Die Prüfung des Zahlungseinganges dauerte im Mittel weitere 5.5 Minuten (Median 3 Minuten). Das Erstellen der Abfuhrerlaubnis bedurfte im Mittel 2 Minuten.

Alle Betriebe wurden im T-Test miteinander verglichen (siehe Tabelle 4.4).

Tabelle 4.4: T-Test-Auswertung Betriebsvergleiche, Signifikanzen gelb hinterlegt ($p < 0.05$)

Betriebsvergleich	Betrieb 1 un2	Betrieb 1 und 3	Betrieb 1 und 4	Betrieb 1 und 5	Betrieb 2 und 3	Betrieb 2 und 4	Betrieb 2 und 5	Betrieb 3 und 4	Betrieb 4 und 5	Betrieb 3 und 5
Abspraken	na	na	na	na	0.128	0.619	na	0.203	na	na
Holzdatenannahme	0.000	0.001	0.023	na	0.034	0.552	na	0.126	na	na
Mengenanmeldung Kunde	0.451	0.009	0.012	na	0.211	0.192	na	0.836	na	na
Bürgschaft	0.407	0.083	0.062	na	0.078	0.186	na	0.020	na	na
Werksmaßerfassung	0.278	0.004	0.001	na	0.024	0.003	na	0.047	na	na
Rechnung	0.451	0.466	0.627	0.347	0.217	0.895	0.188	0.367	0.259	0.577
Zahlungseingang	0.000	0.000	0.011	0.199	0.816	0.131	0.328	0.117	0.264	0.318
Abfuhrfreigabe	0.008	0.000	0.393	na	0.003	0.124	na	0.044	na	na
Summe/100	0.157	0.275	0.064	0.918	0.538	0.596	0.637	0.243	0.462	0.825

Die mittleren Zeitbedarfe des Gesamtprozesses zeigten bei keinem Betriebsvergleich eine Signifikanz. Lediglich bei den einzelnen Aktivitäten ließen sich betriebliche Unterschiede feststellen. So war zum Beispiel der Betrieb 1 bei der Holzdatenannahme und dem Prüfen des Zahlungseinganges, im Vergleich zu allen anderen Betrieben, signifikant schneller. Bei der Abfuhrfreigabe und in zwei Fällen auch bei der Werksmaßerfassung (Betriebe 3 und 4) hingegen signifikant langsamer. Betrieb 2 brauchte bei der Holzdatenannahme signifikant länger als die Betriebe 1 und 3. Bei Betrieb 3 konnte die Abfuhrfreigabe signifikant schneller erfolgen als bei den anderen Betrieben. Der Betrieb 4 war bei der Werksmaßerfassung deutlich schneller, bei der Bürgschaftsbelastung hingegen signifikant langsamer als die Betrieb 1 und 3.

Aussagekräftiger erscheint jedoch eine Differenzierung nach Sortimenten. Wie die linke Grafik der Abbildung 4.6 zeigt, **dauerte die Bereitstellung der Sägeholzabschnitte im Median 16 Minuten länger (48%) als beim Industrieholz (Differenz Mittelwerte 16 Minuten; 40%).**

Eine Signifikanz konnte im T-Test jedoch nur für einzelne Tätigkeiten nachgewiesen werden (Holzdatenannahme, Rechnungstellung, Prüfung Zahlungseingang). **Obwohl, anders als bei der Palette, beim Industrieholz teilweise mit Bürgschaften gearbeitet wurde, scheint die Industrieholzbereitstellung schneller abzulaufen.** Auch der T-Test war signifikant (Holzdatenannahme, Rechnungstellung, Prüfung Zahlungseingang und Gesamt). Der Verkauf der Palette nahm im Mittel 7 Minuten (18%) mehr Zeit in Anspruch (Differenz Mediane 5 Minuten; 22%).

Die Abbildung 4.7 stellt die Verteilung der gesamten Holzbürotätigkeit der einzelnen Betriebe differenziert nach Sortimenten gegenüber.

Sortimentsweise betrachtet beträgt die maximale Abweichung vom Gesamtmittel-

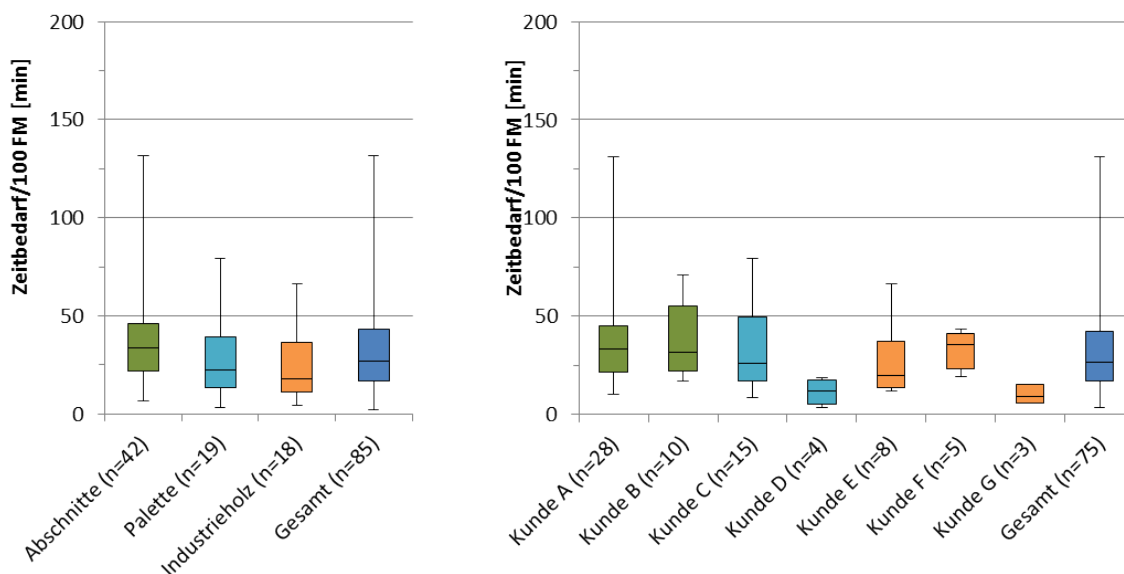


Abbildung 4.6: Verteilung der Gesamtzeitbedarfe/100 FM; links: differenziert nach Sortimenten; rechts: differenziert nach Kunden

wert bei den Abschnitten 10 Minuten (25%; Betrieb 2). Bei der Palette benötigt der Betrieb 4 16 Minuten länger als der Durchschnitt (69%), der Betrieb 1 ist hingegen deutlich schneller (40%). Beim Industrieholz benötigt der Betrieb 4 im Mittel fast die doppelte Zeit. Am schnellsten ist hier der Betrieb 2 (Differenz Mittelwerte 10 min; 43%). Bei den Betriebe 1 und 4 wurde beim Industrieholz, anders als bei der Palette, mit Bankbürgschaften gearbeitet. Ein zeitlicher Mehraufwand für das Industrieholz konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Trotz gleicher Abrechnungsvorgänge dauerte die Bereitstellung der Palette beim Betrieb 2 22 Minuten (63%) länger als beim Industrieholz.

Für alle Tätigkeiten wird in Tabelle 4.5 sortimentsweise der Median über alle Betriebe, der Median des Betriebes mit dem geringsten Zeitbedarf und der Median des Betriebes mit dem größten Zeitbedarf aufgeführt.

Die rechte Grafik der Abbildung 4.6 differenziert neben den Sortimenten zusätzlich nach Kunden. In diese Betrachtung fließen allerdings nur die Kunden ein, zu denen 3 und mehr Bereitstellungen vorlagen. **Die beiden Kunden für die Abschnitte unterschieden sich im Mittel nur ca. 3 Minuten (8%).** Signifikante Unterschiede gab es jedoch nur in einzelnen Tätigkeiten, nicht jedoch für den Gesamtprozess (Holzdatenannahme, Werksmaßerfassung, Zahlungseingang und Abfuhrfreigabe). **Bei den beiden Palettenkunden dauerte die Bearbeitung des Kunden C im Mittel mehr als doppelt so lange wie beim Kunden D (Median 14 Minuten; 54%).** Die beiden Mittelwerte des Gesamtprozesses unterscheiden sich signifikant (auch alle Einzeltätigkeiten). Die Werte für den Kunden C streuen dabei deutlich stärker, was

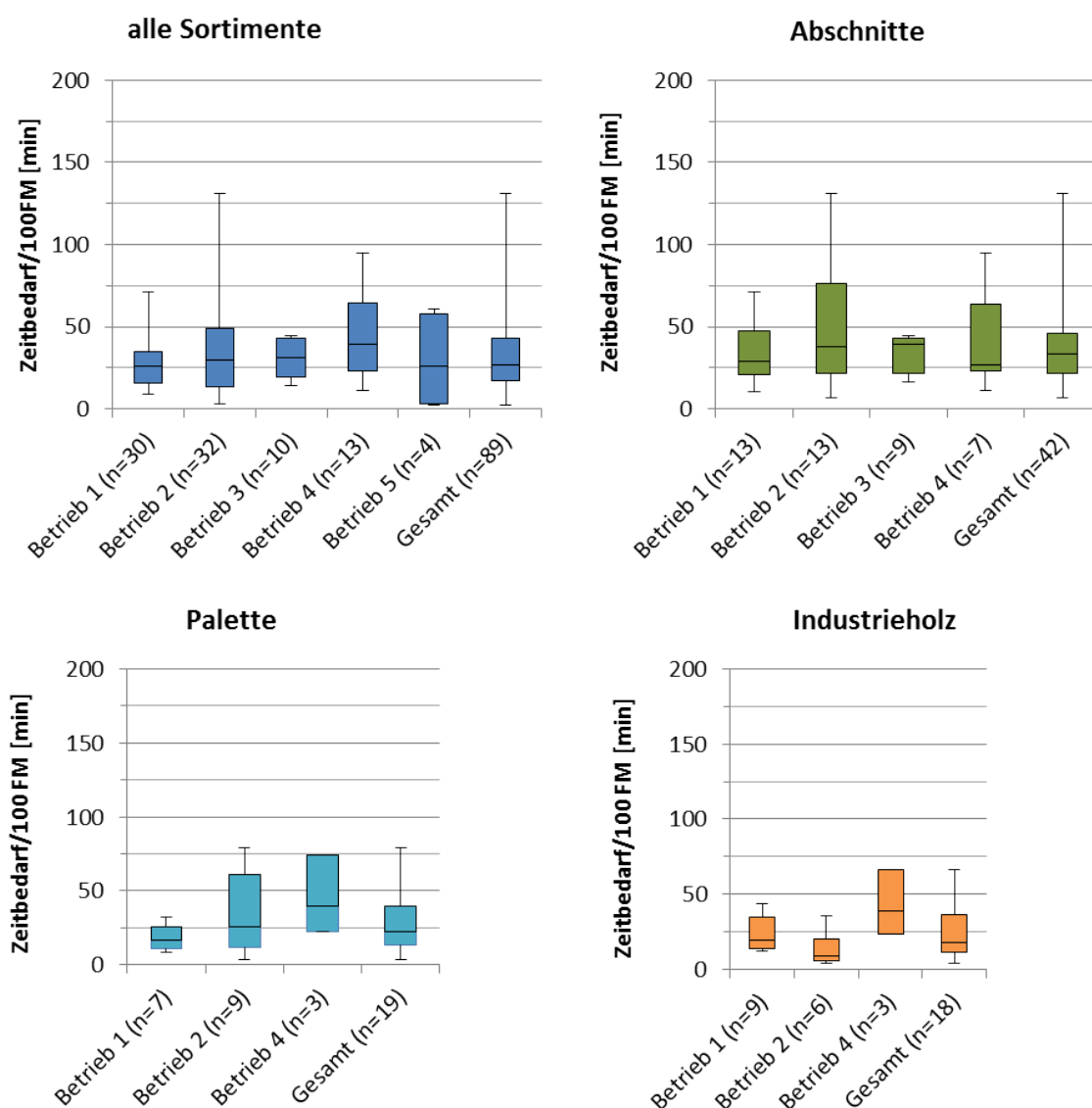


Abbildung 4.7: Verteilung der Gesamtzeitbedarfe/100 FM nach Sortimenten differenziert

aber zum einen an dem 4 mal so großem Stichprobenumfang, vor allem aber an den unterschiedlichen Betrieben liegen kann. Der Kunde D bezog lediglich aus einem Betrieb Holz, Kunde C jedoch aus 3 verschiedenen. Zumindest die Mittelwerte der Betrieb 1 und 2 unterschieden sich signifikant in Bezug auf den Kunden C (Holzdatenannahme, Rechnungsstellung, Prüfung Zahlungseingang und Gesamt). Die Verkaufsabwicklung für die Industrieholzkunden E und F unterscheidet sich im Median um 16 Minuten (44%). Signifikante Unterschiede wurden jedoch nicht nachgewiesen. **Der Industrieholzkunde G, bei dem im Gegensatz zu den anderen beiden Kunden nicht mit Bürgschaften gearbeitet wurde, war signifikant schneller abgerechnet.** Es bedurfte nur halb so viel Zeit wie für den Kunden E, bzw. 1/4

Tabelle 4.5: sortimentsweiser Überblick der Zeitbedarfe/100FM als Median zusammengefasst, links: über alle Betriebe; Mitte: schnellster Betrieb (Median); rechts: langsamster Betrieb

ABSCHNITTE					
	Median	Min (Median)	Betrieb	Max (Median)	Betrieb
Absprachen	5.28	5.28	3	6.21	2
Holzdatenannahme	3.55	1.35	1	5.54	4
Mengenanmeldung Kunde	4.11	2.62	4	5.92	1
Bürgschaft	1.97	1.36	3	3.50	4
Werkmaßerfassung	4.28	1.26	4	7.09	1
Rechnung	7.79	6.96	3	8.55	1
Zahlungseingang	3.77	1.29	4	7.21	3
Abfuhrfreigabe	1.16	0.31	3	3.37	1
Summe/100FM	33.44	26.42	4	39.32	3
PALETTE					
	Median	Min (Median)	Betrieb	Max (Median)	Betrieb
Absprachen	5.93	2.29	2	8.06	4
Holzdatenannahme	3.91	0.92	4	7.87	4
Mengenanmeldung Kunde	6.20	6.20	1	6.20	1
Rechnung	7.87	4.70	1	10.50	2
Zahlungseingang	3.76	0.67	1	7.87	4
Abfuhrfreigabe	2.09	1.57	2	7.87	4
Summe/100FM	22.58	17.07	1	39.34	4
INDUSTRIEHOLZ					
	Median	Min (Median)	Betrieb	Max (Median)	Betrieb
Absprachen	12.69	7.95	2	15.48	4
Holzdatenannahme	1.45	1.03	1	3.60	4
Mengenanmeldung Kunde	4.50	3.60	4	8.46	2
Bürgschaft	2.01	1.91	1	3.60	4
Rechnung	4.82	3.12	2	8.81	1
Zahlungseingang	1.35	0.76	1	2.59	2
Abfuhrfreigabe	1.40	0.52	2	3.87	4
Summe/100FM	17.76	8.73	2	39.08	4

der Zeit des Kunden F. Die Kunden E und F bezogen aus jeweils zwei unterschiedlichen Betrieben ihr Holz. Beim T-Test konnten jedoch bezüglich der Betriebe keine signifikanten Auswirkungen auf den Gesamtprozess des jeweiligen Kunden festgestellt werden.

Der Abbildung 4.8 sind die mittleren Gesamtzeitbedarfe für die einzelnen Kunden der Betriebe zu entnehmen. Dabei fällt auf, dass innerbetrieblich die Abrechnungszeitbedarfe von Kunde zu Kunde sehr unterschiedlich sein können, aber auch ein und derselbe Kunde von Betrieb zu Betrieb stark variiert.

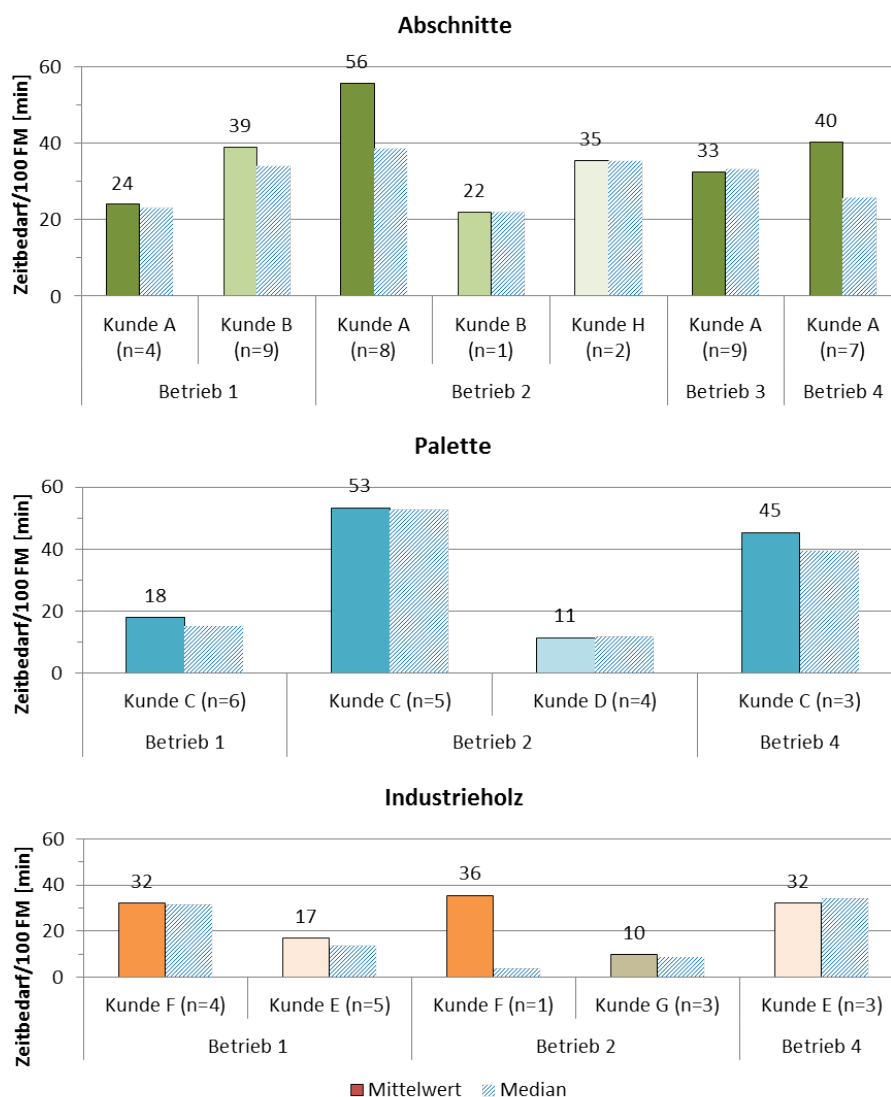


Abbildung 4.8: Gesamtzeitbedarf als Mittelwert und Median nach Kunden differenziert

Bei den Abschnitten haben alle 4 Betriebe Holz an den Kunden A verkauft. Im Mittel über alle Betriebe dauerte der Abrechnungsvorgang dieses Kunden ca. 40 min/100 FM. Während der Betrieb 1 für die gesamte Abwicklung lediglich 24 Minuten benötigte, dauerte der Prozess beim Betrieb 2 fast doppelt so lange. Beim Kunden B war es genau anders herum. Etwas Aufschluss über die Ursachen verschafft die Tabelle 4.8, wo die jeweiligen Mittelwerte der einzelnen Aktivitäten aufgeführt sind. Die Farbe der Zahl gibt an, ob der Wert über (rot) oder unter (grün) dem Durchschnitt liegt. Der Betrieb 1 war beim Kunden A in fast allen Bereichen überdurchschnittlich schnell (bis auf Mengenanmeldung beim Kunden und Abfuhrfreigabe). Beim Kunden B wurde für dieselben Tätigkeiten deutlich mehr Zeit benötigt, vor allem bei der Werksmaßerfassung und der Rechnungsstellung. Der Betrieb 2 brauchte bei fast allen Aktivitäten in Bezug auf den Kunden A mehr Zeit als der Durchschnitt. Beim

Kunden B liefen diese Tätigkeiten deutlich schneller ab. Vor allem die Rechnungsstellung und die Prüfung des Zahlungseinganges hatten beim Kunden A deutlich länger gedauert. Beim Kunden H liegen die Werte meist dazwischen.

Der Verkaufsvorgang der Palette an den Kunden C nahm im Mittel über alle Betriebe und Kunden 35 min in Anspruch (Median 26 Min). Der Betrieb 1 benötigt lediglich bei der Mengenanmeldung etwas mehr Zeit als der Durchschnitt. Vor allem die Holzdatenannahme (85%) und Rechnungsstellung (50%) liefen deutlich schneller ab. Beim Betrieb 4 bedurfte es etwas mehr Zeit für Absprachen und die Holzdatenannahme (Gesamtzeitbedarf 10 min länger; 28%). Deutlich mehr Zeit benötigte der Betrieb 2 für die Abwicklung des Kunden C (18 min; 51%). Besonders in Bezug auf die Holzdatenannahme, die Rechnungsstellung und die Überprüfung des Zahlungseinganges sind die Zeitbedarfswerte 5 mal höher als beim weiteren Palettenkunden D.

Beim Industrieholz waren die betrieblichen Unterschiede bezüglich des Kunden E sehr auffällig. So brauchte der Betrieb 1 für die Abrechnung mit dem Kunden E 2.5 Mal weniger Zeit als der Betrieb 4. Laut der Tabelle 4.8 lag das vor allem an einem erhöhten Abspracheaufwand. Der Zeitbedarf des Kunden F ist beim Betrieb 1 fast doppelt so hoch wie beim Kunden E, was vor allem auf den Vorgang der Mengenanmeldung an den Kunden zurückzuführen ist. Diese und auch die Rechnungsstellung liefen beim Betrieb 2 für den Kunden F deutlich schneller ab, zudem wurden keine Bürgschaften verwendet. Durch einen erhöhten Abspracheaufwand bleibt der Gesamtzeitbedarf jedoch mit dem des Betrieb 1 vergleichbar. Durch den Wegfall der Tätigkeiten Mengenanmeldung und einem sehr geringem Abspracheaufwand liegt der Gesamtzeitbedarf für den Kunden G bei unter 10 min/100 FM (mehr als 3 Mal so schnell).

Signifikante Unterschiede konnten zwischen den Betrieben 1 und 2 in Bezug auf den Palettenkunden C nachgewiesen werden. Beim Kunden A gab es für die Tätigkeiten der Holzdatenannahme und dem Prüfen des Zahlungseinganges beim Betrieb 1 signifikante Unterschiede zu den anderen Betrieben. **Betriebsintern unterschieden sich bei den Kunden lediglich Kunde C und D beim Betrieb 2 signifikant voneinander.** Beim Betrieb 1 traten zwischen den beiden Werksmaßkunden Signifikanzen im Bereich der Holzdatenannahme und der Werksmaßerfassung auf.

Abbildung 4.9 differenziert die Abrechnungsvorgänge nach dem Verkaufsmaß. Über alle Bereitstellungen dauert eine Abrechnung im Waldmaß ca. 27 Minuten (Median 20 min). **Für die Werksmaßabrechnung hingegen wird 1.5 Mal mehr Zeit benötigt (Mittelwert 40 min; Median 33 min).** Bei den Betrieben 1 und 2 liegen ähnliche Verhältnisse vor. Beim Betrieb 4 ist das Waldmaß 4 Minuten (10%) schneller als das

Tabelle 4.6: absolute Zeitbedarfe der einzelnen Tätigkeiten am Teilprozess Büro in Abhängigkeit vom Betrieb und vom Kunden (Mittelwerte)

ABSCHNITTE	Betrieb 1		Betrieb 2		Betrieb 3		Betrieb 4		Gesamt	
	Kunde A	Kunde B	Kunde A	Kunde B	Kunde A	Kunde B	Kunde A	Kunde B	KundeA	Kunde B
Kunde	0,00	0,00	7,93	4,39	4,64	0,00	3,76	0,44	3,76	0,44
Absprachen	0,74	1,63	6,77	4,39	4,19	12,58	6,53	1,90	6,53	1,90
Holzdatenannahme	9,08	5,32	6,65	4,39	4,06	3,96	5,49	5,23	5,49	5,23
Mengenanmeldung Kunde	0,00	2,30	3,35	0,00	1,51	5,28	2,76	2,07	2,76	2,07
Bürgerschaft	3,68	11,82	7,19	4,39	2,96	1,44	3,89	11,08	3,89	11,08
Werksmaßfassung	7,08	12,27	13,58	2,20	7,70	11,87	10,34	11,27	10,34	11,27
Rechnung	0,93	1,54	9,79	2,20	7,41	3,90	6,18	1,61	6,18	1,61
Zahlungseingang	2,69	3,92	0,40	0,00	0,00	1,32	0,96	3,52	0,96	3,52
Abfuhrfreigabe	24,20	38,80	55,66	21,96	32,55	40,35	39,91	37,11	39,91	37,11
Büro (aufsummierte Mittelwerte)										
PALETTE	Betrieb 1		Betrieb 2		Betrieb 3		Betrieb 4		Gesamt	
Kunde	Kunde C	Kunde C	Kunde D	Kunde C	Kunde C	Kunde C	Kunde C	Kunde C	Kunde C	Kunde C
Absprachen	0,00	0,00	1,14	5,37	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
Holzdatenannahme	1,32	15,64	2,85	7,88	7,41	7,41	7,41	7,41	7,41	7,41
Mengenanmeldung Kunde	5,96	0,00	0,00	0,00	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78
Rechnung	6,44	20,97	3,85	10,63	12,12	12,12	12,12	12,12	12,12	12,12
Zahlungseingang	1,49	13,98	2,85	9,37	7,23	7,23	7,23	7,23	7,23	7,23
Abfuhrfreigabe	3,09	2,80	0,79	12,12	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
Büro (aufsummierte Mittelwerte)	18,31	53,39	11,48	45,38	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42	35,42
INDUSTRIEHOLZ	Betrieb 1		Betrieb 2		Betrieb 3		Betrieb 4		Gesamt	
Kunde	Kunde F	Kunde E	Kunde F	Kunde G	Kunde F	Kunde E	Kunde F	Kunde E	Kunde F	Kunde E
Absprachen	0,00	0,00	12,69	1,07	2,54	8,00	2,54	8,00	2,54	8,00
Holzdatenannahme	1,47	0,90	4,23	2,37	2,02	1,89	2,02	1,89	2,02	1,89
Mengenanmeldung Kunde	17,66	4,35	8,46	0,00	15,82	4,05	15,82	4,05	15,82	4,05
Bürgerschaft	2,11	2,33	0,00	0,00	1,69	2,79	1,69	2,79	1,69	2,79
Rechnung	8,33	7,39	4,23	3,56	7,51	6,40	7,51	6,40	7,51	6,40
Zahlungseingang	0,81	0,72	4,23	2,37	1,49	1,25	1,49	1,25	1,49	1,25
Abfuhrfreigabe	1,74	1,49	1,69	0,47	1,73	2,47	1,73	2,47	1,73	2,47
Büro (aufsummierte Mittelwerte)	32,12	17,18	35,53	9,85	32,80	26,86	32,80	26,86	32,80	26,86
Legende:	langsamer als Durchschnitt schneller als Durchschnitt									

Werksmaß. Bei Betrachtung der Mediane ist jedoch die Werksmaßabrechnung 1.4 Mal schneller. Die Mittelwerte des Gesamtprozesses waren im T-Test, betrachtet über alle Betriebe, signifikant verschieden. Bei Betrachtung der einzelnen Betriebe

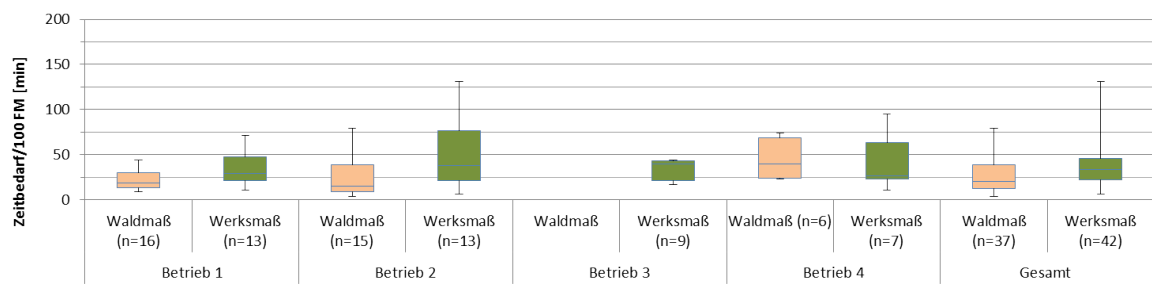


Abbildung 4.9: Verteilung der Gesamtzeitbedarfe/100 FM nach Wald- und Werksmaß differenziert

be, konnte nur beim **Betrieb 1** ein signifikanter Unterschied zwischen der Werks- und der Waldmaßabrechnung festgestellt werden.

Die Grafiken der Abbildung 4.10 zeigen den Zusammenhang zwischen der Bereitstellung- bzw. Abrechnungsmenge und dem Zeitbedarf/100 FM. Fügt man als Trendlinie eine Potenzfunktion ein ergibt sich bei allen Betrieben ein R^2 größer 0.5. Auch bei der obersten Grafik, in der die Bereitstellungen aller Betriebe enthalten sind, ist das der Fall. **Demnach steigt der Zeitbedarf bei der Abrechnung, ab einer Menge kleiner 200 FM, exponentiell an.**

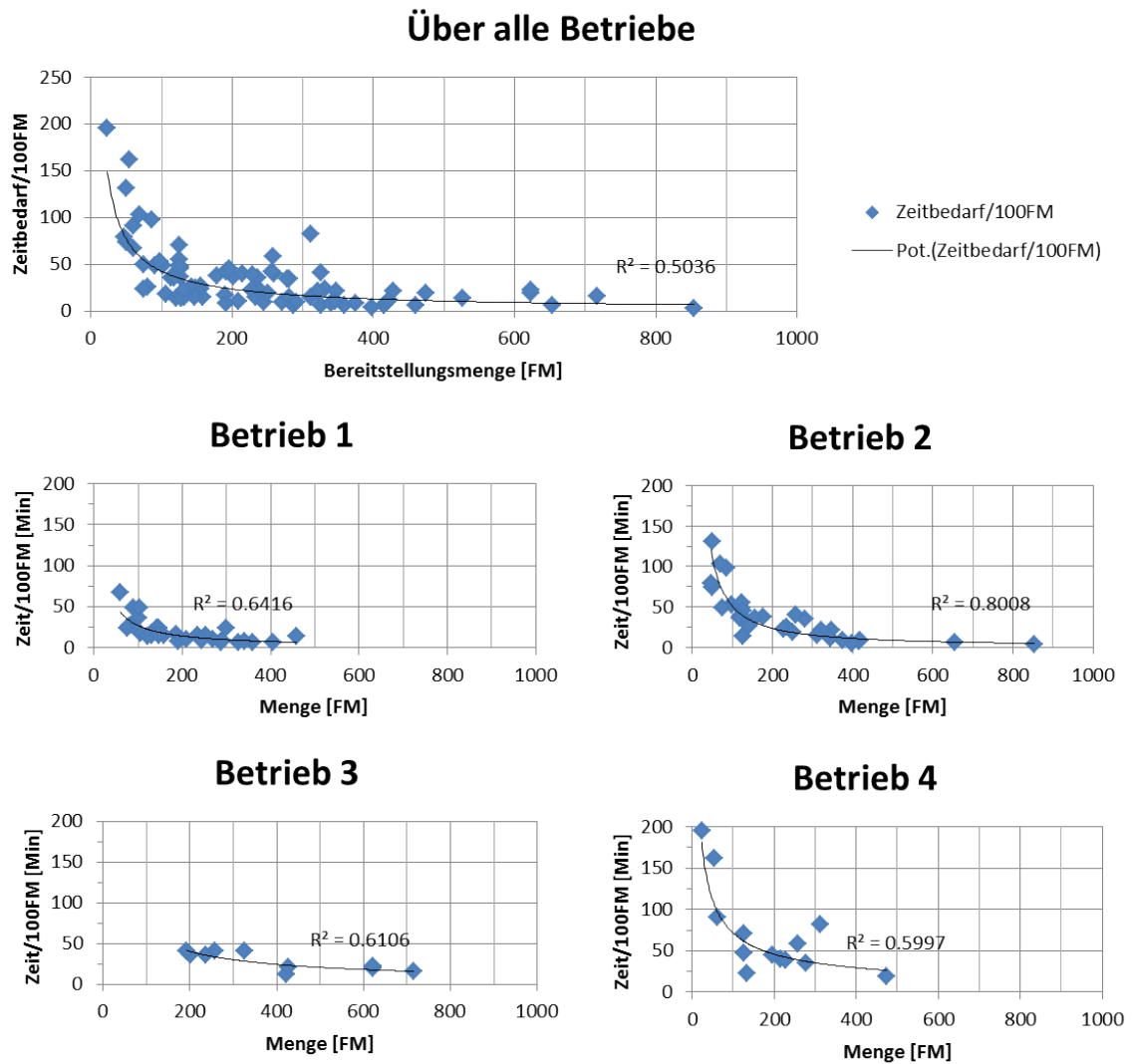


Abbildung 4.10: Zusammenhang zwischen der Bereitstellungsmenge und dem Zeitbedarf/100 FM, Regression = Potenzfunktion

4.5 Durchlaufzeiten

Anhand der Datumsangaben konnten die Durchlaufzeiten der Holzbereitstellung erfasst werden (siehe Tabellen 4.7 und 4.8 und Abbildung 4.11). **Auf Revierebene vergingen zwischen Holzerntebeginn bis zum Abschluss der Holzdatenaufnahme über alle Hiebe gemittelt 27 Tage (Median).** Die Dauer der Hiebsmaßnahme ist abhängig von der Hiebmenge, die, wie bei Vorstellung der Datenbasis erwähnt, bei den Betrieben 1 und 4 im Mittel ca. 400 Efm kleiner ausfielen. Demnach sind auch die mittleren Durchlaufzeiten im Revier ca. 10 Tage früher beendet als bei den Betrieben 2 und 3. **Über alle Betriebe gemittelt macht der Revierleiter einmal die Woche eine Kontrolle des Arbeitsfortschritts (alle 5 Tage ein Besuch).** Dies ergab auch die Mediane der Betrieb 1,4 und 5. Beim Betrieb 2 wurden die Hiebsarbeiten hingegen jeden 2. Tag kontrolliert, beim Betrieb 3 nur alle zwei Wochen. **Zwischen dem Ende der Hiebsarbeiten bis zur Fertigmeldung der Holzmengen und Polterlisten vergingen im Mittel 4 Tage (Median; Max 26 Tage).** Beim Betrieb 3 waren die Abschnitte meist bereits einen Tag nach Ende der Hiebsarbeiten übermittelt, beim Betrieb 4 ergab der Median 8 Tage (von 2 bis 15 Tage). Beim Betrieb 5 vergingen mitunter sogar bis zu 26 Tage bis die Holzmengen aufgenommen wurden (Median 10). Bei den Betrieben 1 und 2 dauerte es im Mittel ca. 5 Tage (Median; Min 0; Max 15 Tage).

Über alle Betriebe zusammengefasst betrug der mittlere Zeitraum zwischen der Holzdatenannahme und der Prüfung des Zahlungseingangs 39 Tage. In den weiteren Ausführungen werden die Abrechnungszeiträume getrennt nach Sortimenten ausgewertet (grün = Abschnitte; blau = Palette; orange = Industrieholz). In Abbildung 4.12 werden die Durchlaufzeiten Kundenweise dargestellt. Bei den Abschnitten vergingen zwischen der Datenannahme im Holzbüro bis zum Zahlungseingang über alle Betrieb gemittelt 52 Tage (Median). **Bei der Palette (Median 20 Tage) und beim Industrieholz (Median 31 Tage) war der Vorgang im Mittel 21 bis 32 Tage schneller abgeschlossen.** Bei den 3 grünen Abschnittskunden gab es über alle Betriebe betrachtet kaum Abweichungen. Bei den Waldmaßkunden von Palette und Industrieholz fiel nur der Kunde E etwas aus dem Rahmen und benötigte fast den doppelten Zeitraum. Beim Betrieb 1 war die Werksmaßabrechnung der Abschnitte im Mittel bereits nach 37 Tagen abgeschlossen und dauerte somit nur 4 (Industrieholz) bis 10 (Palette) Tage länger als die Waldmaßabrechnung. Zwischen den beiden Abschnitts- und Industrieholzkunden gab es relativ große zeitliche Abweichungen.

Tabelle 4.7: Durchlaufzeiten und andere Kennzahlen auf Revierebene

	Min	Median	Max	Anzahl
Durchlaufzeit REVIER				
Gesamt	8	27	67	29
Betrieb 1	8	26	54	13
Betrieb 2	17	32	59	5
Betrieb 3	16	34	50	3
Betrieb 4	19	21	28	4
Betrieb 5	27	49	67	4
Anzahl Tage Holzernte/Anzahl Holzerntekontrollen				
Gesamt	1	5	15	29
Betrieb 1	1	6	15	13
Betrieb 2	1	2	4	5
Betrieb 3	10	14	15	3
Betrieb 4	3	5	10	4
Betrieb 5	2	5	10	4
Tage zwischen Ende Holzernte und letzte Fertigmeldung				
Gesamt	0	4	26	28
Betrieb 1	0	5	15	12
Betrieb 2	1	4	12	5
Betrieb 3	1	1	7	3
Betrieb 4	2	8	15	4
Betrieb 5	0	10	26	4

Tabelle 4.8: Durchlaufzeiten Abrechnungsvorgang nach Sortimenten

		Min	Median	Max	Anzahl
Durchlaufzeit ABRECHNUNG Abschnitte					
Abschnitte	Gesamt (n=36)	4	52	121	36
	Betrieb 1 (n=13)	4	37	109	13
	Betrieb 2 (n=12)	22	56	82	12
	Betrieb 3 (n=9)	44	52	79	9
	Betrieb 4 (n=2)	121	121	121	2
Durchlaufzeit ABRECHNUNG Palette					
Palette	Gesamt (n=19)	1	20	56	19
	Betrieb 1 (n=7)	17	27	56	7
	Betrieb 2 (n=9)	1	15	27	9
	Betrieb 4 (n=3)	43	43	47	3
Durchlaufzeit ABRECHNUNG Industrieholz					
Industrieholz	Gesamt (n=14)	10	31	54	14
	Betrieb 1 (n=8)	10	33	54	8
	Betrieb 2 (n=5)	21	22	30	5
	Betrieb 4 (n=1)	50	50	50	1

Beim Betrieb 2 hingegen verlief die Waldmaßabrechnung im Mittel bis zu 1 1/2 Monate schneller als die Werksmaßabrechnung (Median Abschnitte 56 Tage; Palette 15 Tage; Industrieholz 22 Tage). Beim Betrieb 2 kam es bei den unterschiedlichen Kunden eines Sortiments kaum zu Abweichungen. Beim Betrieb 4 wurden nur sehr wenige Durchlaufzeiten dokumentiert. Der Abrechnungsvorgang der Ab-

schnitte dauerte hier sogar 121 Tage (4 Monate). Die Waldmaßabrechnungen waren im Mittel 44 (Palette) bis 50 (Industrieholz) Tage nach der Datenannahme bezahlt. Je Sortiment gab es nur einen Kunden. Beim Betrieb 5 konnte durch den Stockverkauf nicht nach Sortimenten differenziert werden. Der Zeitraum zwischen der Holzaufnahme und dem Zahlungseingang betrug hier im Mittel etwa 34 Tage (Median).

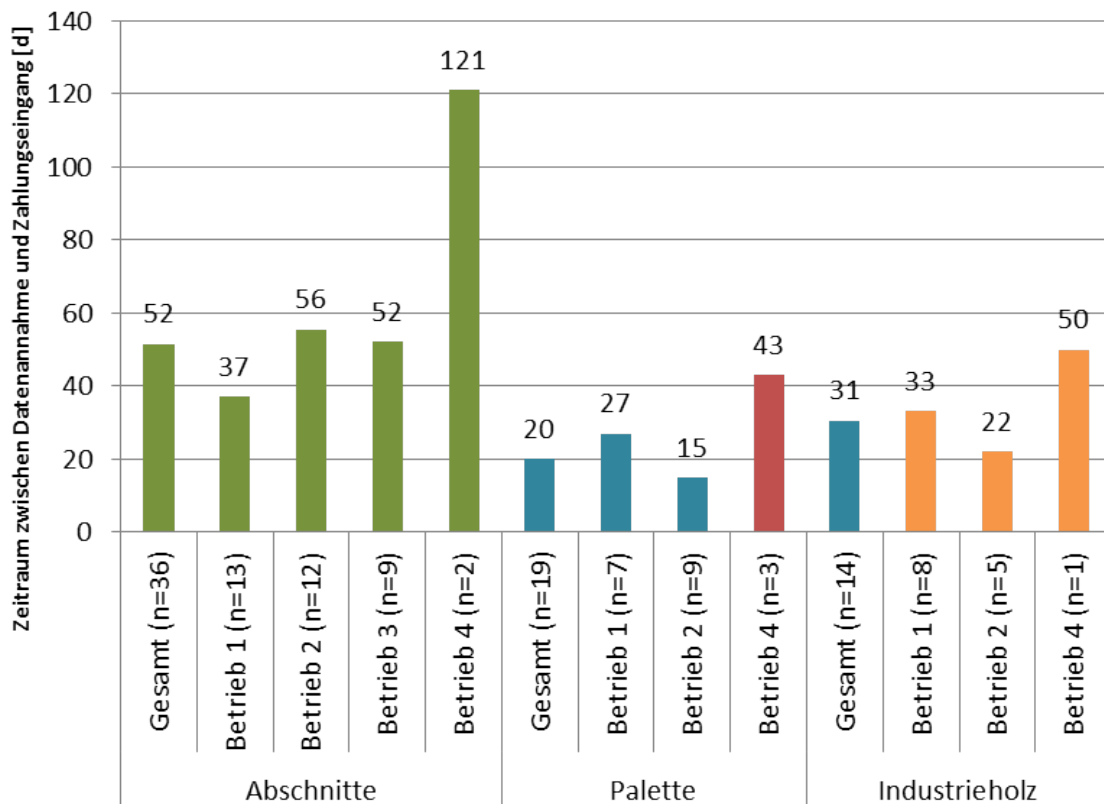


Abbildung 4.11: Zeitraum zwischen Holzdatenannahme und Zahlungseingang [d] als Median zusammengefasst

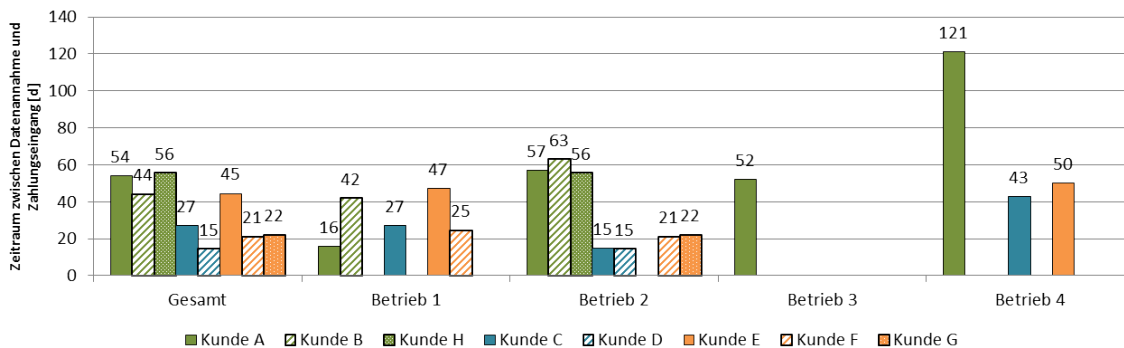


Abbildung 4.12: Zeitraum zwischen Holzdatenannahme und Zahlungseingang [d] kundenweise als Median zusammengefasst

Je nach Betrieb konnten die Abrechnungszeiträume für ein und denselben Kunden wieder stark schwanken. Der Abschnittskunde A wurden z.B. im Betrieb 1 in nur 16 Tagen abgerechnet. Die ersten Rechnungen wurden hier jedoch bereits mit der Mengenanmeldung gestellt und waren laut der Dokumentation bereits zwei Wochen später bezahlt. Der Werksmaßrücklauf erfolgte jedoch erst nach ca. 73 Tagen (siehe Tabelle 4.9). Folgende Abschlagsrechnungen wurden nicht dokumentiert. Beim Betrieb 4 hingegen wurden 121 Tage benötigt. Hier dauerte der Werksmaßrücklauf im Mittel 63 Tage. Erst danach wurde die erste Rechnung gestellt. Bis zum Zahlungseingang vergingen weitere 41 Tage. Bei den Betrieben 2 und 3 erfolgte der Werksmaßrücklauf beim Kunden A bereits nach ca. einem Monat. Weitere 17 bis 39 Tage vergingen zwischen der Rechnungsstellung und dem Zahlungseingang.

Tabelle 4.9: Zeitraum zwischen Datenannahme und Werksmaßrücklauf

Werksmaßrücklauf	Kunde A	Kunde B	Kunde H
Betrieb 1	73	77	na
Betrieb 2	32	50	34.5
Betrieb 3	27	na	na
Betrieb 4	63	na	na

5 Zusammenfassung und Diskussion

5.1 Ergebnisse

Stellvertretend für den Normalprozess der Holzbereitstellung im nordostdeutschen Tiefland, wurden die mittleren Zeitbedarfe, über 5 an der Untersuchung beteiligte Betriebe, gebildet und vorgestellt.

Über alle Betriebe gemittelt machen die Reviertätigkeiten 73% der Holzbereitstellung aus. Bezogen auf 100 FM beträgt der Zeitbedarf für Reviertätigkeiten ca. 1.5 h und die Abrechnung im Holzbüro ca. 30 Minuten. Hinzu kommen schätzungsweise noch 25 min/100 FM Fahrzeit.

Im Vergleich zu den Untersuchungen von Baumann vor 10 Jahren (abzüglich den Tätigkeiten der Hiebsvorbereitung und der Aufteilung der Flächenlose) bedurfte es für die Reviertätigkeiten von 100 FM etwa 46 Minuten länger (49%; siehe Tabelle 5.1 [1]). Wie auch damals bei Baumann, machten die Tätigkeiten der Holzerntekontrolle und der Holzaufnahme bzw. -datenerfassung 50-60% am Holzbereitstellungsprozess auf Revierebene aus. Der zeitliche Mehraufwand in der damaligen Studie war vor allem auf folgende Teilprozesse zurückzuführen: Holzerntekontrolle (13 min); Holzaufnahme und -datenerfassung (15 min) ; Vorzeigung (13 min) und Einweisung der Holzabfuhr (5 min).

Die Intensität bzw. Häufigkeit der Holzerntekontrollen ist meist stark von der Topografie und den Witterungsverhältnissen abhängig und in diesem Fall nicht wirklich vergleichbar.

In Bezug auf die Holzaufnahme und Datenerfassung wurden bei den Betrieben 1 und 4 ähnliche Zeitbedarfe wie damals bei Baumann erfasst. Der Unterschied zu den Betrieben 2 und 3 besteht in einer vereinfachten Holzaufnahme bei den Sägeholzabschnitten. Da diese dort nur gezählt werden und bei Übereinstimmung das Harvestermaß übernommen wird, läuft dieser Teilprozess ca. 30-40 min/100 FM schneller ab (ca. 50%). Eine Differenzierung der Zeitaufschriebe nach Sortimenten wurde bei der Holzaufnahmetätigkeit jedoch nicht verlangt und kann somit nicht weiter untersucht werden. Lediglich beim Betrieb 3 können die Zeitwerte für die Aufnahme der Sägeholzabschnitte, den Zeitwerten einer weiteren Studie für die In-

dustrieholzaufnahme gegenübergestellt werden. Wie vermutet dauerte die Aufnahme und Datenerfassung des Industrieholzes im Waldsektionsmaß etwa 39 Minuten länger als das Zählen der Abschnitte.

Die Vorzeigung hat bei Baumann 11% am Gesamtprozess ausgemacht, bei dieser Untersuchung waren es gerade mal 4%. Die Hiebe von Baumann waren jedoch im Gegensatz zu dieser Untersuchung nicht nur auf Nadelholz beschränkt. Beim Laubholz werden häufiger Vorzeigungen durchgeführt als bei den Massensortimenten des Nadelholzes.

Die Holzabfuhr erfolgt in den meisten Fällen heutzutage selbstständig und nimmt unter 1% am Gesamtprozess ein. Lediglich beim Betrieb 2 wird eine telefonische Anmeldung erbeten (2% am Gesamtprozess, 3 Minuten/100 FM). Bei Baumann waren es damals 4% (6 Minuten/100 FM). Auch bei den Untersuchungen von Baumann vor 10 Jahren wurden bereits die GPS Koordinaten der Polter erfasst und in Polterkarten den Fahrern bereitgestellt. Damals war dies sehr fortschrittlich, denn nur zwei Jahre zuvor, hatten Bauer und Bodelschwingh für eine Forstbetriebsgemeinschaft festgestellt, dass etwa jedes zweite Polter einer LKW-Einweisung durch den Förster bedurfte [5]. Heutzutage sind digital, in einem GIS-Programm erstellte Polterkarten eigentlich Standard und ermöglichen dem Holztransport eine selbstständige An- und Abfuhr der entsprechenden Polter.

Die Abrechnungsvorgänge auf Holzbüroebene dauerten bei den Untersuchungen von Baumann ebenfalls etwa eine halbe Stunde [1]. Die einzelnen Tätigkeiten zeigten jedoch eine ganz andere Gewichtung im Teil- und Gesamtprozess (siehe Tabelle 5.1). Den größten Anteil am Abrechnungsvorgang hatte bei Baumann die Tätigkeit der Mengenanmeldung beim Kunden (13 min; 36%), gefolgt von der Holzdatenannahme (7 min; 19%). Für die Rechnungstellung wurden 5 Minuten (14%) und für das Überprüfen des Zahlungseinganges nur 1 Minute (3%) benötigt. Wie im Ergebnisteil aufgezeigt, war die Rechnungsstellung bei allen 5 Betrieben die zeitaufwendigste Tätigkeit, die im Mittel etwa 9 Minuten (27%) dauerte. Auch das Prüfen des Zahlungseinganges nahm bei vielen Betrieben relativ viel Zeit in Anspruch (im Mittel 6 Minuten; 16%). Lediglich beim Betrieb 1 verlief das Prüfen des Zahlungseinganges ebenso schnell wie bei den Untersuchungen von Baumann. Die Mengenanmeldung beim Kunden war im Mittel nach 5 Minuten (13%) erledigt und bedurfte somit fast nur 1/3 der Zeit im Vergleich zu Baumann. Die Ursachen für diese umgekehrte Verhältnisse beider Studien sind nicht erkennbar. Der Betrieb 5 hatte bei der Abrechnung Zuordnungsprobleme und somit trotz eines deutlich verkürzten Prozesses aufgrund des Stockverkaufes (nur Rechnungsstellung und Prüfung Zah-

Tabelle 5.1: Vergleich der absoluten und relativen Zeitbedarfe der Gesamtmittelwerte mit den Ergebnissen der Untersuchungen von Baumann (2009) [1]

	Gesamt FairLog			Ergebnisse BAUMANN		
	Mittelwert Min/100FM	rel. Anteil Teilprozess	rel. Anteil Gesamtprozess	Mittelwert Min/100FM	rel. Anteil Teilprozess	rel. Anteil Gesamtprozess
Revier						
Hiebsanlage/Vorabsprachen	2	2%	2%	0	0	
Arbeitsauftrag	3	4%	3%	4	3%	2%
Einweisung	6	6%	4%	5	4%	3%
Holzerntekontrolle	16	17%	13%	29	21%	17%
Abschlussbesprechung	3	3%	2%	0	0%	0%
Holzaufnahme	35	37%	27%	64	47%	37%
Datenbearbeitung/Freigabe	20	21%	16%	8	6%	5%
Nachträgliche Polterbeschriftung	2	2%	2%	0	0%	0%
Vorzeigung	5	6%	4%	19	14%	11%
Holzabfuhr	1	1%	1%	6	4%	4%
Abgleich Werksmaß/Nachbearbeitung	1	1%	0%	0	0%	0%
Revier (aufsummierte Mittelwerte)	94	100%	73%	135	100%	79%
Holzbüro						
Absprachen	3	10%	3%	2	6%	1%
Holzdatenannahme	5	15%	4%	7	19%	4%
Mengenanmeldung Kunde	5	13%	4%	13	36%	8%
Bürgschaft	2	5%	1%	3	8%	2%
Werksmaßerfassung	3	8%	2%	3	8%	2%
Rechnung	9	27%	7%	5	14%	3%
Zahlungseingang	6	16%	4%	1	3%	1%
Abfuhrfreigabe	2	6%	2%	2	6%	1%
Büro (aufsummierte Mittelwerte)	34	100%	27%	36	100%	21%
Gesamtprozess (summierte Zwischensummen)	128.24			171		
Legende:						
alle Tätigkeiten > 10%						
die größten 3 Tätigkeiten je Teilprozess						

lungseingang) insgesamt ca. eine halbe Stunde/100 FM benötigt.

Anders als bei vorherigen Prozessanalysen wurden in dieser Studie die Daten zusätzlich nach Sortimenten und bzw. oder Kunden differenziert. Dabei zeichnete sich ab, dass die Abrechnung der Sägeholzabschnitte ca. 16 Minuten und die der Palette etwa 5 Minuten mehr Zeit in Anspruch nehmen, als die Abrechnung beim Industrieholz. Zusammengefasst dauert die Werksmaßabrechnung durch den Werksmaß-Waldmaß-Abgleich insgesamt ca. 13 Minuten länger als die Waldmaßabrechnung (48%, t-Test signifikant; n_1 und $n_2 > 30$). In 75% aller Bereitstellungen wurde auch bei der Werksmaßabrechnung nur 1 Rechnung gestellt. Wie bei der Auswertung der Durchlaufzeiten jedoch auffiel, scheint zumindest im Fall von Betrieb 1, der Abrechnungsvorgang nicht bis zum Ende erfasst worden zu sein, da die Rechnung meist bereits vor dem Werksmaßrücklauf gestellt wurde und danach keine weiteren Rechnungen oder Zahlungseingänge vermerkt wurden.

Grob lassen sich die Erkenntnisse wie folgt zusammenfassen: Davon ausgehend, dass im Falle der Werksvermessung das Harvestermaß als Waldmaß herangezogen wird, so ergibt sich bei der Werksmaßabrechnung insgesamt ein Zeitvorteil von 16 min/100 FM (13%). Wird für die Sägeabschnitte zusätzlich ein Waldsektionsmaß erhoben, so bedeutet die Werksmaßabrechnung einen administrativen Mehraufwand von 13 min/100 FM (11%). Wäre das Harvestermaß als Abrechnungsmaß für die Sägeholzabschnitte anwendbar, ergäbe sich ein Zeitvorteil von fast einer Stunde je 100 FM (52 min; 40%). In jedem Fall sollten die Bereitstellungsmengen eine Mindestmenge von 100 FM nicht unterschreiten, da dann der Zeitbedarf und somit auch die Kosten exponentiell steigen.

Summiert man die mittleren Durchlaufzeiten der Revier- und Holzbürotätigkeiten auf, ergibt sich der mittlere Gesamtzeitraum für den Prozess der Holzbereitstellung vom Wald zum Werk. Bei der gesonderten Betrachtung von Wald- (55 Tage) und Werksmaßabrechnung (79 Tage) ergibt sich eine Zeitdifferenz von 24 Tagen. Allein zwischen der Datenannahme und dem Werksmaßrücklauf vergingen im Mittel etwa 51 Tage. **Ohne weitere Differenzierung nach der Abrechnungsart betrug die mittlere Durchlaufzeit etwa 66 Tage.** Bei einer Studie von Bauer und Bodelschwingh aus dem Jahr 2005 betrug der Zeitraum von Beginn der Holzernarbeiten bis zur Endabrechnung 88 Tage [5]. Unterschiede zwischen den einzelnen Sortimenten konnten nicht festgestellt werden. Durch organisatorische Maßnahmen schafften Sie es, Leerzeiten zu verkürzen und den Ablauf der Holzbereitstellung somit

um 25 Tage zu reduzieren (insgesamt 63 Tage). Somit entspricht die mittlere Durchlaufzeit dieser Auswertung in etwa der optimierten Durchlaufzeit der damaligen Studie.

5.2 Methodik

Das Hauptproblem der Untersuchung, war der sehr kleine Stichprobenumfang. Die Hiebs- und Bereitstellungsgrößen der einzelnen Betriebe sind entscheidend, wie groß der jeweilige Stichprobenumfang ist. Letztendlich wurde eine Mindestmenge von 5.000 FM festgelegt, die für den Zeitraum Oktober 2016 bis März 2017 von den Betrieben als machbar eingeschätzt wurde. Machbar zum einen, was die Menge anbelangt, machbar jedoch auch in Bezug auf die personelle Zusatzbelastung aufgrund der Dokumentation.

Wie im Methodikteil bereits angesprochen, erbrachten nur 3 der 5 Betriebe die geforderte Mindestmenge. Die Revierleiter und auch die zu dokumentierenden Hiebe wurden durch die jeweiligen Betriebe festgelegt (keine Zufallsauswahl). Das die Arbeitsweise einzelner Revierleiter mitunter stark vom Durchschnitt abweichen kann, zeigte der Vergleich der 3 Förster des Betrieb 1.

Beim Betrieb 3 wurde sowohl auf Revier, als auch bei der Abrechnung, nur die Sägeholzabschnitte und das Langholz dokumentiert. Da bei der Informationsveranstaltung auch der für das Paletten- und Industrieholz zuständige Mitarbeiter anwesend war, er ebenfalls alle Unterlagen erhalten hat und im Dezember noch einmal telefonisch und per Mail kontaktiert wurde, wurde von einer planmäßigen Dokumentation ausgegangen. Da dies nicht erfolgte, liegt die Schlussfolgerung nahe, dass der Aufwand, alle Bereitstellungen zu dokumentieren, intern als nicht zumutbar angesehen wurde und somit nur teilweise ausgeführt wurde. Dies hat jedoch zur Folge, dass zum einen die geforderte Mindestmenge nicht erreicht wurde, zum anderen aber auch der Zeitbedarf je 100 FM im Revier über- bzw. bei der Abrechnung, auf alle Sortimente bezogen, unterschätzt wurde. Genau genommen hätten im Betriebsvergleich nur die Abrechnungszeitbedarfe des Betrieb 3 und diese auch nur bei der gesonderten Betrachtung der Abschnitte, in die Untersuchung mit einfließen dürfen.

Der Betrieb 4 war der einzige Betrieb, der im Vorfeld alle zu dokumentierenden Hiebe aufgelistet und benannt hatte, sodass ein guter Datenrückgang erhofft werden konnte. Da jedoch nur 2 der genannten 5 Revierleitern die Hiebsmaßnahmen dokumentierten, gingen von den 32 geplanten Hieben lediglich 4 (13%) in die Un-

tersuchung mit ein. Auch hier gab es im Vorfeld eine Informationsveranstaltung. Zusätzlich wurde im Dezember alle Förster telefonisch kontaktiert und um Beteiligung an der Dokumentation gebeten. Auch die Holzsachbearbeitung im Forstamt zeigte leider nur wenig Motivation zur Zuarbeit. Lediglich in der Betriebsleitung erfolgte die Dokumentationen der Sägeholzabschnitte planmäßig.

Eine differenzierte Betrachtung der Abrechnungsvorgänge hinsichtlich Sortimente und Kunden minimierten den ohnehin kleinen Stichprobenumfang. Um dem entgegenzuwirken, aber auch um den Betrieben aufzuzeigen, wo Sie im Vergleich zu anderen Betrieben stehen, wurde für jeden Prozessschritt ein durchschnittlicher Zeitbedarf über alle Betriebe ermittelt. Da auf Revierebene die Hiebsmaßnahmen beim Betrieb 1 deutlich kleiner waren und somit deutlich mehr Hiebe dokumentiert wurden als bei den anderen Unternehmen, wird dieser Durchschnittswert zu 49% durch diesen einen Betrieb beeinflusst. Auf Holzbüroebene stammen 70% aller Daten aus nur zwei Betrieben (Betrieb 1 und 2).

Die Betriebe wurden zum einen mit dem Durchschnittswert über alle Betriebe, zum anderen aber auch unmittelbar miteinander verglichen. Für letzteres wurde der t-Test herangezogen. Dies ist ein relativ einfacher und relativ robuster Signifikanztest, der untersucht, ob zwei empirisch bestimmte Mittelwerte sich systematisch voneinander unterscheiden. Solange die Gruppen nicht zu klein und annähernd gleich groß sind liefert der t-Test trotz Verletzungen der Voraussetzungen noch zuverlässige Ergebnisse (Normalverteilung, Varianzenhomogenität). Je kleiner der Stichprobenumfang der beiden Gruppen, umso seltener lassen sich tatsächliche Unterschiede nachweisen. Bei einem Stichprobenumfang unter 30 wird von einer Verwendung abgeraten. Diese kritische Zahl wurde bei allen t-Test-Untersuchungen in dieser Fallstudie unterschritten (oft sogar $n < 10$). [6] Die Ergebnisse dieser Fallstudie sind demnach keinesfalls statistisch abgesichert, sollen den Unternehmen allerdings trotzdem die Möglichkeit geben, tendenziell ihren Prozess der Holzbereitstellung im Vergleich zu anderen Betrieben einzuordnen.

5.3 Zielerreichung

Ziel war es Kennzahlen für die Bewertung des Prozesses der Nadelholzbereitstellung herauszuarbeiten. Dafür wurden die mittleren Zeitbedarfe der einzelnen Tätigkeiten und die Durchlaufzeiten betriebsübergreifend für eine Region ermittelt. Aufgrund eines geringen Datenrücklauf aus einigen Betrieben ist die Aussagekraft

der Daten relativ gering, es lassen sich jedoch durchaus Trends hinsichtlich der Unterschiede verschiedener Holzaufnahme- und Abrechnungsverfahren erkennen.

Literaturverzeichnis

- [1] Tina Baumann. *Analyse logistischer Prozesse und deren Optimierungspotentiale entlang der Holzbereitstellungskette vom Wald zum Werk unterstützt durch spezielle Verfahren der Prozessmodellierung: Durchgeführt am Beispiel verschiedener Forst- und Holznetze in der Region Ostalb (Baden-Württemberg): Dissertation*. Freiburg im Breisgau, 2009.
- [2] Ekkehard Bodelschwingh. *Analyse der Rundholzlogistik in der Deutschen Forst- und Holzwirtschaft – Ansätze für ein übergreifendes Supply Chain Management*. München, 2006.
- [3] G. Mahler. Vermessung, Schnittstelle zwischen Forst- und Holzwirtschaft. *Forst & Technik*, 1995(2):22.
- [4] Joachim Hug. *Optimierung von Geschäftsprozessen in der Forstwirtschaft durch den Einsatz von Informationstechnologie: am Beispiel der Holzbereitstellung auf Revierebene: Dissertation*. Freiburg im Breisgau, 2004.
- [5] W. Warkosch, E. Bodelschwingh, and J. Bauer. *Abschlussbericht: WBV Logistik-Studie: Optimierung der Holzernteketten und Mobilisierung im Privatwald - Region Holzkirchen, Rosenheim und Traunstein*. München, 2005.
- [6] Malte Friese, Wilhelm Hofmann, Ewald Naumann, and Björn Rasch. *Quantitative Methoden: Einführung in die Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler*. Springer-Lehrbuch Bachelor. Springer, Berlin [u.a.], 3., erw. Aufl. edition, 2010.