

Produktivitätsmodelle für  
"Kombi-Seilgerät 2017"  
Detaillierte Analyse der vier Modelle  
Teil B: Analyse der Datensätze und Diskussion  
der Modellierung

Dario Pedolin, WSL Birmensdorf

19. Juli 2017

Co-Autoren:	Fritz Frutig Renato Lemm Oliver Thees
Leitung:	Oliver Thees

## **Zusammenfassung**

Zusaetzliche Analysen fuer das Kombiseilgeraet.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Manipulation und Selektion der Daten</b>	<b>4</b>
1.1	Ausgeschlossene Faele . . . . .	4
1.2	Transformation der Daten . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Beschreibung der abhaengigen Variable</b>	<b>5</b>
2.1	Abhaengige Variable: Produktivitaeten . . . . .	5
2.2	Abhaengige Variable: Zeitaufwand . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Modellieren</b>	<b>7</b>
3.1	Holzen und Ruecken . . . . .	7
3.1.1	Produktivitaet Personen . . . . .	8
3.1.2	Produktivitaet Maschine . . . . .	9
3.2	Montage und Demontage . . . . .	10
3.2.1	Zeitaufwand Personal . . . . .	11
3.2.2	Zeitaufwand Maschine . . . . .	12
3.3	Ganzer Holzschlag: Personen- und Maschinen Stunden in Kosten umgesetzt . . . . .	13
<b>4</b>	<b>Anhang</b>	<b>17</b>
4.1	Residuenanalyse . . . . .	17
4.1.1	Produktivitaet Holzen und Ruecken: Personal . . . . .	17
4.1.2	Produktivitaet Holzen und Ruecken: Maschine . . . . .	23
4.1.3	Zeitaufwand Montage und Demontage: Personen . . . . .	29
4.1.4	Zeitaufwand Montage und Demontage: Maschine . . . . .	35
4.2	Transformationen . . . . .	41
4.2.1	Erschwernisse . . . . .	41
4.2.2	Rueckerichtung . . . . .	41
4.2.3	Rueckemittel . . . . .	41
4.3	KSG Typ und Geologie vs Produktivitaet . . . . .	43
4.3.1	Gueltege Faele filtern . . . . .	45
4.4	Planung . . . . .	46
4.5	Beschreibung der Variablen . . . . .	49
4.5.1	Abhaengige Variablen . . . . .	57
4.5.2	Unabhaengige Variablen . . . . .	62

# Einleitung

Anhand Datensets aus 104<sup>1</sup> Holzschlaegen mit Kombiseilgeraet sollen Koeffizienten fuer ein Modell fuer den Holzschlag mit KSG erstellt werden.

1. Die Daten werden bereinigt und beschrieben
2. Experten wählen zu benutzende Daten und Modelle (Kandidaten für das finale Modell) (siehe Anhang Abbildungen 37 und 38)
3. Die von Experten identifizierten Modelle werden erstellt
4. Die Modelle werden detailliert untersucht und beschrieben

## 1 Manipulation und Selektion der Daten

### 1.1 Ausgeschlossene Faelle

1. Vorauswahl gueltiger Faelle durch Experten
2. Entferne 0 Faelle ohne Rückemittel
3. Entferne 7 Faelle mit Rueckerichtung = "eben" oder "auf und ab", (siehe Anhang Tabelle 8)
4. Entferne 99 Faelle ohne Personenzeitaufwand fuer Montage/Demontage<sup>2</sup>
5. Entferne 100 Faelle mit Maschinen-Zeitaufwand fuer Montage / Demontage = NA<sup>3</sup>.

### 1.2 Transformation der Daten

1. Alle Montage/Demontage Zeiten sind h (Personenstunden bzw. MAS (Maschinenstunden)) PRO Aufstellung!
2. Alle Holzen und Ruecken Produktivitaeten sind in m<sup>3</sup>/h (Personenstunden bzw. MAS (Maschinenstunden)).
3. Variable "Rueckerichtung" Wert "auf" = 1, "ab" = 0
4. Variable "Rückemittel" Wert KSG3 = 0, KSG4=1, ein Fall mit "KSG4 HSM 704" zu 1 (siehe Anhang Tabelle 9)
5. Erschwernisse auf zwei Stufen reduziert (0 = 0, 1 oder 2 = 1) (siehe Anhang Tabelle 6 und 7)

---

<sup>1</sup>N-gueltig = 104, N-total = 212

<sup>2</sup>NA in "m3.Liegend / Für.Personal.m3.oR.Std.Montage.Demontage.FWegPause.1.125.und.Findir.1.1.abgezogen"

<sup>3</sup>NA in "m3.Liegend / Für.Maschinen.m3o.R..MStd.Montage.Demontage..Findir.1.1.abgezogen."

## 2 Beschreibung der abhaengigen Variable

### 2.1 Abhaengige Variable: Produktivitaeten

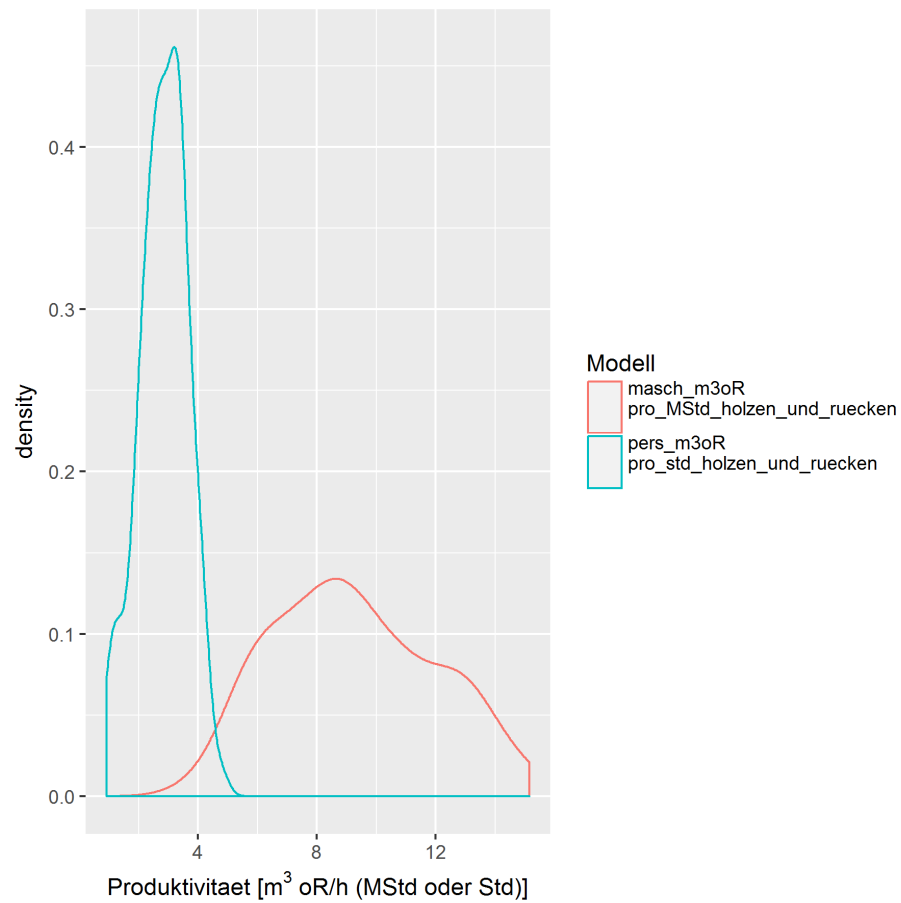


Abbildung 1: Verteilung der gemessenen Produktivitaeten fuer Modell "Holzen und Ruecken"

## 2.2 Abhaengige Variable: Zeitaufwand

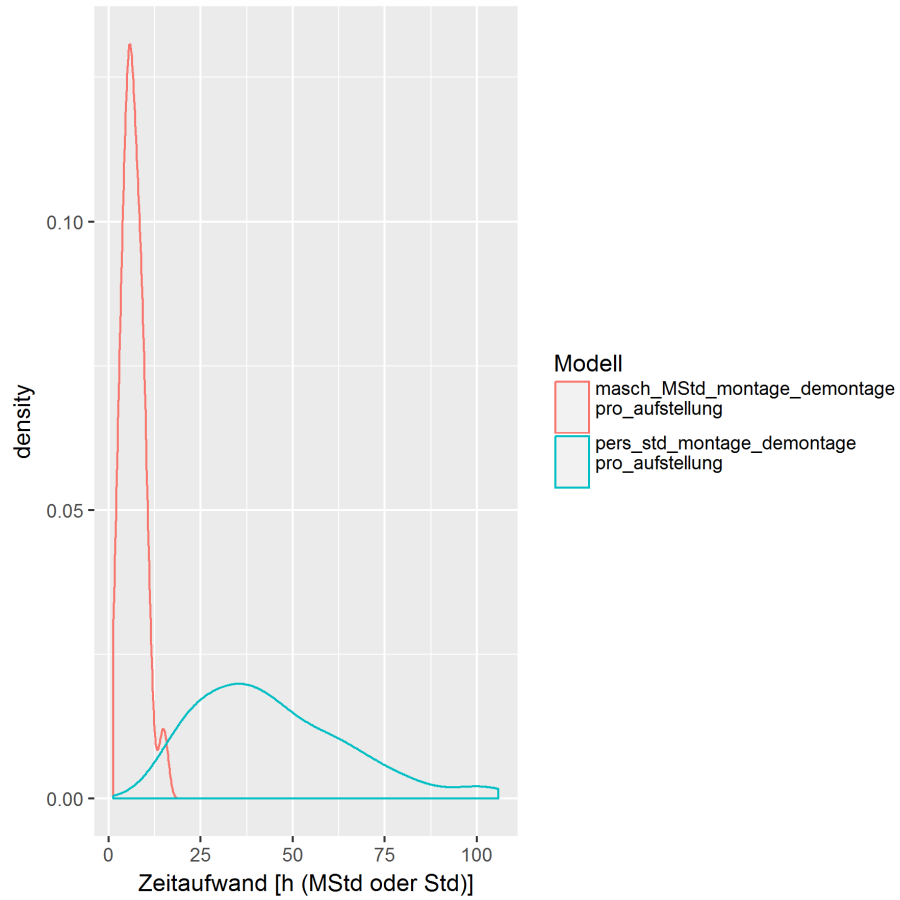


Abbildung 2: Verteilung der gemessenen Zeitaufwaende fuer Modell "Montage und Demontage"

## **3 Modellieren**

### **3.1 Holzen und Ruecken**

### 3.1.1 Produktivitaet Personen

Das korrigierte R-Quadrat fuer das Modell Produktivitaet Personen Holzen und Ruecken mit KSG betraegt 0.42.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	4.0613	0.1941	20.92	0.0000
Hangneigung	-0.0150	0.0041	-3.69	0.0004
X..Lbh	-0.0097	0.0030	-3.26	0.0015
Erschwernisse	-0.4276	0.1390	-3.08	0.0027

Tabelle 1: Modell Produktivitaet Personen Holzen und Ruecken mit KSG

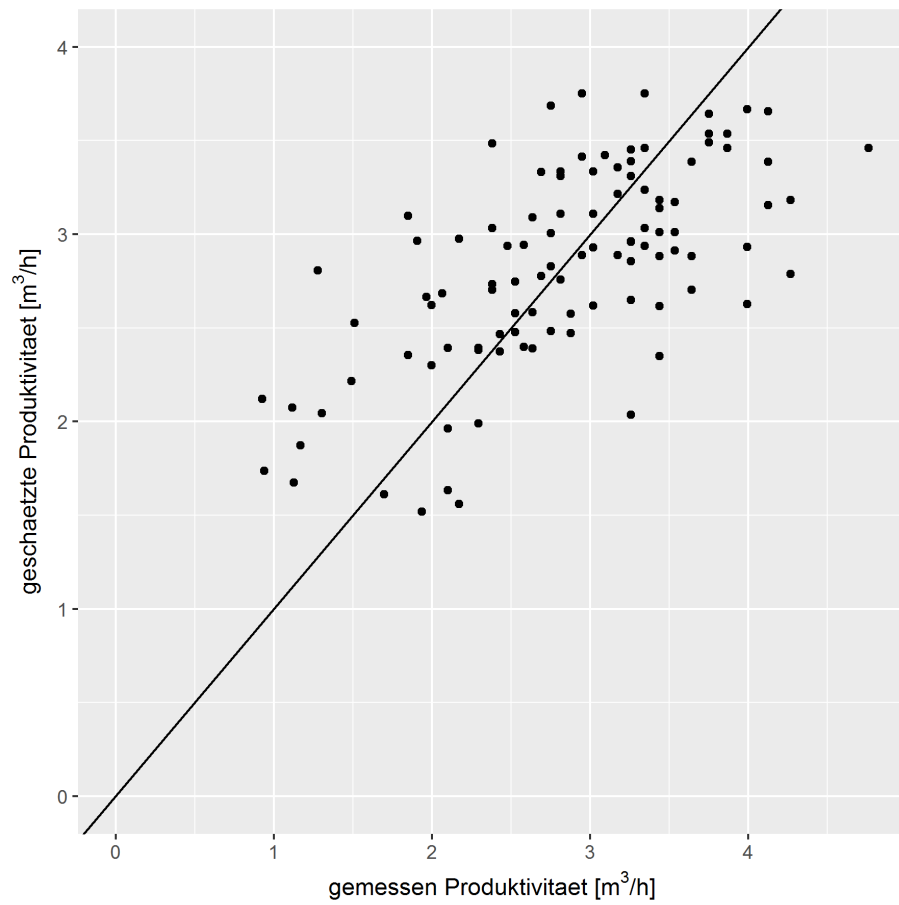


Abbildung 3: Verteilung der gemessenen Zeitaufwaende fuer Modell "Produktivitaet Personen Holzen und Ruecken mit KSG"



### 3.1.2 Produktivitaet Maschine

Das korrigierte R-Quadrat fuer das Modell Produktivitaet Maschinen Holzen und Ruecken mit KSG betraegt 0.37.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	11.0316	0.9190	12.00	0.0000
fm.Mittelstamm.Stehend	1.2794	0.3548	3.61	0.0005
Hangneigung	-0.0542	0.0124	-4.38	0.0000
Erschwernisse	-1.6756	0.4790	-3.50	0.0007

Tabelle 2: Modell Produktivitaet Maschinen Holzen und Ruecken mit KSG

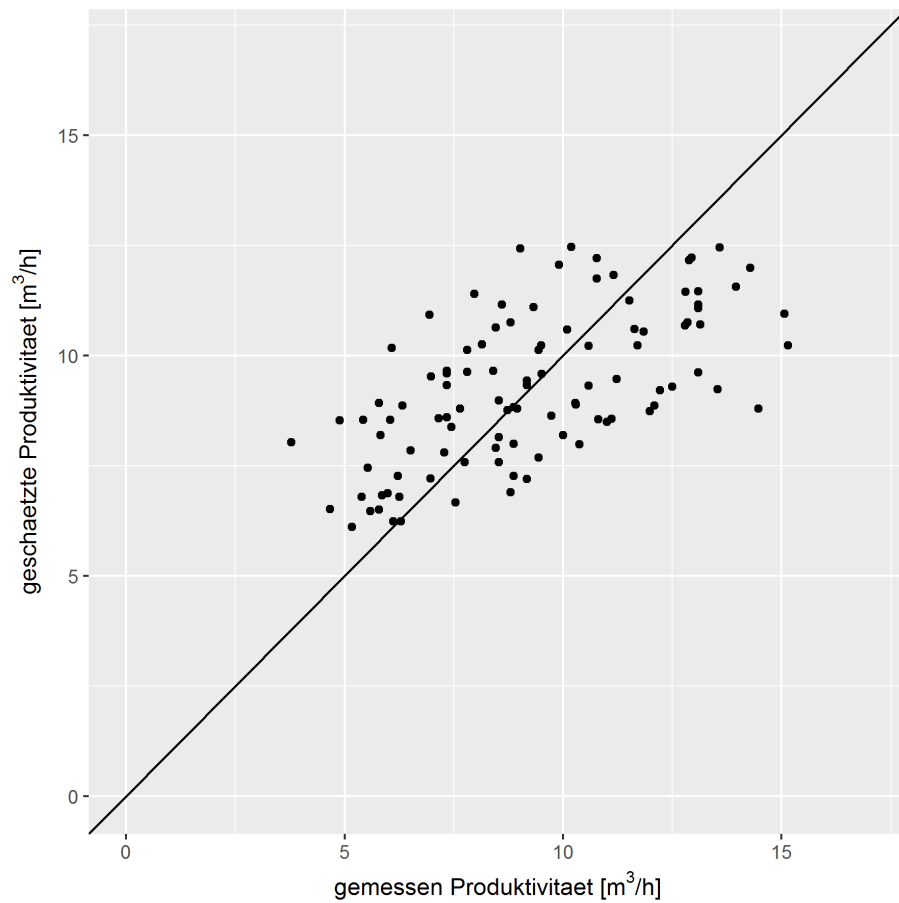


Abbildung 4: Verteilung der gemessenen Zeitaufwaende fuer Modell "Produktivitaet Maschine Holzen und Ruecken mit KSG"

## 3.2 Montage und Demontage

### 3.2.1 Zeitaufwand Personal

Das korrigierte R-Quadrat fuer das Modell Zeitaufwand Personen Montage Demontage KSG betraegt 0.52.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-15.8938	6.3011	-2.52	0.0133
Länge.pro.Linie.m.	0.0573	0.0096	5.97	0.0000
Hangneigung	0.2645	0.0822	3.22	0.0018
Stuetzen_pro_aufstellung	9.2746	2.5746	3.60	0.0005
Erschwernisse	10.9707	3.1732	3.46	0.0008

Tabelle 3: Modell Zeitaufwand Personen Montage Demontage KSG

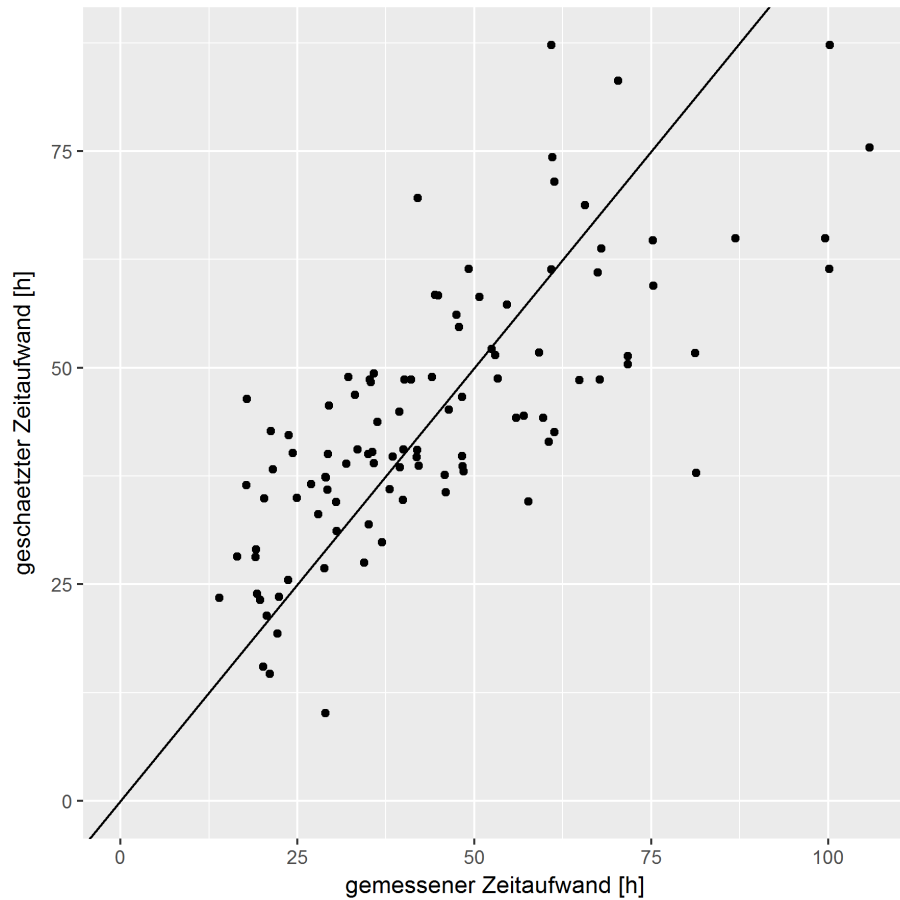


Abbildung 5: Verteilung der gemessenen Zeitaufwaende fuer Modell "Zeitaufwand Personen Montage und Demontage KSG"

### 3.2.2 Zeitaufwand Maschine

Das korrigierte R-Quadrat fuer das Modell Zeitaufwand Maschine Montage Demontage KSG betraegt 0.31.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	1.5166	0.7914	1.92	0.0582
Länge.pro.Linie..m.	0.0070	0.0016	4.26	0.0000
Stuetzen_pro_aufstellung	1.2922	0.4436	2.91	0.0044

Tabelle 4: Modell Zeitaufwand Maschine Montage Demontage KSG

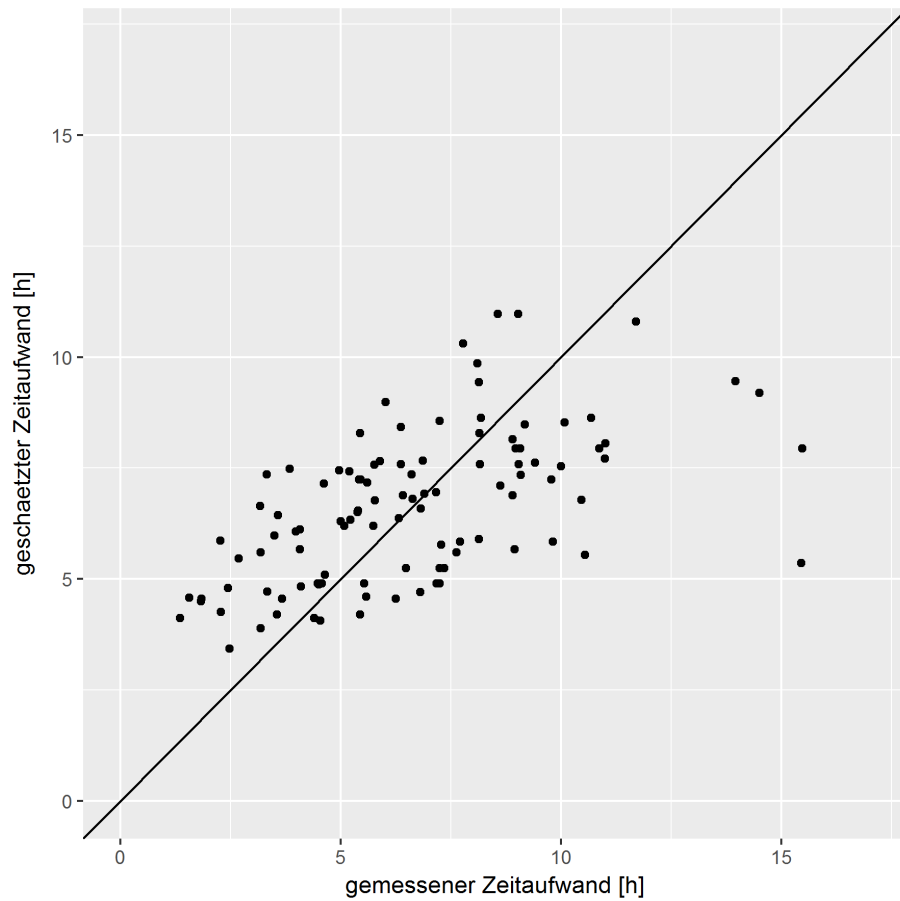


Abbildung 6: Verteilung der gemessenen Zeitaufwaende fuer Modell "Zeitaufwand Maschine Montage und Demontage KSG"

### 3.3 Ganzer Holzschlag: Personen- und Maschinen Stunden in Kosten umgesetzt

Tabelle 5: Kosten: Stundenansatze fuer Maschinen und Personal

Art	Kosten_CHF_pro_h
Personal	70
Maschinen	270

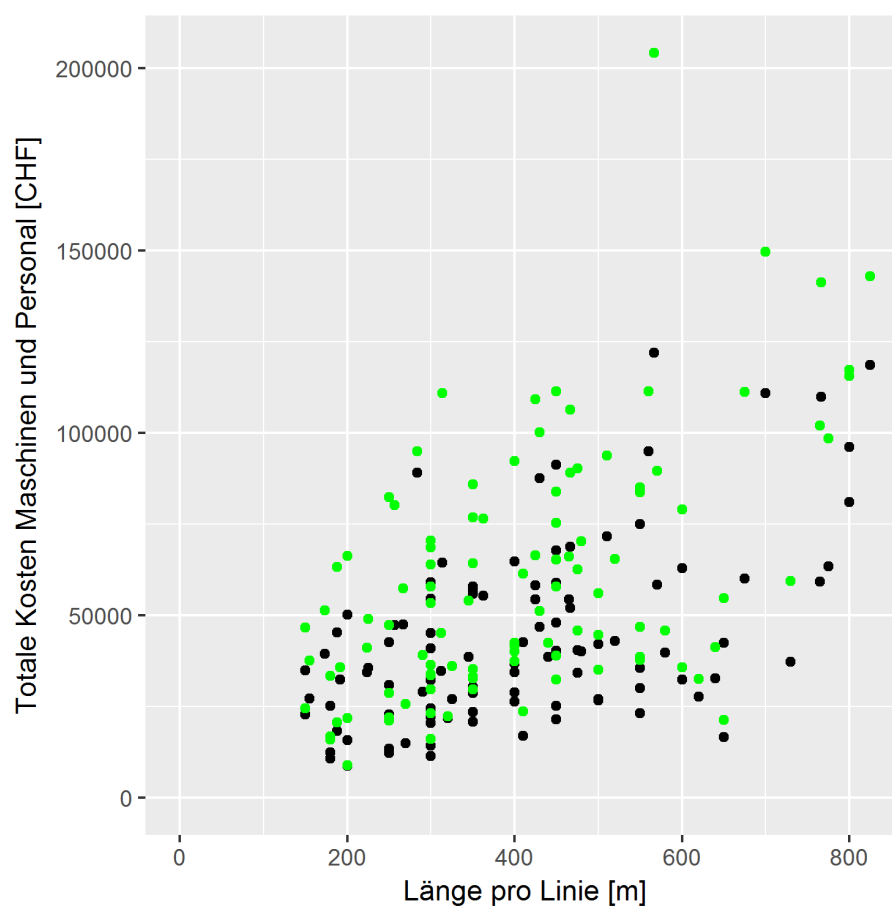


Abbildung 7: Ganzer Holzschlag: Totale Kosten [CHF]. Gruene Punkte markieren gemessene Kosten, schwarze Punkte markieren Vorhersagen des Modells

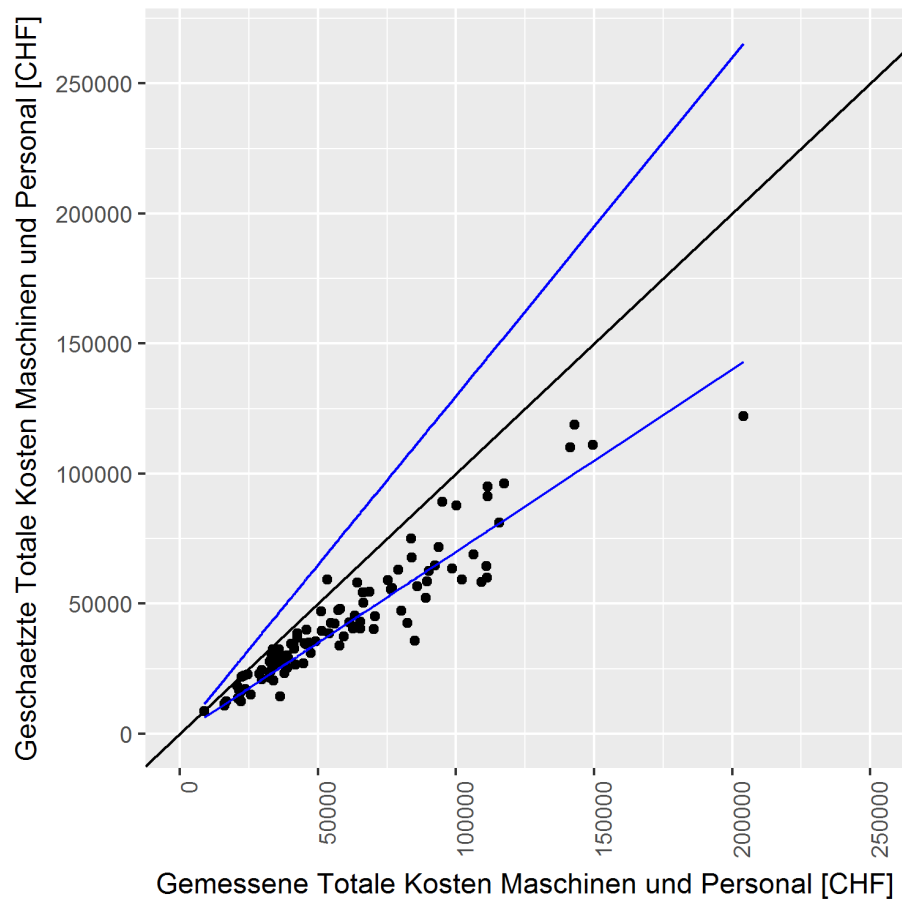


Abbildung 8: Ganzer Holzschlag: Totale Kosten [CHF]. Gemessene Kosten vs. Vorhersagen des Modells. Die blauen Linien markieren relative Schätzfehler von  $\pm 30\%$ .

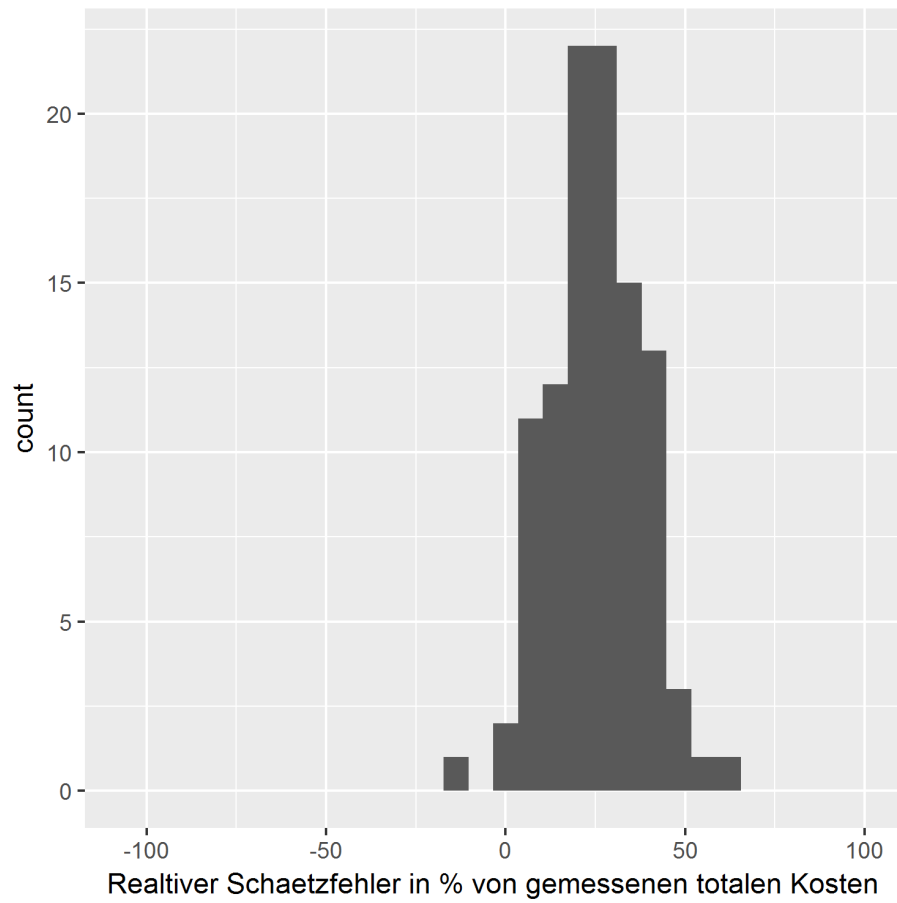


Abbildung 9: Schaetzung totale Kosten [CHF] ganzer Holzschlag: Relative Schaetzfehler in % von "gemessenen" Kosten

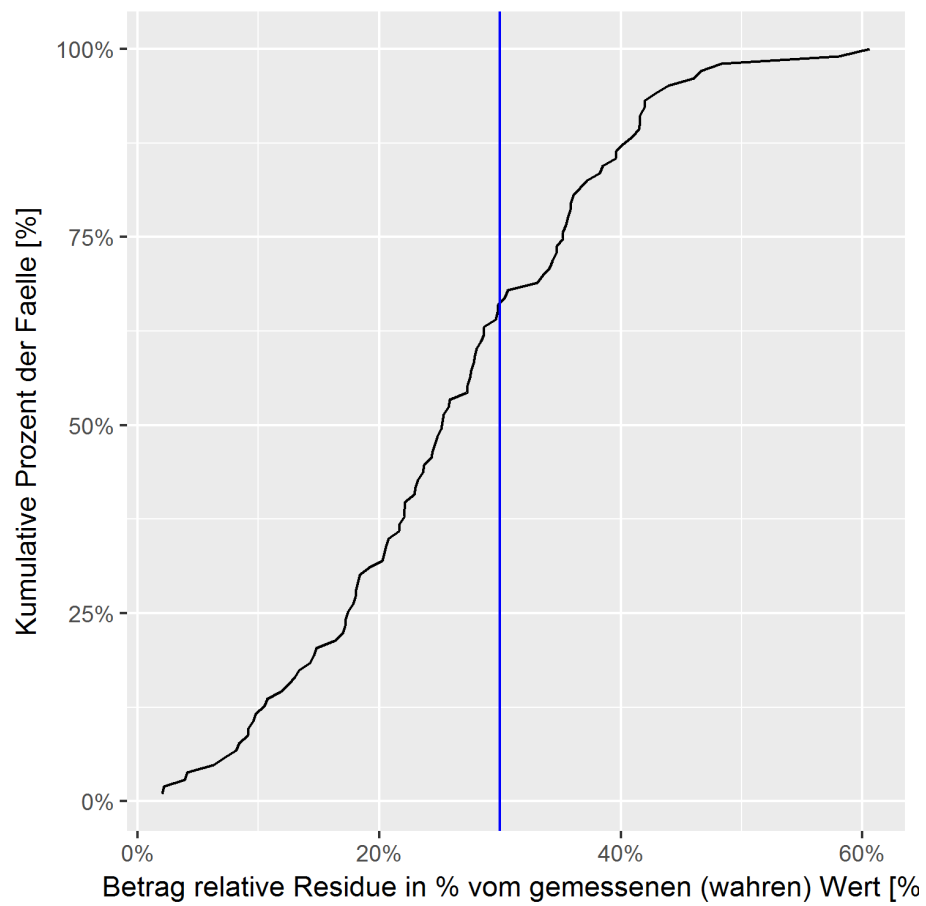


Abbildung 10: Relative Schaetzfehler vs. Anzahl Faelle. Die blaue vertikale Linie markiert einen relativen Schaetzfehler von  $\pm 30\%$ .



## 4 Anhang

### 4.1 Residuenanalyse

#### 4.1.1 Produktivitaet Holzen und Ruecken: Personal

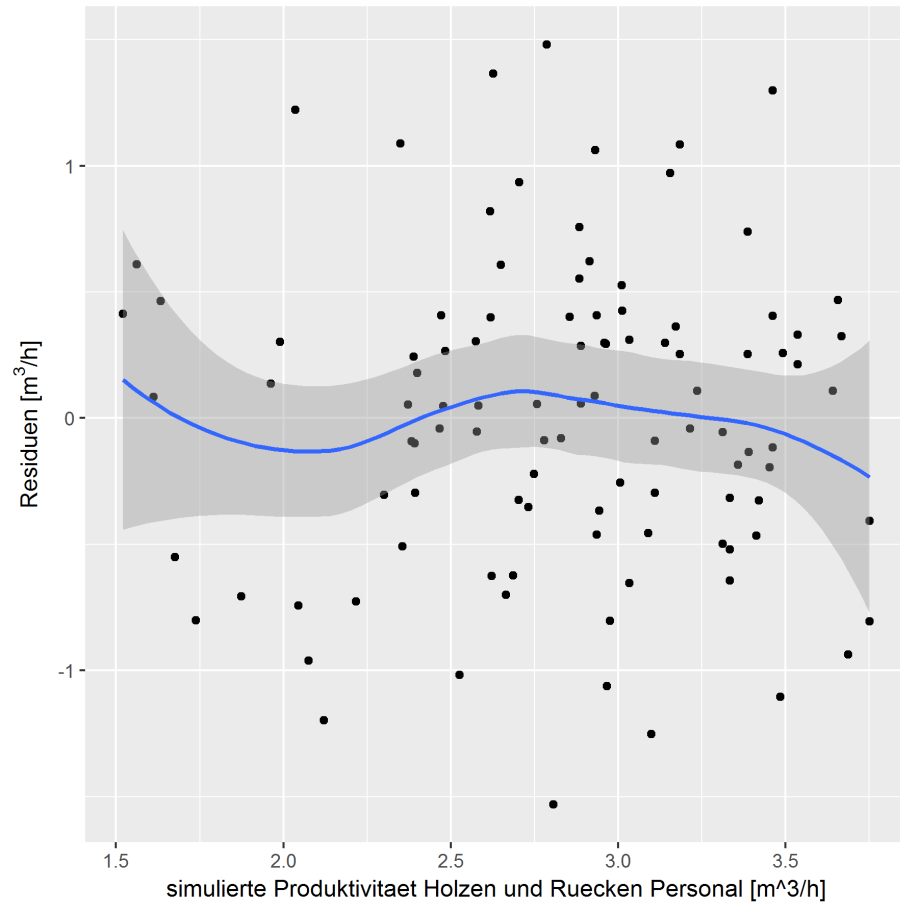


Abbildung 11: Residuen vs.simulierte Werte: Produktivitaet Personal. (p-Wert Anova Mittelwertunterschied ueber vier Quantile = 0.832)

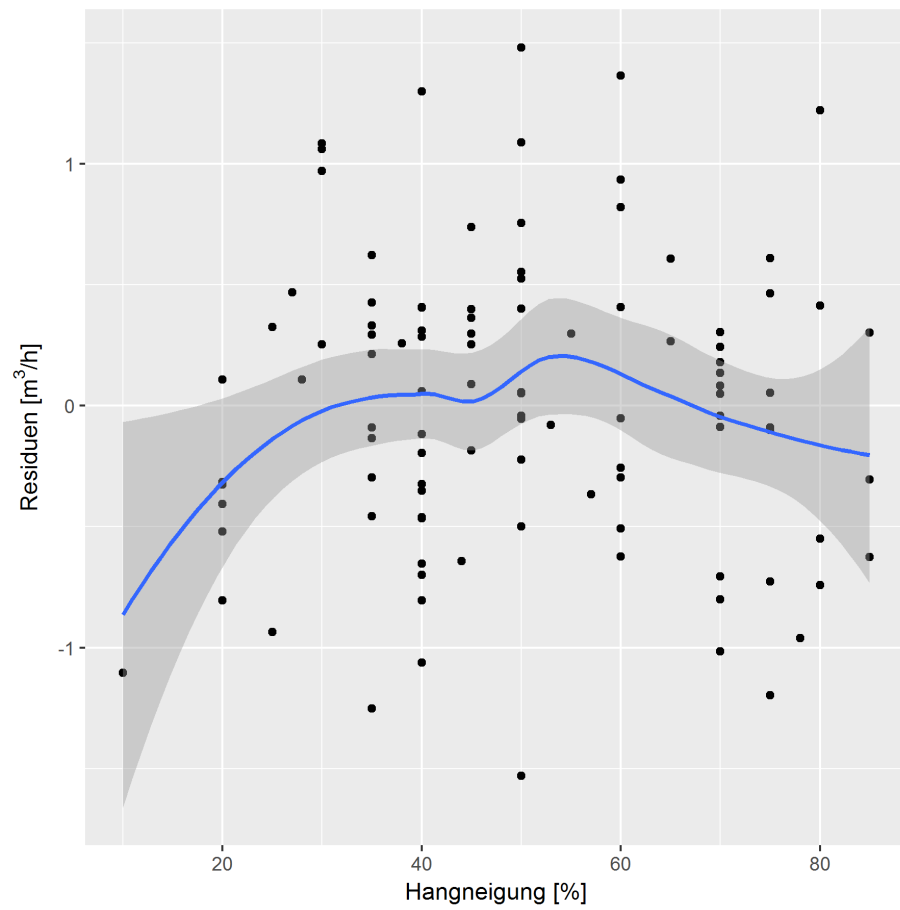


Abbildung 12: Residuen vs. unabhaengige Variable 1: Residue Produktivitaet Holzen und Ruecken Personal vs. Hangneigung. (p-Wert Anova Mittelwertunterschied ueber vier Quantile = 0.848)

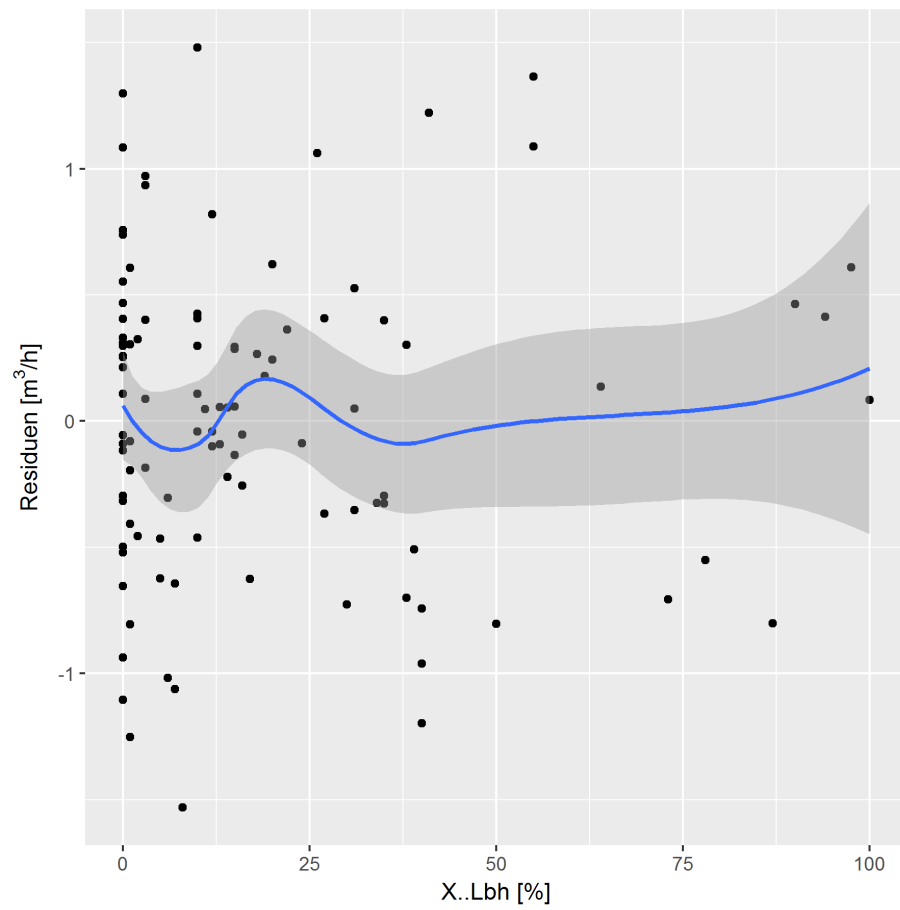


Abbildung 13: Residuen vs. unabhängige Variable 2: Residue Produktivitaet  
Holzen und Ruecken Personal vs. X..Lbh. (p-Wert Anova Mittelwertunterschied  
ueber vier Quantile = 0.627)

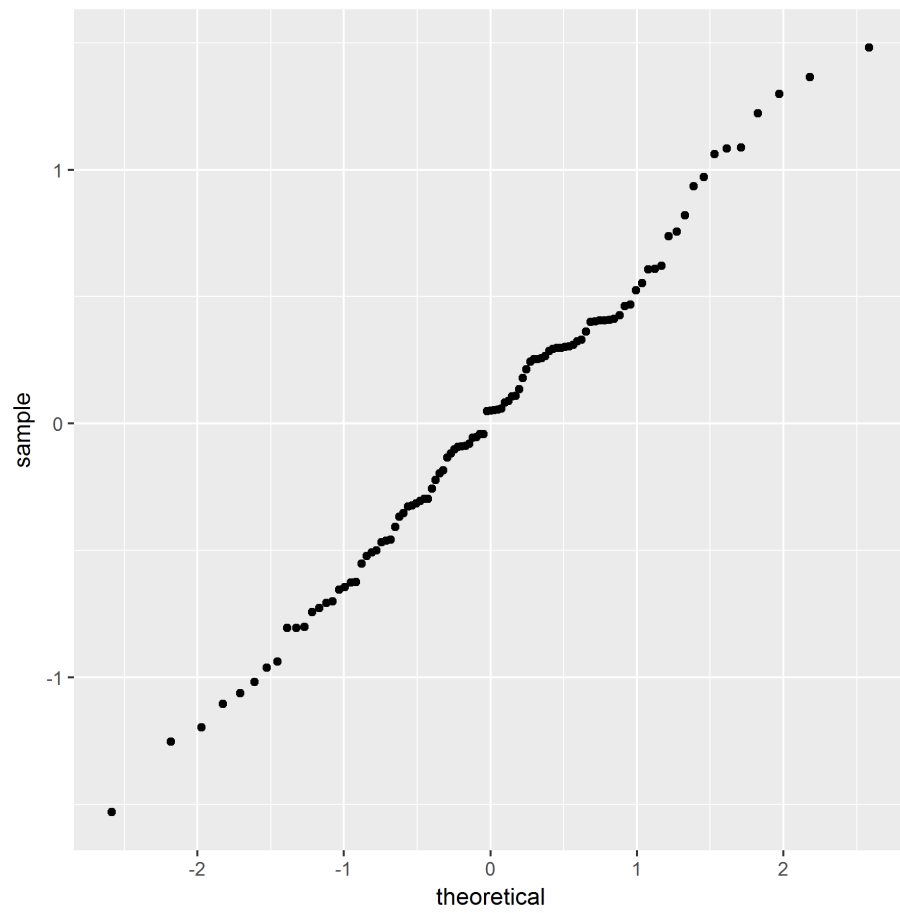


Abbildung 14: Q-QPlot Residue Produktivitaet Holzen und Ruecken Personal

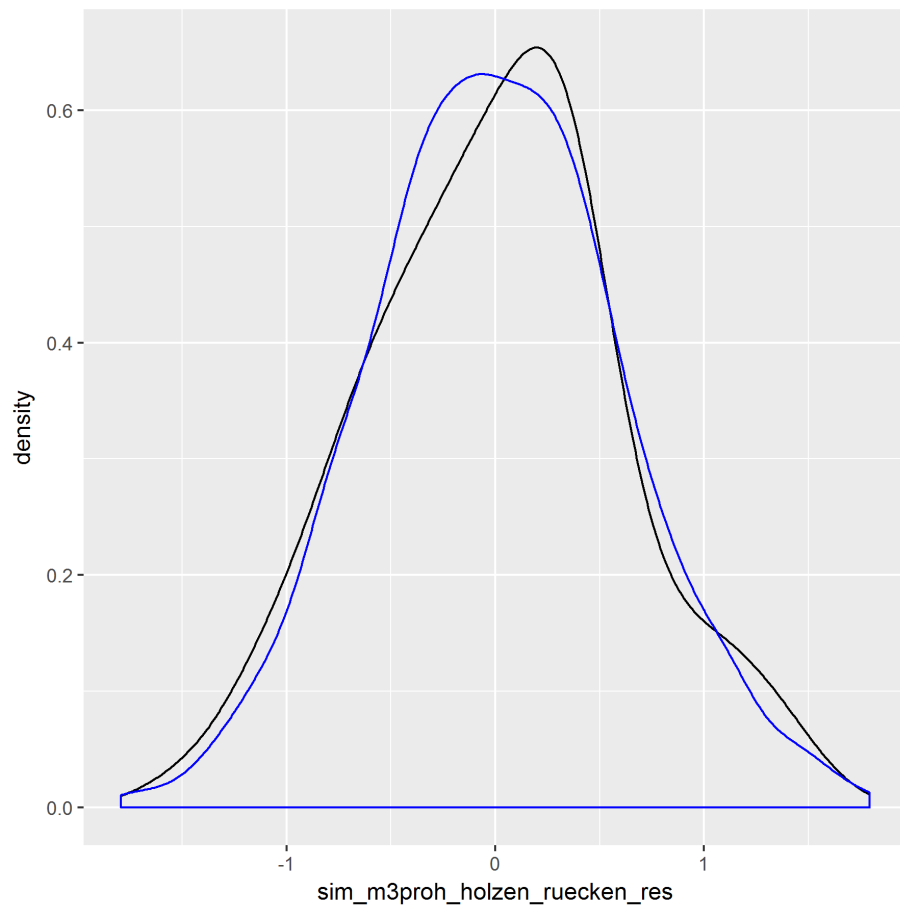


Abbildung 15: Verteilung Residue Produktivitaet Holzen und Ruecken Personal. Eine normalverteilte Variable mit gleichem MW und SD wie die Residuen ist in blau eingezeichnet.

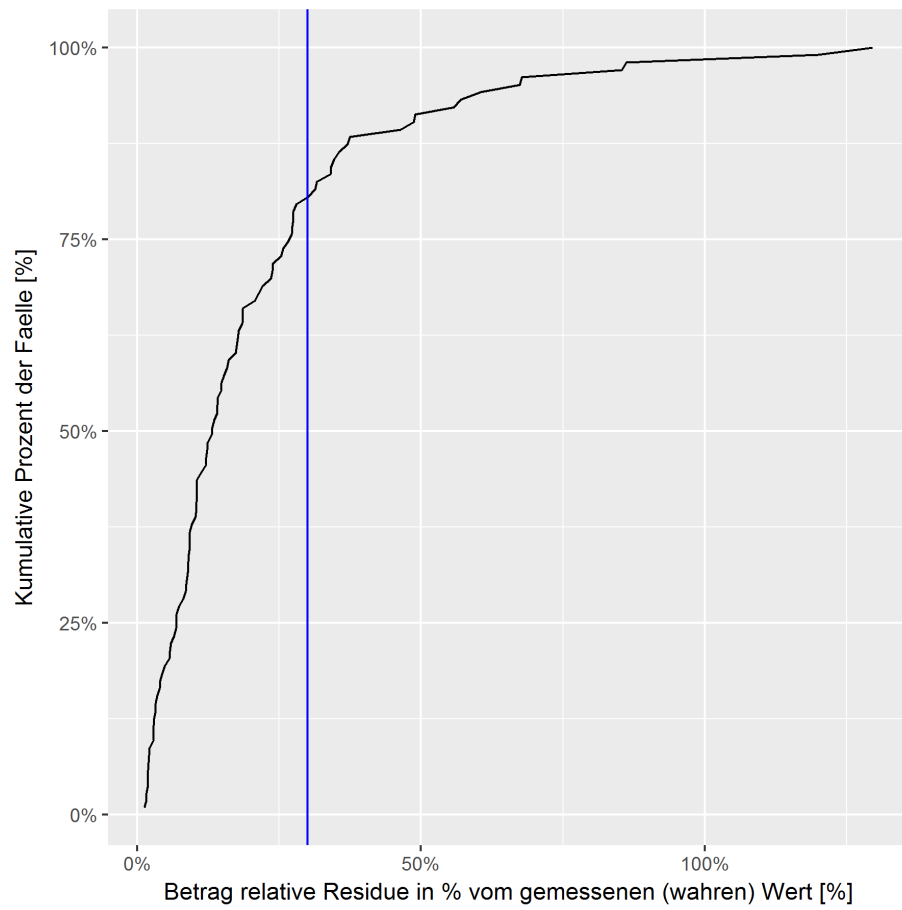


Abbildung 16: Verteilung relativen Residue Produktivitaet Holzen und Ruecken Personal. Die blaue Linie markiert einen mittleren "Schätzfehler" von 30%.

#### 4.1.2 Produktivitaet Holzen und Ruecken: Maschine

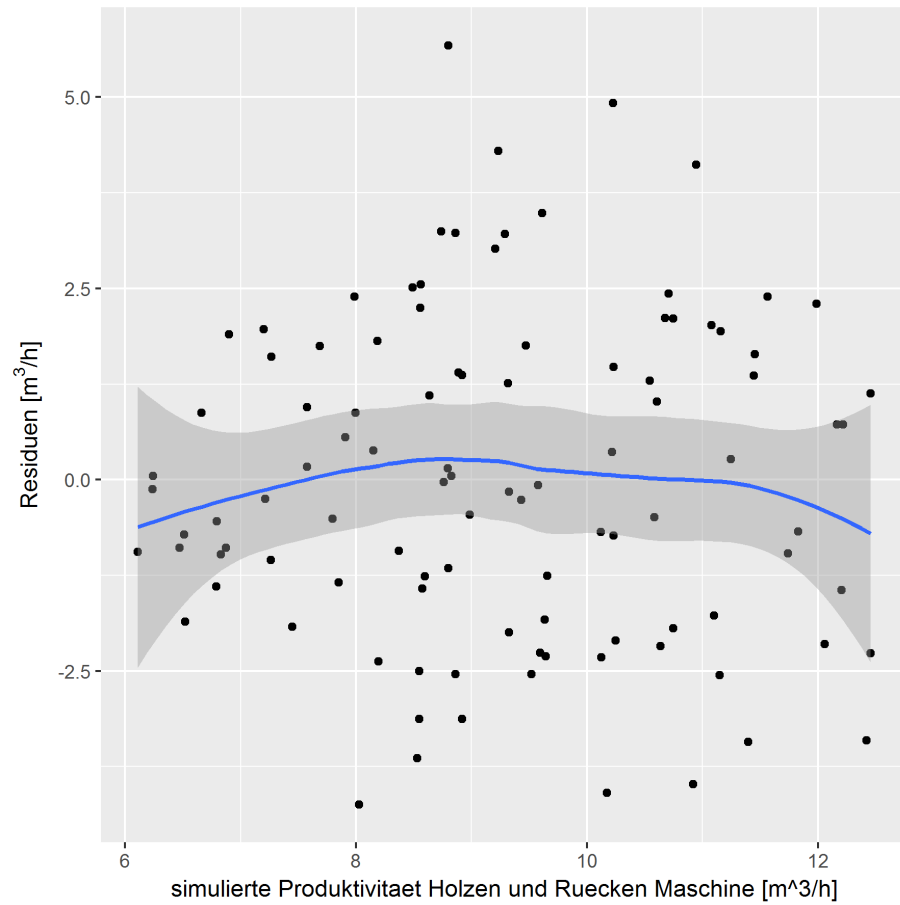


Abbildung 17: Residuen vs.simulierte Werte: Produktivitaet Holzen und Ruecken Maschine. (p-Wert Anova Mittelwertunterschied ueber vier Quantile = 0.878)

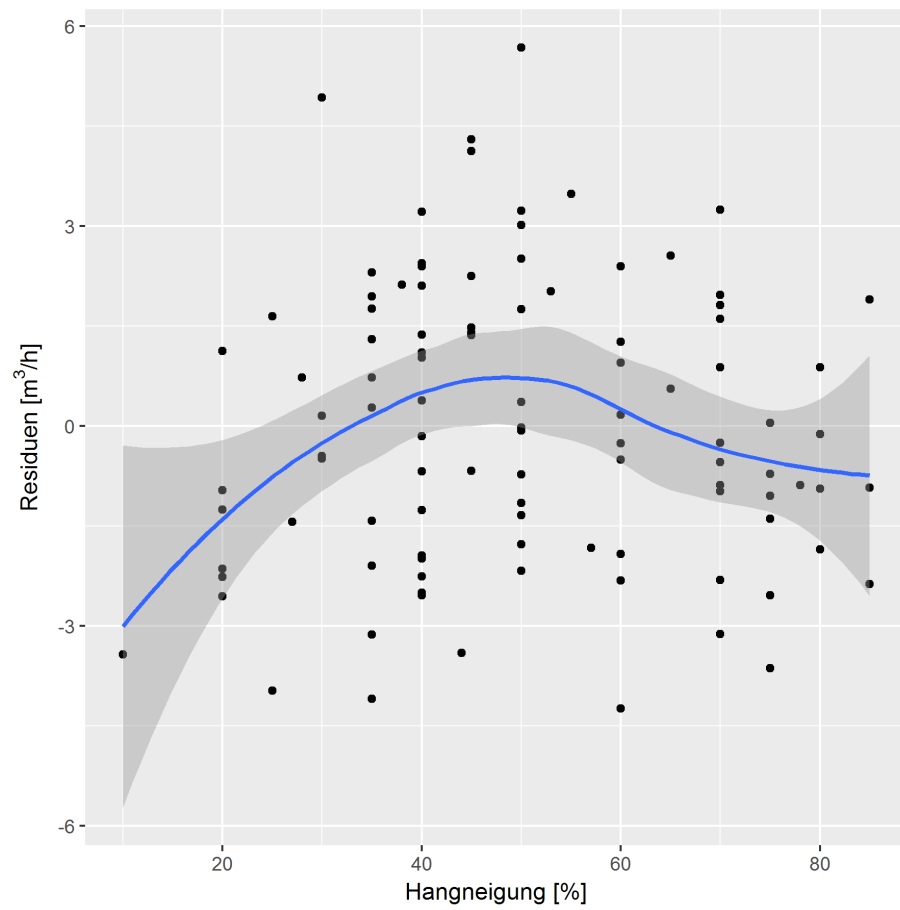


Abbildung 18: Residuen vs. unabhängige Variable 1: Residue Produktivitaet  
Holzen und Ruecken Maschine vs. Hangneigung. (p-Wert Anova Mittelwertun-  
terschied ueber vier Quantile = 0.939)



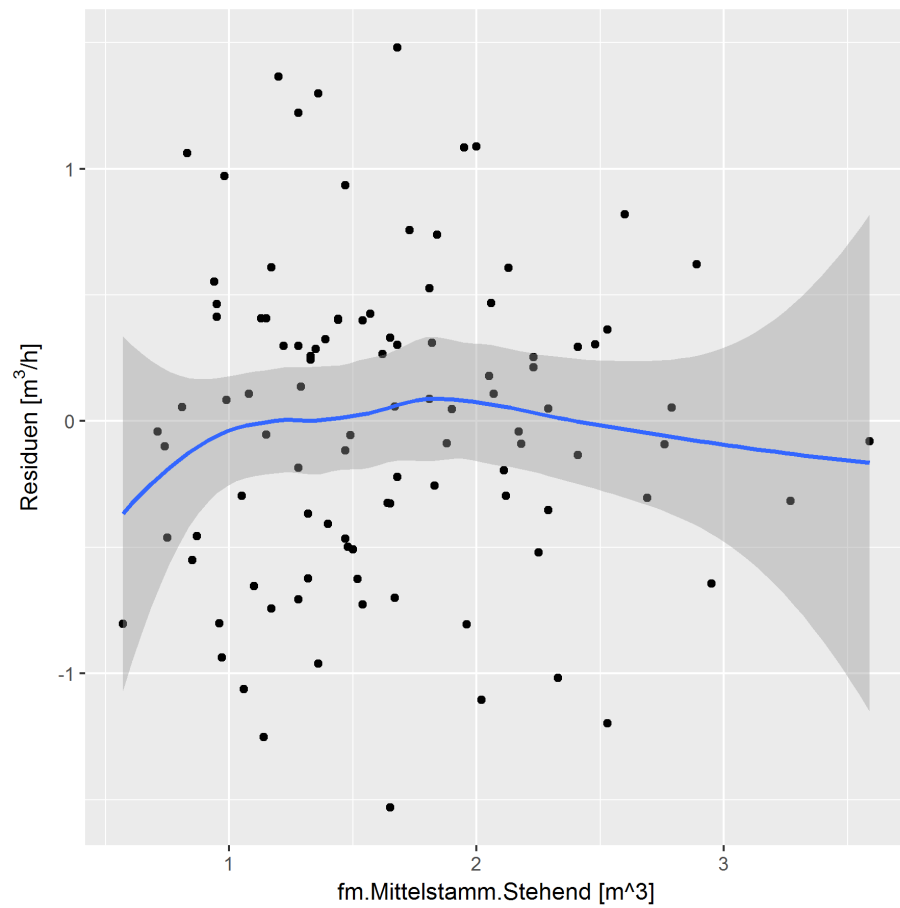


Abbildung 19: Residuen vs. unabhängige Variable 2: Residue Produktivitaet Holzen und Ruecken Maschine vs. fm.Mittelstamm.Stehend. (p-Wert Anova Mittelwertunterschied ueber vier Quantile = 0.493)

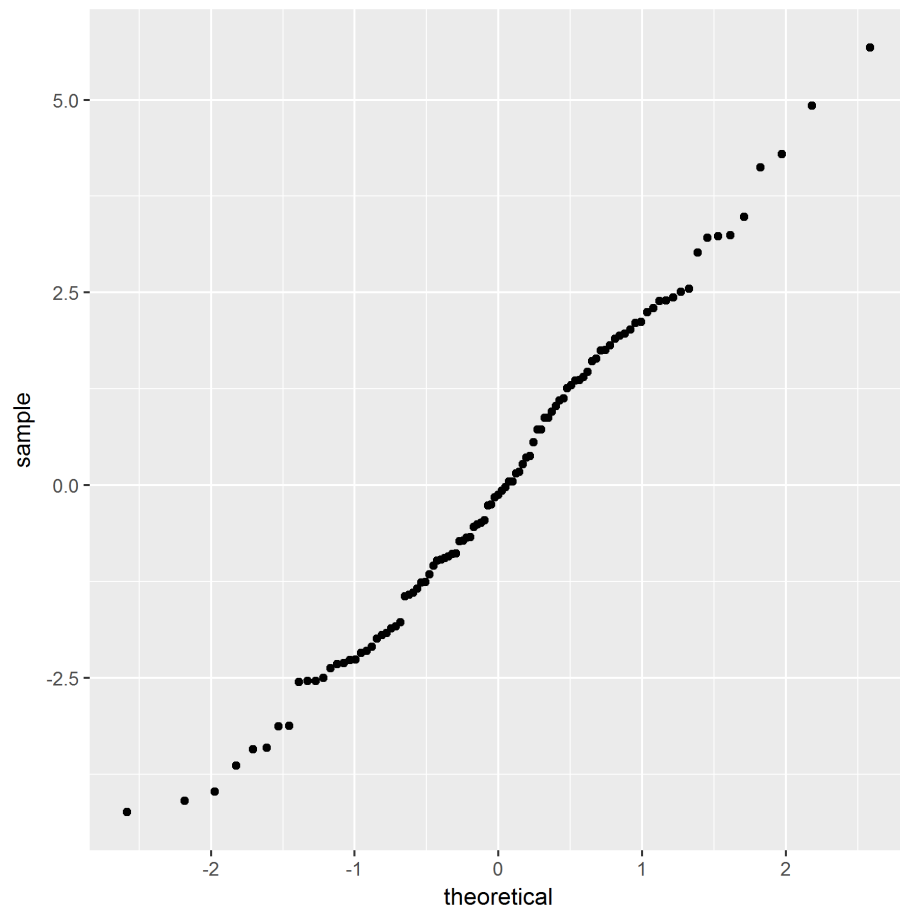


Abbildung 20: Q-QPlot Residue Produktivitaet Holzen und Ruecken Maschine

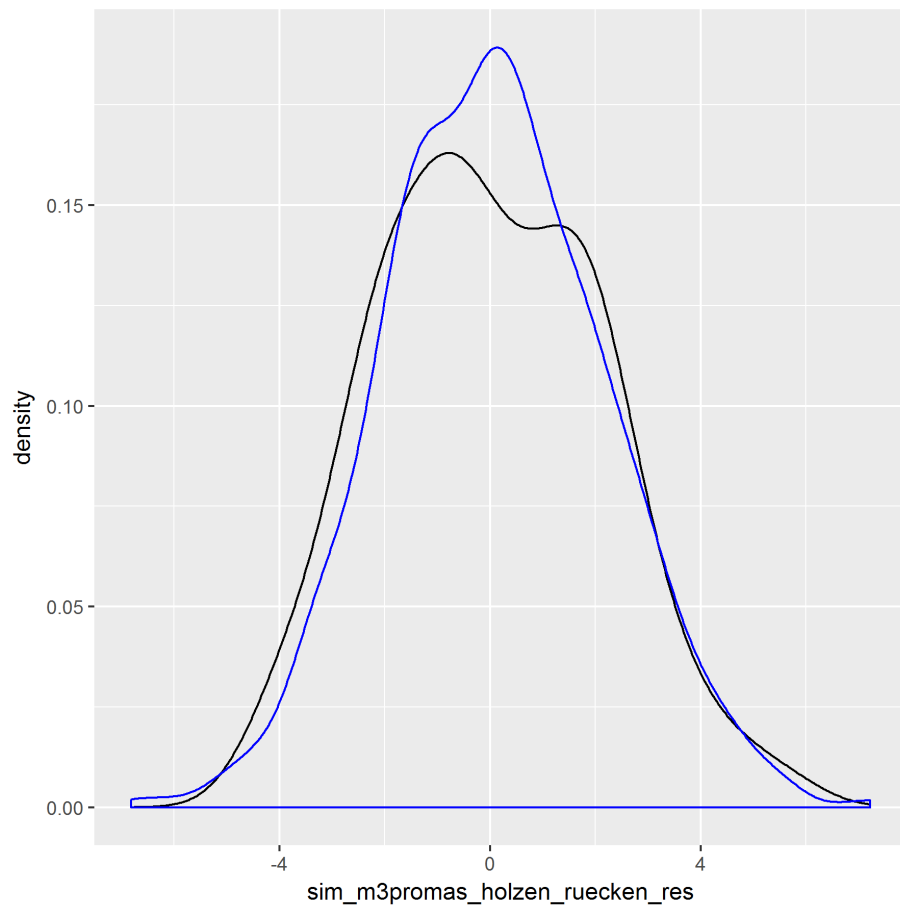


Abbildung 21: Verteilung ResidueProduktivitaet Holzen und Ruecken Maschine. Eine normal verteilte Variable mit gleichem MW und SD wie die Residuen ist in blau eingezeichnet.

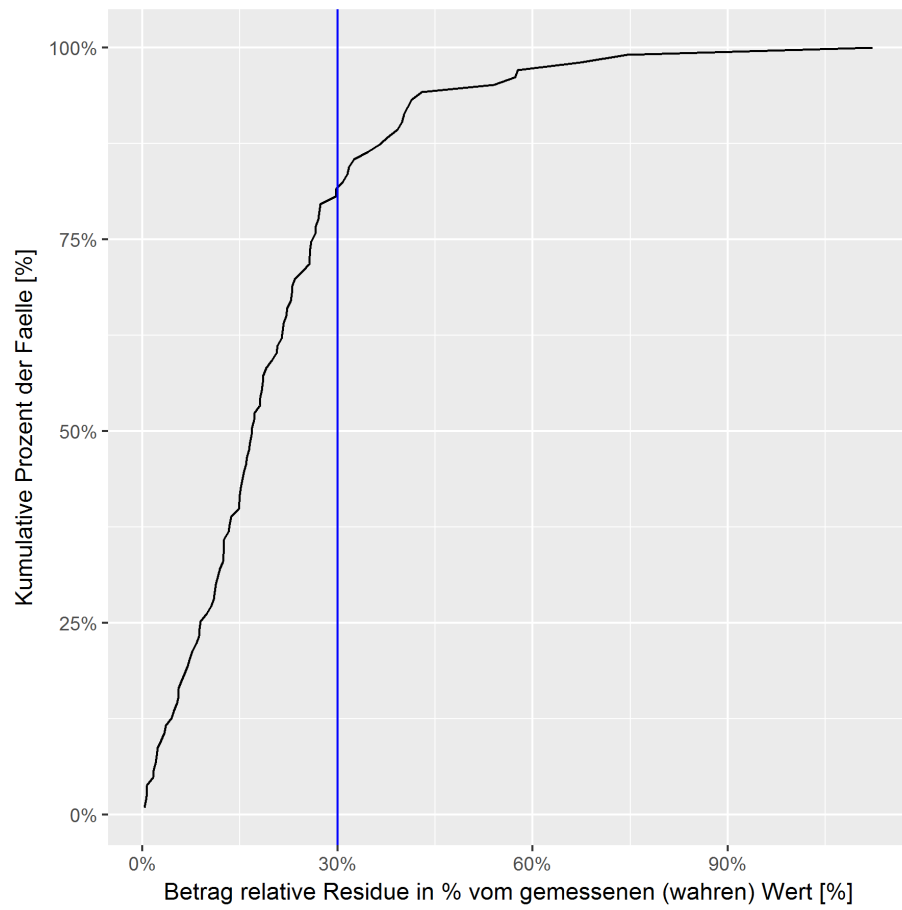


Abbildung 22: Verteilung relativen Residue Produktivitaet Holzen und Ruecken Maschine. Die blaue Linie markiert einen mittleren "Schätzfehler" von 30%.

#### 4.1.3 Zeitaufwand Montage und Demontage: Personen

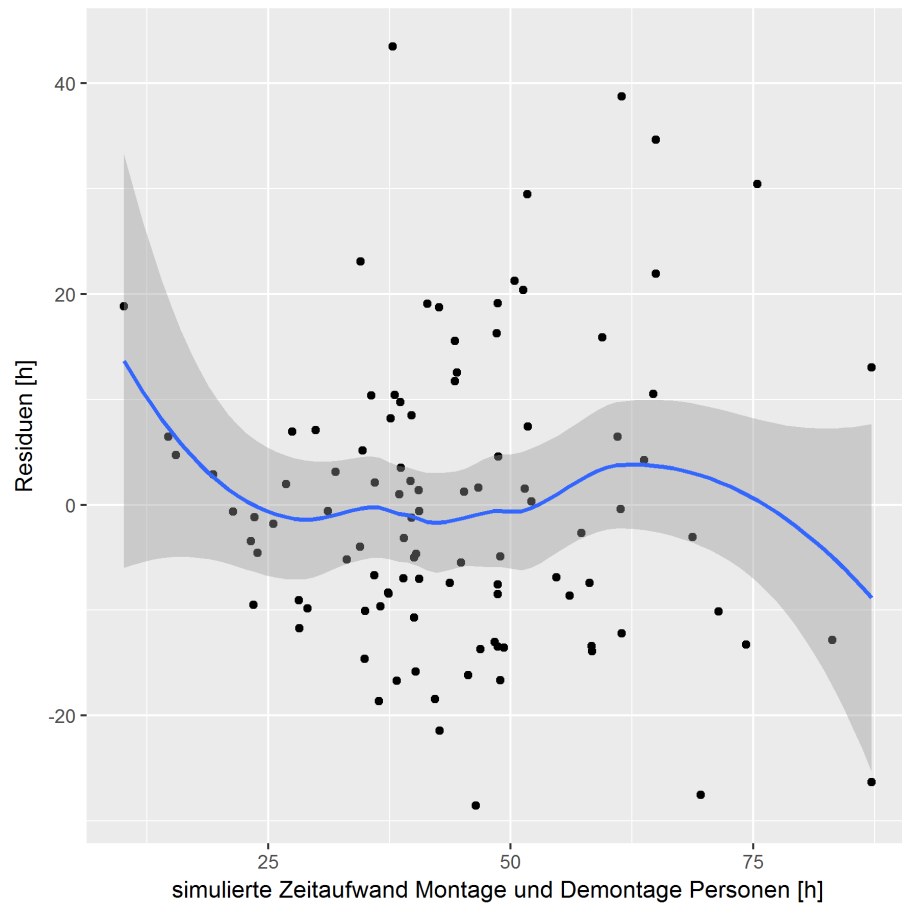


Abbildung 23: Residuen vs.simulierte Werte: Zeitaufwand Montage und Demontage Personen. (p-Wert Anova Mittelwertunterschied ueber vier Quantile = 0.726)

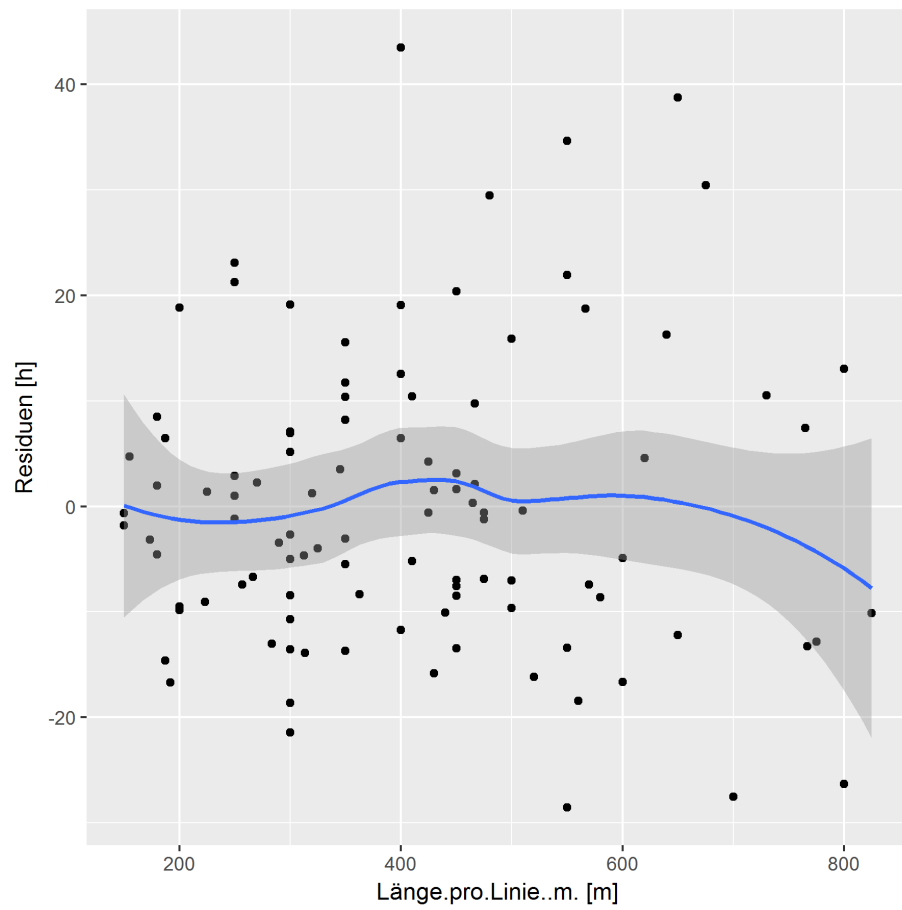


Abbildung 24: Residuen vs. unabhängige Variable 1: Residue Zeitaufwand Montage und Demontage Personen vs. Länge.pro.Linie..m.. (p-Wert Anova Mittelwertunterschied ueber vier Quantile = 0.731)

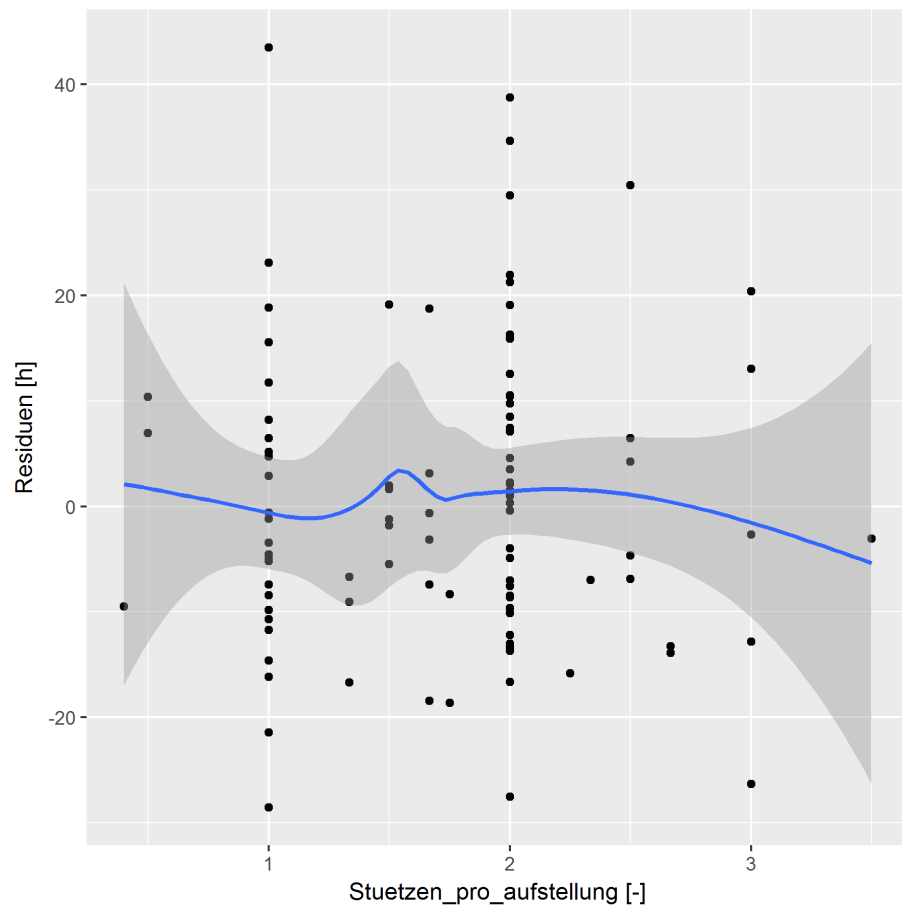


Abbildung 25: Residuen vs. unabhängige Variable 2: Residue Zeitaufwand Montage und Demontage Personen vs. Stuetzen pro aufstellung. (p-Wert Anova Mittelwertunterschied ueber vier Quantile = 0.535)

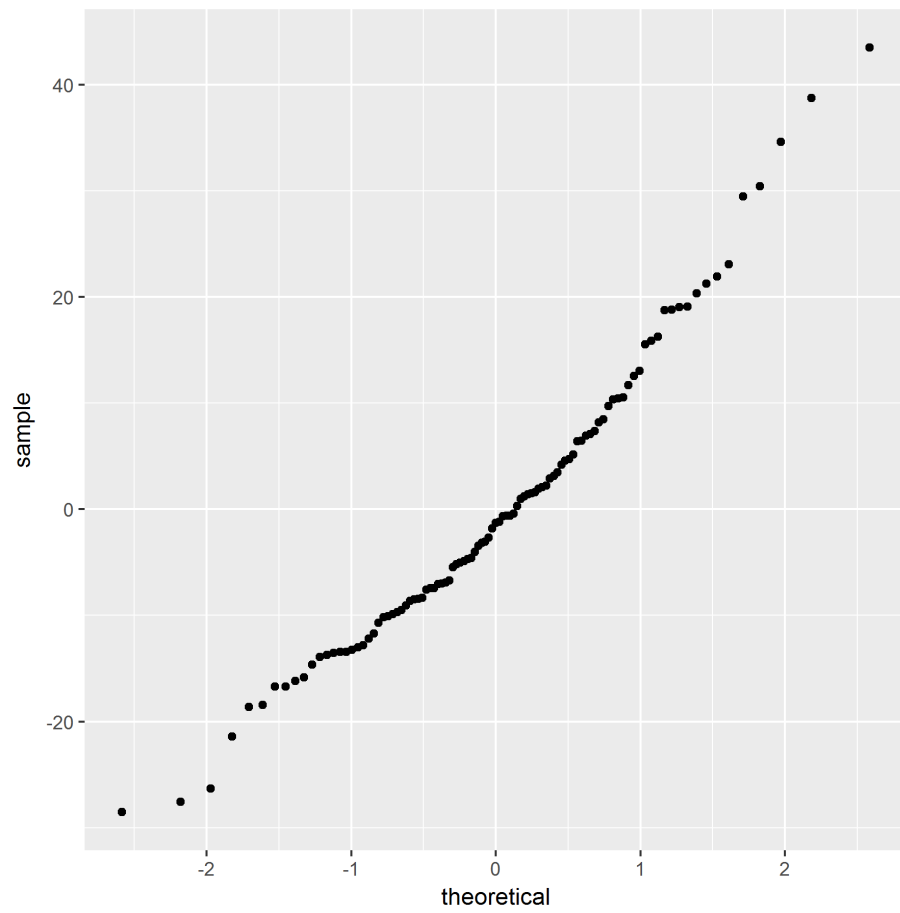


Abbildung 26: Q-QPlot Residue Zeitaufwand Montage und Demontage Personen



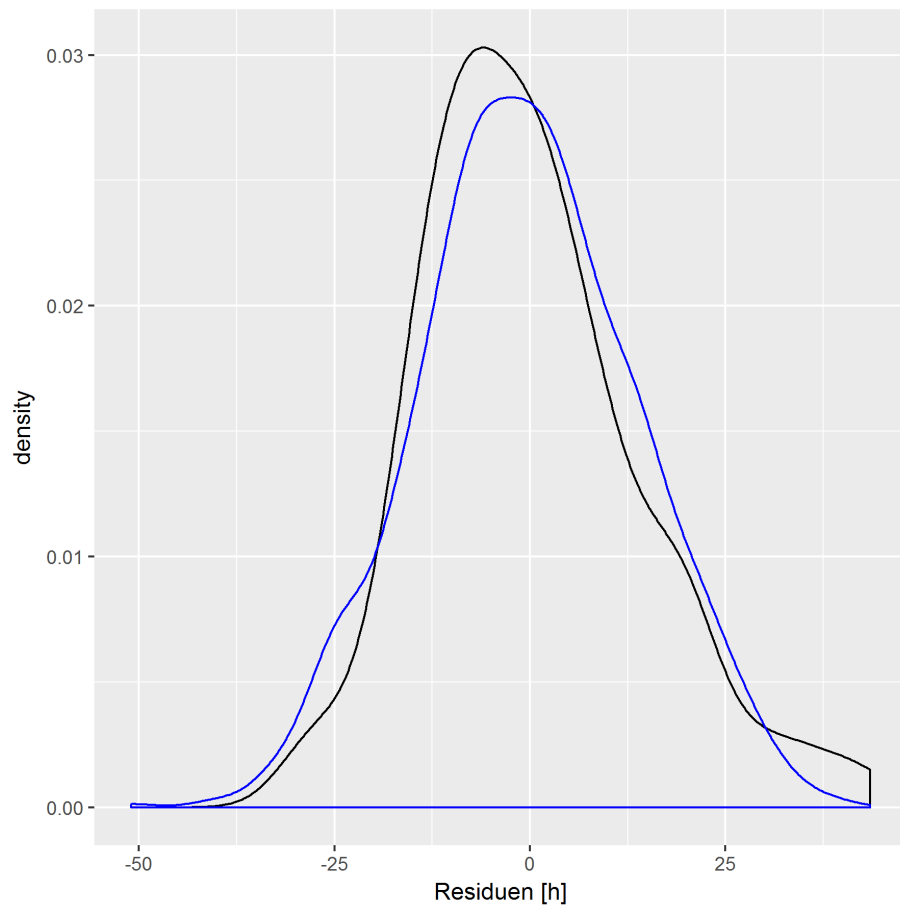


Abbildung 27: Verteilung ResidueZeitaufwand Montage und Demontage Personen. Eine normal verteilte Variable mit gleichem MW und SD wie die Residuen ist in blau eingezeichnet.

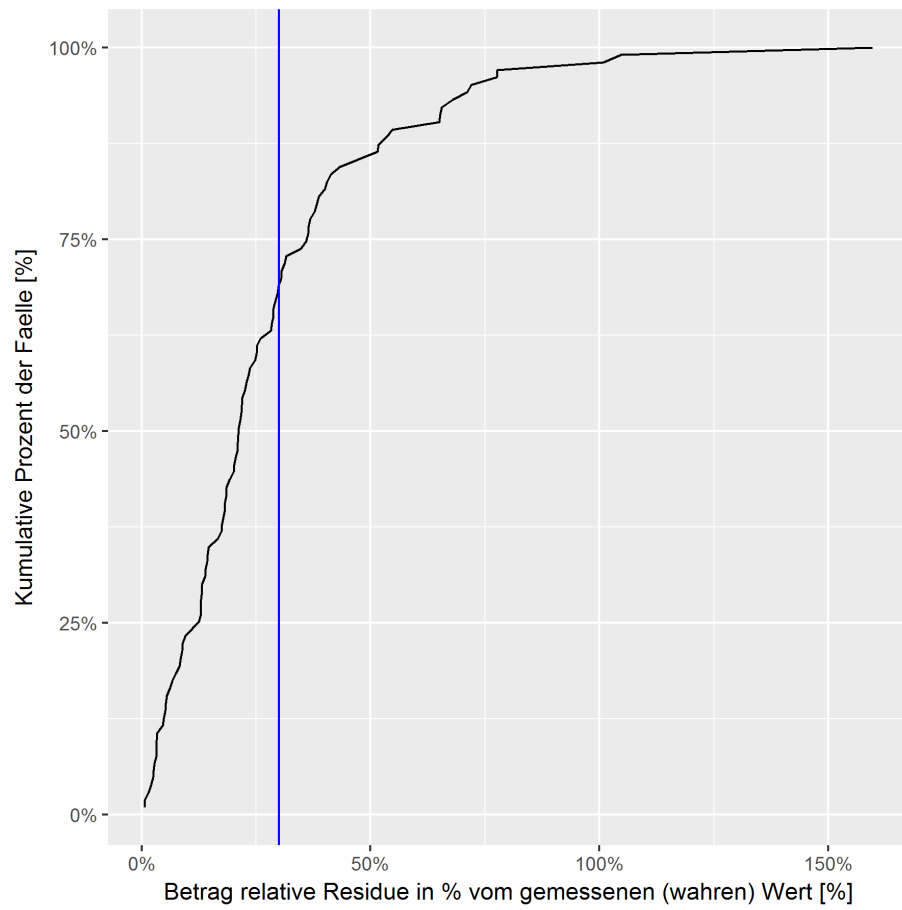


Abbildung 28: Verteilung relativen Residue Zeitaufwand Montage und Demontage Personen. Die blaue Linie markiert einen mittleren "Schätzfehler" von  $\pm 30\%$ .

#### 4.1.4 Zeitaufwand Montage und Demontage: Maschine

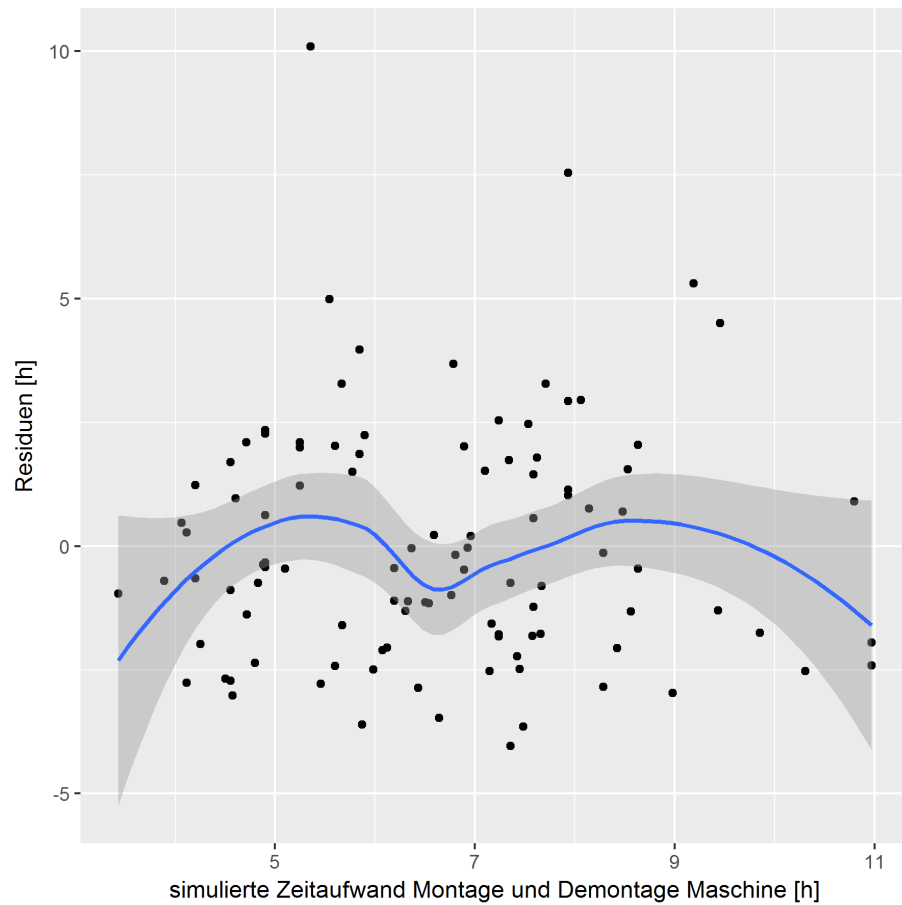


Abbildung 29: Residuen vs.simulierte Werte: Zeitaufwand Montage und Demontage Maschine. (p-Wert Anova Mittelwertunterschied ueber vier Quantile = 0.432)

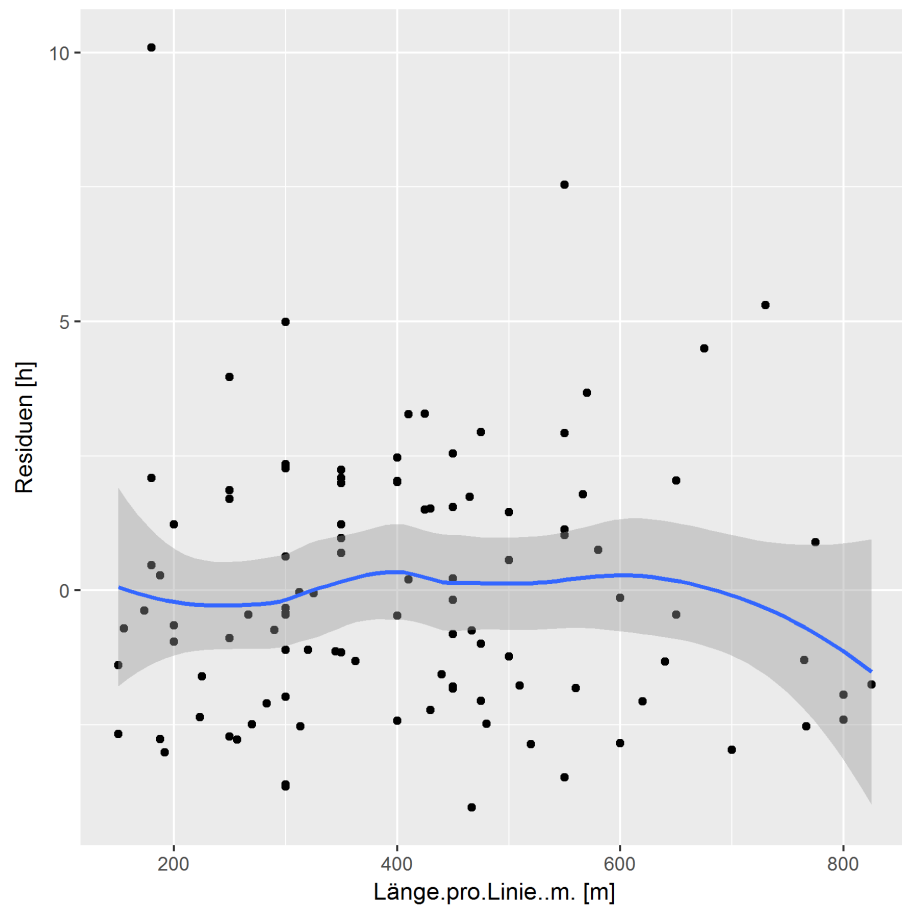


Abbildung 30: Residuen vs. unabhängige Variable 1: Residue Zeitaufwand Montage und Demontage Maschine vs. Länge.pro.Linie..m. (p-Wert Anova Mittelwertunterschied ueber vier Quantile = 0.488)

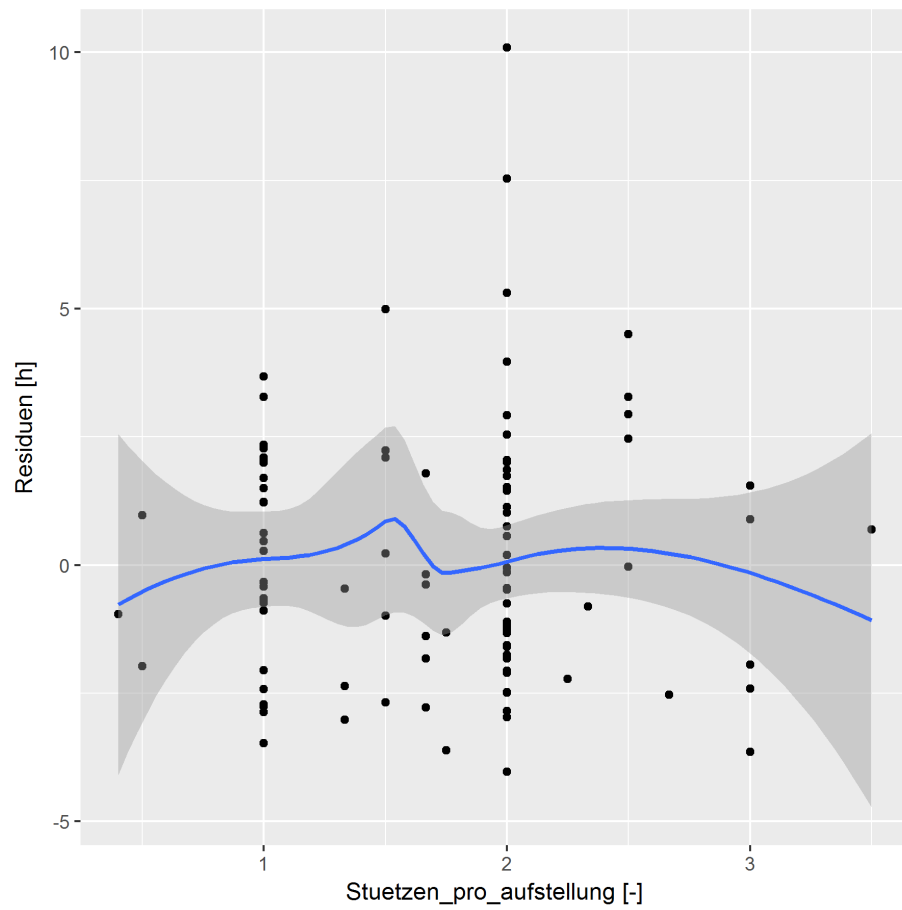


Abbildung 31: Residuen vs. unabhängige Variable 2: Residue Zeitaufwand Montage und Demontage Maschine vs. Stuetzen pro aufstellung. (p-Wert Anova Mittelwertunterschied ueber vier Quantile = 0.83)

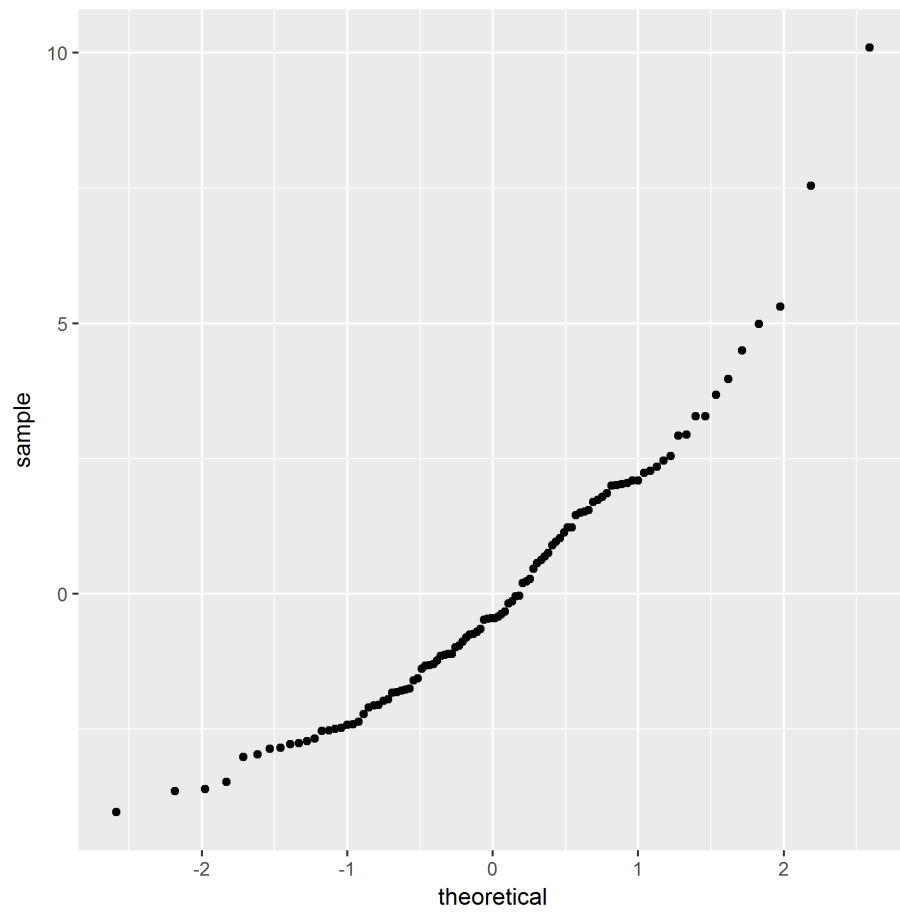


Abbildung 32: Q-QPlot Residue Zeitaufwand Montage und Demontage Maschine

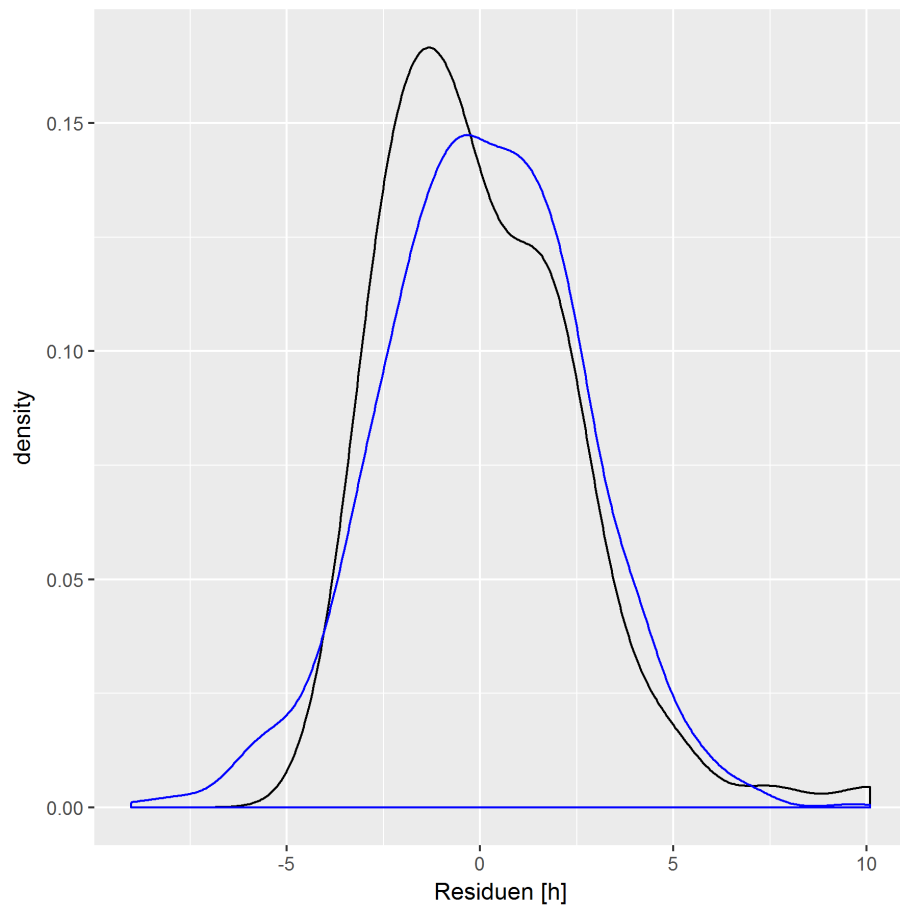


Abbildung 33: Verteilung ResidueZeitaufwand Montage und Demontage Maschine. Eine normal verteilte Variable mit gleichem MW und SD wie die Residuen ist in blau eingezeichnet.

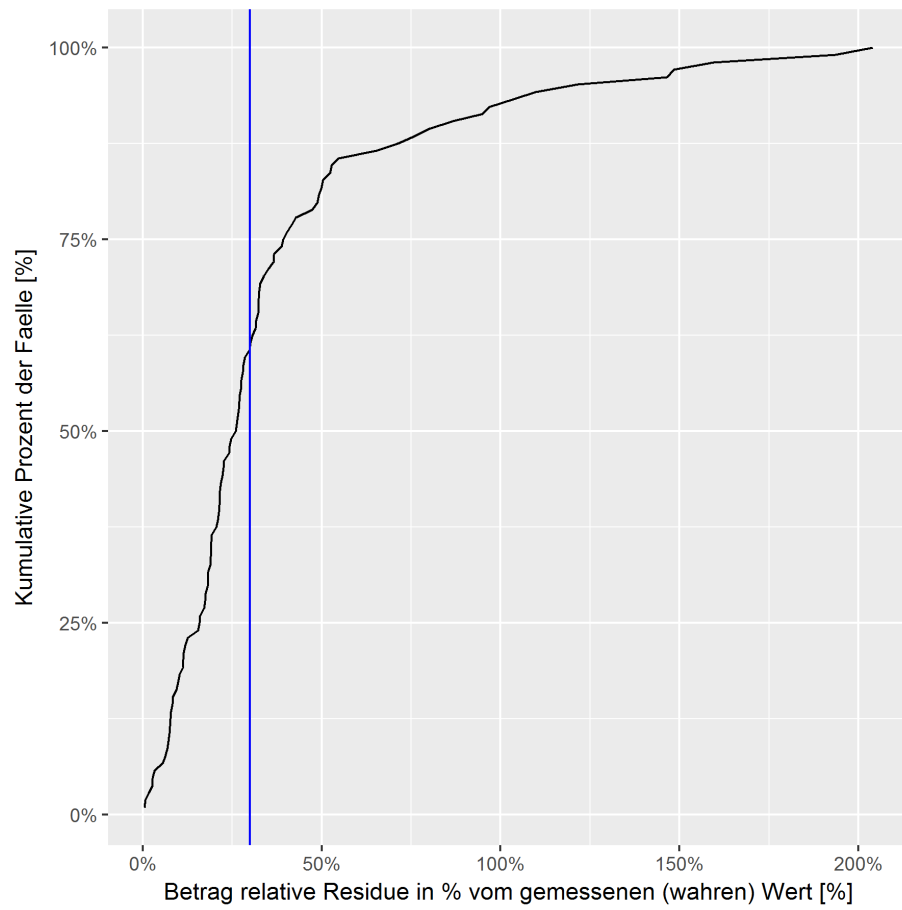


Abbildung 34: Verteilung relativen Residue Zeitaufwand Montage und Demontage Maschine. Die blaue Linie markiert einen mittleren "Schätzfehler" von 30%.



## 4.2 Transformationen

### 4.2.1 Erschwernisse

Tabelle 6: Umformung der Variable: Original Werte vs. neue Werte "Erschwernisse". Gezeigt sind die Anzahl Faelle mit alten bzw neuen Werten

	orig 0	orig 1	orig 2
neu 0	33	0	0
neu 1	0	55	16

Tabelle 7: Defintionen der Variable "Erschwernisse"

Wert	Definition
0	kein Erschwernis
1	1 Erschwernis
2	2 – 3 Erschwernisse
3	4 und mehr Erschwernisse

### 4.2.2 Rueckerichtung

Tabelle 8: Umformung der Variable: Original Werte vs. neue Werte "Rueckerichtung". Gezeigt sind die Anzahl Faelle mit alten bzw neuen Werten

	berab	bergab	bergauf
neu bergab	2	41	0
neu bergauf	0	0	61

### 4.2.3 Rueckemittel

Tabelle 9: Umformung der Variable: Original Werte vs. neue Werte "Rueckemittel". Gezeigt sind die Anzahl Faelle mit alten bzw neuen Werten

	KSG3	KSG4
neu KSG3	53	0
neu KSG4	0	51

Tabelle 10: Kreuztabelle "Rueckemittel" vs. modifizierte "Erschwernisse"

	0	1	ZeilenTotal
SpaltenTotal	33 (31.7%)	71 (68.3%)	104 (100%)
KSG3	12 (22.6%)	41 (77.4%)	53 (51.0%)
KSG4	21 (41.2%)	30 (58.8%)	51 (49.0%)

Tabelle 11: Kreuztabelle "Rueckemittel" vs. "Originale Erschwernisse"

	0	1	2	ZeilenTotal
SpaltenTotal	33 (31.7%)	55 (52.9%)	16 (15.4%)	104 (100%)
KSG3	12 (22.6%)	27 (50.9%)	14 (26.4%)	53 (51.0%)
KSG4	21 (41.2%)	28 (54.9%)	2 (3.9%)	51 (49.0%)

### 4.3 KSG Typ und Geologie vs Produktivitaet

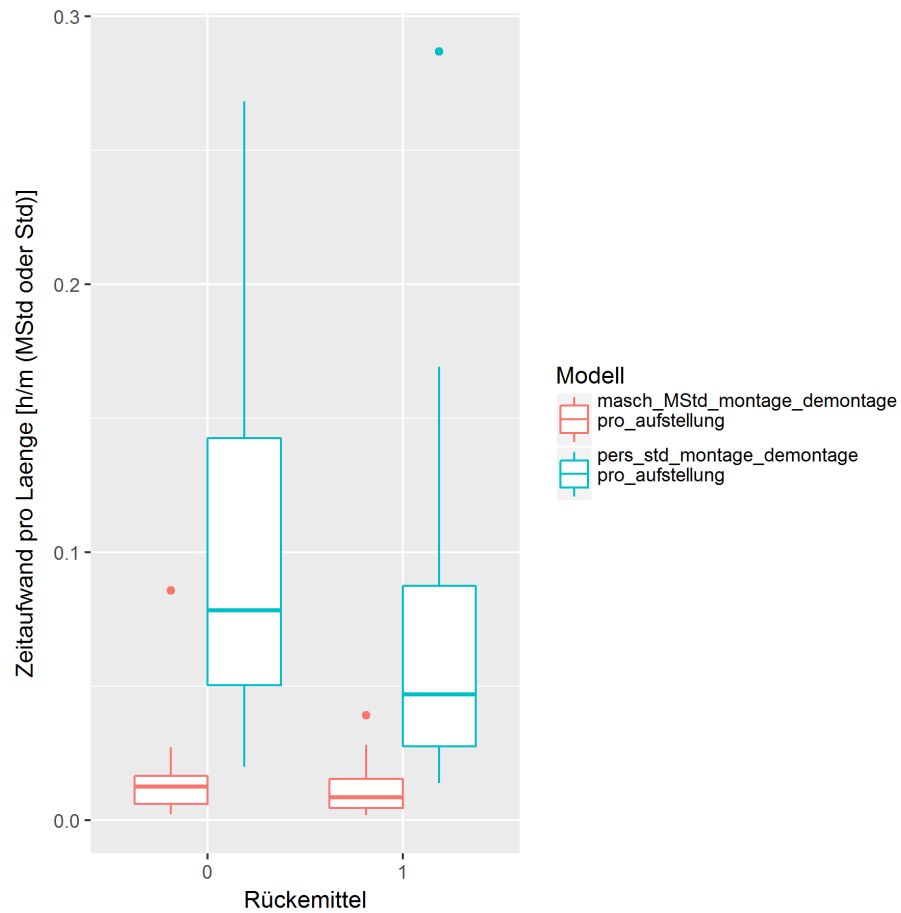


Abbildung 35: KSG Typ in selektivem Einsatz in Geologischen Gegebenheiten. P-Wert ANOVA Personalstunden = < 0.001, P-Wert ANOVA Maschinenstunden = 0.029



### 4.3.1 Gueltige Faelle filtern

```
function(df) {
  returndf <- df[
    # kein NA in RÃ¼ckemittel
    !is.na(df$RÃ¼ckemittel) &
    # kein NA in pers_m3oR_pro_std_montage_demontage
    !(is.na(df$pers_m3oR_pro_std_montage_demontage)) &
    # RÃ¼ckerichtung nicht "auf UND ab"
    !(grepl("auf",df$RÃ¼ckerichtung_original)
      & grepl("ab",df$RÃ¼ckerichtung_original)) &
    # kein NA in RÃ¼ckerichtung
    !(is.na(df$RÃ¼ckerichtung_original)) &
    # nicht NA Zeitbedarf Maschine fuer MontageDemontage
    !is.na(df$masch_MStd_montage_demontage) &
    # Zeitbedarf Maschine fuer MontageDemontage nicht groesser als maxzeitmodemo
    df$masch_MStd_montage_demontage <= maxzeitmodemo,]
  # kein NA in ID.Nr
  returndf <- returndf[!is.na(returndf$ID.Nr),]

  return(returndf)
}
```

## 4.4 Planung

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															

Abbildung 37: Planung der neuen Modelle

Tabelle 2: Vergleich der Modelle: Koeffizienten und p-Werte

ParameterName	pers zen	hol- zen	pers ruecken	pers Demo	pers zen	hol- ruecken	masch ruecken	mas Demo	pers Holz- schlag	masch Holz- schlag
adjRSquared	0.238	0.315	0.215	0.334	0.339	0.108	0.652	0.655		
(Intercept)	6.637 (0.000)	3.722 (0.000)	6.128 (0.016)	2.616 (0.000)	7.743 (0.000)	27.143 (0.139)	-364.049 (0.004)	-24.394 (0.238)		
Aufstellung	-0.058 (0.669)	1.584 (0.019)	-0.018 (0.801)	0.207 (0.562)	9.021 (0.065)	65.498 (0.059)	14.083 (0.016)			
fm.Mittelstamm.Stehend	-0.318 (0.189)	0.227 (0.133)	1.035 (0.097)	0.004 (0.957)	1.266 (0.002)	8.308 (0.067)	27.425 (0.350)	-1.142 (0.817)		
Hangneigung	-0.025 (0.007)	-0.019 (0.001)	-0.07 (0.001)	-0.011 (0.000)	-0.052 (0.001)	-0.207 (0.177)	2.358 (0.028)	0.255 (0.155)		
Länge.pro.Linie..m.	0.001 (0.056)	0.009 (0.001)	0 (0.871)	0.003 (0.088)	0.055 (0.004)	1.004 (0.000)	0.188 (0.000)			
Rückedistanz.pro.Linie	-0.002 (0.217)	0 (0.804)	-0.002 (0.559)	-0.486 (0.098)	-0.108 (0.029)					
Rückerichtung	0.227 (0.433)	0.116 (0.509)	0.492 (0.523)	0.039 (0.668)	0.337 (0.467)	7.884 (0.161)	14.792 (0.663)	-1.628 (0.776)		
Schwierigkeiten	-0.286 (0.218)	0.005 (0.972)	-0.47 (0.457)	-0.051 (0.499)	0.615 (0.111)	-2.67 (0.560)	-19.569 (0.485)	-10.121 (0.034)		
Stützen	-0.63 (0.043)	-0.009 (0.041)	-0.007 (0.002)	-0.011 (0.364)	-0.108 (0.000)	5.572 (0.017)				
X..Lbh	-0.021 (0.004)	-0.009 (0.041)	-0.007 (0.002)	-0.011 (0.364)	-0.108 (0.000)	5.572 (0.017)				

Abbildung 38: Ausgangslage Analyse vieler Modelle



## 4.5 Beschreibung der Variablen

Tabelle 12: Beschreibung der kontinuierlichen Variablen

	n	mean	sd	median	mad	min	max	se
ID.Nr	104.00	544.09	34.33	544.50	44.48	483.00	603.00	3.37
Jahr	104.00	2012.95	1.50	2013.00	1.48	2011.00	2015.00	0.15
Waldort*	104.00					Inf	-Inf	
Geologie*	38.00					Inf	-Inf	
Massn.art*	104.00					Inf	-Inf	
Verfahren*	104.00					Inf	-Inf	
RueckmittelName*	104.00					Inf	-Inf	
Rueckedistanz	104.00	257.07	110.21	250.00	74.13	100.00	800.00	10.81
Hangneigung	103.00	50.24	18.08	50.00	22.24	10.00	85.00	1.78
Schwierigkeiten	104.00	1.17	0.61	1.00	0.00	0.00	2.00	0.06
Erschwernisse	104.00	0.68	0.47	1.00	0.00	0.00	1.00	0.05
Erschwernisse_original	104.00	0.84	0.67	1.00	0.00	0.00	2.00	0.07
X..Lbh	104.00	18.81	24.13	10.00	14.83	0.00	100.00	2.37
Ruekerichtung	104.00	0.59	0.49	1.00	0.00	0.00	1.00	0.05
Ruekerichtung_original*	104.00					Inf	-Inf	
Rueckmittel	104.00	0.49	0.50	0.00	0.00	0.00	1.00	0.05
Rueckmittel_original*	104.00					Inf	-Inf	
fn.Mittelstamm.Stehend	104.00	1.66	0.60	1.54	0.60	0.57	3.59	0.06
m3.Liegend	104.00	641.94	396.02	557.77	298.34	94.86	2070.21	38.83
Aufstellung	104.00	1.91	0.94	2.00	1.48	1.00	5.00	0.09
Länge.pro.Linie..m.	104.00	410.62	167.07	400.00	148.26	150.00	825.00	16.38
Stützen	104.00	3.33	2.01	3.00	1.48	1.00	9.00	0.20
ar.Holzschlag	104.00	263.40	206.65	218.00	174.95	30.00	1390.00	20.26
Für.Personal.m3o.R..Std.holzen	104.00	6.51	2.43	6.58	2.38	1.44	15.17	0.24
se.1.125.und.Findir.1.1.abgezogen.								
Für.Personal.m3o.R..Std.rücken	104.00	3.16	1.00	3.21	0.79	1.32	5.89	0.10
se.1.125.und.Findir.1.1.abgezogen.								
Für.Maschinen.m3o.R..MStd.rücken	104.00	9.27	2.69	8.91	2.87	3.78	15.15	0.26
dir.1.1.abgezogen.								
Für..Personal.m3o.R..Std.Montage.Demontage	104.00	8.62	4.10	8.25	3.89	1.96	24.75	0.40
FWegPause.1.125.und.Findir.1.1.abgezogen.								
Für.Maschinen.m3o.R..MStd.Montage.Demontage	104.00	59.29	27.99	55.00	27.18	6.67	137.50	2.74
Findir.1.1.abgezogen.								
pers.m3oR..pro.std.holzen_und.ruecken	104.00	2.83	0.81	2.85	0.78	0.92	4.76	0.08
masch.m3oR..pro.MStd.holzen_und.ruecken	104.00	9.27	2.69	8.91	2.87	3.78	15.15	0.26
masch.MStd_montage_demontage	104.00	11.72	6.16	9.97	6.15	2.71	28.23	0.60
pers.std_montage_demontage	104.00	78.50	39.08	71.69	39.13	19.16	211.76	3.83

Tabelle 13: Teil 1: Beschreibung der diskreten Variablen: "Waldort"

Wert	N	Prozent
At, Etteren	1	1.00
At, Hirzenstock	1	1.00
At, Holzegg LSB	1	1.00
At, Horn2	1	1.00
At, Husegg	1	1.00
At, inner Chessiloch	1	1.00
At, Schwarzenstock	1	1.00
At, Tändli	1	1.00
At, Vogeleggen	1	1.00
At, Vogelwaldtobel	1	1.00
At, Zwäckenstrasse, Tristbäum	1	1.00
At, Zwäckentobel	2	1.90
Brandwald	1	1.00
Ei, Ahorenweidli	1	1.00
Ei, Flühliwald	1	1.00
Ei, Gitzischrot	1	1.00
Ei, Klosterwald	2	1.90
Ei, Wisstannen	1	1.00
Ei, Wisstannen, Gitzischrot	1	1.00
Fronwald BZ	1	1.00
Ib, Brünischart KSG	1	1.00
Ib, Chänzeli	1	1.00
Ib, Urmiberg Mattenbann	1	1.00
Ib,Urmiberg-Schroten	1	1.00
Ib,Wilerbann	1	1.00
Lz, Fältschiberg	1	1.00
Lz, Rohrboden Seil	1	1.00
Lz, Twäriberg 2	1	1.00
Ms, Binzenegg	1	1.00
Ms, Chälenwald	1	1.00

Tabelle 14: Teil 2: Beschreibung der diskreten Variablen: "Waldort"

Wert	N	Prozent
Ms, Chruterenwald unten	1	1.00
Ms, Dorni unten	1	1.00
Ms, Fronwald 2	1	1.00
Mt, Brandwald oben	1	1.00
Mt, Chlösterliwald	1	1.00
Mt, Chrüzbann 3	1	1.00
Mt, Dürrenboden	1	1.00
Mt, Fluehof	1	1.00
Mt, Hergottstutz	1	1.00
Mt, Höch Weidli beim Rietli	1	1.00
Mt, Lipplisbühl Bach	1	1.00
Mt, Nübannwald	1	1.00
Mt, ober Flüelen	1	1.00
Mt, Oberbrand Tristel	1	1.00
Mt, obere Rotmatt	1	1.00
Mt, Räumung Starzlen	1	1.00
Mt, Riedmattli KSG	1	1.00
Mt, Rietli Bannwald	1	1.00
Mt, Schwandboden	1	1.00
Mt, Sitenwald	1	1.00
Mt, Suteren (Teil KSG)	1	1.00
Mt, Töbler KSG	1	1.00
Mt, unt. Rotmatt 15	1	1.00
Mt, unter Chlosterberg	1	1.00
Mt, unter ober Plattenweidli	1	1.00
Mt, untere Wysswand	1	1.00
Mt, unteres Roggenloch	1	1.00
Mt, vorder Seeberg	1	1.00
Oä, Altstafelstrasse	1	1.00
Oä, Chänzlen	1	1.00

Tabelle 15: Teil 3: Beschreibung der diskreten Variablen: "Waldort"

Wert	N	Prozent
Oä, Türlistock	1	1.00
Oi, Gschwändwald	1	1.00
Oi, Gschwändwald	1	1.00
Oi, Haikentobel	1	1.00
Oi, oberes Haikentobel	1	1.00
Oi, Surbrunnen	1	1.00
Oi, Surbrunnenhütte	1	1.00
Rs, Huserwald KSG	1	1.00
Rt, Chli Hundschotten	1	1.00
Rt, Gwerderswald	1	1.00
Rt, Gwerderswald	1	1.00
Rt, Gwerderswald Linie 1	1	1.00
Rt, Halsbann	1	1.00
Rt, Höchwald u. Strasse	1	1.00
Rt, Lauischluecht	2	1.90
Rt, Miesboden2	1	1.00
Rt, Plattenlocheppen	1	1.00
Rt, Rössliweid unten	1	1.00
Rt, Samstagern	1	1.00
Rt, Schleuk	1	1.00
Rt, Schleuk mitte	1	1.00
Rt, Schleuk west	1	1.00
Rt, Steinschlag	1	1.00
St, Brunnerenstock	1	1.00
Sz, Brüggmattli	1	1.00
Sz, Güntrigs	1	1.00
Sz, Hand unten	1	1.00
Sz, Mythenwald KSG	1	1.00
Sz, nörd Brand	1	1.00
Sz, Rätigs ob Reservoir	1	1.00

Tabelle 16: Teil 4: Beschreibung der diskreten Variablen: "Waldort"

Wert	N	Prozent
Sz, Schwändi	1	1.00
Sz, Stockwald 2	1	1.00
Sz, Stockwald 3	1	1.00
Sz, Weidtabel2	1	1.00
Sz, Wolfigswald	1	1.00
Sz, ZN Brändliswald KSG	1	1.00
Ui, Gitziegenwald	1	1.00
Ui, Guggerenwald	1	1.00
Ui, im Strüby	1	1.00
Ui, Plattentobel	1	1.00
Ui, Wijher	1	1.00

Tabelle 17: Beschreibung der diskreten Variablen: "Bemerkungen"

Wert	N	Prozent
1 Linie Bagger auf Holzplatz nötig	1	4.00
1 Linie Jubiläumstag	1	4.00
2 Tragseilrisse	1	4.00
26% Rotholz, Projektänderung	1	4.00
68.49fm für Heinz Gwerder	1	4.00
Anteil Asthaufen 305.235m <sup>3</sup>	1	4.00
Bachholzerei	1	4.00
Beitr Prov	1	4.00
Einarbeiten Josef Suter	1	4.00
Erholungswald	1	4.00
inkl. 120fm Schuler	1	4.00
inkl.Reparatur Leitplanke	1	4.00
nach vorholzen 0.5m Schnee	1	4.00
pauschalierter Holzerlös 71.-	1	4.00
Rep Strasse 8.92.-	1	4.00
Restkosten,Schlagräum Alp	1	4.00
Schnee	1	4.00
Seillinie 1 Erlös tw. mit Inventarzahlen	1	4.00
Seilwicklung, Aeste umbeigen	1	4.00
Störung restl. Holz im Best. entr.	1	4.00
Teil KSG	1	4.00
Teil rücken im BZ durch K.Betschart	1	4.00
z.T. Sortiment, ohne Mass Schnitzel	1	4.00
zusammen mit UAK	1	4.00
zwei Rechnungen ausstehend	1	4.00

Tabelle 18: Beschreibung der diskreten Variablen: "Mechanisierung"

Wert	N	Prozent
mm	1	1.00
tm	103	99.00

Tabelle 19: Beschreibung der diskreten Variablen: "RWP"

Wert	N	Prozent
BSF	51	49.50
HP	14	13.60
HP+NLS	1	1.00
HP+SF	3	2.90
N	1	1.00
NLS	2	1.90
NLS+BSF	1	1.00
NLS+HP	1	1.00
SF	2	1.90
SF Kt	1	1.00
SF+HP	1	1.00
SF+NLS	2	1.90
SWB	21	20.40
ü. W	2	1.90



#### 4.5.1 Abhaengige Variablen

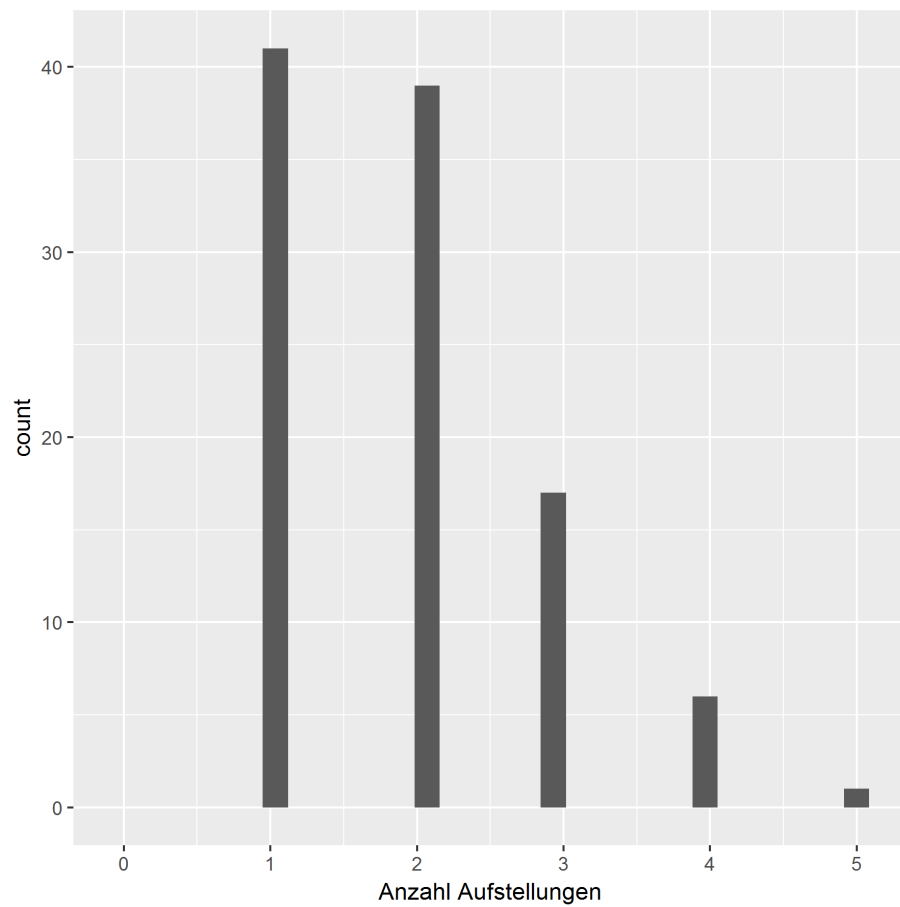


Abbildung 39: Verteilung Anzahl Aufstellungen

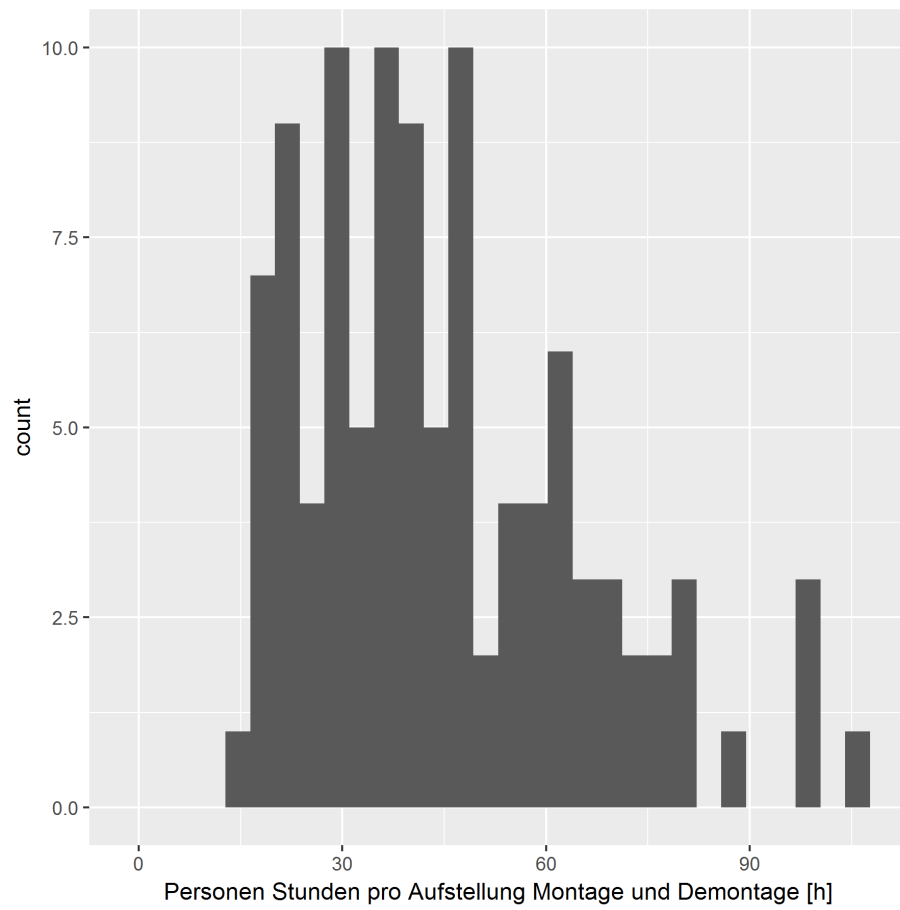


Abbildung 40: Verteilung Personen Stunden pro Aufstellung

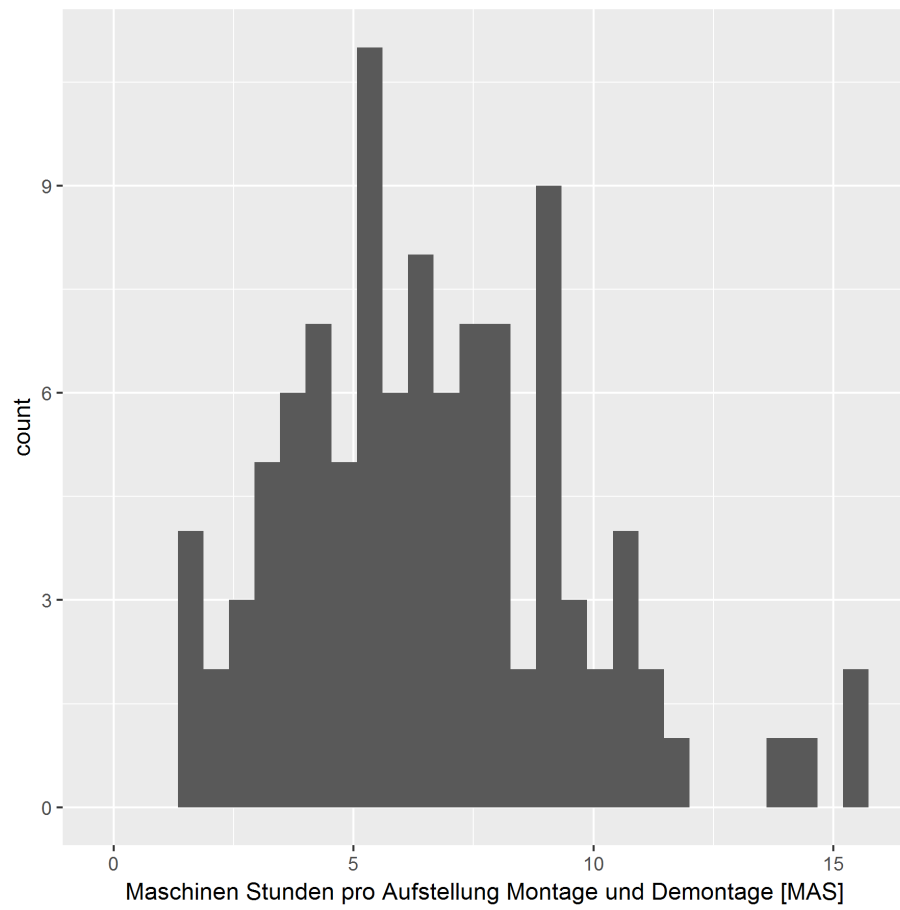


Abbildung 41: Verteilung Maschinen Stunden pro Aufstellung

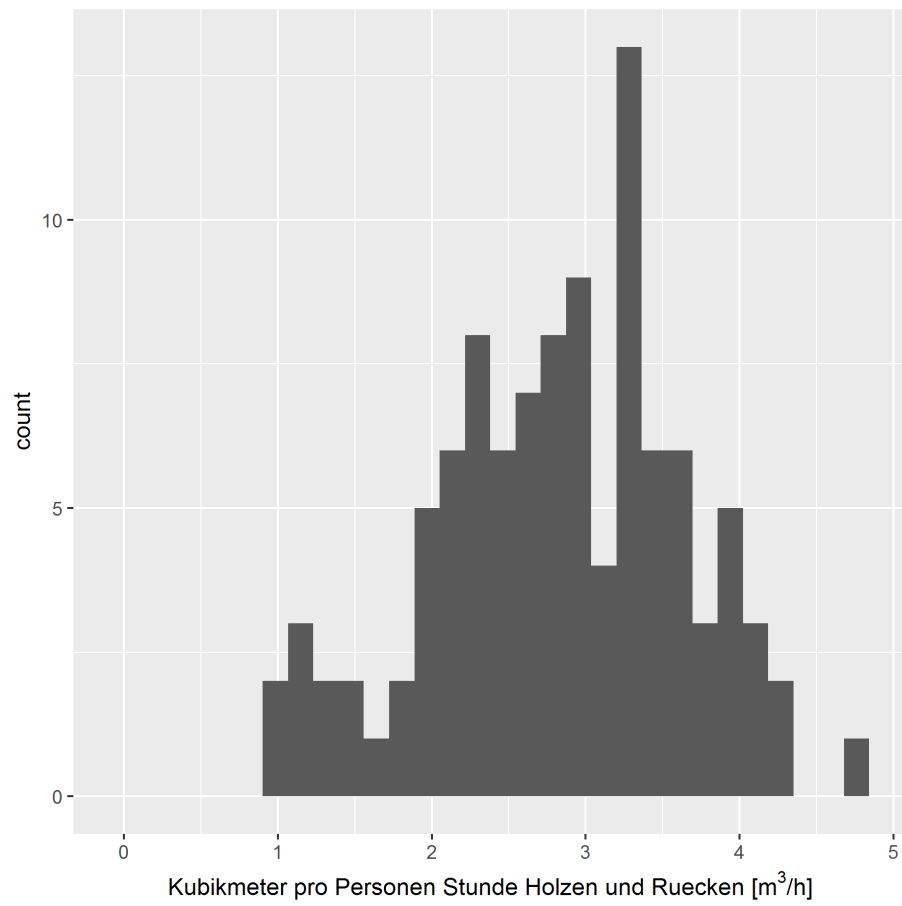


Abbildung 42: Verteilung Kubikmeter pro Personen Stunde Holzen und Ruecken

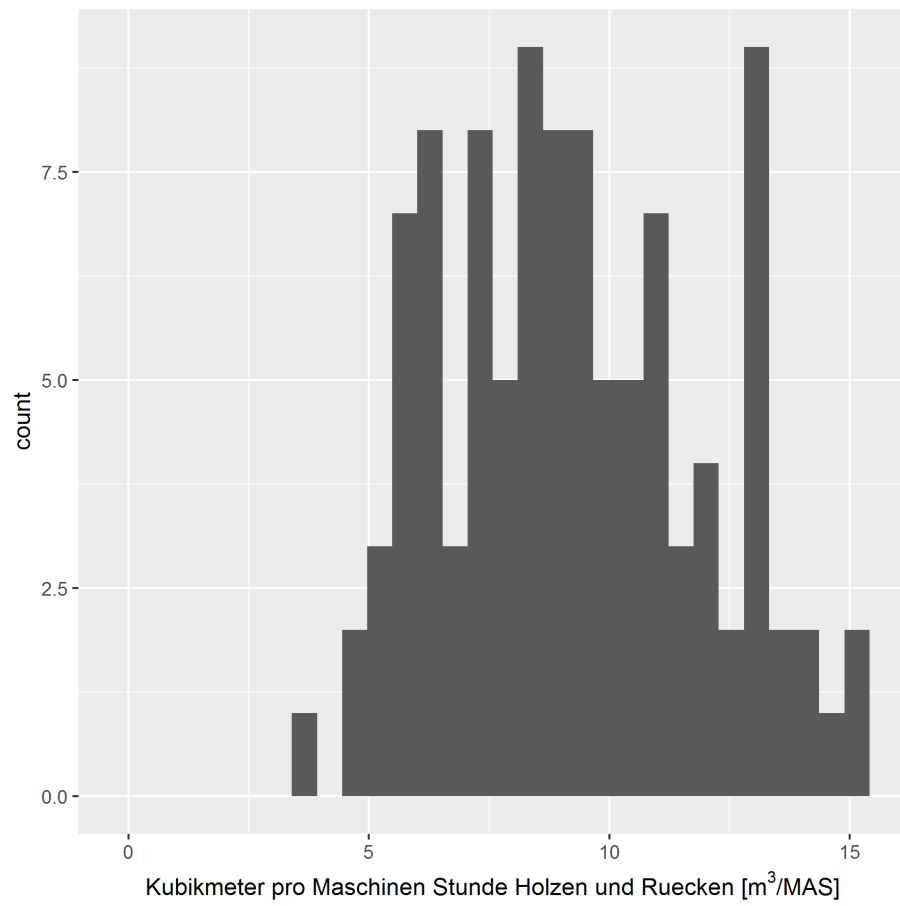


Abbildung 43: Verteilung Kubikmeter pro Maschinen Stunde Holzen und Ruecken

#### 4.5.2 Unabhängige Variablen

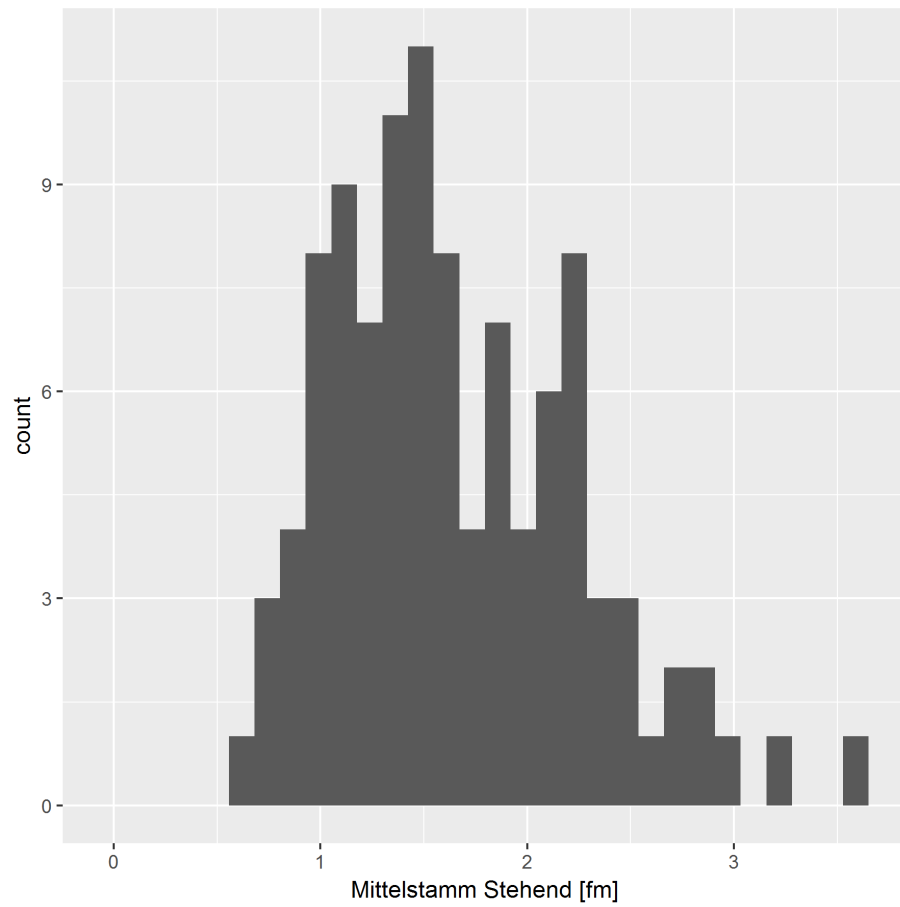


Abbildung 44: Verteilung Mittelstamm stehend [fm]

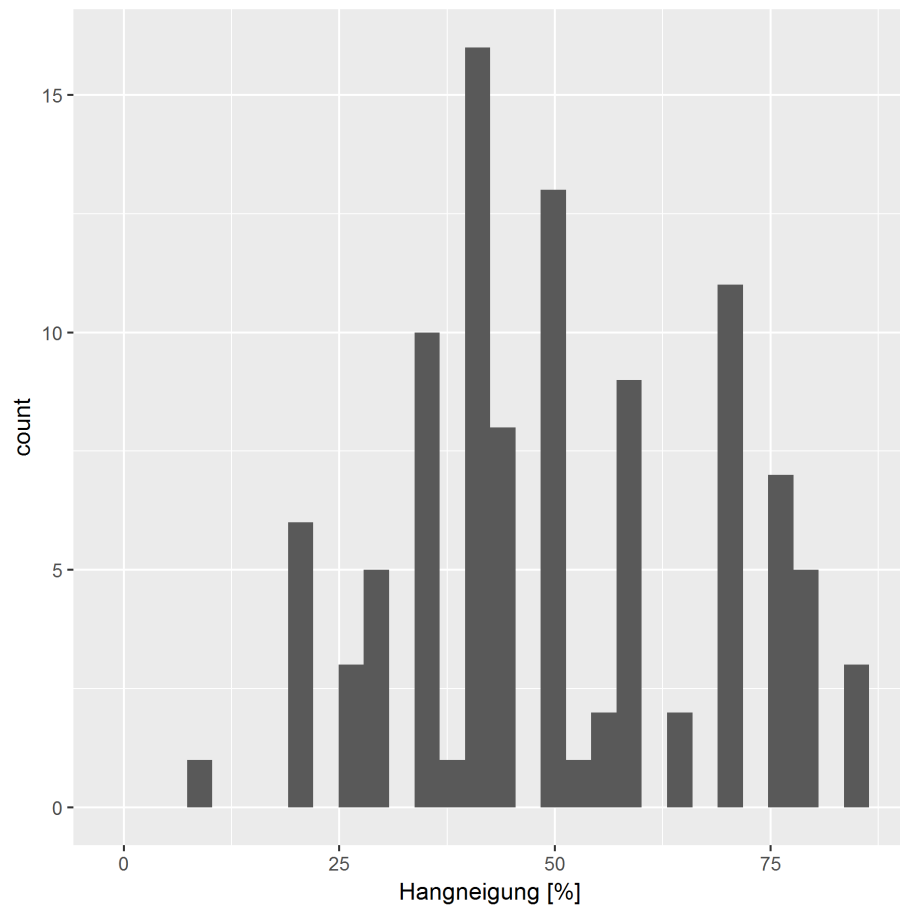


Abbildung 45: Verteilung Hangneigung [%]

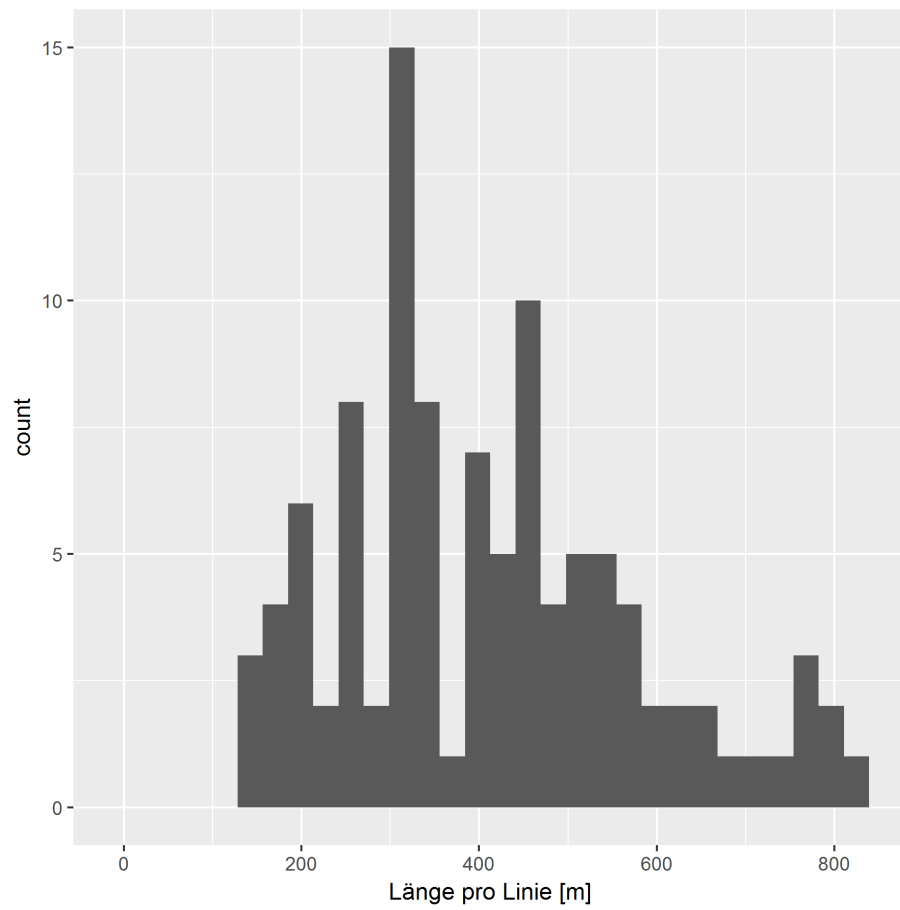


Abbildung 46: Verteilung Länge pro Linie (pro Aufstellung) [m]



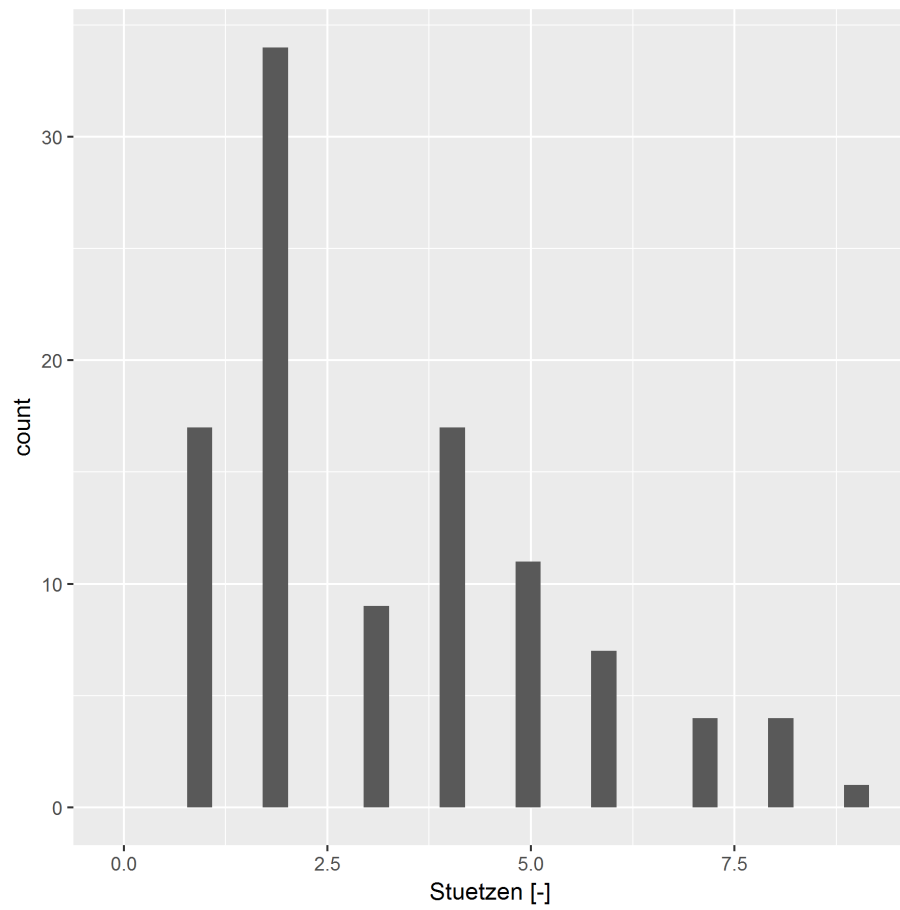


Abbildung 47: Verteilung Stuetzen (pro Aufstellung) □

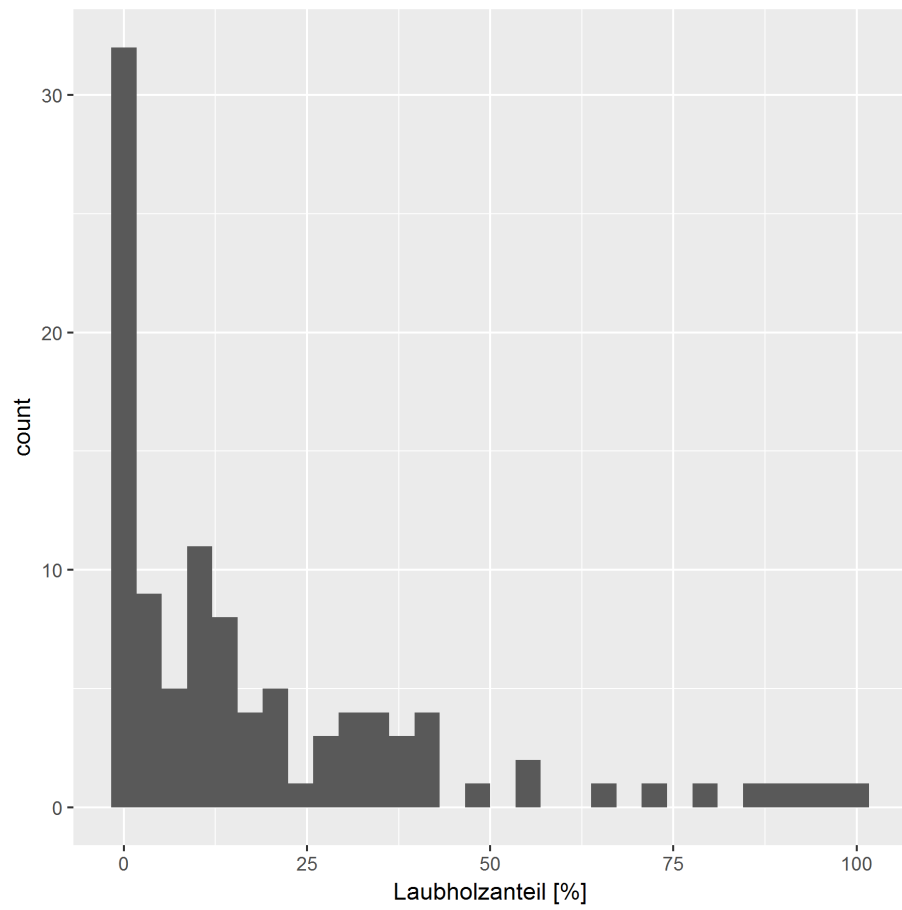


Abbildung 48: Verteilung Laubholzanteil [%]