

Produktivitätsmodell «Planung der Feinerschliessung mit Rückegassen»

Teil B: Grundlagen der Programmierung, Herleitung des Modells

Marc Werder/ Oliver Thees
WSL Birmensdorf

17. August 2023

Version: 1.1

Leitung: Janine Schweier

Zusammenfassung

Anhand eines Umfragedatensatzes über die Leistung bei der Planung der Feinerschliessung mit Rückegassen wird ein Modell für die Berechnung der Zeitaufwände und Kosten erstellt. Hauptsächlich die Gelände- und Bestandesverhältnisse gefolgt vom Rückegassenabstand sind leistungsbestimmend für die Rückegassenplanung. Das Modell erklärt 26% der im Datensatz (n = 46 komplett ausgefüllte Fragebogen) gefundenen Varianz.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	3
2.	Umfrage.....	3
2.5	Adressaten.....	3
2.6	Planungsverfahren.....	3
2.7	Rückegassenabstand	4
2.8	Hilfskräfte	5
3.	Deskriptive Auswertung	5
3.1	Adressaten.....	5
3.2	Planungsverfahren.....	6
3.3	Verhältnisse	7
3.4	Rückegassenabstand	8
3.5	Hilfskräfte	9
4.	Modell-Herleitung.....	10
5.	Diskussion.....	12

1. Einleitung

Im Modell Planung von Feinerschliessungen mit Rückegassen verstehen wir unter dem Überbegriff «Planung» die Neuanlage von Rückegassen, wie auch die Optimierung von Rückegassen(-netzen) mit bereits bestehenden Elementen. Darunter fallen alle Arbeitsschritte von den Vorarbeiten im Büro und Bestand, dem Ausarbeiten eines gewählten Konzepts, der anschliessenden Verifizierung, Markierung und Erfassung der Rückegassen bis zur abschliessenden Dokumentation im Bestand. Die anschliessende praktische Anlage der Rückegassen zählt nicht mehr zur Planung.

Der für das Modell verwendete Datensatz stammt aus einer qualitativen Studie, die aus 58 Antworten besteht und von welchen 46 komplett und 12 teilweise ausgefüllt wurden. Die Adressaten der Umfrage waren Personen, die sich mit der Planung von Rückegassen beschäftigen und stammten aus der Schweiz und Deutschland. Die Resultate der Umfrage wurden benutzt, um ein Modell für die Produktivität der Planung der Feinerschliessung mit Rückegassen zu erstellen. Die Umfrage wurde online im Jahr 2022 durchgeführt.

In einem ersten Schritt wurden die Daten aggregiert und deskriptiv ausgewertet. In einem zweiten Schritt wurden die Ausreisser identifiziert und aus der weiteren Analyse ausgeschlossen. Zum Schluss wurde eine Regressionsanalyse inklusive einer Kreuzvalidierung des Modells durchgeführt sowie seine Treffsicherheit anhand einiger Praxisbeispiele überprüft.

2. Umfrage

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Umfrage deskriptiv beschrieben und im Hinblick auf ein Modell zur Schätzung von Zeitbedarf und Kosten der Rückegassenplanung ausgewertet.

2.5 Adressaten

Als Adressaten waren ursprünglich ausschliesslich Expertinnen und Experten in der Planung der Feinerschliessung mit Rückegassen vorgesehen. Die Rückmeldungen zeigten allerdings, dass die Erfahrungsjahre der Personen sowie der Umfang (ha) an geplanten Rückegassen pro Jahr zwischen den Teilnehmenden stark variierte. Die gemeinsamen Nenner waren, dass alle Adressaten bereits über mehrere Jahre Rückegassen planen und keine Person neu im Forstrevier, also ein Anfänger ist. Aus diesen Gründen wurde von der Definition «Expertinnen und Experten» abgesehen und definiert, dass die Umfrage von Personen, die sich mit „der Planung von Rückegassen beschäftigen und darin versiert sind“ ausgefüllt wurde.

2.6 Planungsverfahren

Gemäss dem in Teil A beschriebenen Ablauf einer Planung von Rückegassen gliedert sich in fünf Schritte: Die ersten beiden Schritte beinhalten die Vorarbeiten im Büro und im Bestand mit der Grobplanung und die Aufnahme der bestehenden Rückegassen. Danach folgt die Planung des gesamten Rückegassensystems im Büro in Schritt drei, das Anzeichnen, Abstecken und die Verifizierung des optimierten Rückegassensystems in Schritt vier und wird mit der Dokumentation im Büro und allfälligen Ergänzungen in Schritt fünf abgeschlossen.

Bei den Arbeitsschritten zwei bis vier sind die Möglichkeiten für eine unterschiedliche Durchführung begrenzt und hängen jeweils von den zur Verfügung stehenden Unterlagen und Materialien (Pläne, GIS-Software, GPS-System etc.) sowie den Vorlieben, Stärken, Gewohnheiten der ausführenden Person ab. Gemäss den Umfrageresultaten dominiert momentan die Methode, die in mindestens einem Arbeitsschritt ein mobiles GPS-System beinhaltet (n = 40/46 bzw. 87%).

Dabei stachen zwei Planungsverfahren in den Arbeitsschritten zwei bis vier bei den im Modell verwendeten Datensätze (n = 46) besonders hervor:

- Aufnahme bestehender Rückegassen mit **mobilem GPS**; Planung des Rückegassensystems im Büro mit **GIS**; Verifizierung, Markierung, Erfassung des optimierten Rückegassensystems mittels **Fluchtstab, Kompass, Bussole, mobilem GPS** (n = 16)
- Aufnahme bestehender Rückegassen mit **mobilem GPS**; Planung des Rückegassensystems im Büro mit **GIS**; Verifizierung, Markierung, Erfassung des optimierten Rückegassensystems mittels **mobilem GPS** (n = 12)

Die Auswertung der Ergebnisse der Planungsverfahren inkl. unvollständige (fehlende Aufwandszeiten etc.) Datensätze (n = 56) zeigte, dass:

- in **Arbeitsschritt 2** rund $\frac{3}{4}$ der befragten Personen die Vorarbeiten im Bestand (Aufnahme der fehlenden Rückegassen) mit einem mobilen GPS durchführen (n = 41).
- die anschliessende Planung der Feinerschliessung in **Arbeitsschritt 3** fast ausschliesslich mittels Geoinformationssystemen (GIS) im Büro (n = 50) erfolgt. Lediglich sechs Personen verwenden für diesen Schritt Papierkarten.
- in **Arbeitsschritt 4** wird die Verifizierung, Markierung und Erfassung der Rückegassen im Bestand entweder ausschliesslich mit dem mobilen GPS (n = 16) oder in Kombination mit dem Fluchtstab, dem Kompass und der Bussole (n = 28) durchgeführt. Eine Planung der Feinerschliessung mit Rückegassen gänzlich ohne den Einsatz eines GPS-Geräts wurde lediglich in acht Fällen angegeben.

2.7 Rückegassenabstand

Die in der Umfrage angegebenen Rückegassenabstände liegen zwischen 20 und 60 Meter. Dabei wenden die meisten Planerinnen und Planer Abstände in 10er Schritten (20, 30, 40 m) an. In Deutschland zeigen die Ergebnisse einen hohen Anteil von Rückegassen im Abstand von 40 Meter (69%); in der Schweiz sind Rückegassenabstände von 30 Meter (48%) am häufigsten.

Gemäss den Kommentaren sind die meisten 40-Meter-Rückegassenabstände in Deutschland auf die Vorgaben der Verwaltungen zurückzuführen, um die Befahrungsfläche des Bodens und somit dessen Verdichtung zu reduzieren. In der Schweiz ist bei grösseren Gassenabständen auch die Topografie und die Bewirtschaftung im Dauerwaldsystem, bei welchem die Fällarbeiten aufgrund der hohen Stammdurchmesser ohnehin motormanuell ausgeführt werden müssen, ausschlaggebend.

Gemäss der Umfrage liegen die Rückegassenabstände im Durchschnitt in Deutschland um 5 Meter höher als in der Schweiz (Mittelwert CH: 30.16 m / DE: 35.00 m).

2.8 Hilfskräfte

Die Ergebnisse der Umfrage ergaben, dass 39 Prozent der planenden Personen Hilfskräfte im Planungsprozess einsetzen. Dabei wurden Hilfskräfte bis auf eine Ausnahme ausschliesslich im Arbeitsschritt vier, dem Verifizieren, Abstecken und Anzeichnen des geplanten/optimierten Rückegassensystems im Bestand, eingesetzt. Dabei kommt höchstens eine Hilfskraft zum Einsatz, sprich die Försterinnen und Förster sind entweder allein oder zu zweit im Bestand unterwegs. Der Einsatz von Hilfskräften variiert zwischen den Gelände- und Bestandesverhältnissen: Während bei den Planungsverfahren mit Hilfskräften alle Försterinnen und Förster diese bei schwierigen Verhältnissen einsetzen, werden sie bei mittleren in 93 Prozent und bei leichten Verhältnissen in 79 Prozent der Fälle benötigt.

3. Deskriptive Auswertung

3.1 Adressaten

Die Auswertung zeigt für die an der Umfrage teilnehmenden Personen eine starke Streuung in den Erfahrungsjahren und bezüglich der Menge der jährlich geplanten Rückegassen, ausgedrückt in der beplanten Fläche (ha).

Die Erfahrungsjahre der Teilnehmenden lagen zwischen 2 und 40, wobei 50 Prozent zwischen 4 und 22 Jahren lagen. Der Mittelwert aller Umfrageteilnehmenden ist 14 Erfahrungsjahre, der Median liegt bei 9 Jahren. Ähnlich unterschiedlich verhält sich der Umfang der geplanten Rückegassen der Adressaten pro Jahr. Die Bandbreite liegt zwischen 2 – 550 ha/Jahr, wobei sich 50 Prozent zwischen 20 – 100 ha/Jahr befinden. Der Durchschnitt ist 85 ha/Jahr und der Median liegt bei 40 ha/Jahr.

Da Personen mit weniger Erfahrungsjahren nicht mehr Rückegassen pro Jahr planen als ihre erfahreneren Kolleginnen und Kollegen, zeigt dies nicht, dass die fehlenden Erfahrungsjahre mit einem höheren Umfang aufgewogen werden. Dies und die sehr breit streuenden Werte bestätigen, dass die Umfrageresultate nicht rein auf ausgesprochenen Experten basieren, sondern auf Personen, die sich mit der Planung von Rückegassen beschäftigen und darin erfahren sind.

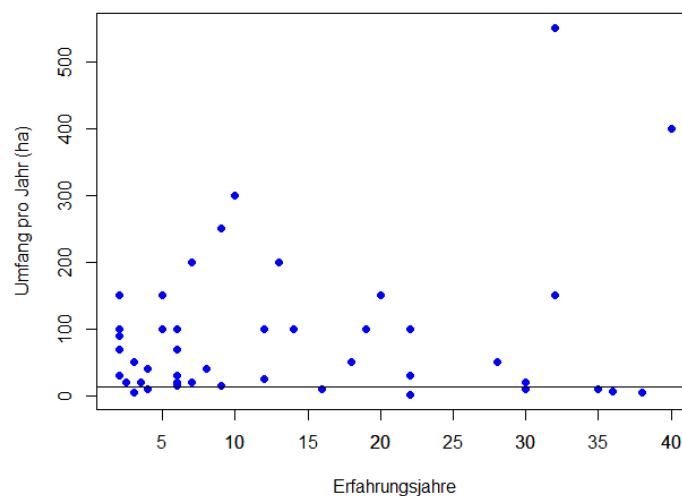


Abbildung 1: Erfahrungsjahre der Adressaten verglichen mit dem Umfang geplanter Rückegassen pro Jahr in Hektaren

Die Frage in der Umfrage, ob bei einer Person, die:

- neu in einem Forstgebiet bzw. Einsatzgebiet ist und dementsprechend über geringe Ortskenntnisse verfügt und/oder
- noch über wenig Übung mit dem Planungsverfahren verfügt,

um einen von den Umfrageteilnehmern angegebenen Zeitaufwand für die Planung erhöht werden sollte, wurde bejaht. Die Auswertung ergab konkret, dass ein durchschnittlicher Zeitzuschlag von 56.7 Prozent bei geringen Ortskenntnissen und von 48.6 Prozent bei fehlender Übung mit dem Planungsverfahren (der Median liegt jeweils bei 50 Prozent) auf die angegebenen Aufwandzeiten verrechnet werden sollte. Im Produktivitätsmodell können diese Zeitzuschläge (Default-Wert 50% oder individueller Wert) zum Gesamtaufwand dazu addiert werden, falls eine Person über fehlende Ortskenntnisse/geringe Übung verfügen sollte.

3.2 Planungsverfahren

Zwischen den Planungsverfahren konnten mittels Regressionsanalyse nur geringe bzw. keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Zeitaufwandes festgestellt werden. Es ergab sich lediglich ein schwach signifikanter Unterschied zwischen dem Zeitaufwand des Verfahrens im Bestand «rein» mit dem mobilen GPS verglichen mit dem Verfahren im Bestand mit mobilem GPS «plus» Papierkarte, Fluchstab, Kompass und Bussole (vgl. Abb. 1, p-Wert = 0.05). Das Planungsverfahren gänzlich «ohne» mobiles GPS-System (n=6) unterschied sich nicht von den beiden höher technisierten Verfahren (nicht abgebildet).

Das bedeutet, dass nach der aus der Umfrage resultierenden Datengrundlage von 46 auswertbaren Datensätzen das Planungsverfahren selbst keine leistungsbestimmende Grösse darstellt.

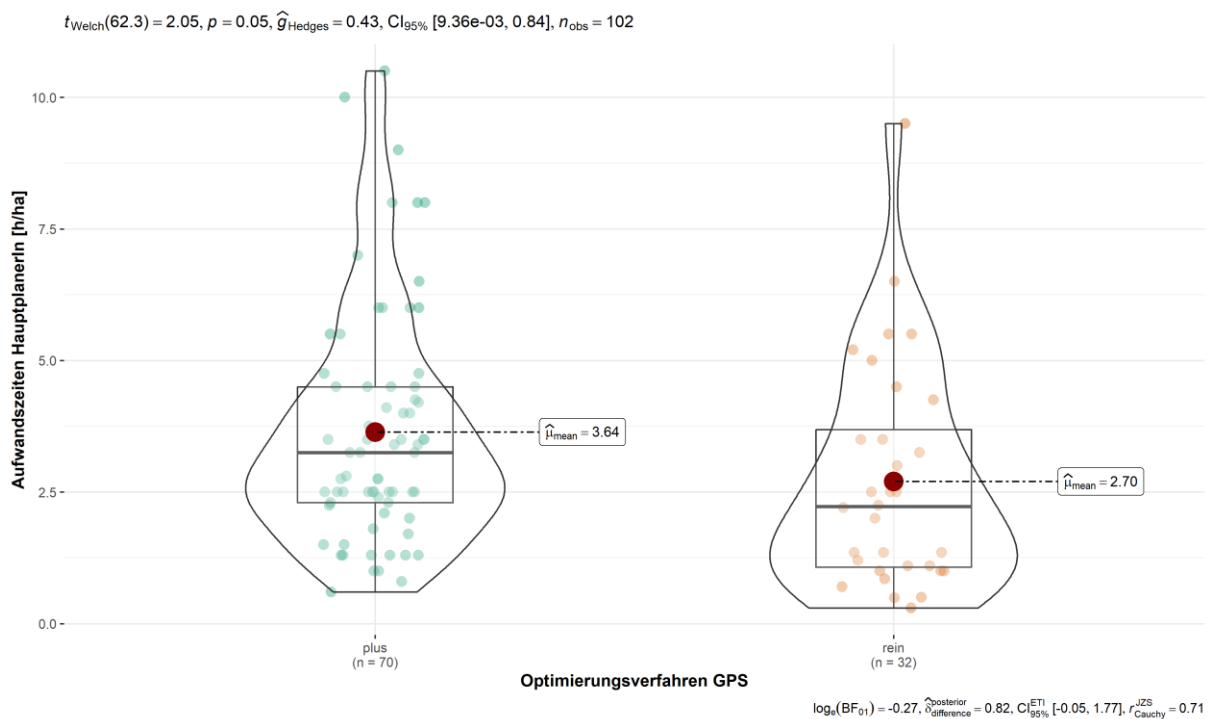


Abbildung 2: Vergleich Aufwandszeiten (PPH₁₅) der hauptplanenden Person zwischen den Planungsverfahren im Bestand mit mobilem GPS plus weiteren Hilfsmitteln («plus») (n=18) und rein mit mobilem GPS ohne weitere Hilfsmittel («rein») (n=16).

3.3 Verhältnisse

Der Einfluss der verschiedenen Verhältnisse im Gelände und im Bestand (leicht, mittel, schwierig) auf den Zeitaufwand der Försterinnen und Förster über alle Arbeitsschritte, reicht von signifikant (p -Wert = 0.026) bei mittleren Verhältnissen bis sehr signifikant (p -Wert = 0.000) bei leichten und schwierigen Verhältnissen. Gemäss den Resultaten dauert dabei der Arbeitsprozess bei schwierigen durchschnittlich 2.49 Stunden länger als bei leichten Verhältnissen (Abbildung 2).

Das heisst, dass die Verhältnisse im Gelände und im Bestand den Zeitaufwand für die Planung der Rückegassen gemäss der Erwartung wesentlich bestimmen.

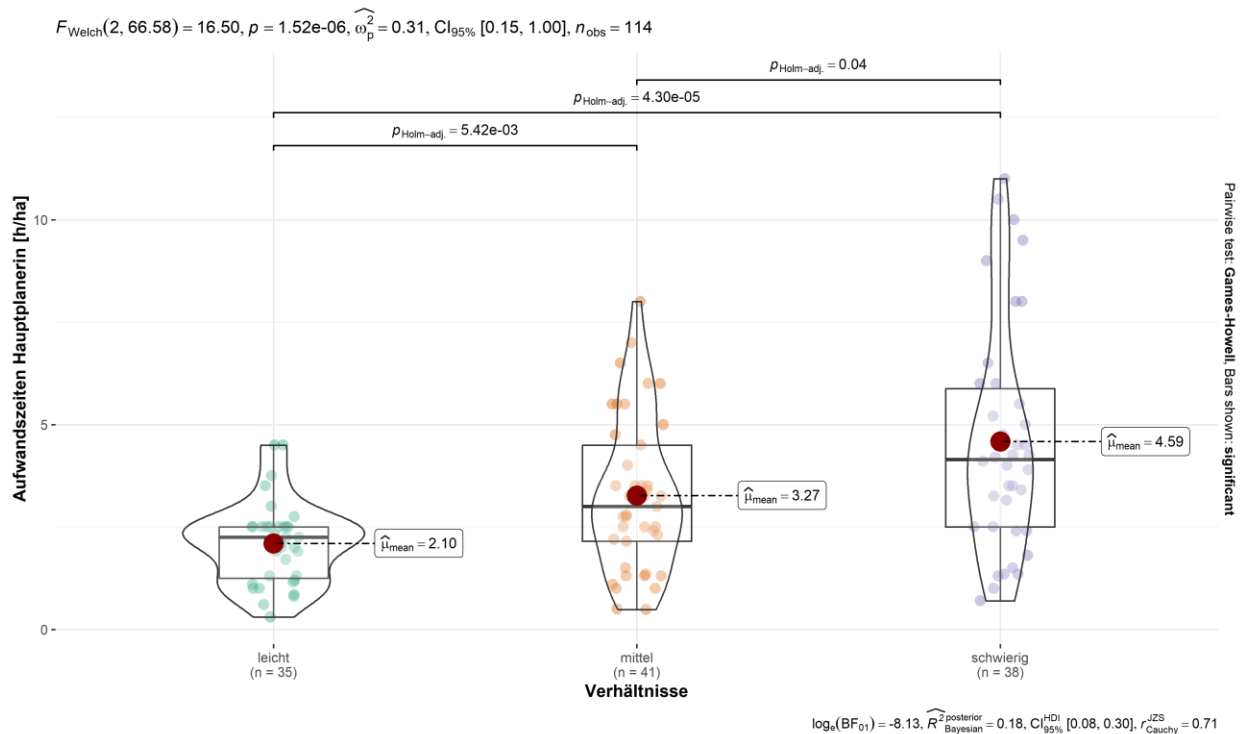


Abbildung 3: Zeitaufwand (PPH_{15}) der hauptplanenden Person für die Rückegassenplanung bei verschiedenen Gelände- und Bestandesverhältnissen (alle Planungsverfahren und Arbeitsschritte) ($n=46$).

Der zeitliche Aufwand für den draussen stattfindenden Arbeitsschritt 4 (Verifizieren, Markieren, Erfassen der Rückegassen im Bestand), der rund 70% der Prozesszeit ausmacht, wird logischerweise am meisten von den verschiedenen Verhältnissen beeinflusst. Die Durchschnittsaufwandszeiten (PPH_{15}) der Försterinnen und Förster über rein diesen Arbeitsschritt beträgt bei:

- Einfachen Verhältnissen: 1.28 h/ha
- Mittleren Verhältnissen: 2.09 h/ha
- Schwierigen Verhältnissen: 3.04 h/ha

Damit benötigt die hauptplanende Person bei schwierigen Verhältnissen mehr als doppelt so lange (Faktor 2.375) für die Ausführung wie bei einfachen Verhältnissen.

3.4 Rückegassenabstand

Die Auswertung der Umfrageergebnisse zeigt, dass sich der Zeitaufwand der Planung des Rückegassennetzes signifikant verringert je grösser die Rückegassenabstände bzw. je kleiner die gesamte Länge der Rückegassen ausgedrückt in Laufmeter/Hektar ist. Abbildung 3 zeigt diese Verringerung des Zeitaufwandes verglichen mit dem jeweils durchschnittlichen Rückegassenabstand über alle Gelände- und Bestandesverhältnisse.

Das heisst, dass der Rückegassenabstand den Zeitaufwand für die Planung der Rückegassen gemäss der Erwartung wesentlich bestimmt.

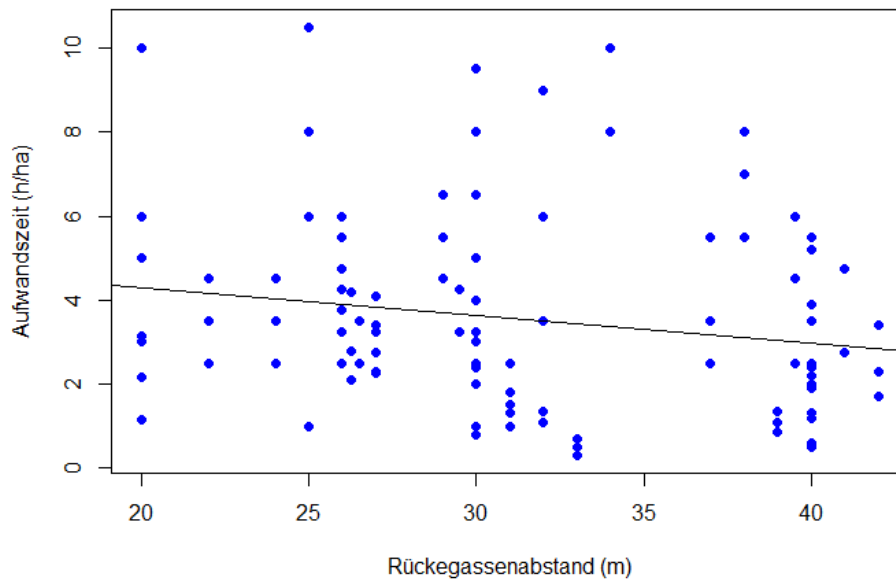


Abbildung 4: Zeitaufwand (PPH_{15}) für die Rückegassenplanung bei verschiedenen Rückegassenabständen. Dargestellt sind die Einzelwerte aus der Umfrage und die lineare Ausgleichsgerade.

3.5 Hilfskräfte

Interessanterweise zeigen die Umfrageergebnisse, dass sich der Zeitaufwand der hauptplanenden Person nicht signifikant reduziert, wenn eine Hilfskraft eingesetzt wird (Abbildung 4). Dies lässt darauf schliessen, dass bei einer Teamarbeit nicht primär die Reduzierung des zeitlichen Aufwands im Vordergrund steht, sondern die Machbarkeit/Arbeitserleichterung, die Genauigkeit beim Markieren der Rückegassen, ggfs. auch der Austausch und die Lösungsfindung während der Arbeit im Bestand ausschlaggebend sind.

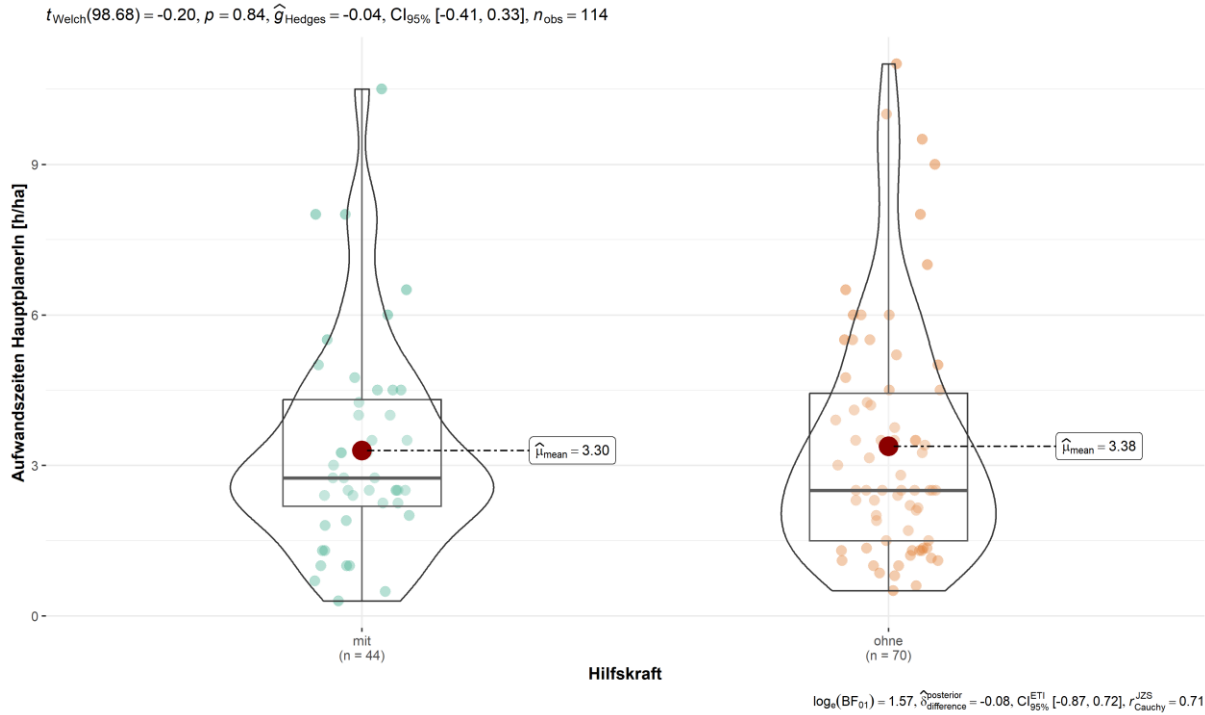


Abbildung 5: Zeitaufwand (PPH₁₅) der hauptplanenden Person, falls eine Hilfskraft anwesend ist («mit») und wenn keine Hilfskraft anwesend ist («ohne»).

Da gemäss den Ergebnissen der Zeitaufwand der hauptplanenden Person mit oder ohne Hilfskraft gleichbleibt, wird der zusätzliche Zeitaufwand der Hilfskräfte bei deren Einsatz nur bei den Personenkosten berücksichtigt bzw. angerechnet. Die Systemzeit bleibt demnach gleich und die Kosten erhöhen sich entsprechend den verrechneten Kosten für die Hilfskraft.

4. Modell-Herleitung

Die Messgrößen wurden mittels der R Methode 'lm' ('Fitting Linear Models') auf ihren Einfluss auf die abhängige Variable 'Hauptperson Aufwandszeiten pro Stunde PPH15' untersucht. Dabei wurden alle Fälle (n=46) benutzt, unabhängig vom gewählten Planungsverfahren. Für die Hilfskräfte wurde ein zweites Modell erstellt mit der abhängigen Variable 'Hilfskraft Aufwandszeiten pro Stunde PPH15 Arbeitsschritt «Anzeichnen/ Abstecken im Bestand»'.

Nachfolgend werden die Ergebnisse der linearen Regressionsanalysen vorgestellt. Berechnet wurden Modelle zur akteursspezifischen Schätzung des Zeitaufwandes für die Rückegassenplanung jeweils mit und ohne Ausreisser.

Variable	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	10.1024	3.5823	2.820	0.0057
Verhmittel	0.8122	0.5412	1.501	0.1362
Verhschwierig	2.2303	0.5516	4.043	9.71e-05
ln(RGA)	-2.4408	1.1238	-2.172	0.0319
Alter	0.0241	0.0394	0.612	0.5420
Erfahrung	-0.0167	0.0370	-0.452	0.6520

Tabelle 1: Lineares Modell zur Schätzung des Zeitaufwandes des Hauptplaners pro Stunde PPH15 (=abhängige Variable) mit Ausreissern.

Variable	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.9859	2.2133	1.349	0.1799
Verhmittel	0.6344	0.3317	1.913	0.0582
Verhschwierig	1.6089	0.3378	4.763	5.53e-06
ln(RGA)	-0.4181	0.6436	-0.650	0.5172

Tabelle 2: Lineares Modell zur Schätzung des Zeitaufwandes der Hilfskraft pro Stunde PPH15 (=abhängige Variable) mit Ausreissern.

Tabelle 1 zeigt die geschätzten Koeffizienten und deren p-Werte für die abhängige Variable 'Hauptperson Aufwandszeiten'. Das korrigierte R^2 für dieses erste Modell beträgt 0.24.

Tabelle 2 zeigt den geschätzten Koeffizienten und deren p-Werte für die abhängige Variable 'Hilfskraft Aufwandszeit Arbeitsschritt Anzeichnen/ Abstecken im Bestand'. Das korrigierte R^2 für dieses Modell beträgt 0.17.

In einem zweiten Schritt wurden alle Ausreisser, die die mehr als 2 Standardabweichungen über dem Mittelwert der Residuen lagen, entfernt und aus der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Es gab 7 Ausreisser (6% der Fälle). Zudem wurden die nicht massgebenden bzw. nicht signifikanten Variablen 'Alter' und 'Erfahrung' im Modell der abhängige Variabel 'Förster Aufwandszeiten' entfernt.

Variable	Estimate	Std. Error	t value	Pr (> t)
(Intercept)	10.6299	3.0018	3.541	0.0006
Verhmittel	1.1607	0.4539	2.557	0.0119
Verhschwierig	2.4666	0.4621	5.337	0.0000
ln(RGA)	-2.4883	0.8702	-2.859	0.0051

Tabelle 3: Lineares Modell zur Schätzung des Zeitaufwandes des Hauptplaners pro Stunde PPH15 (=abhängige Variable) ohne Ausreisser.

Variable	Estimate	Std. Error	t value	Pr (> t)
(Intercept)	3.1175	2.0399	1.528	0.1293
Verhmittel	0.8138	0.3085	2.638	0.0095
Verhschwierig	1.7535	0.3141	5.583	0.0000
ln(RGA)	-0.5364	0.5914	-0.907	0.3663

Tabelle 4: Lineares Modell zur Schätzung des Zeitaufwandes der Hilfskraft pro Stunde PPH15 (=abhängige Variable) ohne Ausreisern.

Vor allem die Gelände- und Bestandesverhältnisse gefolgt vom Rückegassenabstand sind leistungsbestimmend für die Rückegassenplanung. Tabelle 3 und 4 zeigen, dass die Variablen 'Verhältnisse' (einfach, mittel, schwierig) und der Rückegassenabstand auf den Planungsaufwand von Rückegassen einen signifikanten Einfluss haben. Das korrigierte R^2 für das Modell 'Hauptperson Aufwandszeiten' beträgt 0.26, jenes für die 'Hilfskraft Aufwandszeiten' 0.23.

5. Diskussion

Umfrage

Die Stichprobe besteht aus Datensätzen von 46 Personen aus der Schweiz und Deutschland, die die Umfrage zur «Planung der Feinerschliessung mit Rückegassen» vollständig ausgefüllt haben. Bei der Auswahl der Personen wurde auf die Erfahrung im Umgang mit der Planung von Rückegasse besonderen Wert gelegt und dies bei einer Kontaktvermittlung ausdrücklich beschrieben. Da die Bandbreite der Resultate bezüglich der Erfahrungsjahre und Umfang (ha) geplanter Feinerschliessung pro Jahr sehr gross war, wurde von der Charakterisierung der Adressaten als Expertinnen und Experten abgesehen und stattdessen den Terminus «Personen, die sich mit der Planung von Rückegassen beschäftigen» verwendet.

Haupteinflussgrössen

Die in Tabelle 3 und 4 gezeigten Modelle für die Aufwandszeiten von Förster und Hilfskraft für die Planung von Rückegassen beinhalten die Gelände- und Bestandesverhältnisse (einfach, mittel, schwierig) und die Rückegassenabstände (ln; m). Die Produktivität des Planungsprozesses hängt in erster Linie von diesen beiden Parametern ab, wobei die Verhältnisse rein wörtlich beschrieben sind und ihnen keine effektiven Werte, wie Hangneigung in Prozent, Anzahl Hindernisse etc. zu Grunde liegen.

Um das Modell auf unerfahrene Personen in der Planung von Rückegassen anzuwenden, können die fehlende Erfahrung und/oder die geringen Ortskenntnisse manuell durch die Benutzer angegeben werden. Hierdurch wird auf den vom Modell angegebenen Zeitaufwand ein Zeitzuschlag generiert und addiert.

Verfahren

Das gewählte Planungsverfahren beeinflusst die Produktivität nur sehr geringfügig. Dies lässt sich vermutlich dadurch erklären, dass die Erfahrung/ Übung mit dem jeweiligen Verfahren ausschlaggebender ist als die verwendeten (technischen) Hilfsmittel. Die geringen zeitlichen Unterschiede zwischen den Verfahren (4 Kategorien in Abhängigkeit vom GPS-Einsatz) waren auch nicht signifikant, weshalb die Planungsverfahren im Modell nicht als leistungsbestimmende Parameter enthalten sind.

Hilfskraft

Der Grund für die Erstellung eines zweiten Modells für die abhängige Variable 'Hilfskraft Aufwandszeit' ist, dass die statistische Auswertung zeigte, dass, wenn eine Hilfskraft eingesetzt wird, sich die Aufwandszeiten der hauptplanenden Person nicht signifikant reduzieren und dies demnach keine Reduzierung der Systemzeiten zur Folge hat. Daher wird der zeitliche Aufwand der Hilfskräfte analog den Zeiten der hauptplanenden Person im Arbeitsschritt 4 «Abstecken, Anzeichnen im Bestand» in einem eigenen Modell berechnet. Dieser Zeitaufwand verändert nicht die Systemzeit, erhöht aber die Kosten des Systems, weil die Hilfskraftzeit mit dem entsprechenden Kostenfaktor für Hilfskräfte bei den Personalkosten verrechnet wird.

Indirekte Arbeitszeiten

Die in der Umfrage abgefragten und für die Auswertungen verwendeten Zeiten zum Arbeitsaufwand der Akteure/der Planenden sind produktive Arbeitszeiten mit Unterbrechungen bis 15 Minuten (PPH_{15}). Um die effektive Produktivität und die Kosten im Modell abzubilden, wurden die Zeiten mit dem Faktor 1.133 für bezahlte Wegzeiten und Pausen (Annahme von 60 Minuten bei einer Arbeitszeit von 510 Minuten/ Tag) multipliziert. Auf den zusätzlichen Faktor von 1.1 für indirekte Arbeitszeiten, der üblicherweise in den JuWaPfl- und HeProMo-Modellen verwendet wird, wurde verzichtet, da die Datenerhebung mittels Umfrage bereits auf Schätzzeiten der Adressaten und nicht wie in den übrigen Modellen auf effektiv gemessenen Zeiten beruht. Es wurde davon ausgegangen, dass die sowieso nur in geringen Umfang zu erwartenden indirekten Zeiten bei der Rückegassenplanung in den Schätzwerten bereits enthalten sind.

Bestimmtheitsmass

Das Bestimmtheitsmass *korrigiertes R^2* (Anteil der Variation der abhängigen Variabel, die durch die unabhängigen Variablen erklärt werden kann) liegt im Modell der Aufwandszeiten der Hauptperson bei 0.26 (26%) und der der Hilfskraft bei 0.23 (23%). In Anbetracht der geringen Anzahl an auswertbaren Datensätzen und der stark streuenden Aufwandszeiten ist die geringe Höhe des Bestimmtheitsmasses nicht überraschend. Die Gelände- und Bestandesverhältnisse können den gesamten Zeitbedarf der Planung also nur zu einem kleineren Teil erklären. Somit können andere Einflussfaktoren wie die persönliche Leistungsfähigkeit der Planenden und die Ungenauigkeit bei den Aufwandschätzungen den Zeitbedarf erheblich beeinflussen.

Praxisüberprüfung

Die Validierung des Modells vor der Veröffentlichung mit unabhängigen, neuen Datensätzen aus der Praxis gestaltete sich mangels Daten schwierig, da schon viele Rückegassennetze existieren und Rückegassen nicht ständig geplant werden, die Arbeit also nur sporadisch anfällt. Hinzu kommt, dass dabei modellbedingt unterschiedliche Gelände- und Bestandesverhältnisse sowie Rückegassenabstände für die Überprüfung berücksichtigt werden müssen. Daher werden die eingehenden neuen Datensätze vorerst gesammelt, um bei geeigneter Datenlage die Validierung des Modells zu einem späteren Zeitpunkt durchzuführen.

Qualität/Folgerung

Die Qualität des Modells zur Planung von Rückegassen, kann trotz des überschaubaren Umfangs der Datengrundlage als gut angesehen werden. Die technische Aktualität ist hoch und das Modell auf alle aktuellen Planungsverfahren anwendbar. Aufgrund des geringen Detaillierungsgrades sind grobe Schätzungen von Zeitbedarf und Kosten möglich. Alternative Modelle existieren nicht.