

Einfluss von Mischungseffekten auf Ökosystemdienstleistungen

Horst Kolo

Technische Universität München

Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung



Uhrenturm der TUM

Inhalt

1. Forschungsfragen
2. Datengenerierung
3. Vergleich der Ökosystemdienstleistungen untereinander
4. Erstes Fazit
5. Vergleich der Ökosystemdienstleistungen mit und ohne Pflanzkosten
6. Zweites Fazit
7. Zusammenfassung und Ausblick

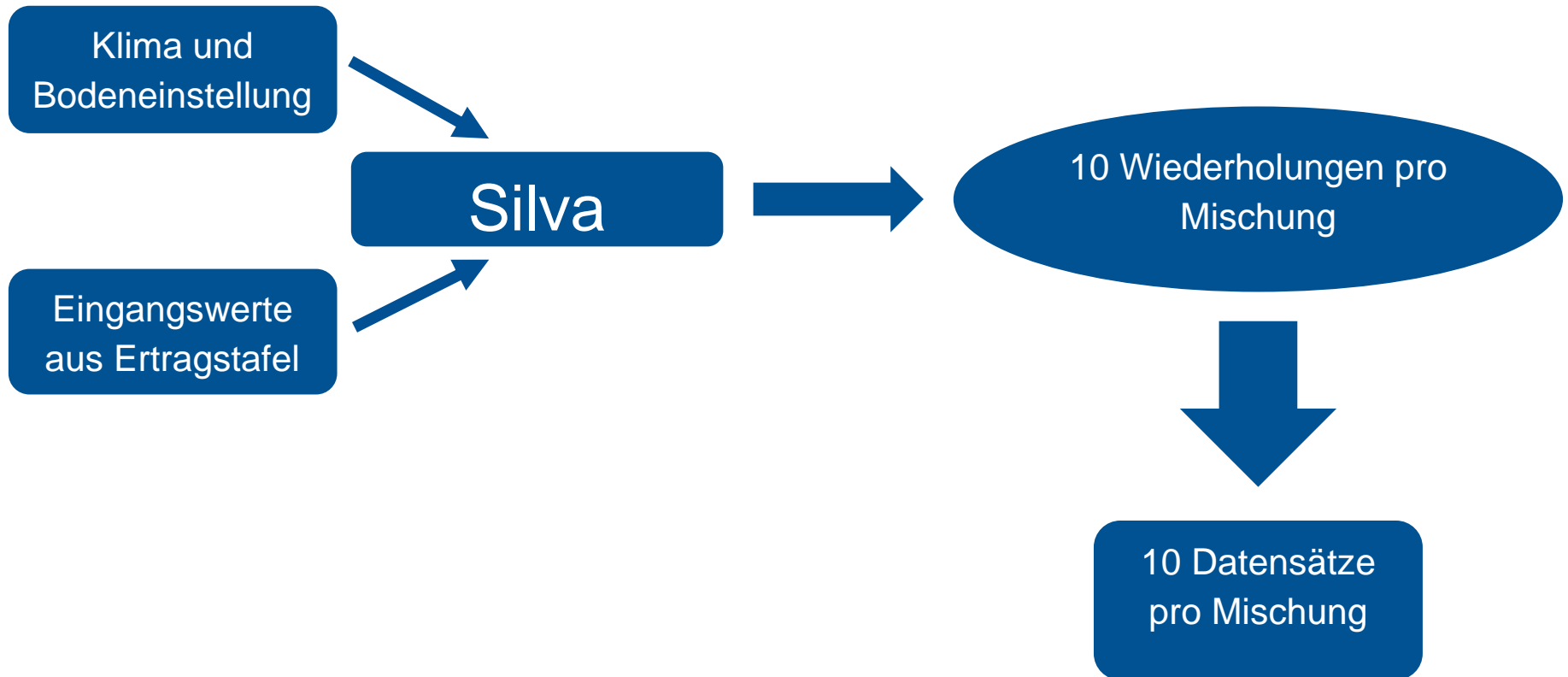
1. Forschungsfragen

1. **Baumartenmischung beeinflusst die optimale Verjüngungszeit unabhängig der betrachteten Ökosystemdienstleistungen**
2. **Die Baumartenmischung und Ökosystemleistungen beeinflussen die Mitigation des Ausfallrisikos durch Diversifizierung**

2. Datengenerierung

2.1 Simulation der Naturaldaten

Simulation der Naturaldaten



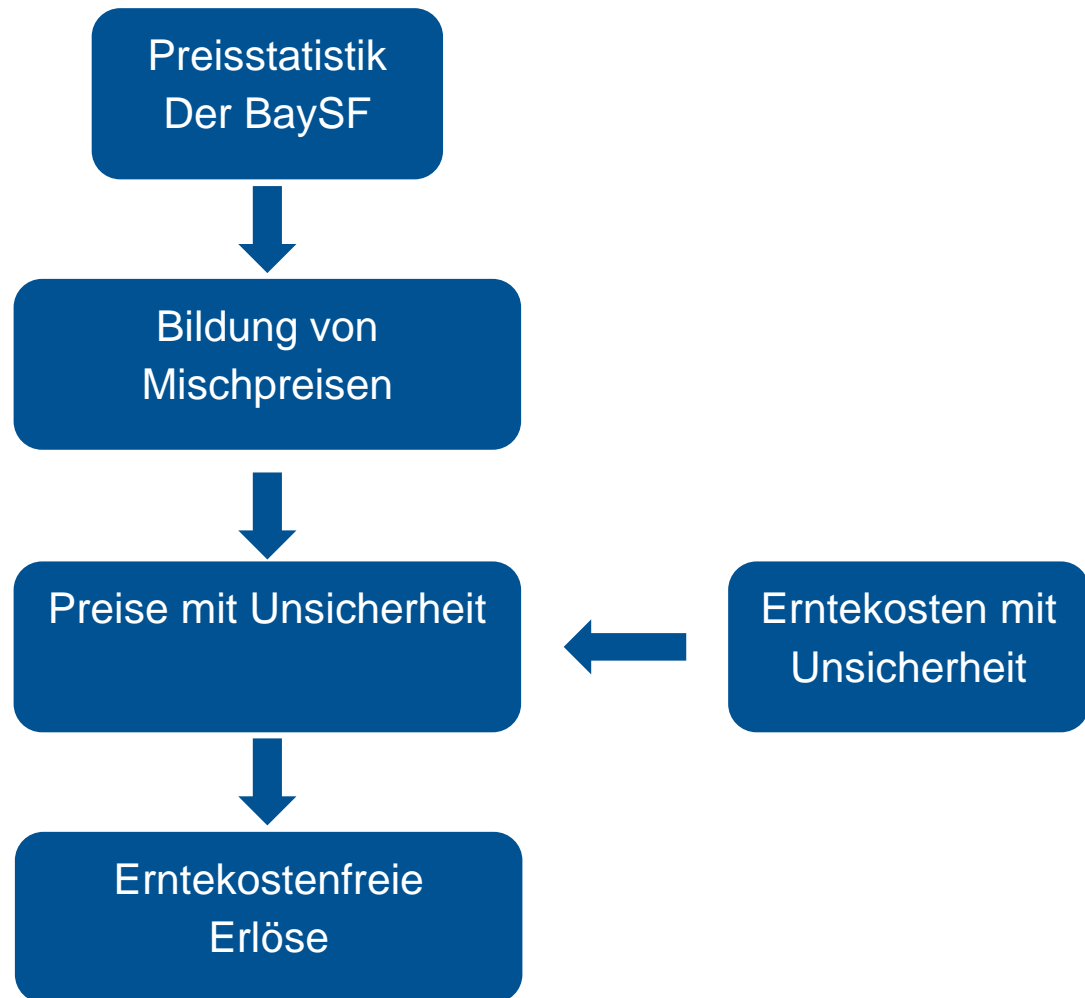
2. Datengenerierung

10 Datensätze pro
Mischung

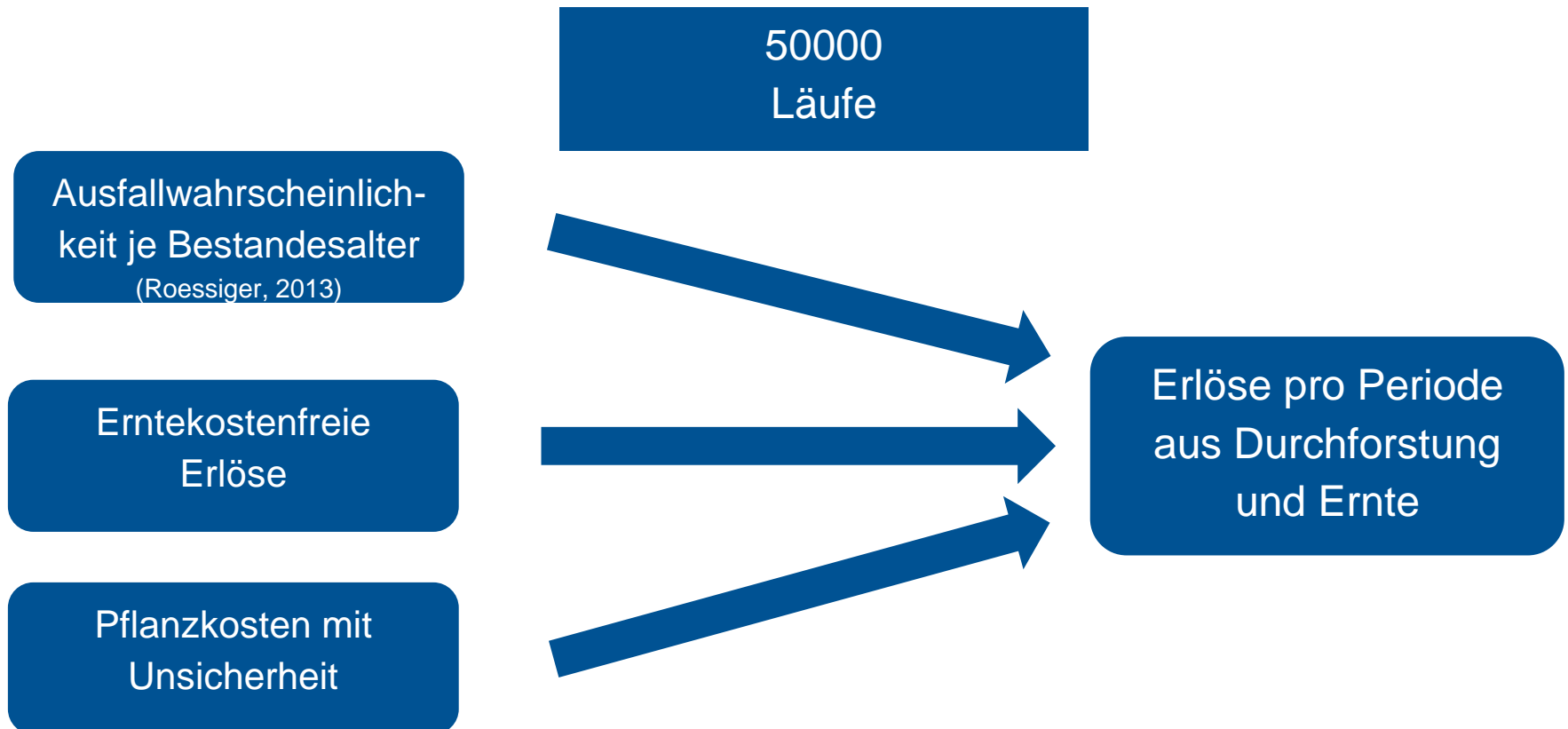
Jeder Datensatz beinhaltet

- Die Ernte und Durchforstungsmengen zu jedem der 8 Eingriffszeitpunkte
- Sortierung der entnommenen Mengen in L / SL / IS

2.2 Monte-Carlo-Simulation



2.2 Monte-Carlo-Simulation



2.3 Erlöse aus der Speicherung von Kohlenstoff

Nach der Methode von Härtl et al. (2016)

Berücksichtigt wurde

- Speicherung im verbleibenden Bestand
- Speicherung in Produkten aus Holz
 - Härtl et al. gehen davon aus, dass geerntetes Holz in jeder Periode zu zukünftigen C-Ausstoß beitragen
 - Die Zeit bis zu der der Kohlenstoff gespeichert bleibt hängt vom Produkt ab.
- Substitutionseffekte

Als Preis wurde der Marktpreis für EmissionAllowance am Stock Markt verwendet: 4,56€/t C

2.4 Erlöse aus der Grundwasserspense

- Grundwasserspense berechnet mit dem Programm FORESTDNDC (Cui et al.,2005)
- Reinbestände simuliert und Anteilig verrechnet
- Erlöse mit dem Wasserbereitstellungspreis der Stadtwerke München (1,68 €/1000 l)

2.5 Umrechnen in Annuitäten

- Notwendig um Zahlungen zu verschiedenen Zeitpunkten Vergleichbar zu machen

$$\textit{Kapitalwert} = -I_0 + \sum d_t * q^{-t}$$

$$\textit{Annuität} = \textit{Kapitalwert} * \frac{q^u}{q^u - 1} * r$$

Optimierungsansatz

Robuste Optimierung:

- Robuste Optimierung liefert Ergebnisse, die im schlimmsten Fall immer noch Optimal sind.
- Dazu werden die Restriktion so gewählt, dass alle möglichen Szenarien abgedeckt werden
- Das Ergebnis ist ein optimales Portfolio aus Altersklassen

2.5. Robuste Optimierung

$$\max \text{Ertrag} = \sum \text{Ertrag}_i * a_i$$

Subject to

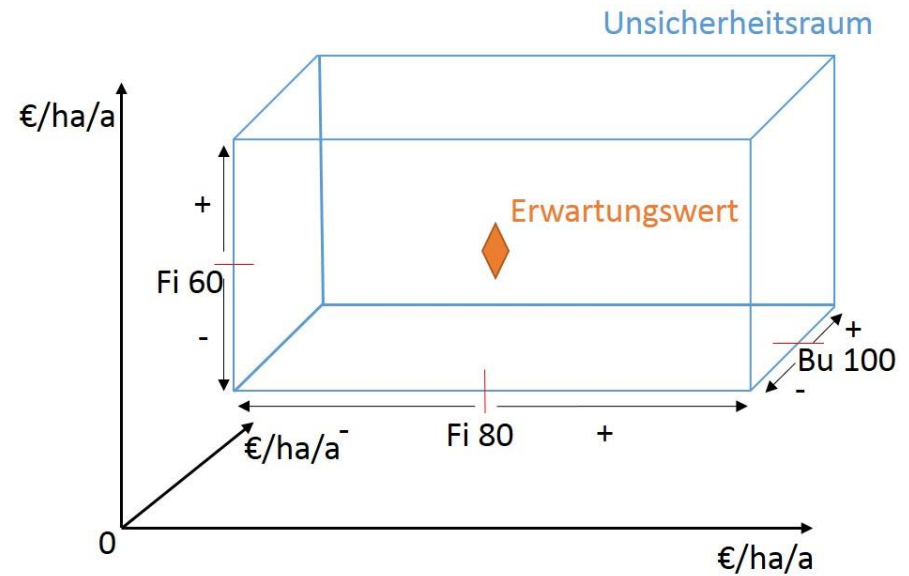
$$\text{Ertrag}_{si} * a_i \geq \max(\text{Ertrag}_{si}) - \beta_U * \delta_{\max, \min} \quad \forall s \in S$$

$$\delta_{\max, \min} = \max(\text{Ertrag}_{si}) - \min(\text{Ertrag}_{si})$$

Subject to

$$Ertrag_{si} = Ertrag \pm u_{si}$$

$$u_{si} = \pm m * sd_i \quad (m/1.0, 1.1 \dots 2.9, 3.0)$$



Messerer und Knoke, 2017

3. Ergebnisse - Allgemein

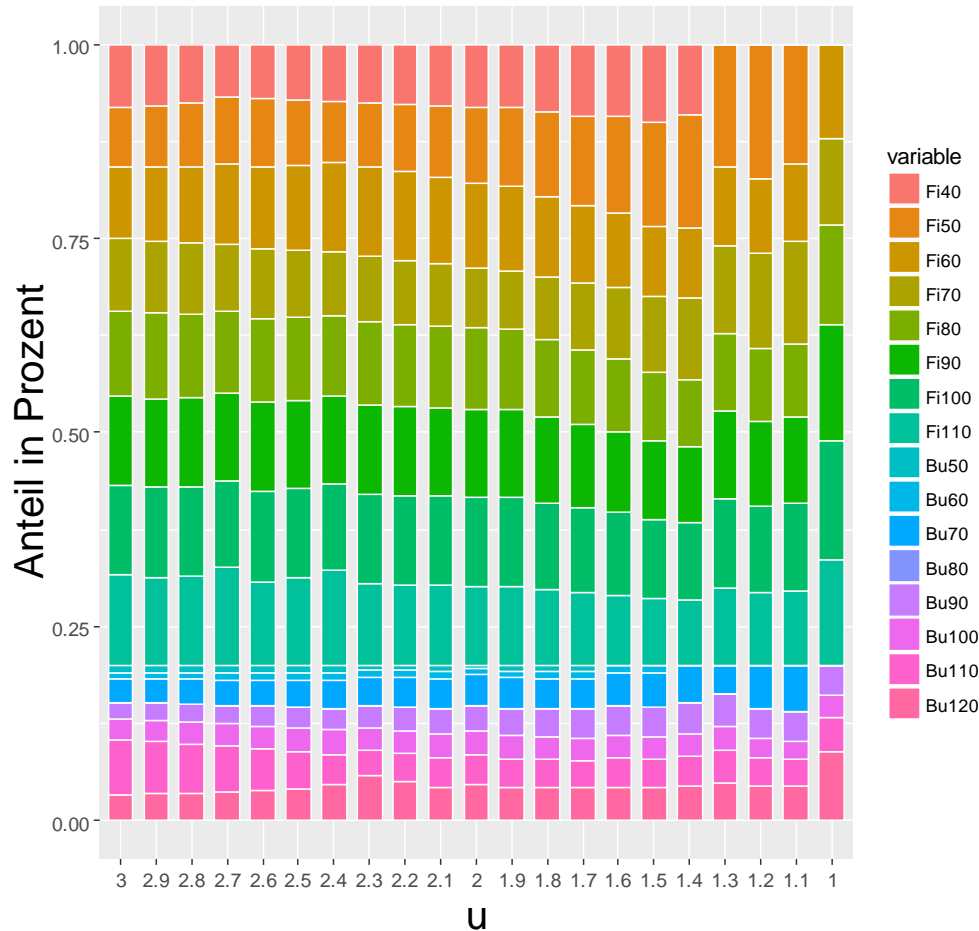
- Insgesamt wurden 6 Szenarien betrachtet

Mit Pflanzkosten	Ohne Pflanzkosten
Ernte	Ernte
Ernte + C-Speicher	Ernte + C-Speicher
Ernte + C-Speicher +Grundwasserspense	Ernte + C-Speicher +Grundwasserspense

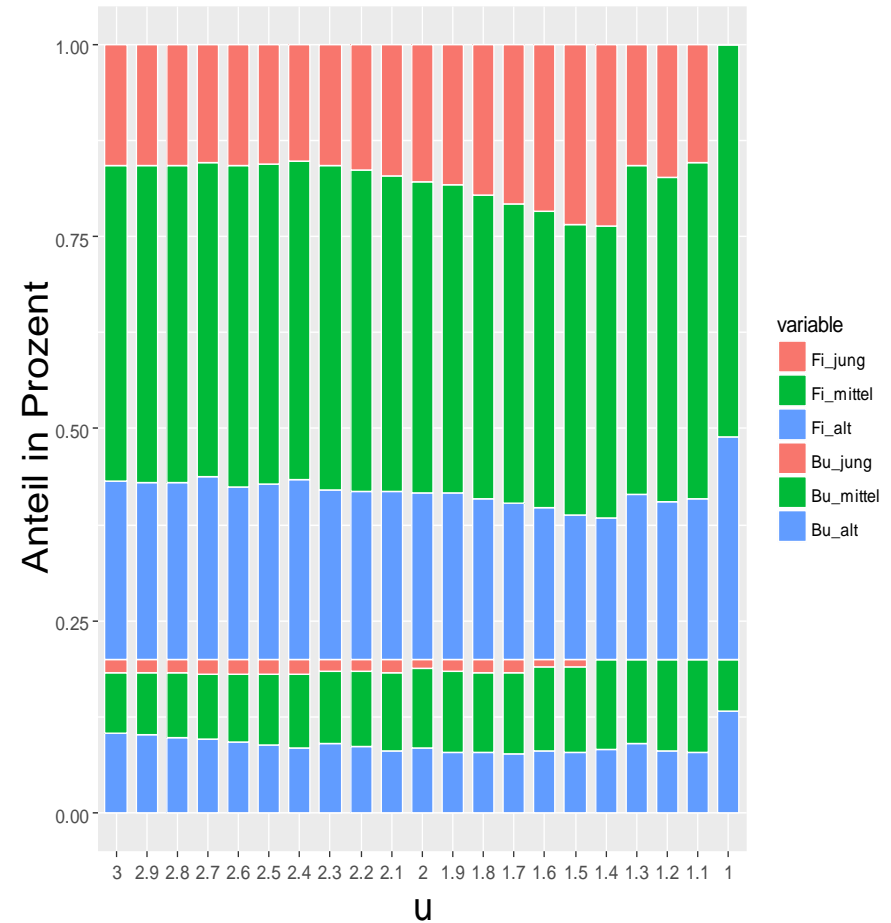
- Im Folgenden werden erste Ergebnisse gezeigt

3. Ergebnisse- Allgemein

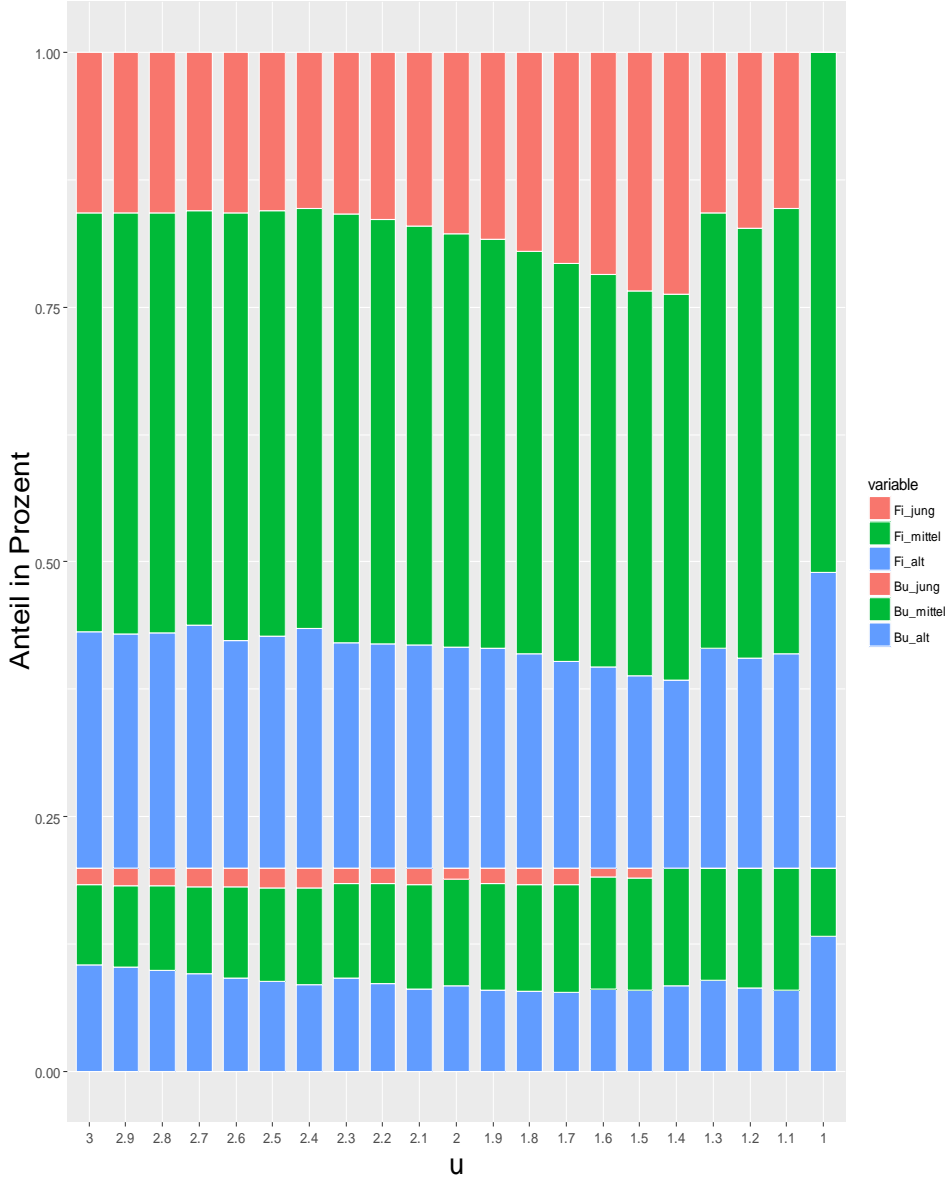
Wasser mit Pflanzkosten



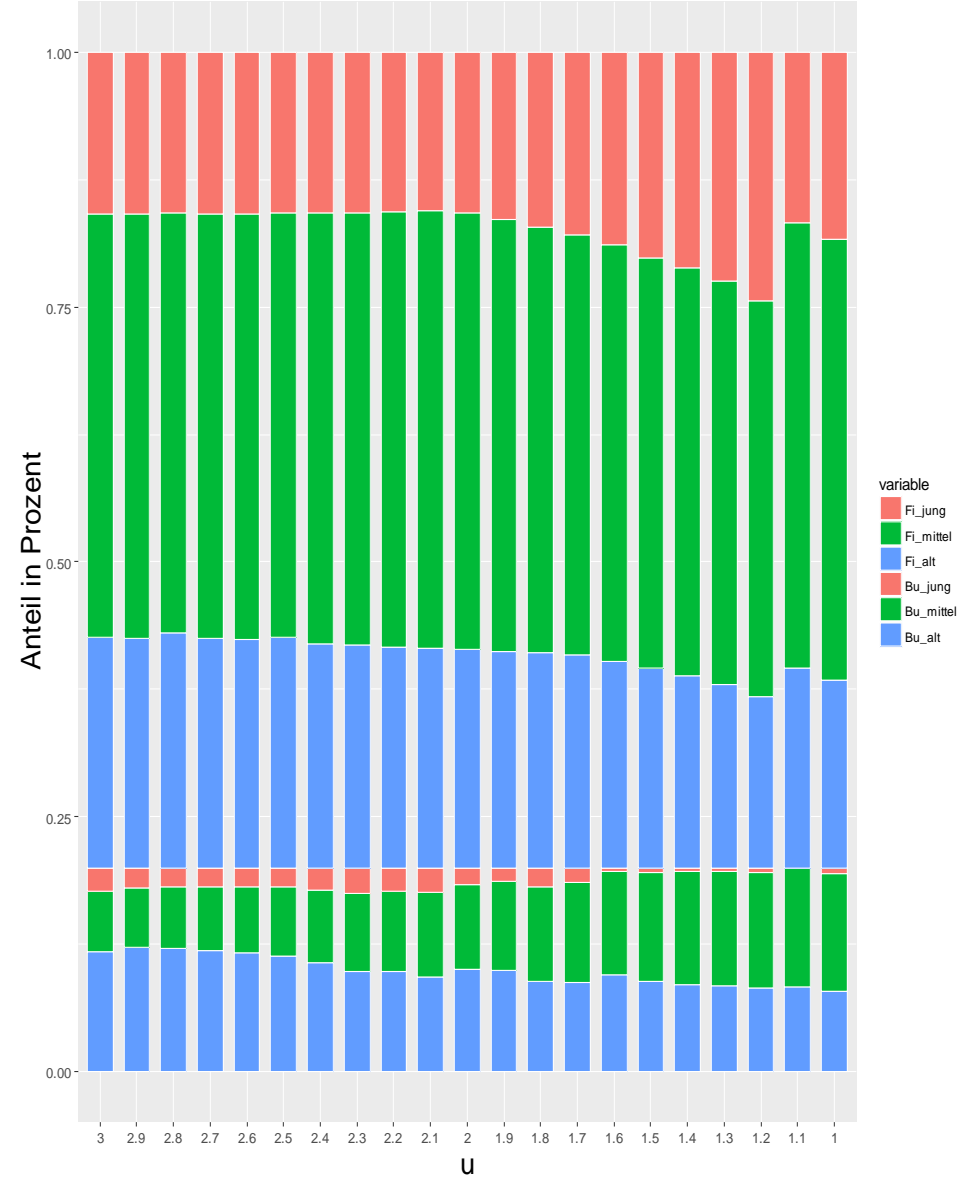
Wasser mit Pflanzkosten



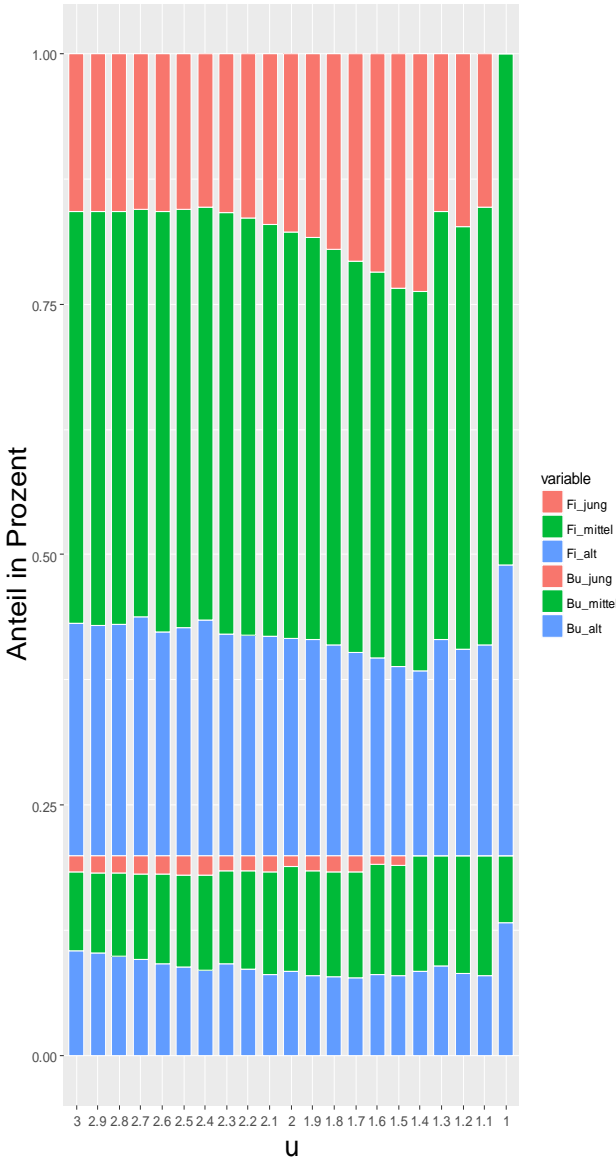
Wasser mit Pflanzkosten



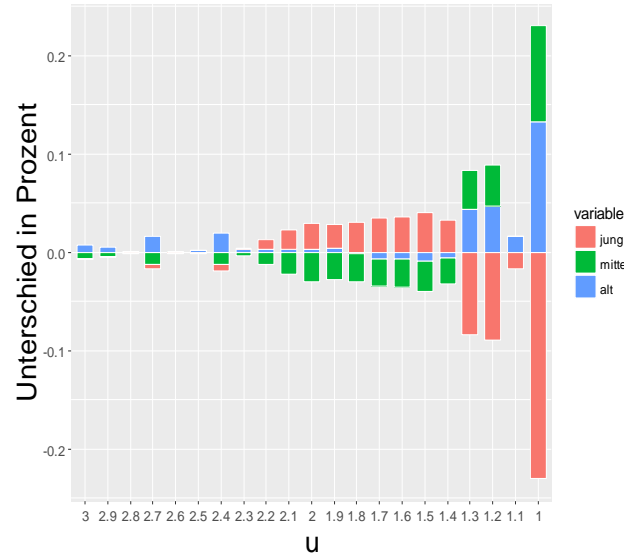
Wasser ohne Pflanzkosten



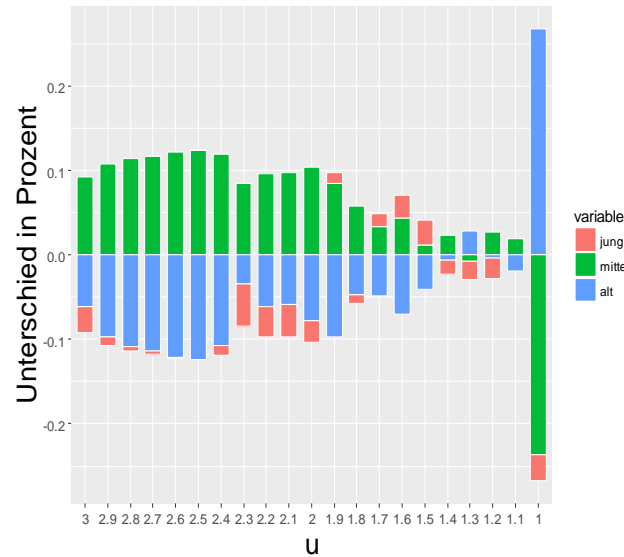
Wasser mit Pflanzkosten



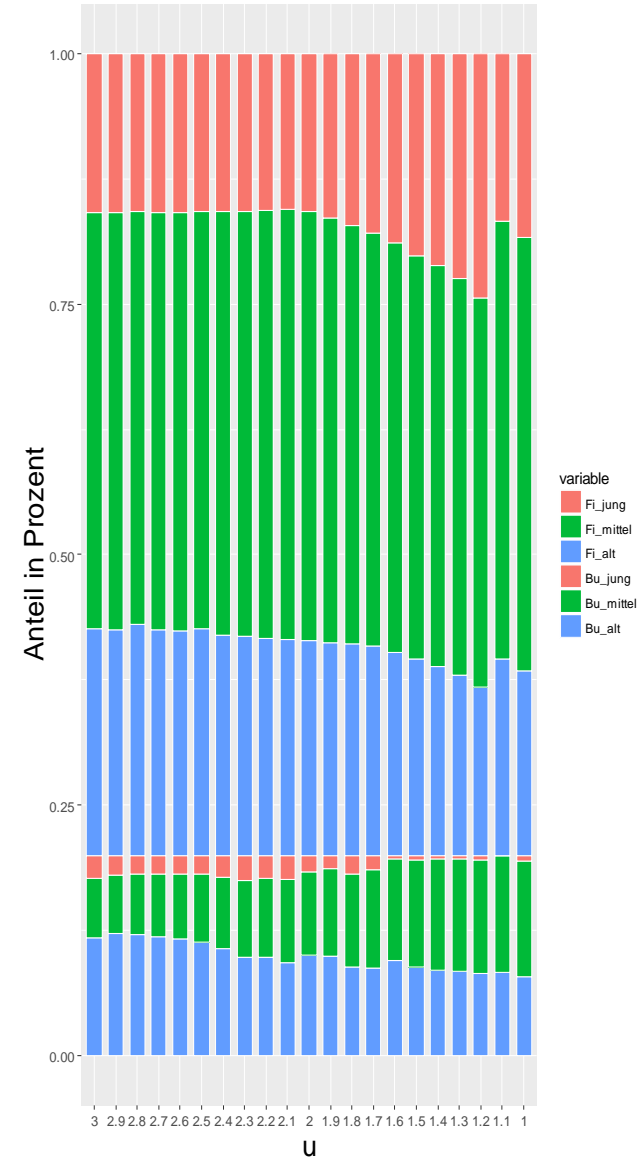
Unterschied Fichte



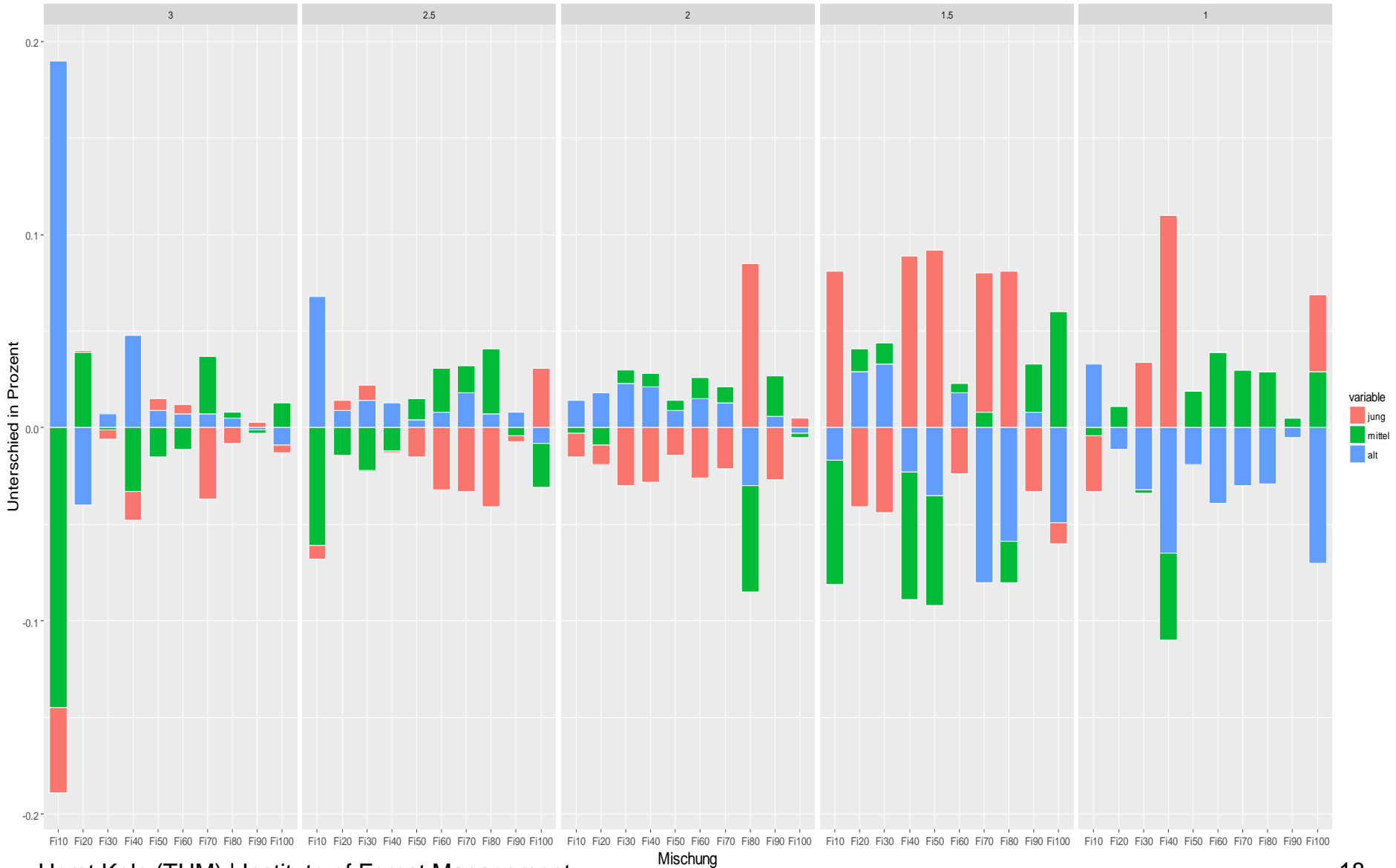
Unterschied Buche



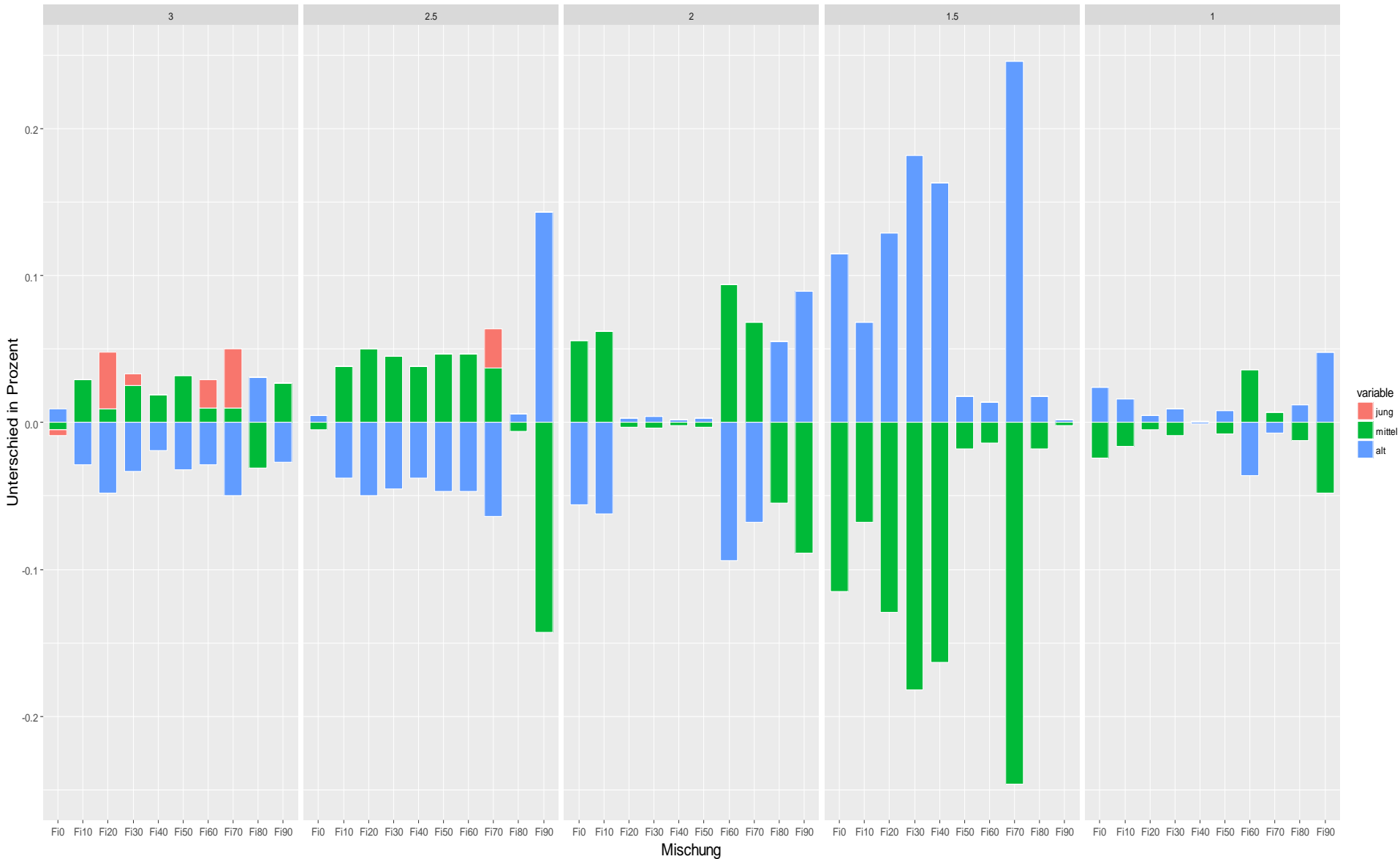
Wasser ohne Pflanzkosten



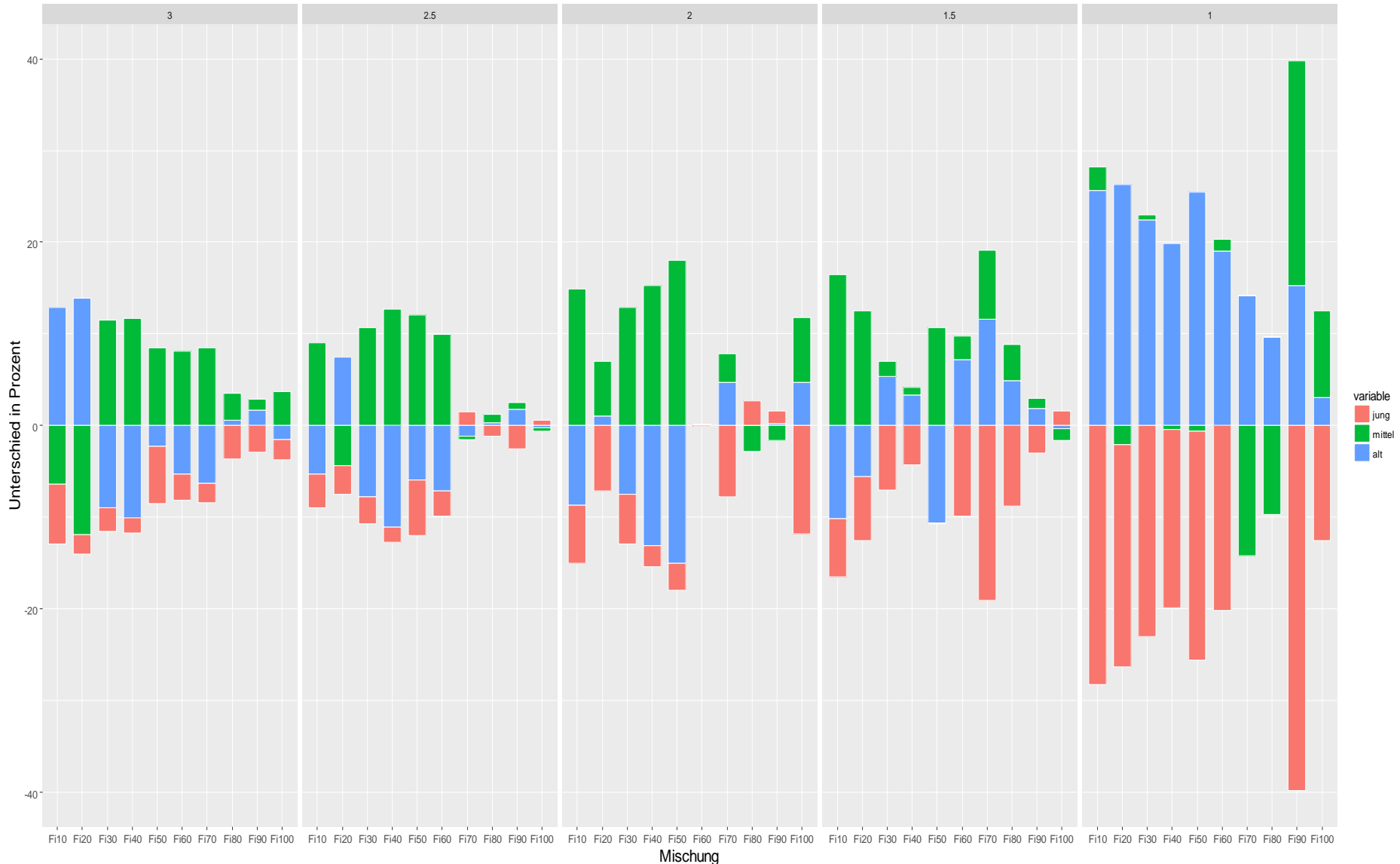
Vergleich von Erlös aus Ernte und C-Speicher mit Pflanzkosten für Fichte



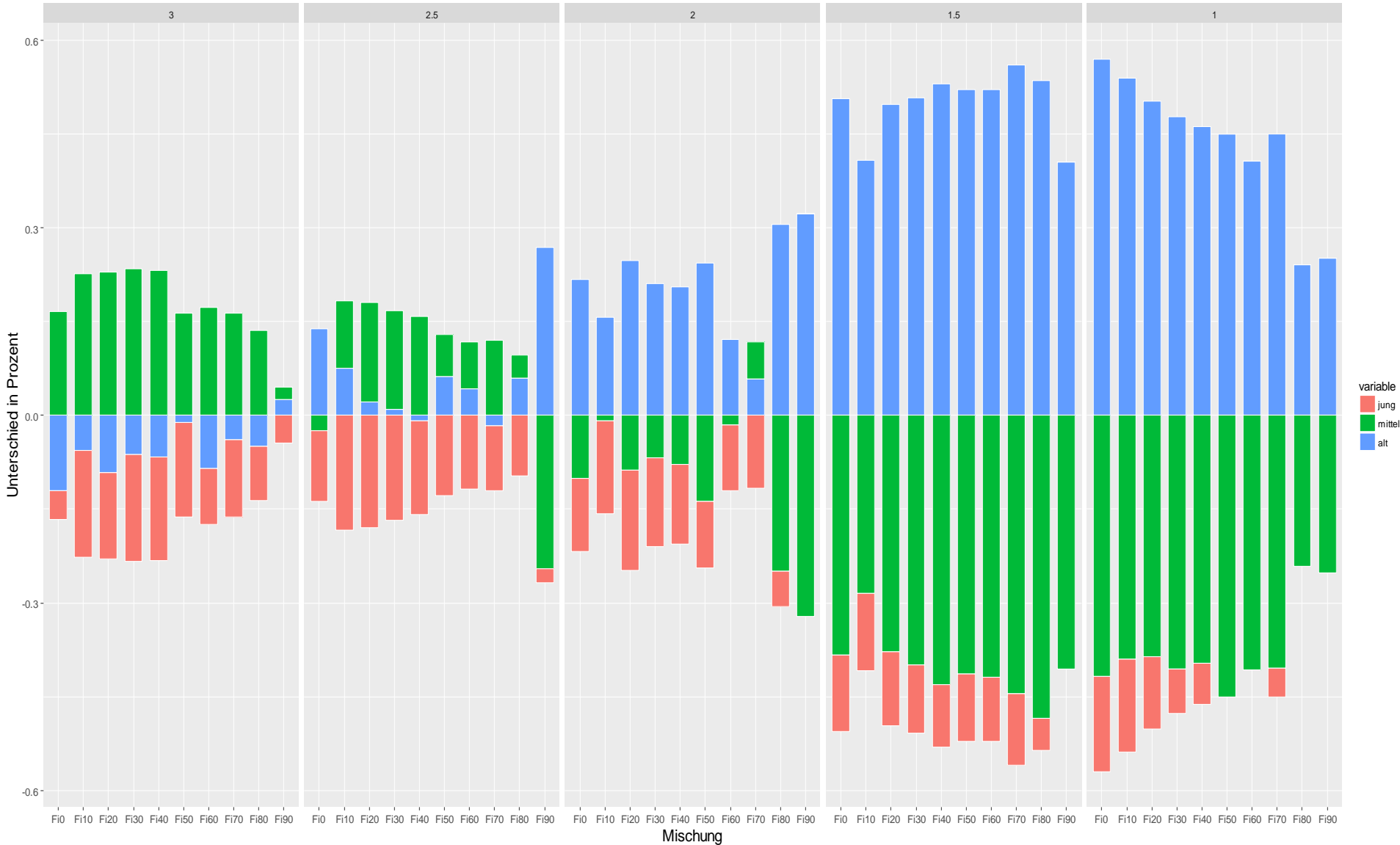
Vergleich von Erlös aus Ernte und C-Speicher mit Pflanzkosten für Buche



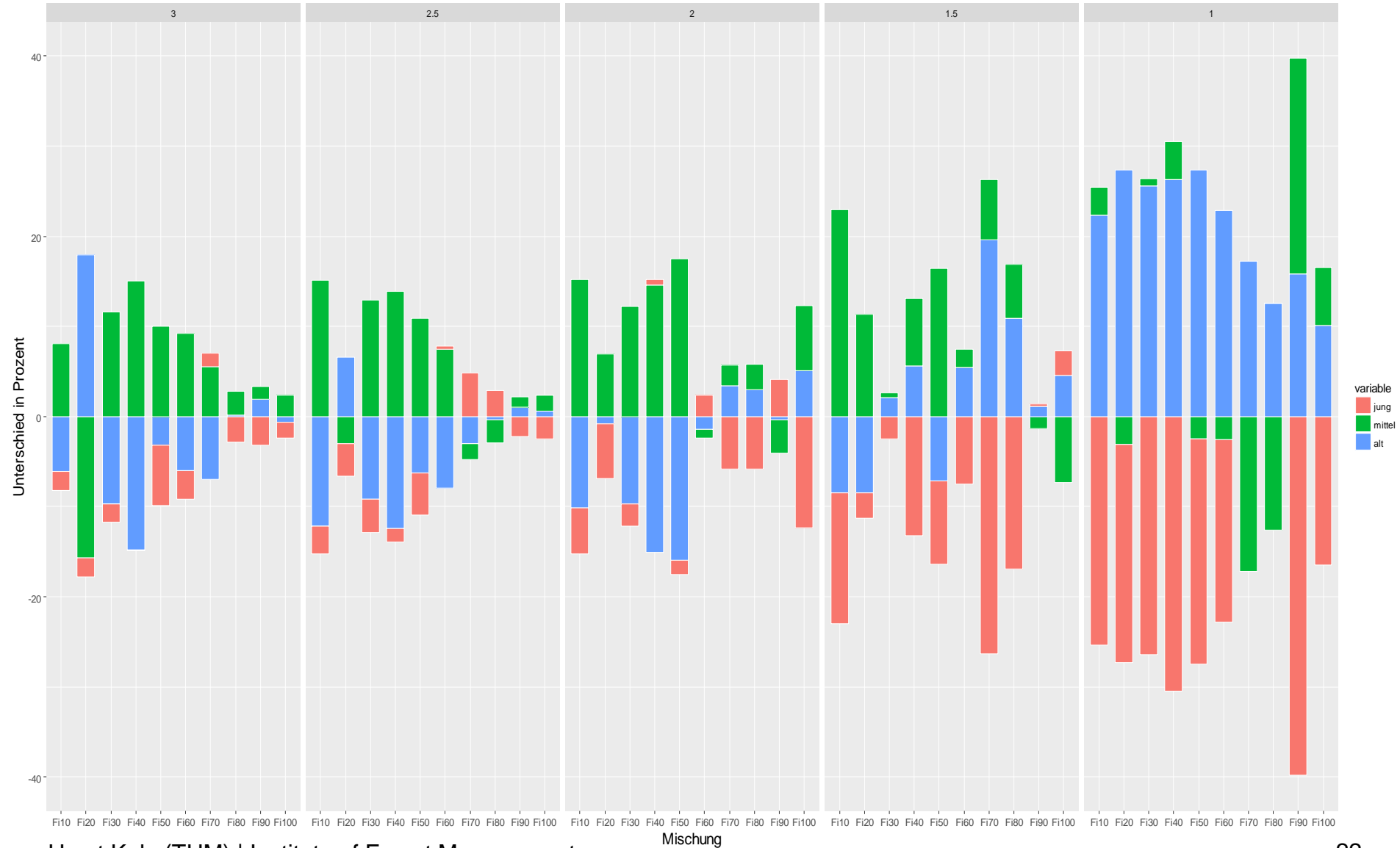
Vergleich von Erlös aus Ernte und Grundwasserspende mit Pflanzkosten für Fichte



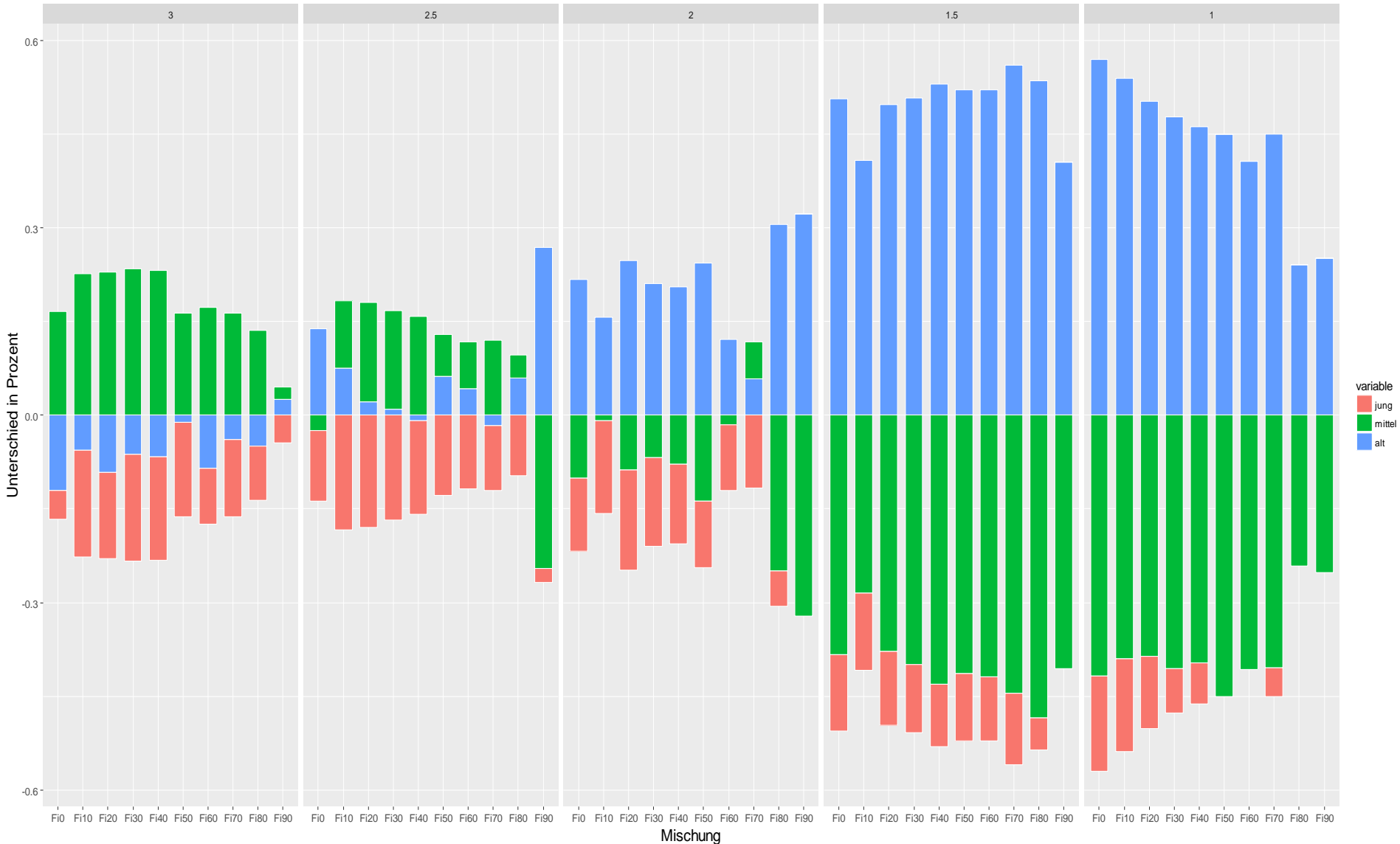
Vergleich von Erlös aus Ernte und Grundwasserspende mit Pflanzkosten für Buche



Vergleich von Erlös aus C-Speicher und Grundwasserspende mit Pflanzkosten für Fichte



Vergleich von Erlös aus Grundwasserspende aus C-Speicher mit Pflanzkosten für Buche



1. Fazit Ökosystemdienstleistungen mit Pflanzkosten

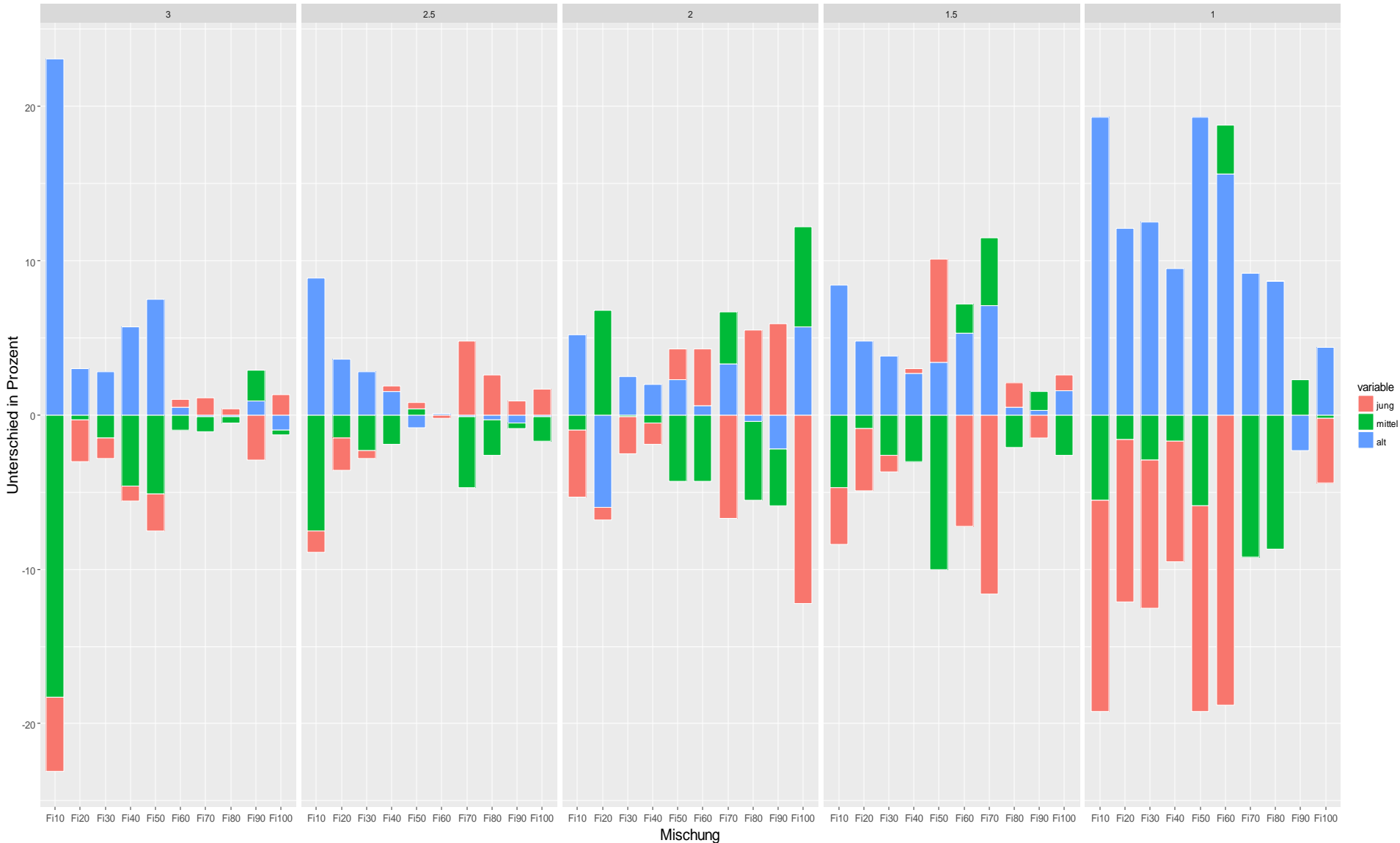
1. Die Baumartenmischung beeinflusst die Fichtenportfolios in der Größe des Unterschieds und in der Verteilung der Altersklassen
2. Die Baumartenmischung beeinflusst die Buchenportfolios hauptsächlich in der Größe des Unterschieds
3. Die Berücksichtigung unterschiedlicher Ökosystemleistungen beeinflussen die optimalen Einschlagszeitpunkte stark.

1. Fazit Ökosystemdienstleistungen mit Pflanzkosten

4. Die optimalen Erntezeitpunkte hängen davon ab welche Ökosystemleistungen berücksichtigt werden
 - Ernte und CO₂ haben einen ähnlichen Verlauf
 - Wasser hat einen gegenläufigen Verlauf
 - Die Berücksichtigung von Wasser führt zu größeren Änderungen als Kohlenstoffspeicher

5. Generell nimmt der Unterschied mit zunehmend geringeren tolerierten Risiko ab

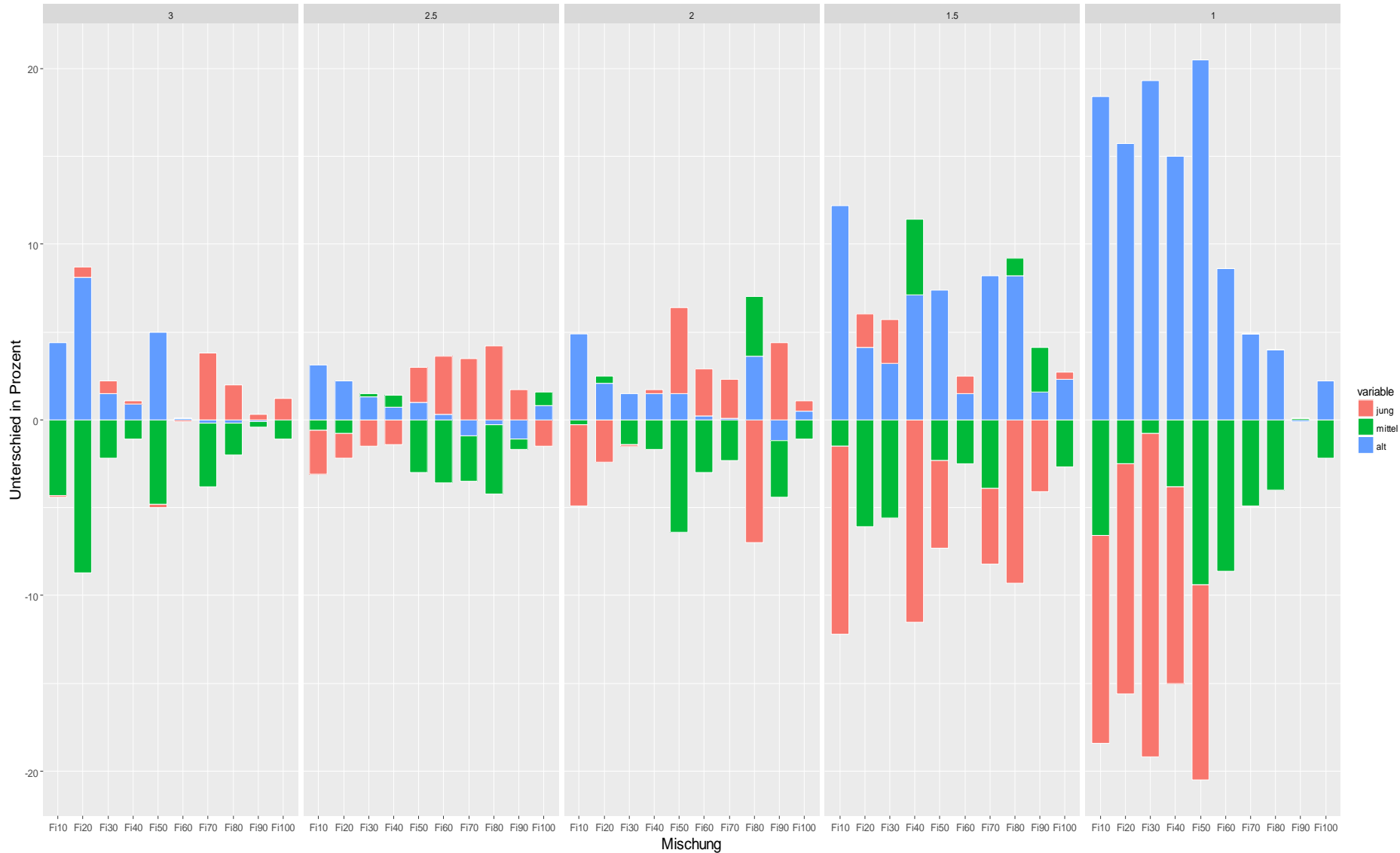
Vergleich von Erlös aus Ernte mit und ohne Pflanzkosten für Fichte



Vergleich von Erlös aus Ernte mit und ohne Pflanzkosten für Buche



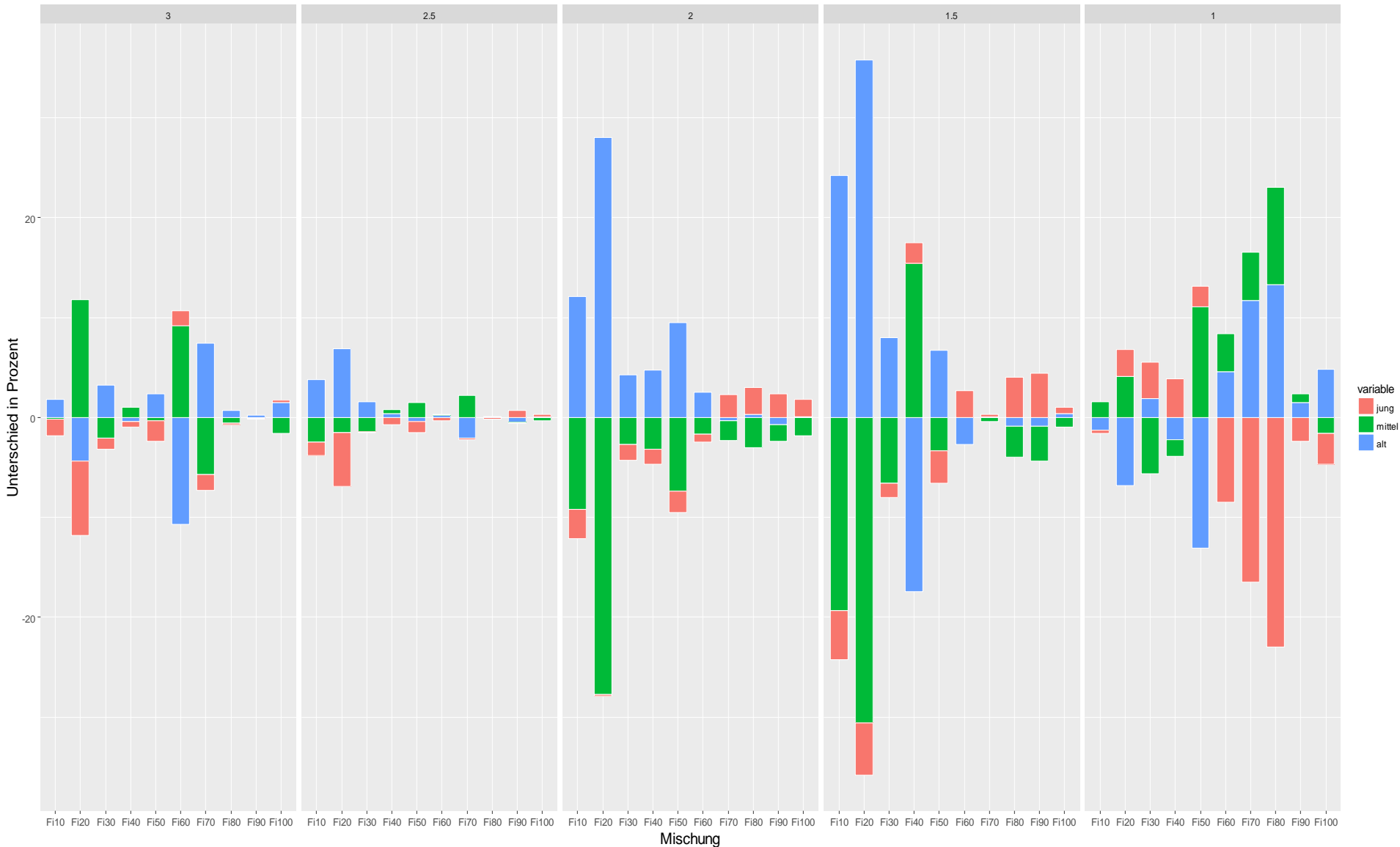
Vergleich von Erlös aus C-Speicher mit und ohne Pflanzkosten für Fichte



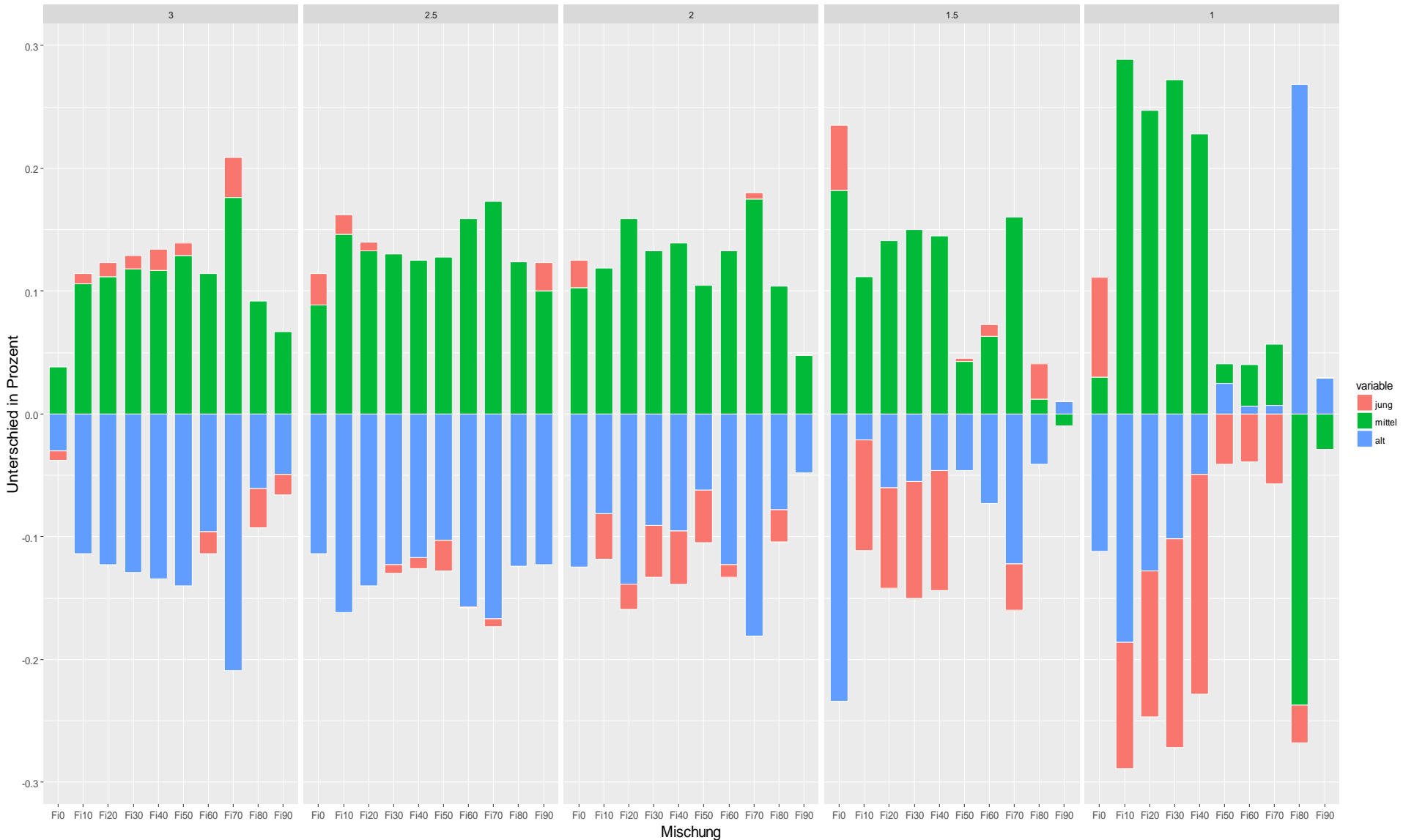
Vergleich von Erlös aus C-Speicher mit und ohne Pflanzkosten für Buche



Vergleich von Erlös aus Grundwasserspende mit und ohne Pflanzkosten für Fichte



Vergleich von Erlös aus Grundwasserspende mit und ohne Pflanzkosten für Buche



2. Fazit

- Pflanzkosten haben teilweise starke Auswirkungen auf die optimale Einschlagszeitpunkte
- Pflanzkosten führen bei Ernte und Kohlenstoffspeicher in der Regel zu vermehrten alten, risikoreicheren Beständen
- Bei Fichte ist der Mischungseffekt teilweise stärker als der Pflanzungseffekt

Zusammenfassung

- 1. Baumartenmischung beeinflusst die optimale Verjüngungszeit unabhängig der betrachteten Ökosystemdienstleistungen**
 - Die Mischung hat je nach betrachteter Ökosystemleistung unterschiedlich starke Wirkung
 - Bei Fichte spielt die Mischung eine größere Rolle als bei der Buche
 - Mischung spielt bei niedrigerem tolerierten Risiko eine größere Rolle

- 2. Der Baumartenmischung und Ökosystemleistungen beeinflussen die Mitigation des Ausfallrisikos durch Diversifizierung**
 - Beides ist für alle betrachteten Szenarien wahr
 - Unterschied verändert sich für beide Dimensionen teil stark

Zusammenfassung

3. Die Berücksichtigung von Ökosystemdienstleistungen haben mit der vorgestellten Methode bereits große Auswirkungen auf die optimalen Erntezeitpunkt
4. Die Notwendigkeit zu Pflanzen hat ebenfalls starke Auswirkungen, die durch die großen Unterschiede zwischen den Portfolios zeigen
5. Die Baumartenmischung hat besonders bei der Fichte Auswirkungen auf die optimalen Erntezeitpunkte.

Ausblick

- Die Berücksichtigung der Ökosystemdienstleistungen in Geldeinheiten bietet die Möglichkeit eines einfachen und vor allem eingänglichen Vergleichs.

Aber:

- Der Effekt der Ökosystemdienstleistungen wird unterschätzt durch die Tatsache, dass die Leistungen Kohlenstoffspeicher und Grundwasserspende nur wenig Erlös generieren im Vergleich zu den Erlösen aus der Holzernte
- Im nächsten Schritt werden wir versuchen, alle Werte in ein normiertes Indikatorsystem umzurechnen. Damit werden die Einheiten direkt vergleichbar.