

# Unsicherheiten verringern durch Portfolio-Optimierung

Durch sich ändernde Umweltbedingungen und lange Umtriebszeiten spielen Risiken und Unsicherheiten eine wichtige Rolle in der Forstbetriebsplanung. Ein neuer, nicht-stochastischer Ansatz kann helfen, finanzielle Auswirkungen von Baumarten- und Altersklassenzusammensetzungen zukünftiger Bestände bei gleichzeitiger Risikoberücksichtigung abzuleiten.

*Katharina Messerer, Thomas Knoke*

Die klassische Portfolio-Optimierung stammt ursprünglich aus der Finanzmathematik und besagt, dass Investitionen mit unterschiedlichem Risiko kombiniert werden, um das Gesamtrisiko zu reduzieren. Gleichzeitig soll der Gewinn des Portfolios maximiert werden. Das Risiko ist definiert als die Standardabweichung der einzelnen Investitionen [1]. Auch ein Forstbetrieb lässt sich leicht als ein solches Portfolio verstehen. Die Bestände (z. B. einer bestimmten Baumart und Altersklasse) sind die einzelnen Investitionen und weisen somit auch ein

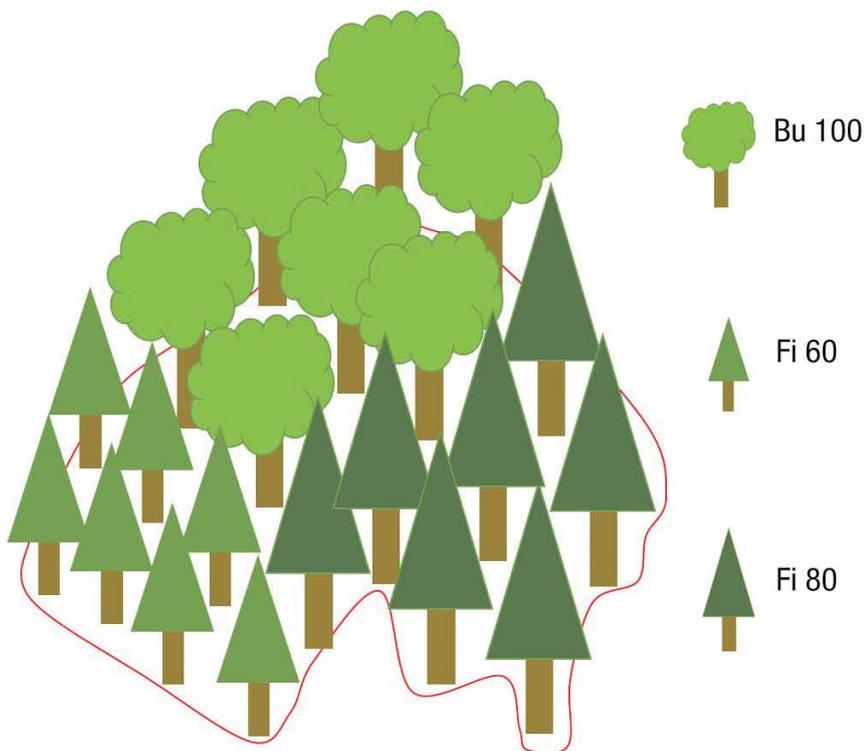
## Schneller Überblick

- Robuste Portfoliooptimierung kann als Alternative zum klassischen „mean-variance“ Ansatz in der Forstbetriebsplanung verwendet werden.
- Vorteile sind ein geringerer Datenaufwand und keine Abhängigkeit von Korrelationen zwischen den einzelnen Optionen
- Risikoaversion des Waldbesitzers kann durch unterschiedlich große Unsicherheitsräume abgebildet werden

spezifisches Risiko auf, da dieses auch von Baumart- und Alterszusammensetzung abhängt. Der Waldbesitzer möchte in vielen Fällen sowohl das Risiko für seinen Wald gering halten, als auch den Ertrag aus dem Forstbetrieb möglichst maximieren. Durch die Optimierung eines Forstbetriebs-Portfolios auf der Grundlage des aktuellen Betriebs können Effekte erkannt und folglich Entscheidungen für das zukünftige Management getroffen werden.

## Nicht-stochastischer Optimierungsansatz

Der nicht-stochastische Optimierungsansatz soll als Alternative zum klassischen Optimierungsansatz nach dem Prinzip der „mean-variance“ geprüft werden. Bekannte Kritikpunkte am „mean-variance“ Ansatz, wie er von Markowitz in der Portfoliotheorie angewandt wurde, können so umgangen werden. Denn zunächst muss keine Normalverteilung der Daten vorliegen, welche bei forstlichen Daten nicht unbedingt garantiert werden kann, welche allerdings eine Annahme in der „mean-variance“ Optimierung ist [2]. Zweitens kann auch mit wenigen Daten gerechnet werden [3], unter anderem, da keine Korrelationen und Kovarianzen (diese dienen als Maß der Risikostreuung) zwischen den einzelnen Investitionen (Baumarten und Altersklassen) benötigt werden. Das Risiko wird bei der nicht-stochastischen Optimierung über Unsicherheitsräume integriert. Diese Unsicherheitsräume müssen zuerst einmal konstruiert werden und können anschließend, je nach Risikoneigung des Investors, im Falle eines Forstbetriebs meistens in Person des Waldbesitzers, vergrößert oder verkleinert werden. Für diese Unsicherheitsräume werden „worst-case“



Graphik: K. Messerer

Abb. 1: Schematische Darstellung eines Forstbetriebs mit drei unterschiedlichen Alterskohorten: ein Buchenbestand, der im Alter 100 geerntet werden soll, und zwei Fichtenbestände, die im Alter 60 bzw. 80 geerntet werden.

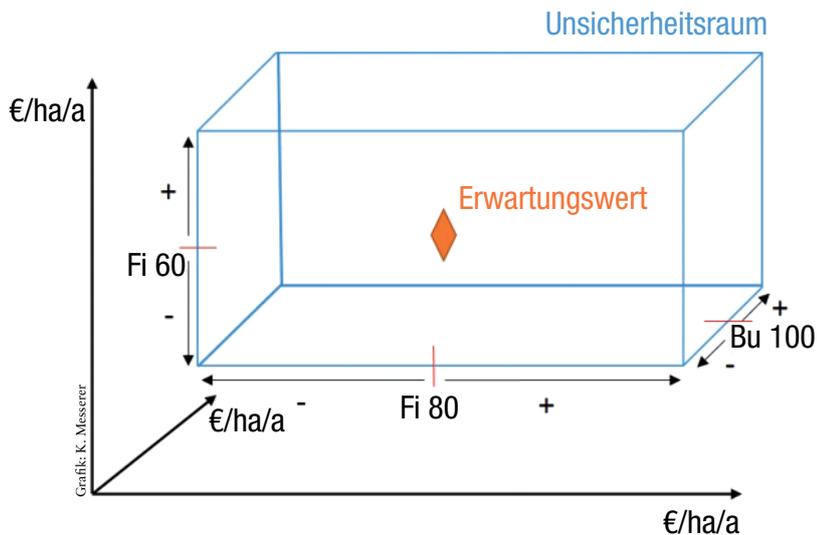
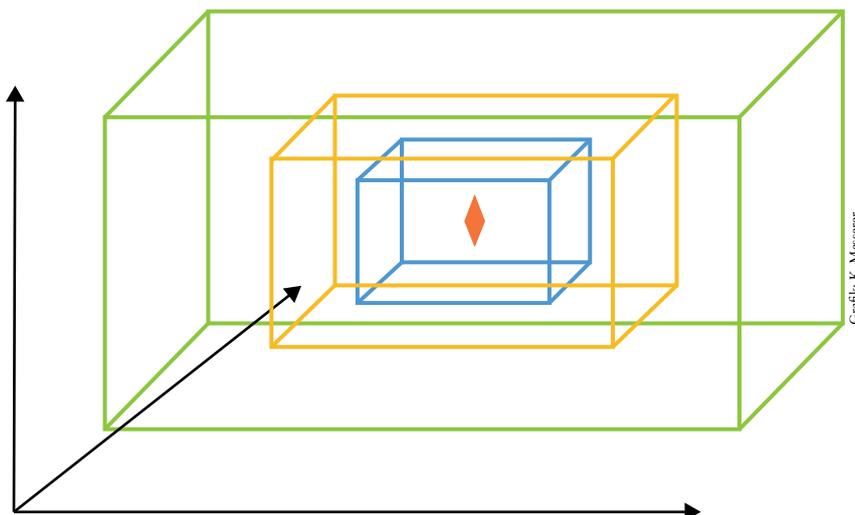


Abb. 2: Herleitung eines Unsicherheitsraums zur nicht-stochastischen Portfoliooptimierung. Schematisch dargestellt mit drei unterschiedlichen Alterskohorten: Buche 100, Fichte 80 und Fichte 60.



◆ Erwartungswert des Portfolios

— ± 3-mal die Standardabweichung

— ± 2-mal die Standardabweichung

— ± 1 mal die Standardabweichung

Abb. 3: Unsicherheitsraum abhängig von der Risikoneigung des Investors. Bei hoher Risikobereitschaft wird ein kleiner Unsicherheitsraum gewählt. Mit steigender Risikoaversion wird der Unsicherheitsraum vergrößert.

und „best-case“ Grenzen, also Ober- und Untergrenzen, für die Annuitäten jeder einzelnen Baumart und Altersklasse gesetzt. Als Beispiel dient ein Forstbetrieb mit drei unterschiedlichen „Investitionen“: Fichtenbeständen, die im Alter 80 (Fi 80) bzw. Alter 60 (Fi 60) geerntet wer-

den sollen, und ein Buchenbestand mit einer Umtriebszeit von 100 Jahren (Bu 100). Daten und Annahmen stammen aus Messerer et al. [4]. Schematische Flächenanteile der drei Bestände, als eine Skizze der Forstbetriebsfläche, sind in Abb. 1 dargestellt.

Für alle drei Bestände kann eine durchschnittliche Annuität der Holzerlöse errechnet werden. Die Annuität wird hier als finanzielle Messgröße verwendet, um die Bestände mit unterschiedlichen Umtriebszeiten vergleichen zu können. Die Annuitäten entstehen mithilfe einer Monte-Carlo-Simulation. Biotische und abiotische Risiken, schwankende Holzpreise und Erntekosten sowie unterschiedliche Zinsniveaus können so in die gemittelte Annuität einfließen. Zusätzlich ergibt sich eine Standardabweichung, welche als das Risiko der jeweiligen Altersklasse und Baumart aufgefasst wird.

Die bereits erwähnten Unsicherheitsräume können aus den gemittelten Annuitäten und den jeweiligen Standardabweichungen konstruiert werden, indem man

- die Standardabweichung von der Annuität subtrahiert und somit die Untergrenze, also den „worst-case“ festsetzt,
- die Standardabweichung zu der Annuität addiert und damit die Obergrenze, den „best-case“, erhält.

Bei drei unterschiedlichen Optionen ergibt sich der Unsicherheitsraum aus Abb. 2. Für die nun folgende Optimierung sind nur noch die Eckpunkte und somit die möglichen Extremwerte (best- bzw. worst-cases) einer Verteilung von Bedeutung (Abb. 2).

Der Erwartungswert des Portfolios (siehe Abb. 2) setzt sich aus den gemittelten Annuitäten der einzelnen Investitionen, in unserem Beispiel den Beständen, zusammen und zwar anteilig dem jeweiligen Flächenanteil, den die Bestände am Forstbetrieb haben werden. Zum Beispiel 40 % Fi 60, 40 % Fi 80 und 20 % Bu 100.

Um die jeweilige Risikoaversion des einzelnen Waldbesitzers abbilden zu können, kann der Unsicherheitsraum, wie in Abb. 3 zu sehen, vergrößert (hohe Risikoaversion) oder auch verkleinert (hohe Risikobereitschaft) werden.

Das hier dargestellte Beispiel mit drei Beständen ist stark vereinfacht und spiegelt auch nicht die Realität in vielen Forstbetrieben wider. Angewendet wurde die nicht-stochastische Portfoliooptimierung bereits erfolgreich in einer Studie, bei der 17 unterschiedliche Alterskohorten (Alter und Baumarten) zur Auswahl standen [4].

## Ergebnisse aus der nicht-stochastischen Portfolio-Optimierung

Aufgrund der hohen durchschnittlichen Fichtenpreise, die in der Studie von Messerer et al. [4] verwendet wurden, ist es nicht überraschend, dass die Fichte die Portfolios dominiert. Sehr schön zu sehen ist allerdings, dass selbst bei hoher Risikoakzeptanz (rechts in der Abb. 4) bereits eine starke Diversifizierung des Betriebs mit sechs unterschiedlichen Altersklassen angestrebt werden soll. Bei niedriger Risikoakzeptanz ist dieser Effekt noch deutlich stärker zu sehen. 13 Bestände, davon acht Fichten- und fünf Buchenbestände, bilden hier das Forstbetriebsportfolio. Dass die höhere Sicherheit ihren Preis hat, lässt sich an den fallenden Annuitäten der weniger riskanten Portfolios sehen. Vergleicht man diese Ergebnisse mit der klassischen „mean-variance“ Portfoliooptimierung, wie zum Beispiel Rößiger et al. [5] sie gerechnet haben, kann man folgende Unterschiede feststellen:

- 1) Die nicht-stochastisch optimierten Portfolios sind diverser,
- 2) die Veränderung der Flächenanteile einzelner Baumarten und Altersklassen über die unterschiedliche Risikoakzeptanz hinweg fällt weniger stark aus und
- 3) die Annuitäten liegen bei den nicht-stochastischen Portfolios um 1 bis 3 % niedriger (Abb. 4).

### Fazit

Die Ergebnisse aus der Optimierung zeigen, wie sich unterschiedliche Risikoakzeptanz auf die Zusammensetzung von Forstbetrieben und somit auch auf die Annuitäten der Portfolios auswirken kann. Die daraus entstandenen Portfolios

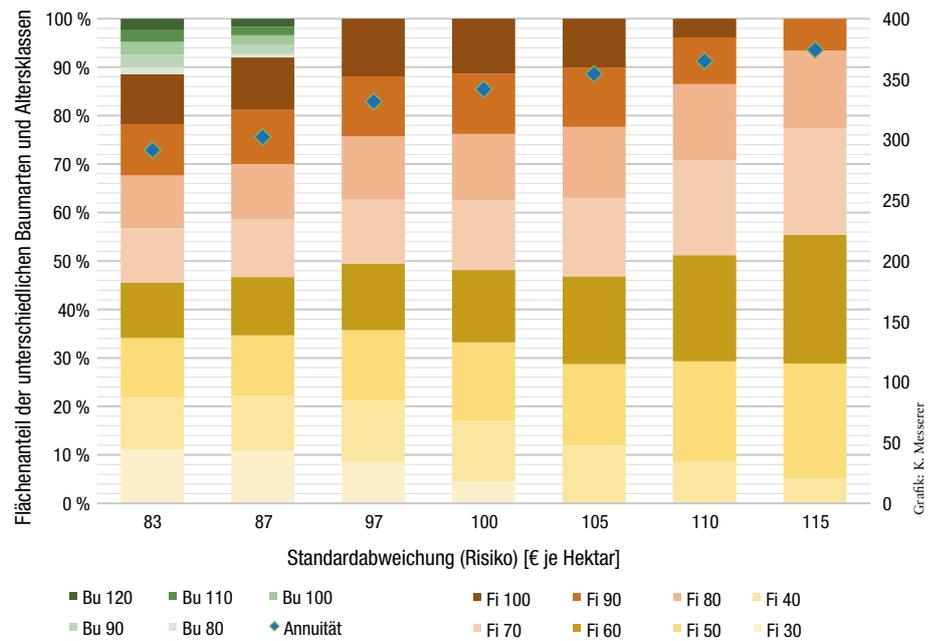


Abb. 4: Ergebnis aus der nicht-stochastischen Portfoliooptimierung. Zukünftige Flächenanteile der einzelnen Alterskohorten bei unterschiedlichem Risiko. Links beginnend bei geringem Risiko und entsprechend großen Unsicherheitsräumen und rechts das höchste Risiko und die kleinsten Unsicherheitsräume. Neben den Flächenanteilen ist auf der rechten Achse die Annuität der Portfolios in € je Hektar und Jahr abgebildet. Sie steigt mit höherem Risiko.

sollen als Grundlage für Entscheidungen in der Forstbetriebsplanung dienen, sie dürfen aber nicht als gesetzte Planung gesehen werden. Entscheidungen können so unter Einbeziehung von Risiken einfacher getroffen werden, während gleichzeitig eine Gewinnoptimierung nicht vernachlässigt wird. Die Konsequenzen der Baumartenwahl und Altersklassenzusammensetzung eines Forstbetriebs können, zumindest unter den aktuellen Erkenntnissen, abgeschätzt und vor allem ökonomisch quantifiziert werden. Somit ist die nicht-stochastische Portfoliooptimierung ein Werkzeug, das unterstützend eingesetzt werden kann. Erweitert kann dieser Ansatz zum Beispiel durch eine

multikriterielle Zielsetzung werden, um den vielfältigen Ansprüchen an den Wald gleichzeitig gerecht werden zu können.

Katharina Messerer,  
katharina.messerer@tum.de, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet für Waldinventur und nachhaltige Nutzung der Technischen Universität München. Prof. Dr. Thomas Knoke ist Leiter dieses Fachgebiets.



### Literaturhinweise:

[1] MARKOWITZ, H. (1952): Portfolio Selection. The Journal of Finance, 7 (1), S. 77-91. [2] BEINHOFER, B. (2009): Zur Anwendung der Portfoliotheorie in der Forstwissenschaft: Finanzielle Optimierungsansätze zur Bewertung von Diversifikationseffekten [Dissertation]. Freising: Technische Universität München. [3] KNOKE, T.; PAUL, C.; HÄRTL, F. et al. (2015): Optimizing agricultural land-use portfolios with scarce data – A non-stochastic model. Ecological Economics, 120, S. 250-259. [4] MESSERER, K.; PRETZSCH, H.; KNOKE, T. (2017): A non-stochastic portfolio model for optimizing the transformation of an even-aged forest stand to continuous cover forestry when information about return fluctuation is incomplete. Annals of Forest Science, 74 (2), S. 2. [5] ROESSIGER, J.; GRIESS, V. C.; KNOKE, T. (2011): May risk aversion lead to near-natural forestry? A simulation study. Forestry: An International Journal of Forest Research, 84 (5), S. 527-537.