

# Diskontieren von Ökosystemleistungen

## – eine Maßnahme zur Effizienzsteigerung?

**Waldökonomisches Seminar 2022,**

Block 2: Was bedeutet Effizienz für den Wald und seine Funktionen?

**Münchenwiler, Schweiz**

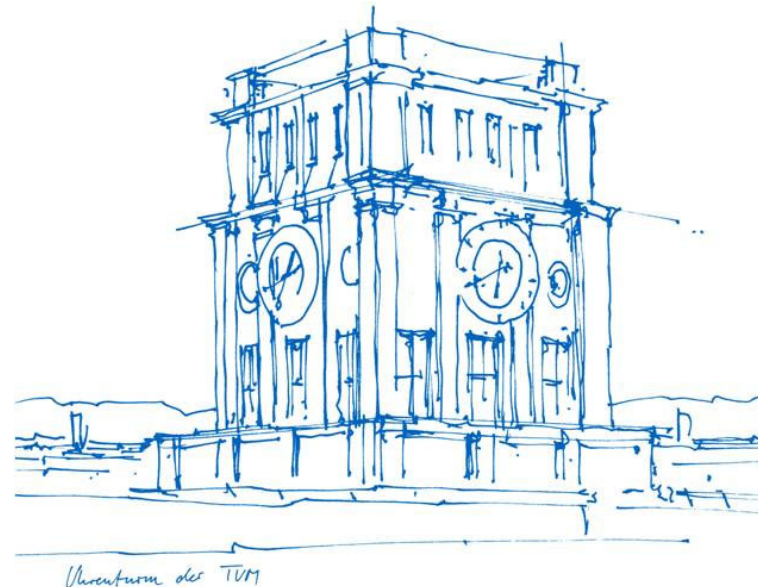
Isabelle Jarisch

Technical University of Munich

TUM School of Life Sciences

Institute of Forest Management,

Prof. Dr. Thomas Knoke



# Gliederung

- Diskontieren als Effizienzmaßnahme
- Robuste, multi-kriterielle Optimierung
- Diskontieren von Ökosystemleistungen
- Einfluss diskontierter Ökosystemleistungen auf Landnutzungsportfolios



Jarisch et al. (2022). The influence of discounting ecosystem services in robust multi-objective optimization – An application to a forestry-avocado land-use portfolio. *Forest Policy and Economics*, 141, 102761.

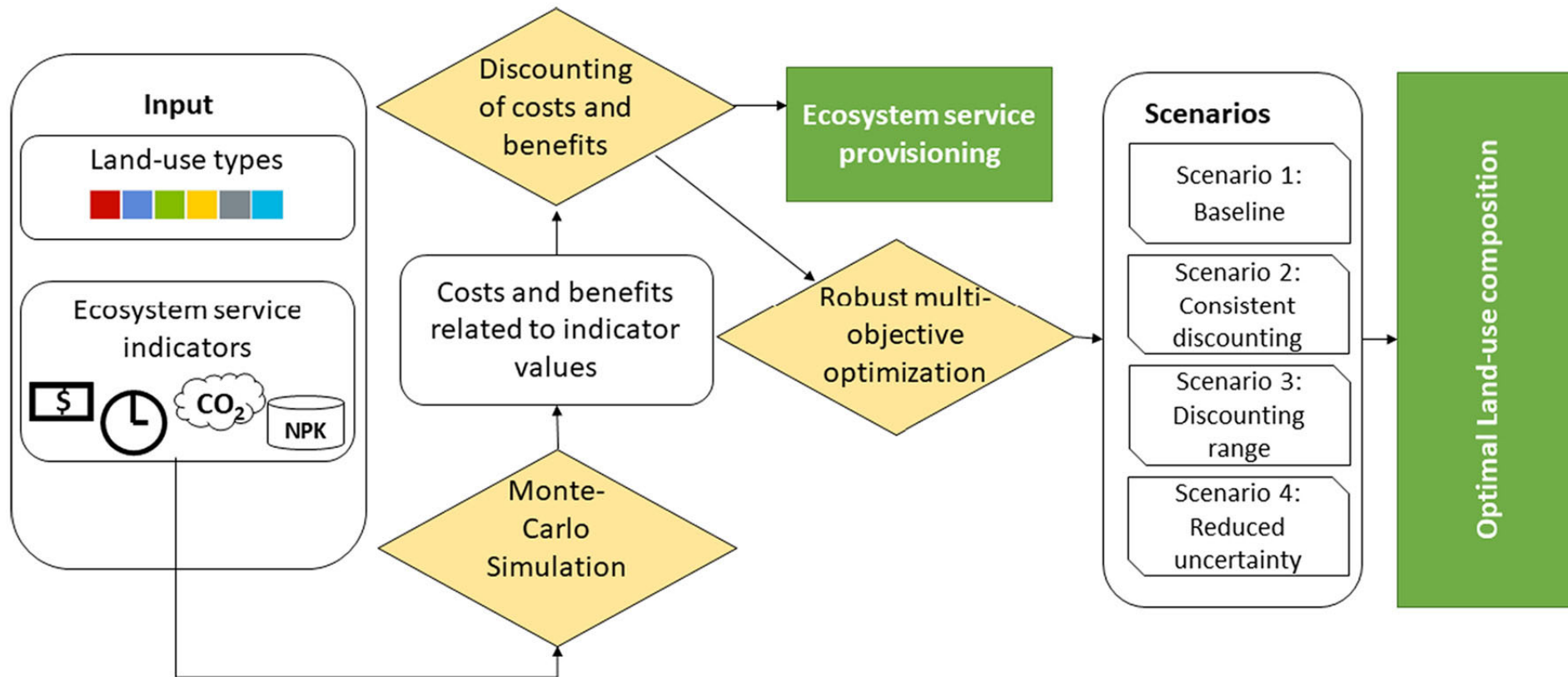
# Hintergrund

- Landfläche der Erde ist begrenzt:  
**Nachhaltige** Entscheidungsfindung bedeutet, knappes Land unter Berücksichtigung einer **sich verändernden Umwelt** zu verteilen, um den **vielfältigen Interessen heutiger und künftiger** Generationen gerecht zu werden.
- **Externe Beschränkungen** zwingen Landeigentümer dazu, alle **Kosten und Nutzen** im Zusammenhang mit Ökosystemleistungen abzuwägen:  
Kompromisse sind notwendig, um vielfältige Ökosystemleistungen auf derselben Fläche bereitzustellen.
- Eine **robuste, multi-kriterielle Optimierung** ist ein wertvoller Ansatz, um die steigenden Anforderungen in der modernen Landwirtschaft **auszubalancieren** und dabei auch **Unsicherheiten zu berücksichtigen**.

# Diskontieren als Effizienzmaßnahme

- Effizienz beschreibt das **Verhältnis** zwischen **Input** (Kosten) und erreichtem **Output** (Nutzen) und gibt damit Auskunft über die **Wirtschaftlichkeit** von Handlungen.
- Mit dem **Diskontieren** von Leistungen berücksichtigen wir **Zeitpräferenzen**, sowie zukünftige **Marktveränderungen**:  
Wir bevorzugen dabei frühen Nutzen gegenüber späterem Nutzen.
- Eine Berücksichtigung von Zeitpräferenz kann in der Gesamtbetrachtung **die Effizienz erhöhen**: z.B. durch Reinvestitionen oder vermiedene Wartekosten.

# Modellansatz



# Robuste, multi-kriterielle Optimierung

- **Robust**
  - Berücksichtigung von Unsicherheit bei der Erfassung der Landnutzungs-Performance je Ökosystemleistung
  - Unsicherheit bei der Zielerreichung der einzelnen Landnutzungstypen
  
- Modell basiert auf **Portfoliotheorie** (*Markowitz H (1952) J Finance 7*)
  - Auswahl der besten Kombination vorgegebener Landnutzungstypen basierend auf der Performance ausgewählter Zielsetzungen
  - Berücksichtigt den Risiko reduzierenden Effekt der Diversifikation, während gleichzeitig die Zielerreichung maximiert wird
  
- **Multi-kriteriell**
  - Optimierung betrachtet mehrere sowohl ökologische, als sozio-ökonomische Indikatoren parallel und unabhängig voneinander
  - Keine Kompensation zwischen Indikatoren möglich, optimiert wird der Zielerreichungsgrad über alle Indikatoren hinweg



# Berücksichtigte Landnutzungstypen

*Pinus patula* **Ppat**

*Eucalyptus grandis* **Egra**

*Persea americana*, Kultivar Hass

*Pinus elliottii* **Pell**

*Eucalyptus grandis* x  
*urophylla* **Egxu**

Irrigated (**Avo**) and dryland  
management (**AvoDry**)



# Berücksichtigte Ökosystemleistungen

Dimension	Ecosystem service	Indikator	Einheit	Richtung	Beschreibung
<b>Sozio-ökonomisch</b>	Finanzieller Ertrag	Net present value (NPV)	US-Dollar pro Hektar	Mehr ist besser	Summe aller diskontierten cashflows während der Investitionsperiode
<b>Sozio-ökonomisch</b>	Rückfluss investierter Gelder	Payback period (PP)	Jahre	Weniger ist besser	Zeitraum bis die kumulierten Einkünfte die Investitionskosten decken
<b>Ökologisch</b>	Klimaschutz	Carbon sequestration (CS)	Megagram Kohlenstoff pro Hektar	Mehr ist besser	Summe der Änderungen der Kohlenstoffspeicher während der Investitionsperiode
<b>Ökologisch</b>	Natur- und Klimaschutz	Fertilizer use (FU)	Kilogramm Stickstoff pro Hektar	Weniger ist besser	Summe aller Düngeraufwendungen während der Investitionsperiode



# Diskontieren von Ökosystemleistungen

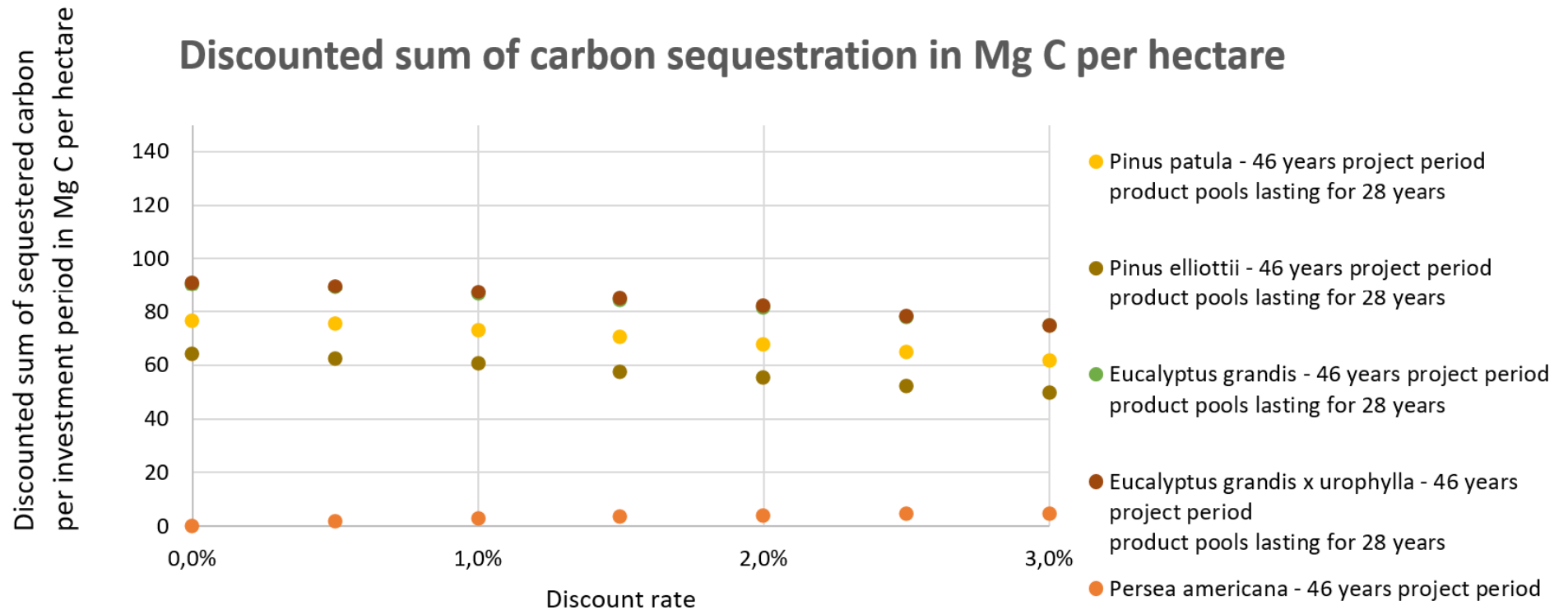
$$E_i = \sum_t e_{i,t} \times \omega^t \text{ with } \omega = \frac{1}{(1 + r/100)}$$

$E_i$     Summe der diskontierten Kosten- und Nutzenströme der Ökosystemleistung  $i$

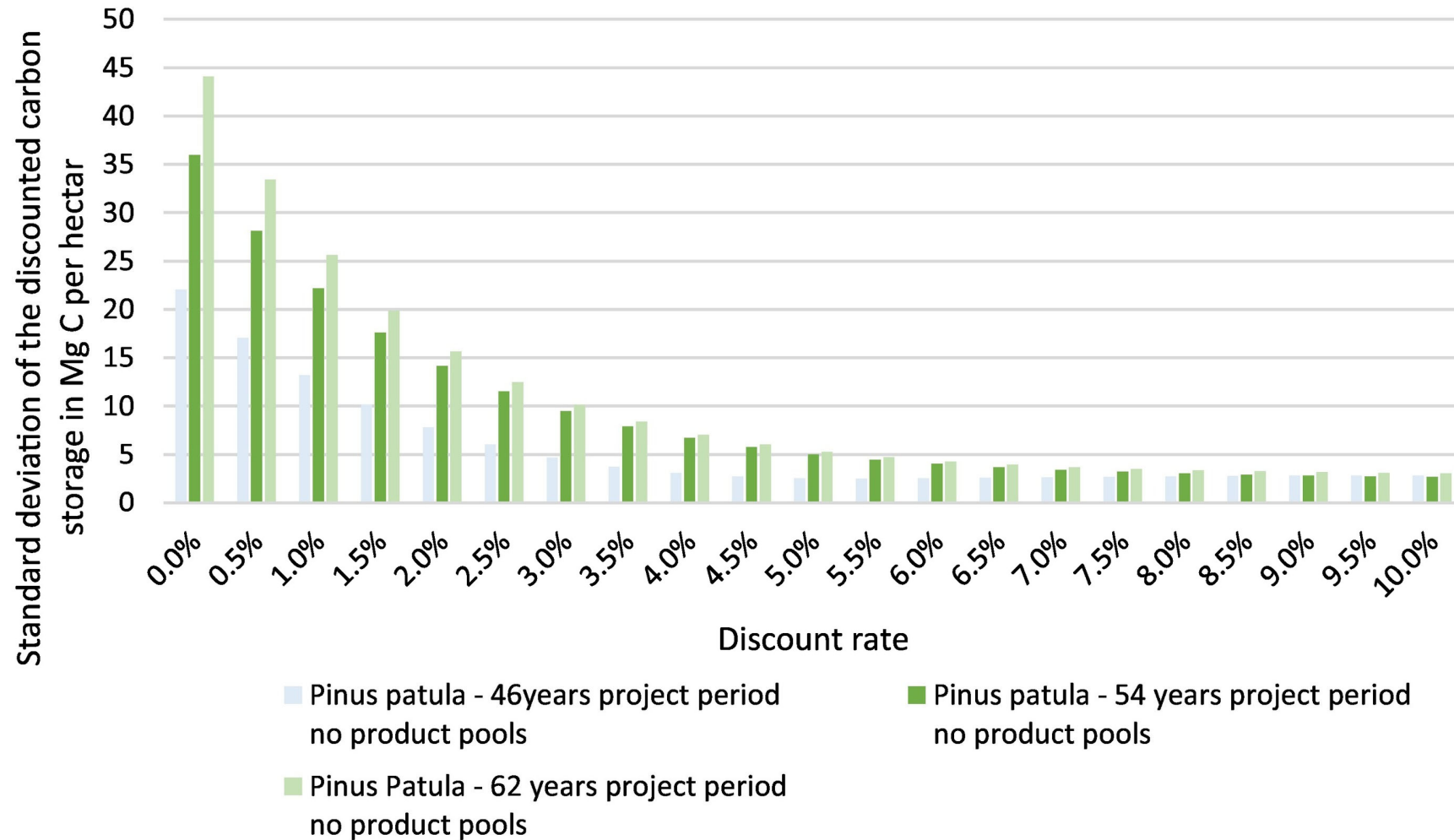
$e_{i,t}$     Kosten (= disservices) oder Nutzen (= services) der jeweiligen Ökosystemleistung  $i$  zum Zeitpunkt  $t$   
[abhängig von der Ökosystemleistung in Geldeinheiten oder biophysikalischen Einheiten]

$r$         Diskontrate angepasst für duales Diskontieren von monetären und nicht-monetären Ökosystemleistungen  $r \in (0, 1.0, 2.0, \dots 10.0\%)$

# Diskontierte Ökosystemleistungen



# Diskontieren von Ökosystemleistungen - Effekte

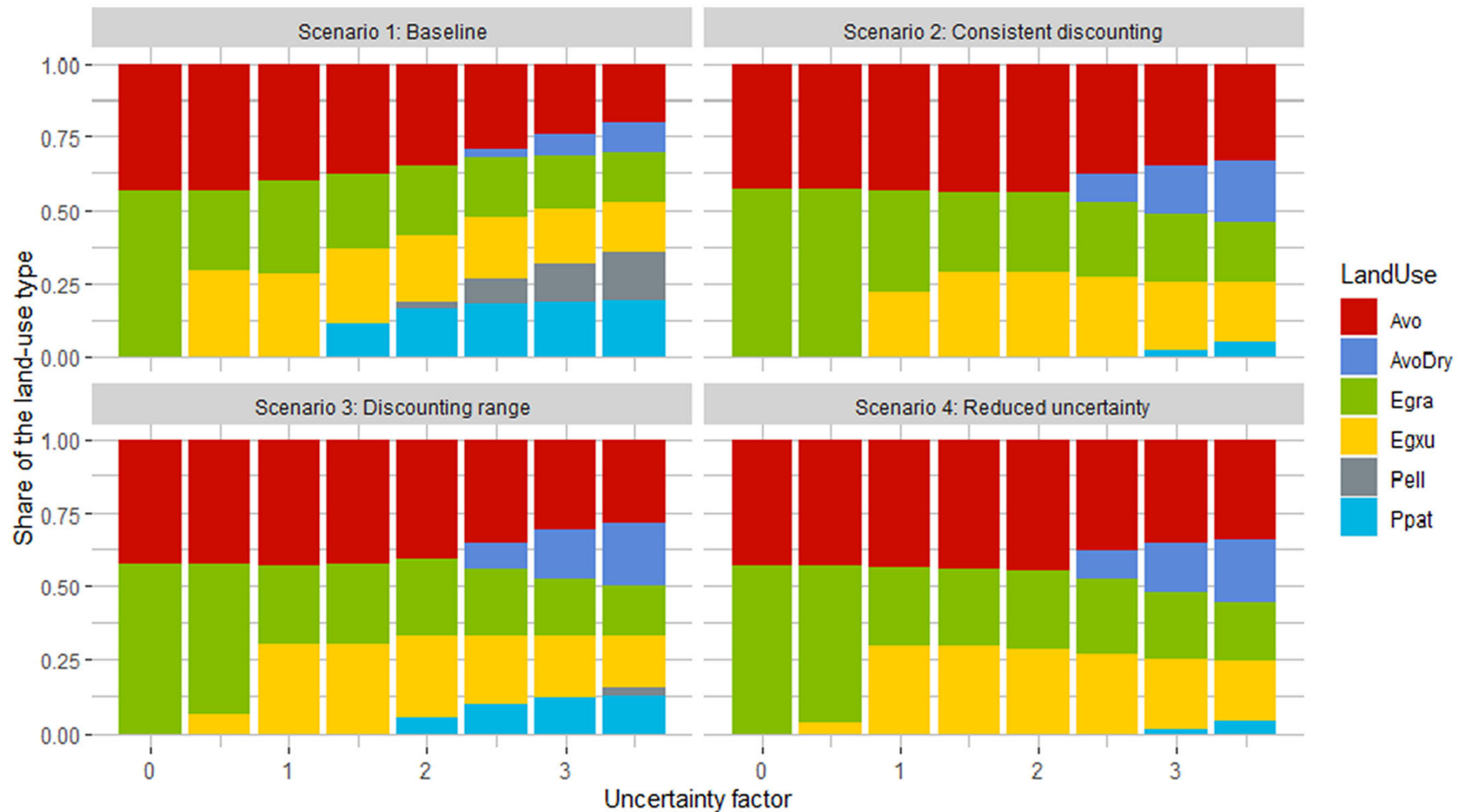


# Optimierungsszenarios

Optimierungs-szenario	Name	Diskontrate für socio-ökonomische Indikatoren	Diskontrate für ökologische Indikatoren
Szenario 1	Baseline	3%	0%
Szenario 2	Consistent discounting	3%	2%
Szenario 3	Discounting range	2, 3, 4%	1, 2, 3%
Szenario 4	Reduced uncertainty	3%	Nicht diskontierte Indikatorwerte 0%, aber diskontierte Werte der Unsicherheitsboxen 3%



# Landnutzungsportfolios



# Schlussfolgerungen

- Die Diskontierung allein finanzieller Indikatoren trägt **indirekt zur Gewichtung** in der multi-kriteriellen Optimierung bei.
- Durch die Diskontierung werden **die Auswirkungen spät eintretender ungewisser Ereignisse** auf die Gegenwartswerte begrenzt. In unserer Studie wird dies durch reduzierte Standardabweichungen aufgezeigt.
- Portfolios basierend auf **diskontierten Indikatoren** sind in unserem Beispiel **weniger divers**. Eine hohe Effizienz wird nicht zwingend durch Diversifikation, sondern durch die **Kombination guter Performer** erreicht..

# Schlussfolgerungen

- Aber auch die Wahl einer Diskontrate ist mit **Unsicherheit** verbunden. Die Einführung **mehrerer Diskontraten parallel** kann dieser Unsicherheit Rechnung tragen.
- Die **duale Diskontierung** ist ein wertvolles Instrument zur Berücksichtigung von Zeitpräferenzen sowohl für öffentliche als auch für private Präferenzen.
- Für Ökosystemleistungen mit hoher Knappheit und geringen Substitutionsmöglichkeiten ist die **Wahl einer angepassten Diskontrate** besonders wichtig.

Forest Policy and Economics 141 (2022) 102761



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

## Forest Policy and Economics

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/forpol](http://www.elsevier.com/locate/forpol)



### The influence of discounting ecosystem services in robust multi-objective optimization – An application to a forestry-avocado land-use portfolio

Isabelle Jarisch<sup>\*</sup>, Kai Bödeker, Logan Robert Bingham, Stefan Friedrich, Mengistie Kindu, Thomas Knoke

*Technical University of Munich, TUM School of Life Sciences Weihenstephan, Institute of Forest Management, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, Freising 85354, Germany*



<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102761>



# Dankeschön!



**CARE4C project** has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 778322.

