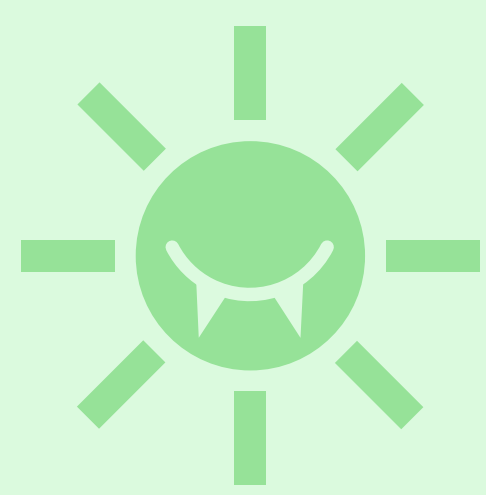


# Bis(s) zum Abendrot: Räumlich und zeitlich hochaufgelöste Schattensimulation unter Bäumen mittels terrestrischem Laserscanning

Zoe Schindler<sup>1\*</sup>, Elena Larysch<sup>1</sup>, Julian Frey<sup>1</sup>, Thomas Seifert<sup>1</sup>, Christopher Morhart<sup>1</sup>

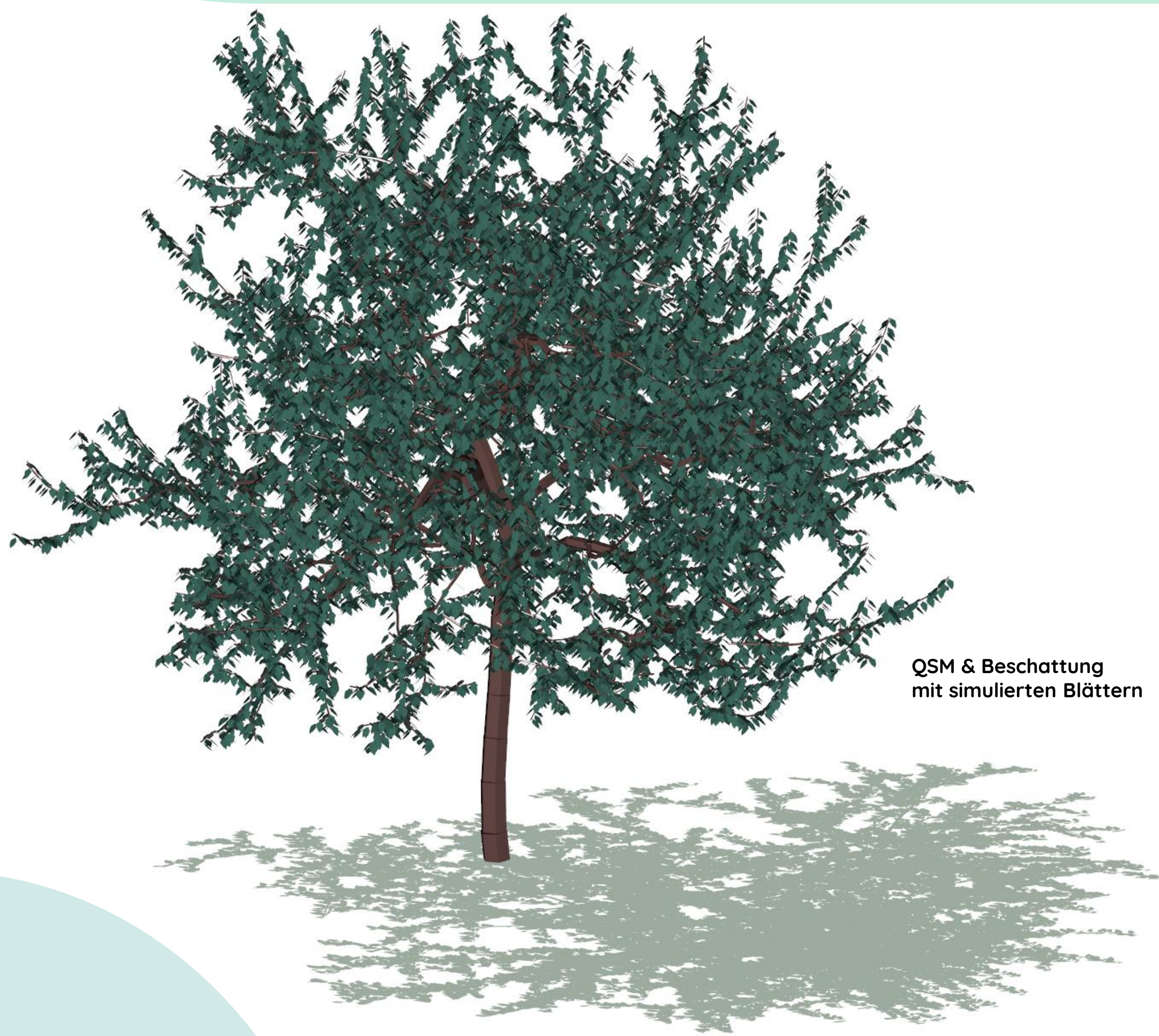
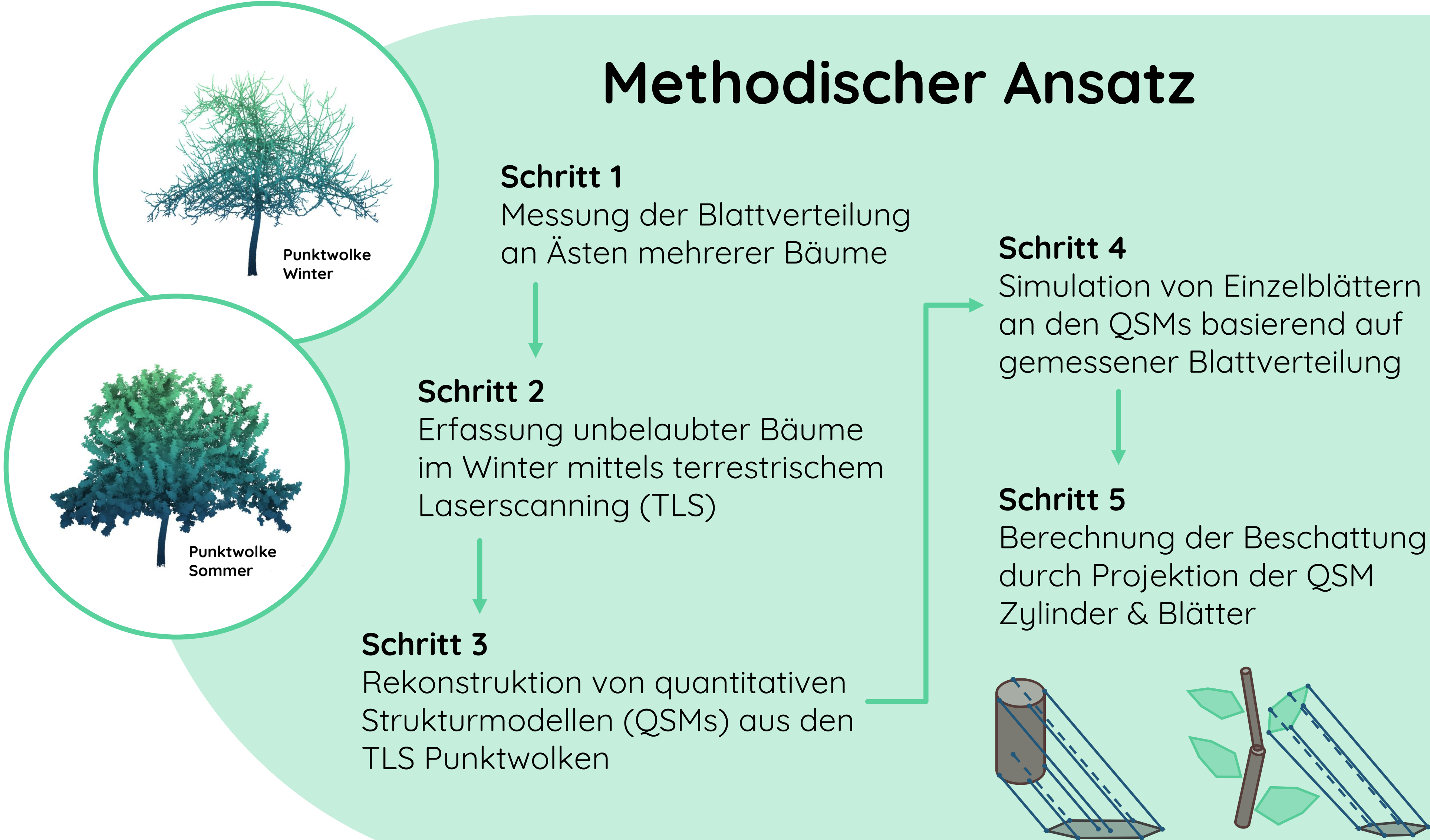
<sup>1</sup> Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Professur für Waldwachstum und Dendroökologie, Freiburg im Breisgau, Deutschland  
\* Kontakt: zoe.schindler@wwd.uni-freiburg.de



## Einleitung

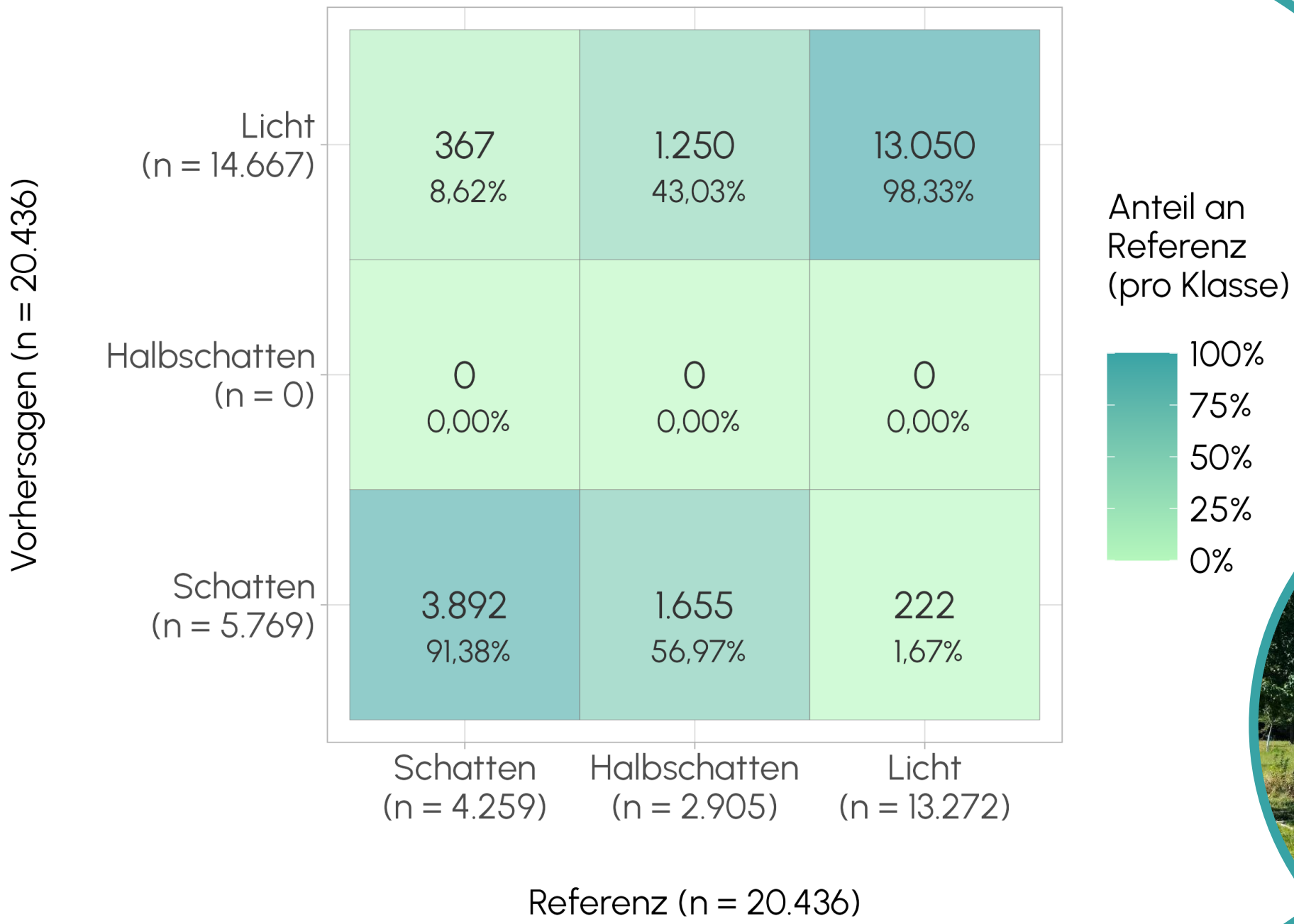
- Lichtmenge, -verteilung & -qualität beeinflussen **Ökosysteme**, z.B. bezüglich
  - Pflanzenwachstum <sup>1-4</sup>
  - Mikroklimatische Bedingungen <sup>5</sup>
  - Artenvielfalt & -zusammensetzung <sup>6-8</sup>
- In **Agroforstsystemen** (AFS) kann die Beschattung durch Bäume resultieren in
  - Verringertem Ertrag <sup>9,10</sup>
  - Unverändertem / erhöhtem Ertrag <sup>11,12</sup>
- Detaillierte Erfassung der Beschattung könnte z.B. zur **Ertragsmodellierung** genutzt werden
- Flächige Lichtmessungen über das gesamte Jahr hinweg sind extrem mühsam
- **Ziel: Hochaufgelöste Schattensimulation über das gesamte Jahr basierend auf einer einzelnen Messkampagne**

## Methodischer Ansatz



## Validierung

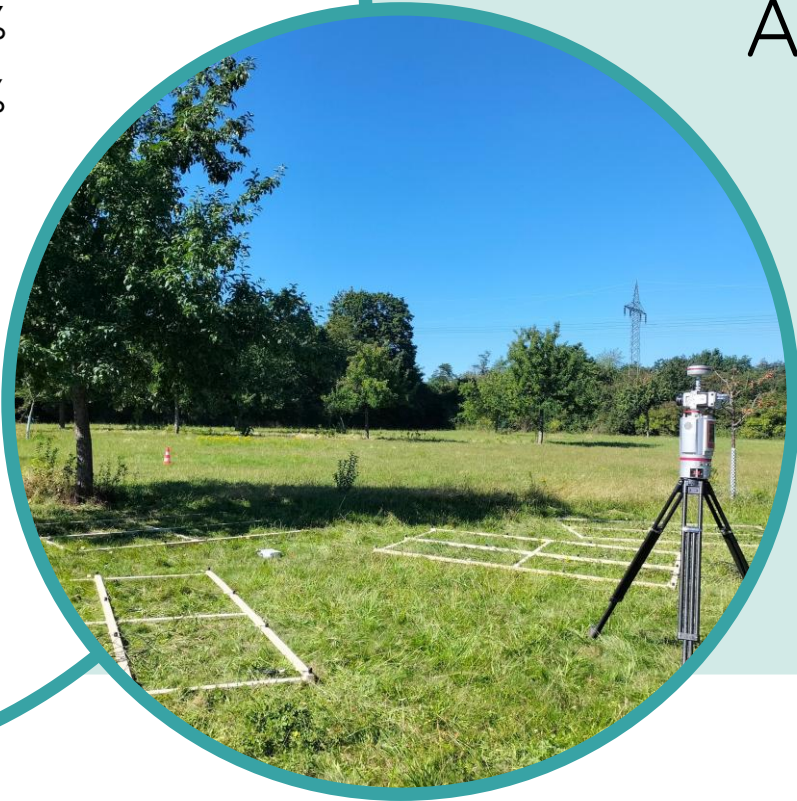
**Grundidee:** Vergleich gemessene Strahlung mit simuliertem Licht & Schatten unter einem freistehenden Baum



**Messungen:** 60 Lichtsensoren unter einem Apfelbaum an einem unbewölkten Sommertag, Messungen 1x pro Minute (n = 20.436)

**Simulation:** räumliche & zeitliche Auflösung von 1 cm bzw. 1 min

**Ergebnis:** Messungen und Simulation hoch korreliert (r = 0,84)



## Diskussion

- Erweiterte **Funktionalität** & verbesserte **Recheneffizienz** im Vergleich zu früheren Algorithmen <sup>13,14</sup>
- Einmalige TLS Datenaufnahme reduziert zeitlichen & finanziellen Aufwand
- Mögliche Anwendungen:
  - **Ertragsmodellierung** in AFS
  - Optimierung der **Baumanordnung** in AFS

## Referenzen

<sup>1</sup> Blackman & Black (1959) Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. *Ann. Bot.* 23, 131-145. | <sup>2</sup> Lupi *et al.* (2010) Xylem phenology and wood production: Resolving the chicken-or-egg dilemma. *Plant Cell Environ.* 33, 1721-1730. | <sup>3</sup> Leuchner *et al.* (2012) Solar radiation as a driver for growth and competition in forest stands. In: *Growth and Defence in Plants* | <sup>4</sup> Ptushenko *et al.* (2020) Spectrum of light as a determinant of plant functioning: A historical perspective. *Life* 10, 25. | <sup>5</sup> Fu & Rich (2002) A geometric solar radiation model with applications in agriculture and forestry. *Comput. Electron. Agric.* 37, 25-35. | <sup>6</sup> Friedel *et al.* (2006) Species diversity and species composition of epiphytic bryophytes and lichens-A comparison of managed and unmanaged beech forests in NE Germany. *Feddes Repert.* 117, 172-185. | <sup>7</sup> Sagar *et al.* (2008) Differential effect of woody plant canopies on species composition and diversity of ground vegetation: A case study. *Trop. Ecol.* 49, 189. | <sup>8</sup> Helbach, *et al.* (2022) Light heterogeneity affects understory plant species richness in temperate forests supporting the heterogeneity-diversity hypothesis. *Ecol. Evol.* 12, e8534. | <sup>9</sup> Dufour *et al.* (2013) Assessing light competition for cereal production in temperate agroforestry systems using experimentation and crop modelling. *J. Agron. Crop Sci.* 199, 217-227. | <sup>10</sup> Ehret *et al.* (2015) The effect of shade and shade material on white clover/perennial ryegrass mixtures for temperate agroforestry systems. *Agrofor. Syst.* 2015, 89, 557-570. | <sup>11</sup> Lin *et al.* (1998) Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. *Agrofor. Syst.* 44, 109-119. | <sup>12</sup> Somporn *et al.* (2012) Effect of shading on yield, sugar content, phenolic acids and antioxidant property of coffee beans (*Coffea arabica* L. cv. Catimor) harvested from north-eastern Thailand. *J. Sci. Food Agric.* 92, 1956-1963. | <sup>13</sup> Rosskopf *et al.* (2017) Modelling shadow using 3D tree models in high spatial and temporal resolution. *Remote Sens.* 9, 719. | <sup>14</sup> Bohn Reckziegel *et al.* (2021) Modelling and comparing shading effects of 3D tree structures with virtual leaves. *Remote Sens.* 13, 532.

**Zugehöriges Paper:**  
Schindler *et al.* (2024) From dawn to dusk: High-resolution tree shading model based on terrestrial LiDAR data. *Remote Sensing*, 16(12), 2189.

**Zugehöriges R Package:**  
qsm2shade



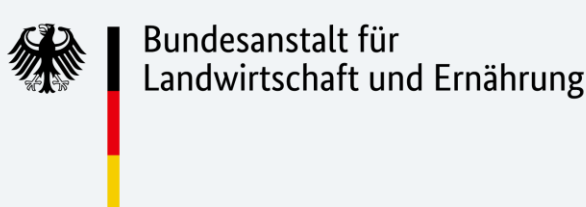
## Förderung

Gefördert durch das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramm Humus. Projekt Humax, Förderkennzeichen 2822HUM010.

Gefördert durch:



Projekträger



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages