

# SPECTRAL DIVERSITY METHODEN DER FERNERKUNDUNG FÜR DAS MONITORING VON BIODIVERSITÄT IN WÄLDERN

Julius-Maximilians Universität Würzburg (JMU)  
German Aerospace Center (DLR)

Patrick Kacic ([patrick.kacic@dlr.de](mailto:patrick.kacic@dlr.de))



## Waldstrategie 2050

Nachhaltige Waldbewirtschaftung – Herausforderungen und Chancen für Mensch, Natur und Klima

### Zentrale Meilensteine bis zum Jahr 2030

- 1 Maßnahmenpläne zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel sowie zum Risiko- und Krisenmanagement liegen vor und werden umgesetzt.
- 2 Für Wälder, die besonders von Trockenheit bedroht sind (derzeit geschätzt über 2,85 Millionen Hektar), sind Umbaupläne erarbeitet. In einem Drittel davon sind Umbaumaßnahmen bereits eingeleitet.
- 3 Der Wald, seine nachhaltige Bewirtschaftung sowie die Holzverwendung tragen weiterhin zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bei.
- 4 Der Trend zu mehr Holz im Wohnungsbau hat sich fortgesetzt; die Holzbaquote im Wohnungsneubau (Genehmigungen mit überwiegend verwendetem Baustoff Holz) erreicht 30 Prozent. Der Holzbedarf wird überwiegend durch Holz aus nachhaltiger, heimischer Waldbewirtschaftung gedeckt.
- 5 Die biologische Vielfalt im Wald hat sich weiter verbessert. Hierzu gehören die naturnahe Waldbewirtschaftung, ein kleinräumig stark wechselndes Mosaik unterschiedlicher Waldflächen, die Rücksichtnahme auf Habitat- und Lebensraumstrukturen und der Verzicht auf nährstoffzehrende, beziehungsweise bodenschädigende Nutzung.
- 6 Ein Konzept für effizienten Waldnaturschutz ist etabliert und wird umgesetzt. Um die Wirksamkeit der Maßnahmen zu erhöhen enthält das Konzept konkrete Schwerpunkte, die eine systematische Planung erlauben.
- 7 Die Verjüngung standortgerechter, artenreicher und klimaresilienter Mischwälder aus Naturverjüngung, Saat und Pflanzung erfolgt im Wesentlichen ohne Schutzmaßnahmen vor dem Verbiss durch Wild.
- 8 Systeme zur Honorierung der vielfältigen Ökosystemleistungen des Waldes sind etabliert und werden umgesetzt. Dazu gehört die Honorierung des Klimaschutzes, des Waldnaturschutzes sowie der Erholungsnutzung.<sup>1</sup>
- 9 Maßnahmen zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel, ihrer naturnahen Bewirtschaftung sowie der Bewältigung der durch Extremwetterereignisse verursachten Folgen des Klimawandels werden durch Förderprogramme verstärkt unterstützt. Das Risiko- und Krisenmanagement sind Bestandteile der Förderung.<sup>1</sup>
- 10 Der kleinstrukturierte Privat- und Körperschaftswald wird durch die Förderung von forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen und anderen Formen überbetrieblicher Kooperation weiterhin besonders unterstützt. Die Förderung ist auf die Entwicklung und langfristige Sicherung stabiler und leistungsfähiger überbetrieblicher organisatorischer Strukturen ausgerichtet.

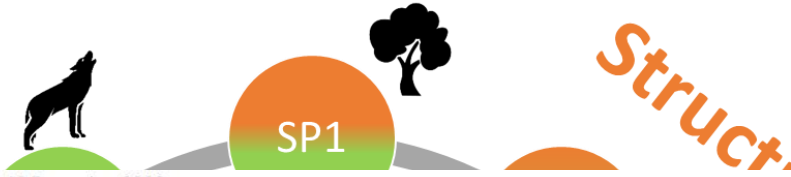
5 Die biologische Vielfalt im Wald hat sich weiter verbessert. Hierzu gehören die naturnahe Waldbewirtschaftung, ein kleinräumig stark wechselndes Mosaik unterschiedlicher Waldflächen, die Rücksichtnahme auf Habitat- und Lebensraumstrukturen und der Verzicht auf nährstoffzehrende, beziehungsweise bodenschädigende Nutzung.



# EINFÜHRUNG INS BETA-FOR PROJEKT (2022-2026)



# Überblick der BETA-FOR Sub-Projekte



Received: 12 August 2022 | Accepted: 12 December 2022

DOI: 10.1111/gcb.16564

OPINION

Global Change Biology | WILEY

## Enhancing the structural diversity between forest patches—A concept and real-world experiment to study biodiversity, multifunctionality and forest resilience across spatial scales

Jörg Müller<sup>1,2</sup> | Oliver Mitesser<sup>1</sup> | Marc W. Cadotte<sup>3</sup> | Fons van der Plas<sup>4</sup> | Akira S. Mori<sup>5</sup> | Christian Ammer<sup>6</sup> | Anne Chao<sup>7</sup> | Michael Scherer-Lorenzen<sup>8</sup> | Petr Baldrian<sup>9</sup> | Claus Bässler<sup>2,10</sup> | Peter Biedermann<sup>11</sup> | Simone Cesarz<sup>12,13</sup> | Alice Claßen<sup>14</sup> | Benjamin M. Delory<sup>15</sup> | Heike Feldhaar<sup>16</sup> | Andreas Fichtner<sup>15</sup> | Torsten Hothorn<sup>17</sup> | Claudia Kuenzer<sup>18,19</sup> | Marcell K. Peters<sup>14</sup> | Kerstin Pierick<sup>6,20</sup> | Thomas Schmitt<sup>14</sup> | Bernhard Schuldt<sup>21</sup> | Dominik Seidel<sup>20</sup> | Diana Six<sup>22</sup> | Ingolf Steffan-Dewenter<sup>14</sup> | Simon Thorn<sup>23,24</sup> | Goddert von Oheimb<sup>25</sup> | Martin Wegmann<sup>19</sup> | Wolfgang W. Weisser<sup>26</sup> | Nico Eisenhauer<sup>12,13</sup>

Functions

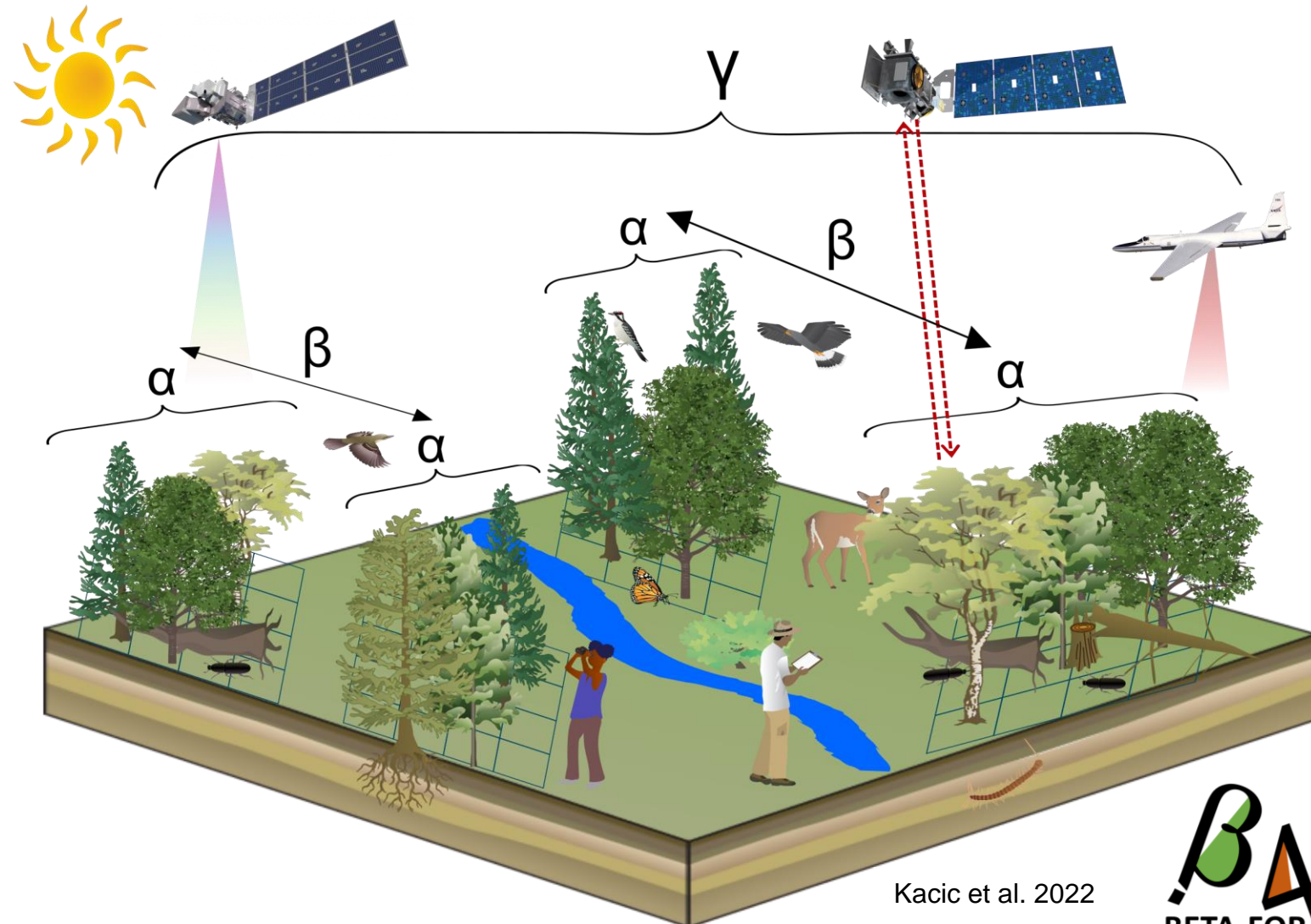
## SP3: Fernerkundungsbasierte Analyse der Waldstruktur und Biodiversität

Nahe Zusammenarbeit mit:

- **SP1:** Waldstrukturerfassung mit terrestrischem Laserscanning; Mikro-Klima Messung
- **SP6:** Pflanzen-Tier Interaktionen
- **SP7:** Totholz, Mikroben
- **SP8:** Bodennahe Vegetation
- **SP9:** Multifunktionalität und höhere trophische Levels

# SP3: Neuartige Techniken der Erdbeobachtung für Waldstrukturanalysen und die multi-skalige Charakterisierung von Wäldern

- Analyse von **alpha, beta, gamma Diversität**
- **Fernerkundungsdaten** von Flugzeug und Satellit (LiDAR, Hyperspektral, Multispektral, SAR)
- Methoden: **Spectral Diversity Concept, Zeitreihenanalysen**

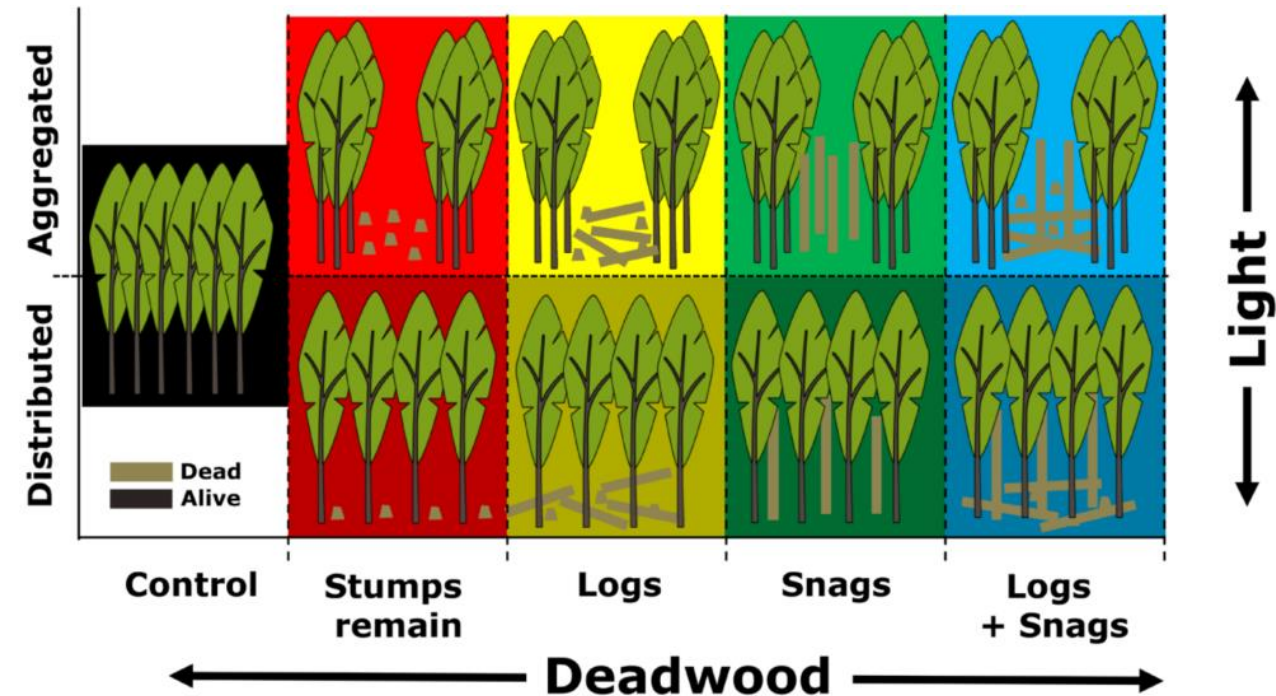




# Untersuchungsregionen



- **Sechs Untersuchungsregionen**
- **ESBC** = Erhöhung der strukturellen Beta-Komplexität
- Eingriffe in die Waldstruktur zur **Diversifizierung der Totholzstrukturen und Lichtverhältnisse**
- **234 patches à 50 x 50 m**



Mueller et al. 2022







# REVIEW ZU SPECTRAL DIVERSITY





Review

## Forest Biodiversity Monitoring Based on Remotely Sensed Spectral Diversity—A Review

Patrick Kacic <sup>1,\*</sup> and Claudia Kuenzer <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Department of Remote Sensing, Institute of Geography and Geology, University of Wuerzburg, 97074 Wuerzburg, Germany

<sup>2</sup> German Remote Sensing Data Center (DFD), Earth Observation Center (EOC), German Aerospace Center (DLR), 82234 Wessling, Germany

\* Correspondence: patrick.kacic@dlr.de

**Abstract:** Forests are essential for global environmental well-being because of their rich provision of ecosystem services and regulating factors. Global forests are under increasing pressure from climate change, resource extraction, and anthropologically-driven disturbances. The results are dramatic losses of habitats accompanied with the reduction of species diversity. There is the urgent need for forest biodiversity monitoring comprising analysis on  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\gamma$  scale to identify hotspots of biodiversity. Remote sensing enables large-scale monitoring at multiple spatial and temporal resolutions. Concepts of remotely sensed spectral diversity have been identified as promising methodologies for the consistent and multi-temporal analysis of forest biodiversity. This review provides a first time focus on the three spectral diversity concepts “vegetation indices”, “spectral information content”, and “spectral species” for forest biodiversity monitoring based on airborne and spaceborne remote sensing. In addition, the reviewed articles are analyzed regarding the spatiotemporal distribution, remote sensing sensors, temporal scales and thematic foci. We identify multispectral sensors as primary data source which underlines the focus on optical diversity as a proxy for forest biodiversity. Moreover, there is a general conceptual focus on the analysis of spectral information content. In recent years, the spectral species concept has raised attention and has been applied to Sentinel-2 and MODIS data for the analysis from local spectral species to global spectral communities. Novel remote sensing processing capacities and the provision of complementary remote sensing data sets offer great potentials for large-scale biodiversity monitoring in the future.

**Keywords:** forest; biodiversity; alpha diversity; beta diversity; gamma diversity; spectral variation hypothesis; spectral diversity; optical diversity; satellite data; remote sensing

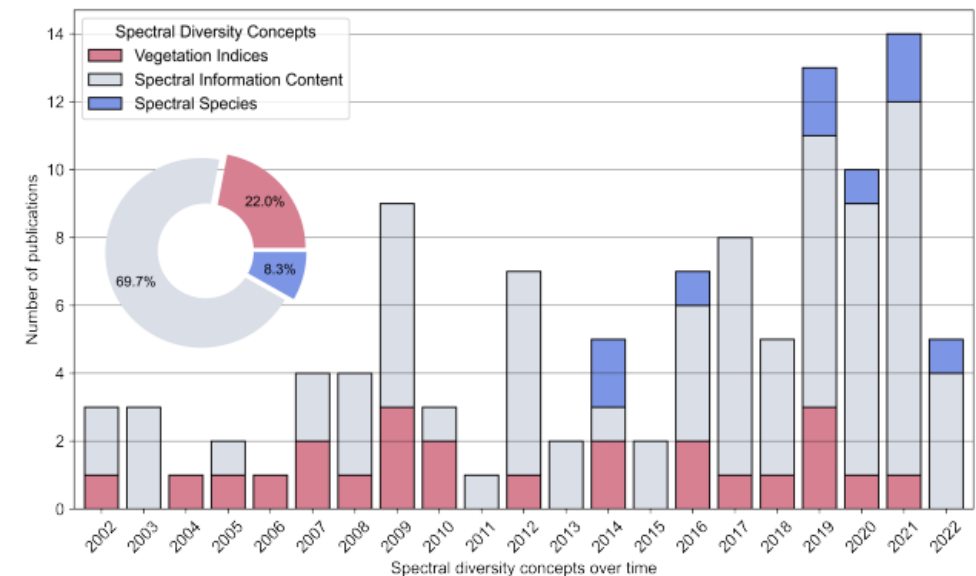


Citation: Kacic, P.; Kuenzer, C. Forest Biodiversity Monitoring Based on Remotely Sensed Spectral Diversity—A Review. *Remote Sens.* **2022**, *14*, 5363. <https://doi.org/10.3390/rs14215363>

Academic Editors: Qiaoyun Xie, Wei Su, Qianjun Jiao, Bo Liu

**Table 2.** Classification of categories for biodiversity monitoring from remote sensing imagery according to Wang & Gamon 2019 [51].

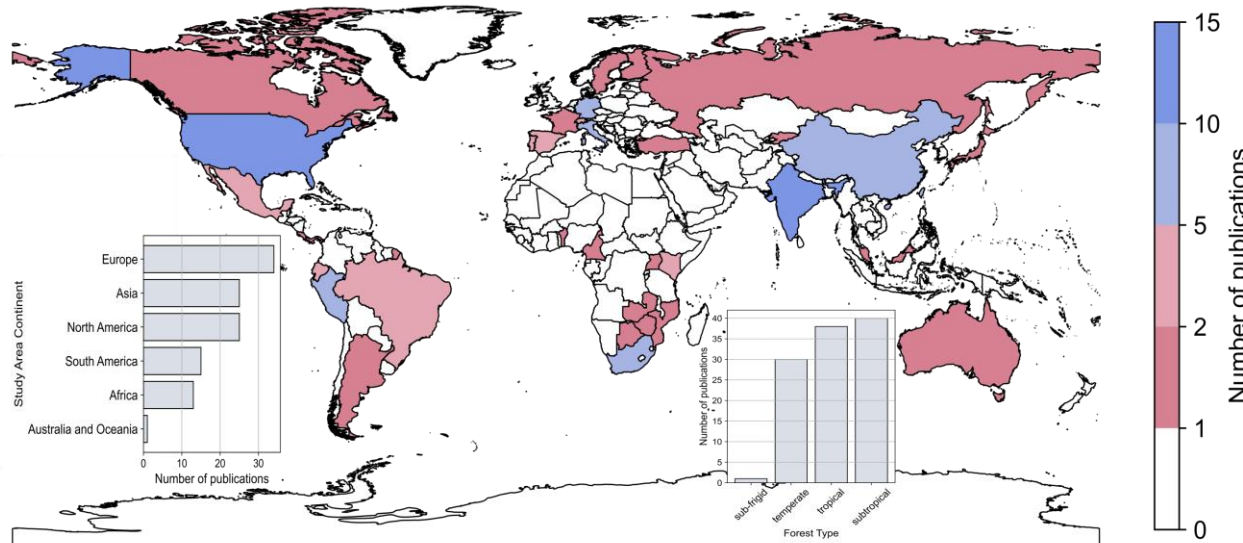
Categories	Concepts	Exemplary publications
Habitat mapping	Species area curve	[63]
	Habitat heterogeneity	[64,65]
Species mapping	Species distribution	[66–68]
Functional diversity	Plant functional traits	[69–71]
	Vegetation indices	[53,72]
Spectral diversity	Spectral information content	[73,74]
	Spectral species	[55,75]



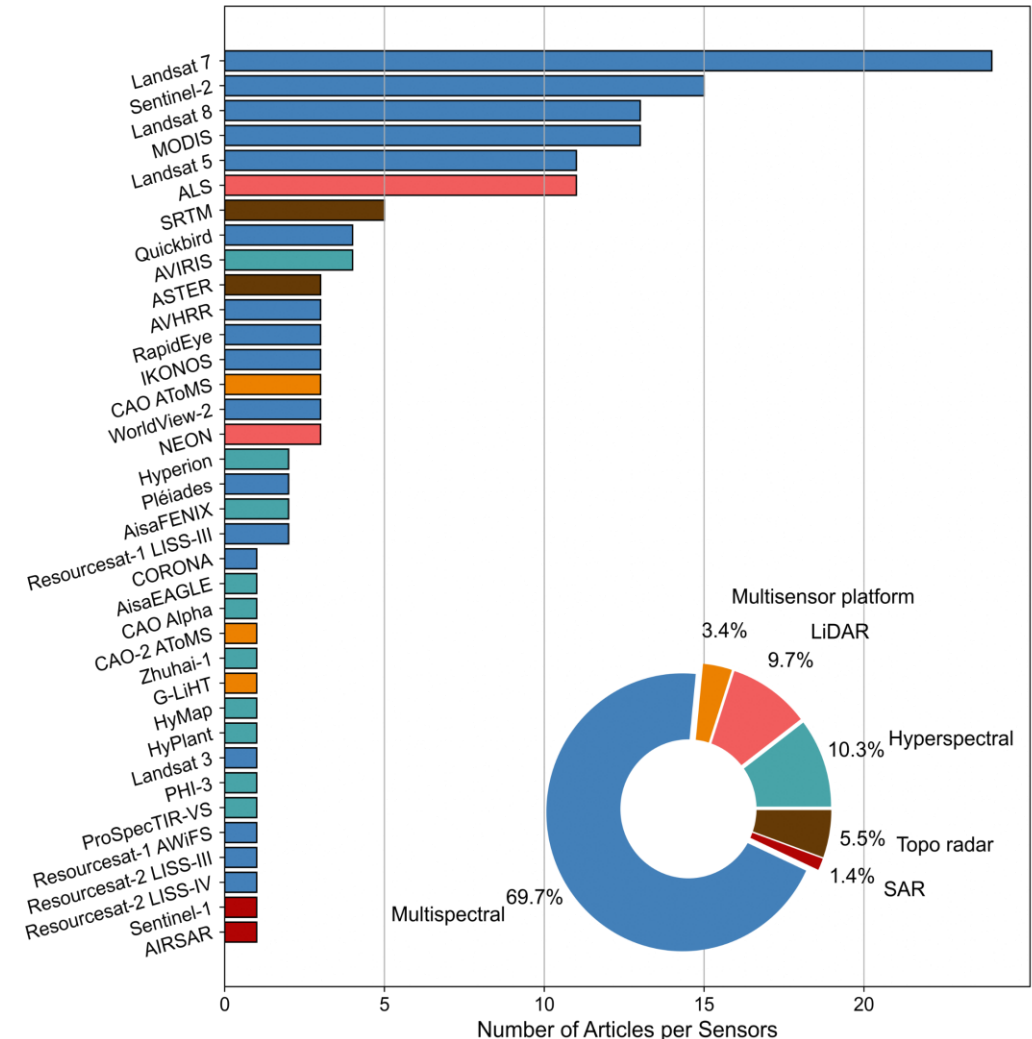


# Publizierter Review

Untersuchungsregionen:



Fernerkundungssensoren:

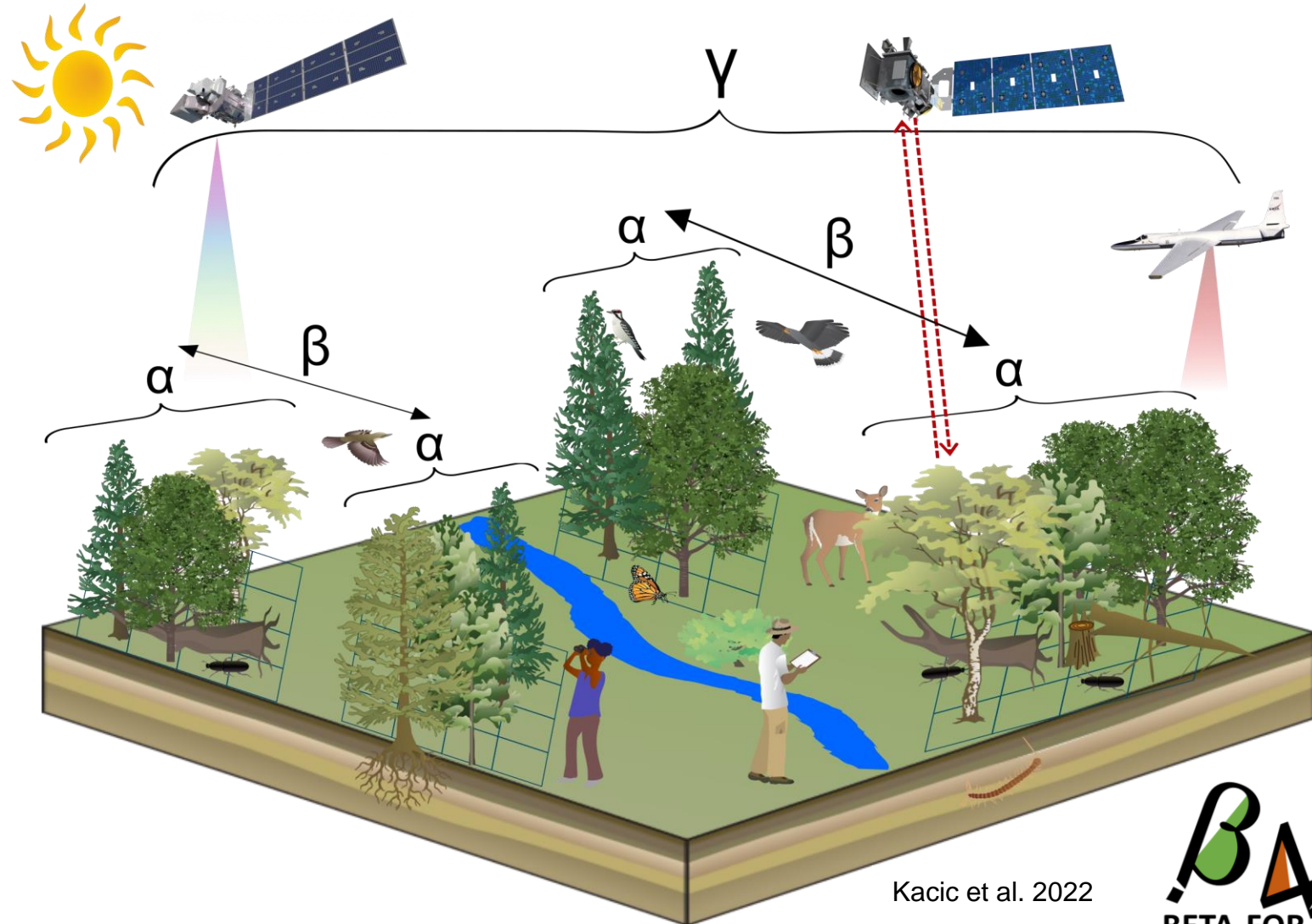
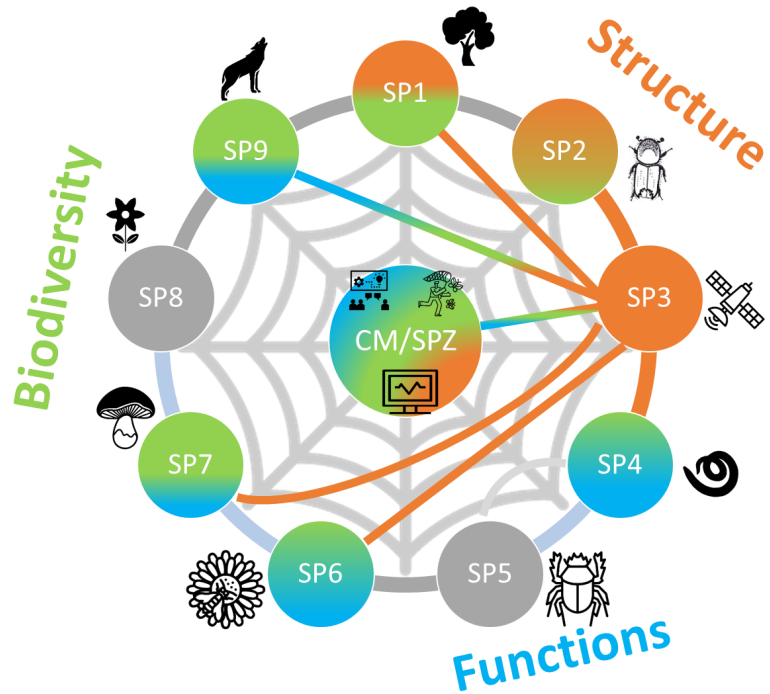


Zusammenfassung:

- **Zunehmendes Forschungsinteresse** in Spectral Diversity Konzepte der Fernerkundung
- Fokus auf **multispektrale Sensoren** (optische Diversität) mit **spectral information content**
- Die meisten Studien auf Länder-Ebene in den **USA und Indien**; auf Kontinent-Ebene in **Europa**



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Fragen?



Kommentare?