



„Vom Wald ins Gewächshaus und wieder zurück“

– Die Suche nach ‚Wahrheit‘ zwischen
Feldstudien und Experimenten in der Biologie –

Flensburger Ringvorlesung „Wahrheit“

Prof. Dr. Stephanie Stiegel

9. Oktober 2023

Biologie

- Wissenschaft des Lebendigen
- Thales von Milet (6. Jh. V. Chr.): Wasser als Anfang aller Dinge
- Antike bis Mittelalter: Beobachtungen der Natur

Systematischer Ansatz der Ökologie: Beobachten von Arten in ihrem Lebensraum, ihrer Wechselbeziehung und den Auswirkungen biotischer und abiotischer Faktoren auf ihre Lebensweise

„Gute Wissenschaft“

Veränderung von der Beurteilung einzelner Wissenschaftler hin zu externer Steuerung:

- ▶ Training
- ▶ Akkreditierung
- ▶ Rezensionen zur Forschungsethik
- ▶ Peer-Review

„Gute Wissenschaft“

- ✓ Studium der Biologie (Training)
 - ✓ Anerkannter Studiengang an der Universität Göttingen durch Zentrale Evaluations- und Akkreditierungsagentur Hannover (Akkreditierung)
 - ✓ Orientierung an den DFG Leitlinien (Rezensionen zur Forschungsethik)
 - ✓ Veröffentlichung von Artikeln (Peer-Review)

Promotion



Wer sagt denn das?



„Die Fakten aus der Filterblase liefern den Beweis. Experten können bestätigen, sie wissen jetzt Bescheid. Es wurde viel diskutiert und auch lange nachgedacht. Endlich haben sie die Frage auf alle Antworten gehabt.

Wer sagt denn das?“

Deichkind



Herbivoriemuster

- ▶ Herbivorie nimmt vom Unterwuchs über die Schatten- und Sonnenkrone hin ab (Stiegel *et al.* 2017)
- ▶ Stärkste Herbivorie tritt bei Sonnenblättern und in der Sonnenkrone auf (z.B. Gossner *et al.* 2014, Fortin & Mauffette 2002, Neves *et al.*, 2014)
- ▶ Herbivorie ist in der Schatten- und Sonnenkrone stärker als im Unterwuchs (Stiegel *et al.* 2018)

Wer sagt die „Wahrheit“?

Rahmenbedingungen

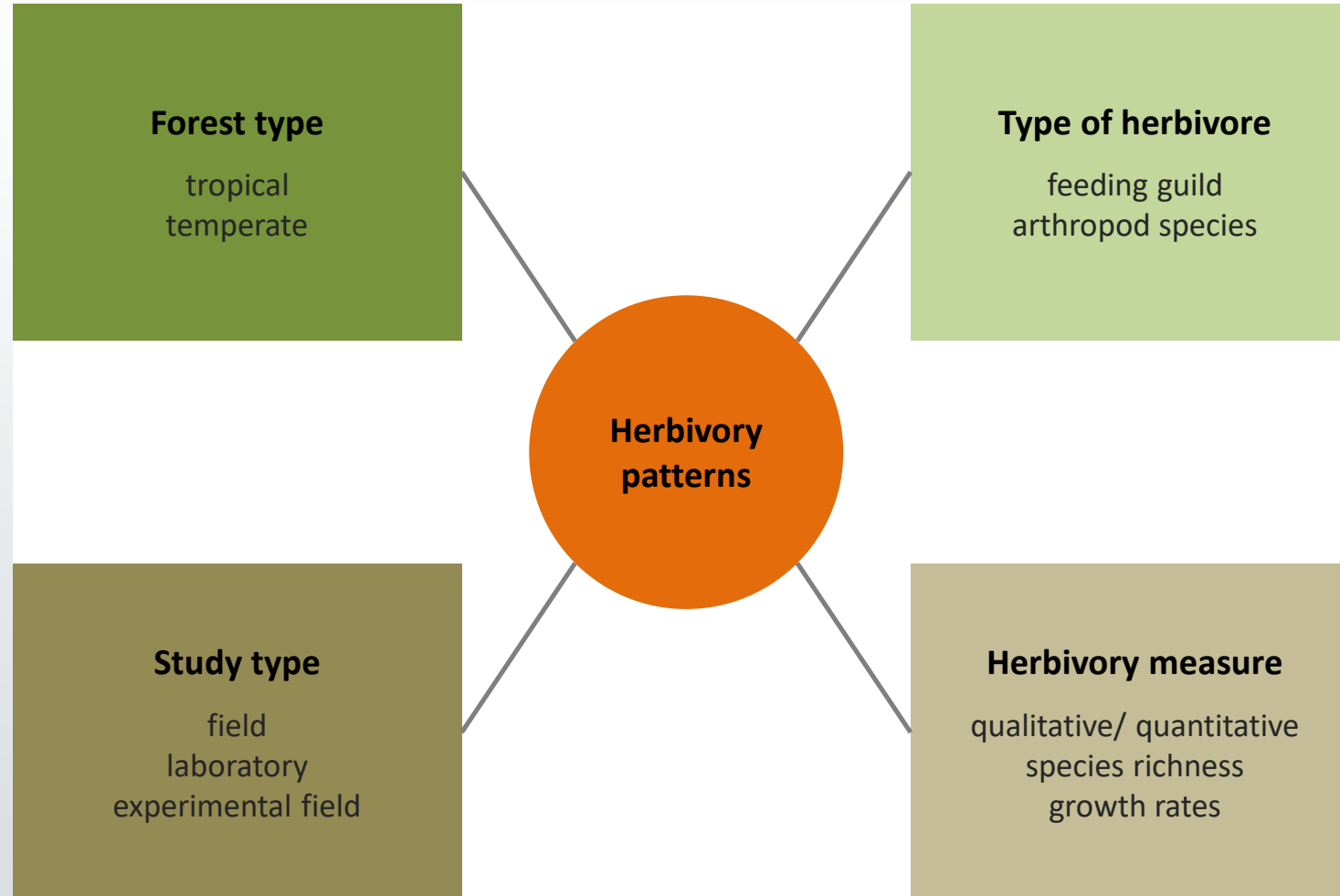


Abb. 1: Wichtige Details mit Einfluss auf die Herbivoriemuster (Stiegel 2018:111).

Details der Herbivoriemuster

Herbivorie nimmt vom Unterwuchs über die Schatten- und Sonnenkrone hin ab (Stiegel *et al.* 2017)

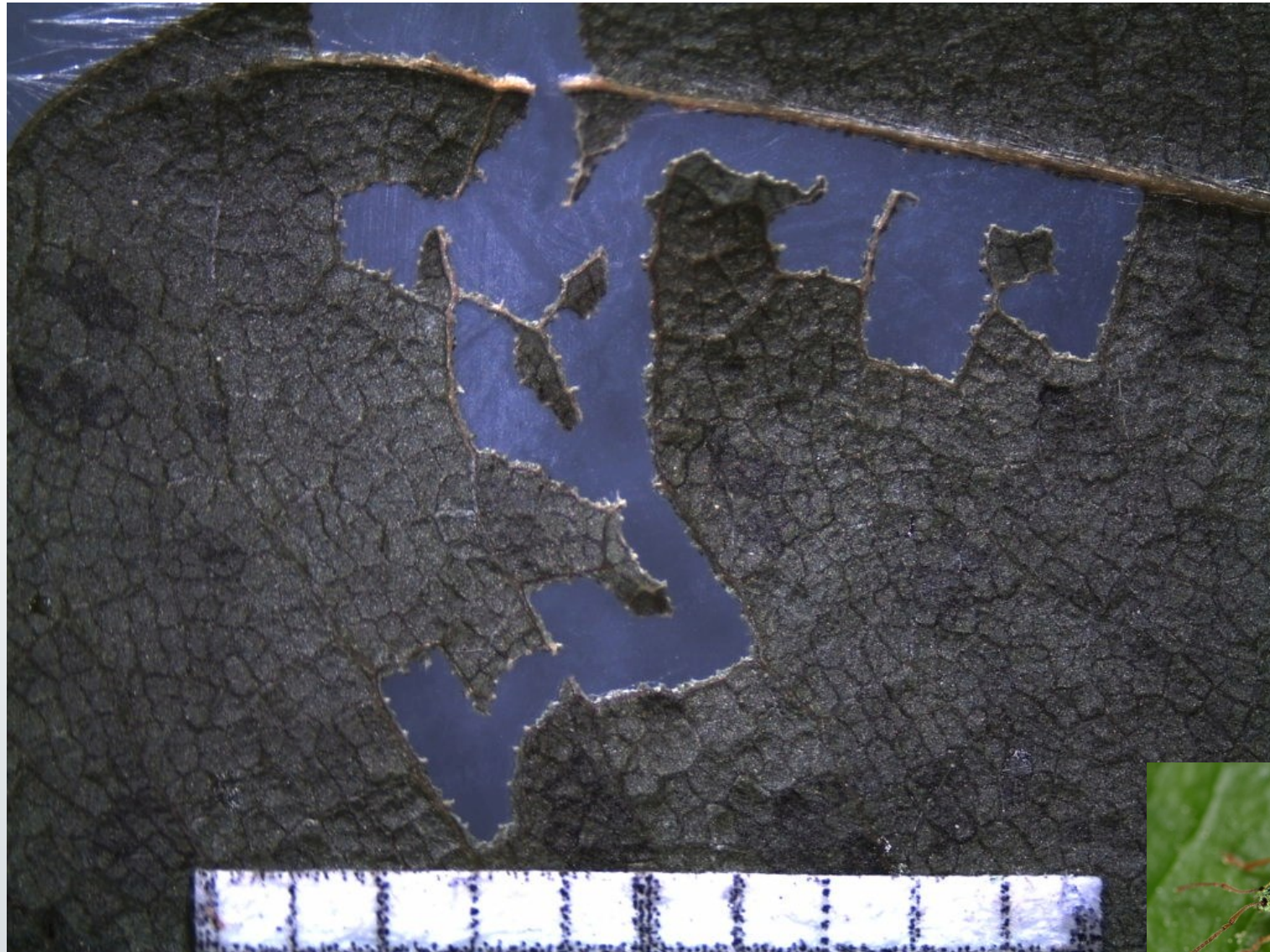
- ▶ Temperate Wälder, Rotbuche, exophager Fraß, Feldstudie

Stärkste Herbivorie tritt bei Sonnenblättern und in der Sonnenkrone auf (z.B. Gossner *et al.* 2014, Fortin & Mauffette 2002, Neves *et al.*, 2014)

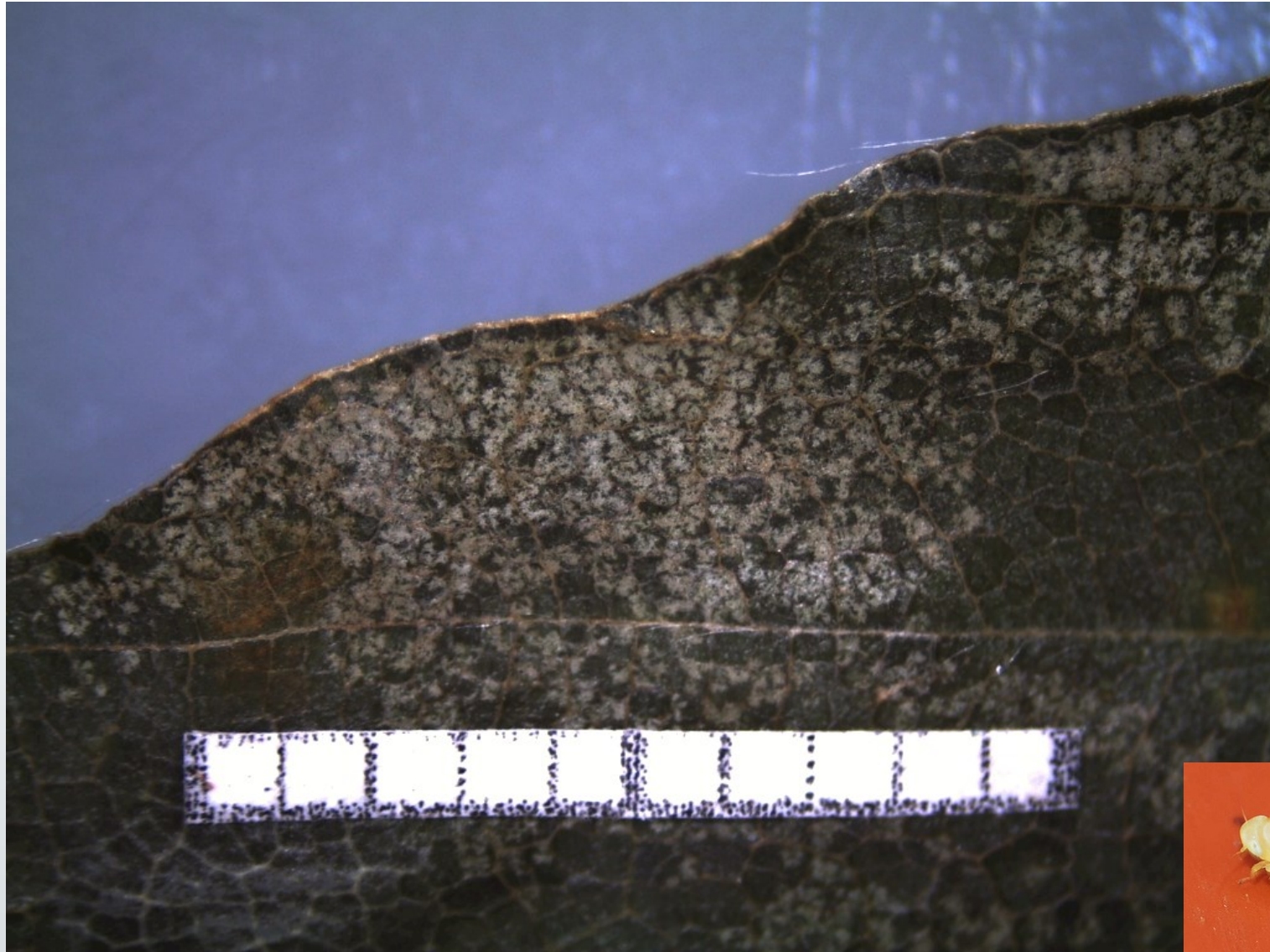
- ▶ Andere Baumarten, Experiment mit Blättern, tropischer Trockenwald

Herbivorie ist in der Schatten- und Sonnenkrone stärker als im Unterwuchs (Stiegel & Mantilla-Contreras 2018a)

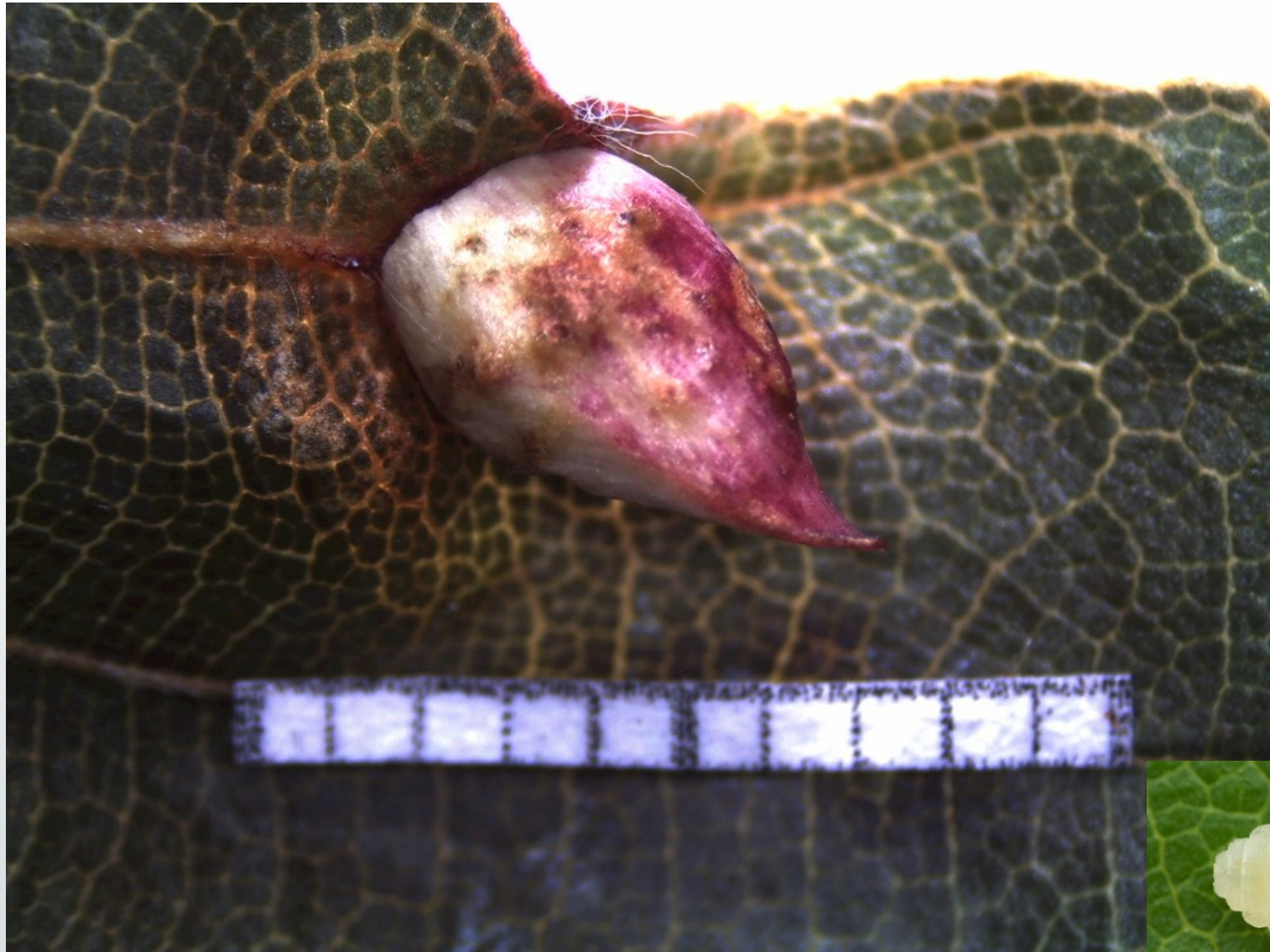
- ▶ Einzelne Fraßspuren (Gall-bildende Arten)



Phyllobius argentatus – Silberner Grünsüssler



Fagocyba cruenta – Zwergzikade



Mikiola fagi – Buchengallmücke



Stigmella tityrella – Buchenminiermotte

Die „Wahrheit“ ist der Zugewinn an Erkenntnissen in komplexen Systemen

- ▶ Erkenntnisgewinn durch **Beobachtungen**,
Beschreibungen, **Experimente**, Modellierungen

Komplex der Herbivorie

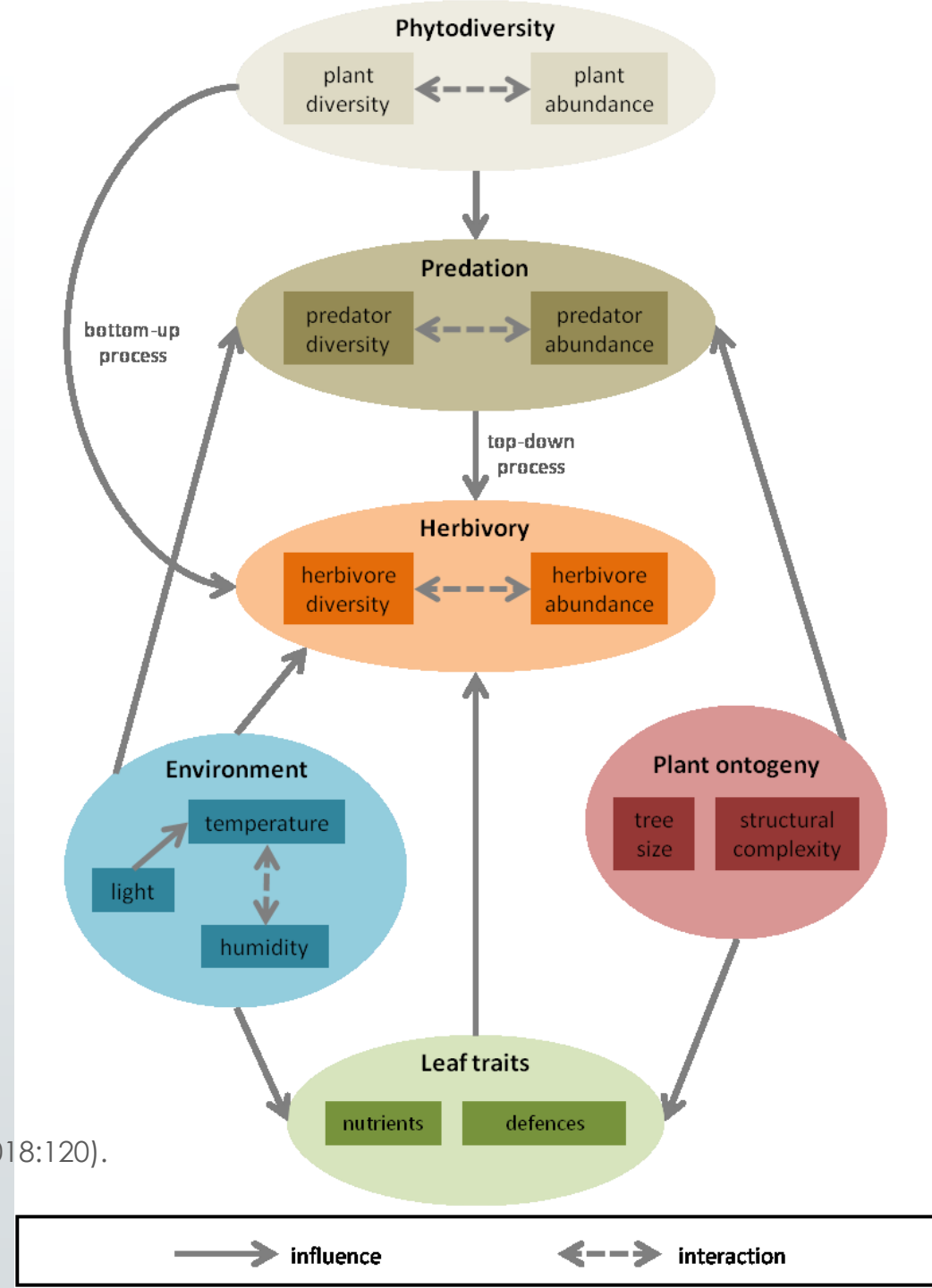


Abb. 2: Einflussfaktoren auf Herbivorie (Stiegel 2018:120).

Übersicht



1. Ökosystem Wald

2. Freilandstudie

3. Experimentalstudie

4. Wissenschafts-Praxis-Transfer



Sauerstoff-
produktion

Immissionsschutz

CO₂-Senke

Klimaregulation

Freizeit,
Erholung,
Tourismus

Ressourcen

Bildung,
Wissenschaft

Lebensraum,
Biodiversität

Grundwasser-
bildung

Bodenschutz

Klimawandel und „Wald“



Nationalpark Harz nahe
Torfhaus

WaldWandelWeg am
Schubenstein bei Torfhaus



Freilandstudie

Sonnenkrone

Schattenkrone

Unterwuchs



Veränderung entlang des vertikalen
Waldgradienten:

- Pflanzenontogenie (Entwicklung des Individuums)
- Lichtbedingungen
(Fortin & Maufette 2002)
- Klimabedingungen
(u.a. Tal *et al.* 2008, Stiegel *et al.* 2017)
- Blattmerkmalen
(u.a. Afas *et al.* 2007, Stiegel *et al.* 2017)

Messungen der Freilandstudie

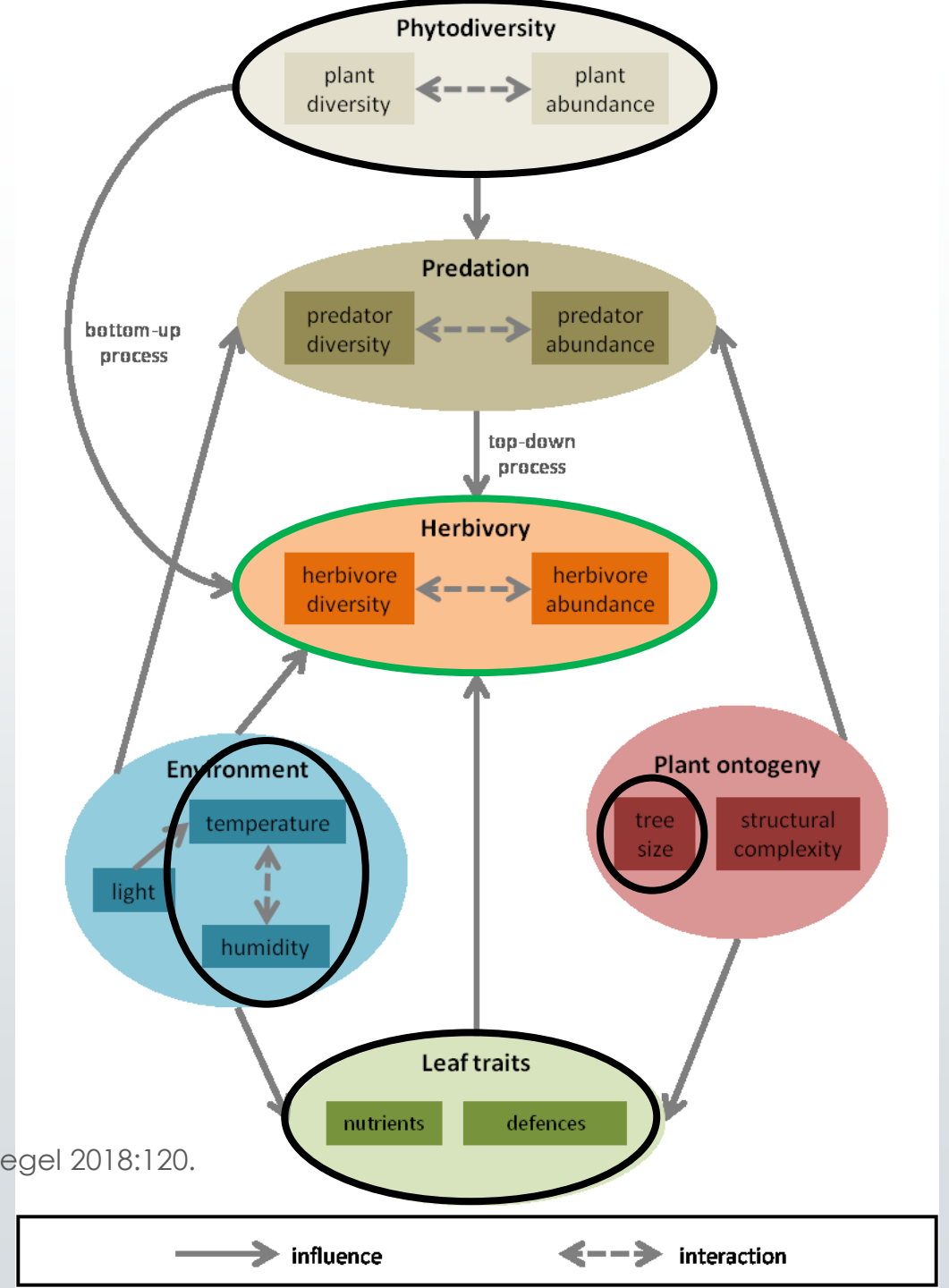


Abb. 3: Untersuchte Einflussfaktoren auf Herbivorie in der Freilandstudie Stiegel 2018:120.

Methoden



Untersuchungsgebiet

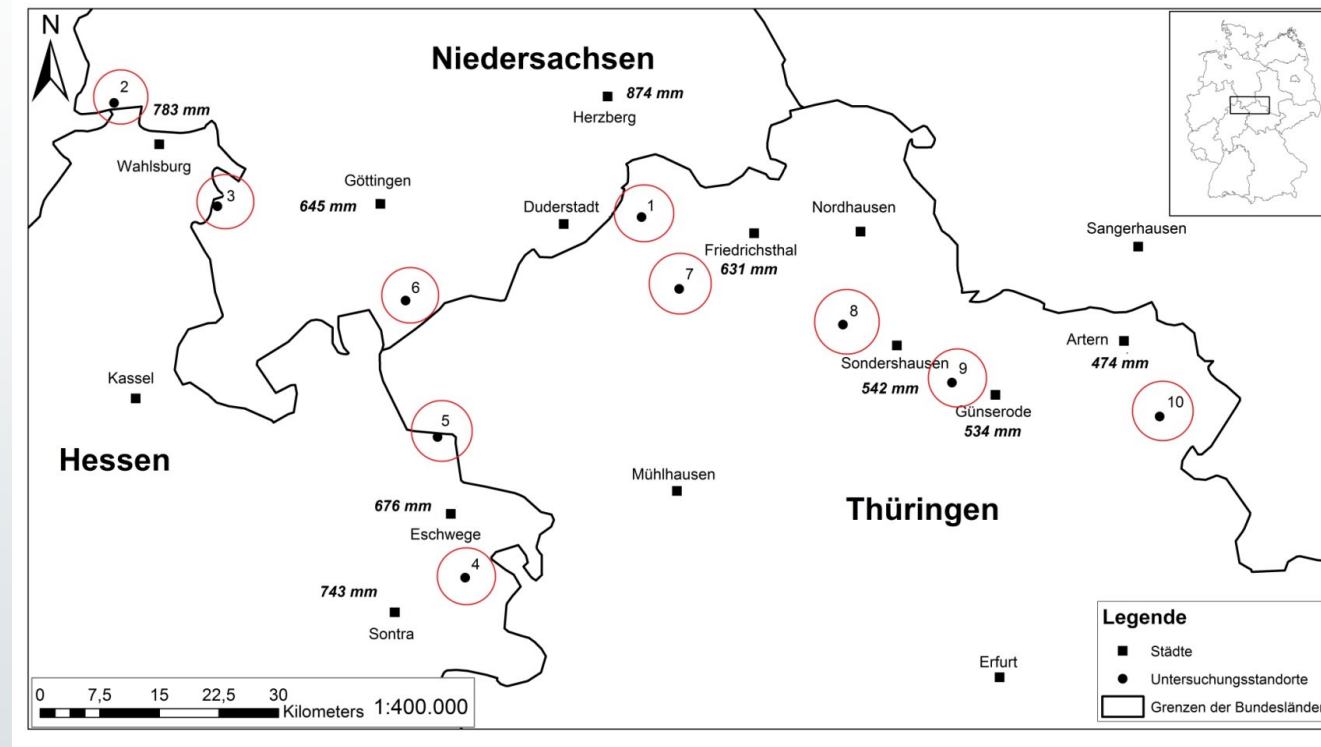


Abb. 4: Waldflächen der Freilandstudie (Stiegel *et al.* 2017).

➔ Wiederholung der Aufnahmen für generelle Erkenntnisse

Herbivoriemuster

- Der Blattfraß nimmt bei der Rotbuche vom Unterwuchs, über die Schattenkrone zur Sonnenkrone hin ab

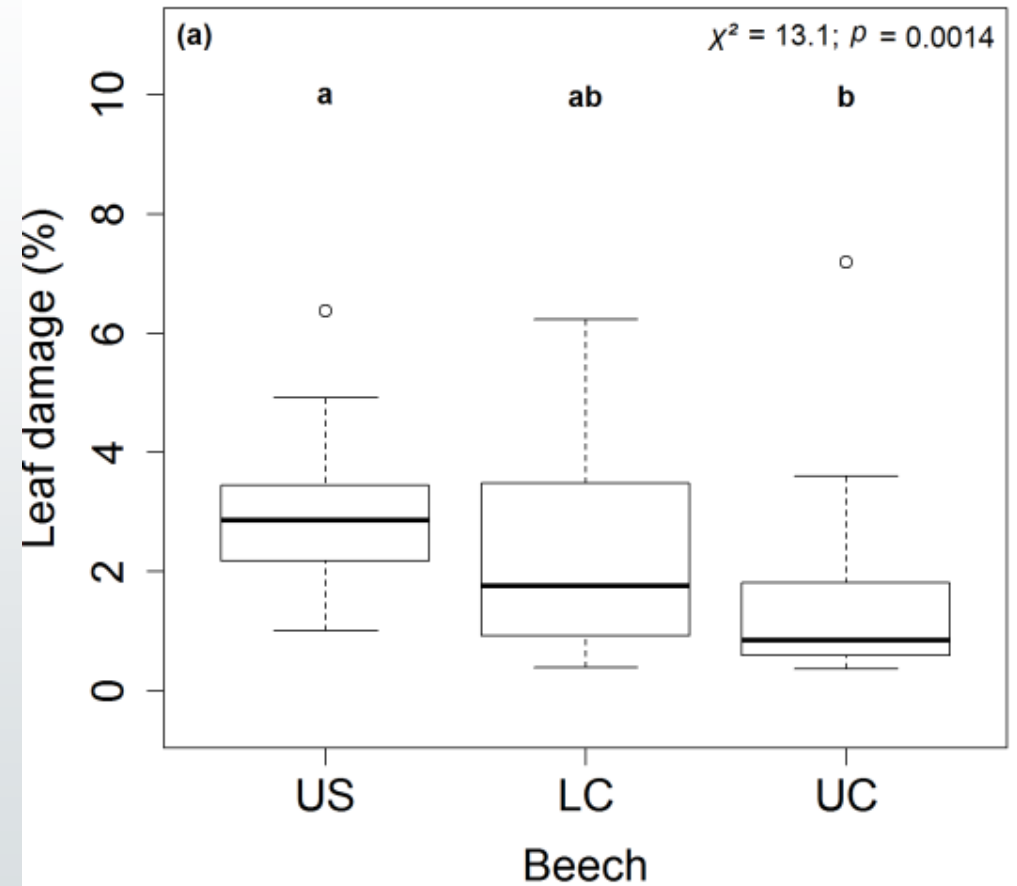
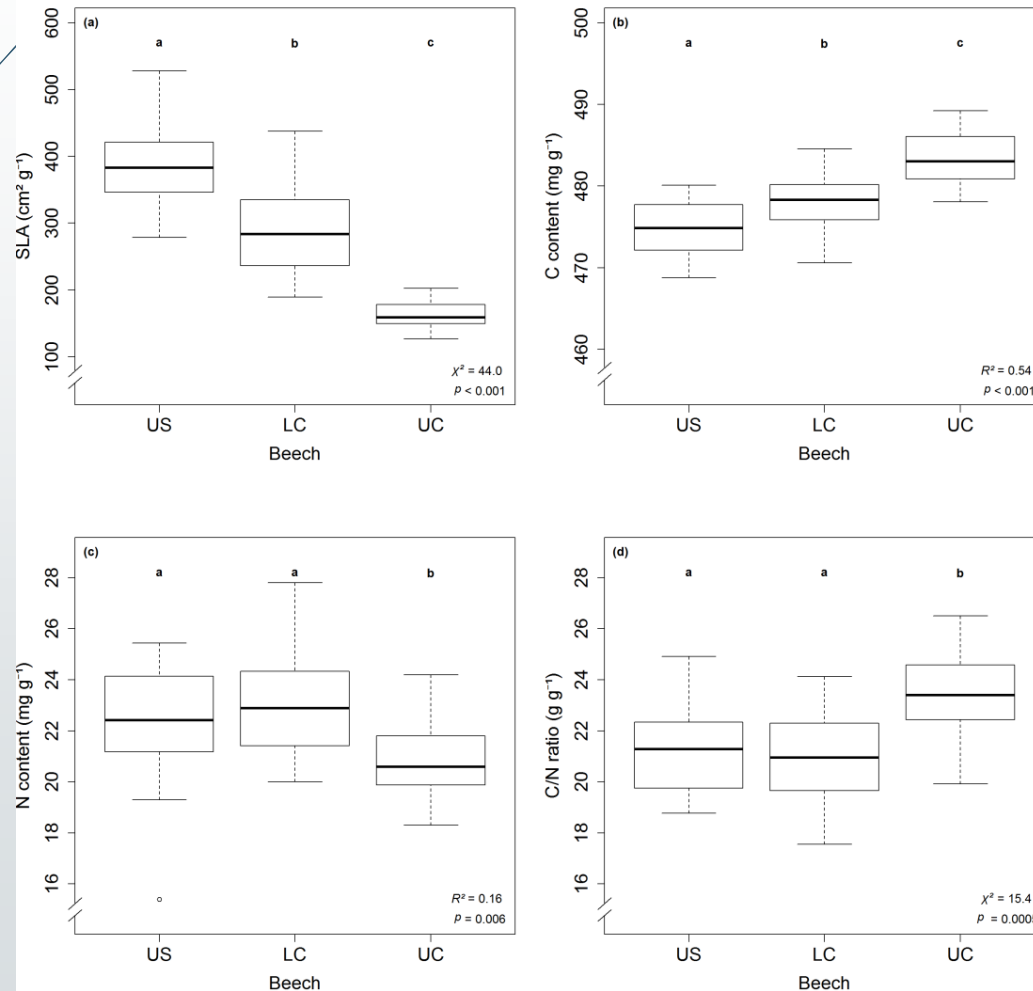


Abb. 5: Herbivoriemuster der Rotbuche entlang des vertikalen Waldgradienten (Stiegel *et al.* 2017).

Blattmerkmale



▶ Blätter werden zur Sonnenkrone hin derber und Kohlenstoffgehalt steigt

▶ Blätter im Unterwuchs und in der Schattenkrone enthalten mehr Stickstoff und haben ein größer Kohlenstoff/ Stickstoffverhältnis

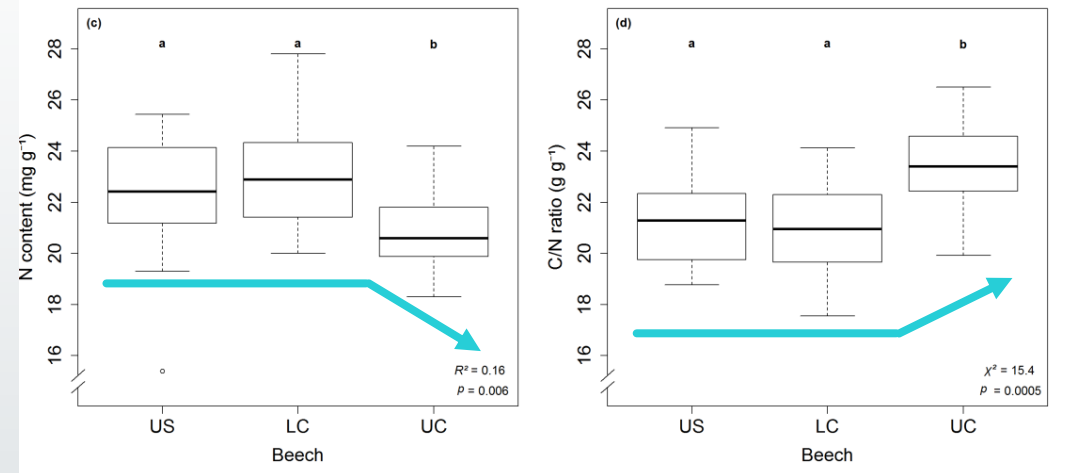
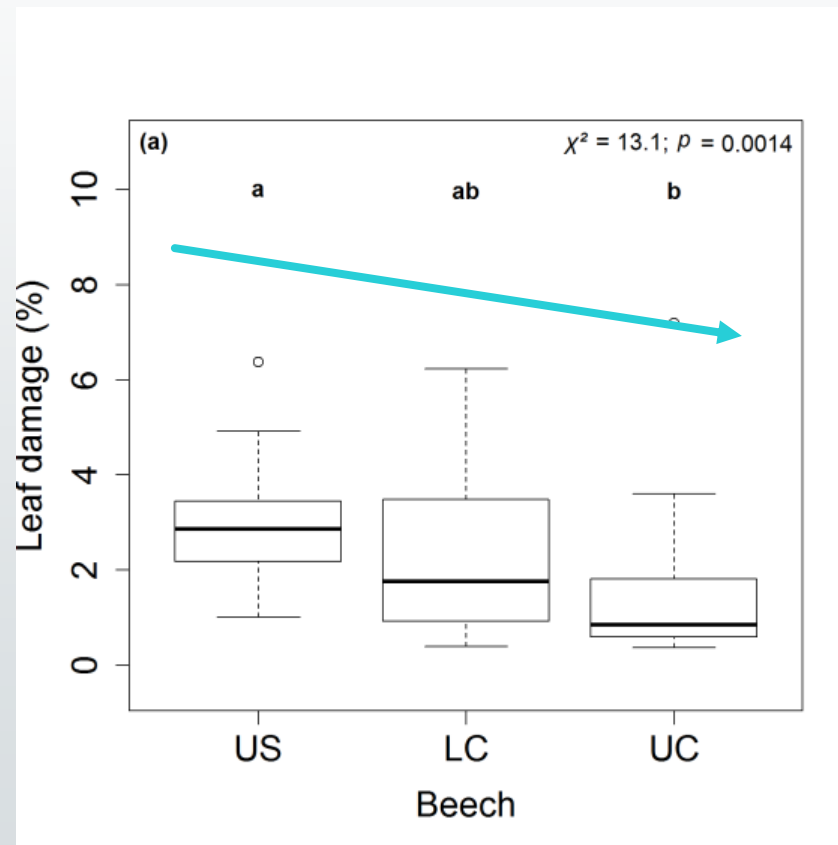
Abb. 6: Veränderung der Blattmerkmale von Rotbuche entlang des vertikalen Waldgradienten (Stiegel *et al.* 2017).



Wie entsteht das Herbivoriemuster?

Welche Faktoren bedingen das Herbivoriemuster an den Waldstandorten?

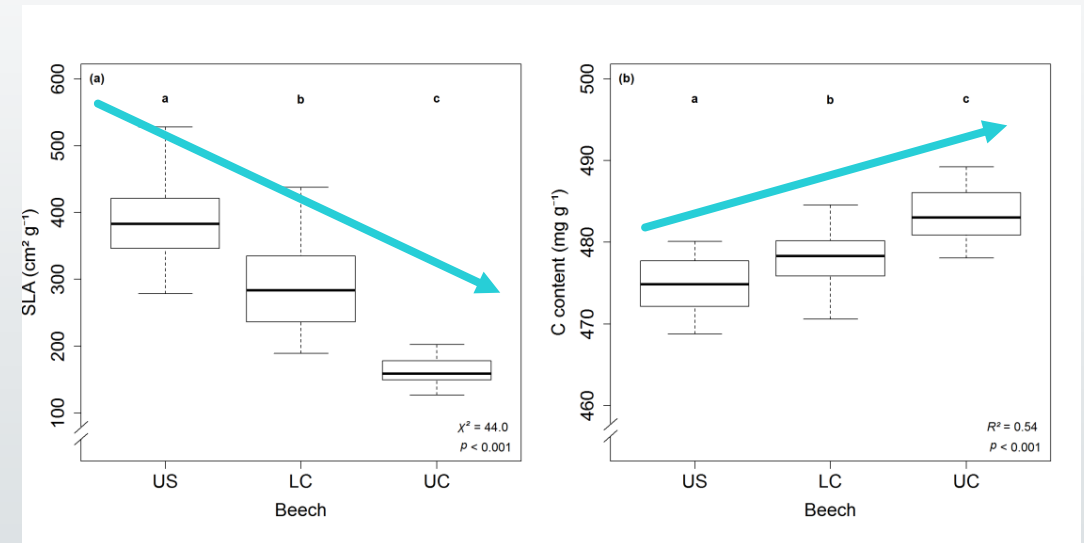
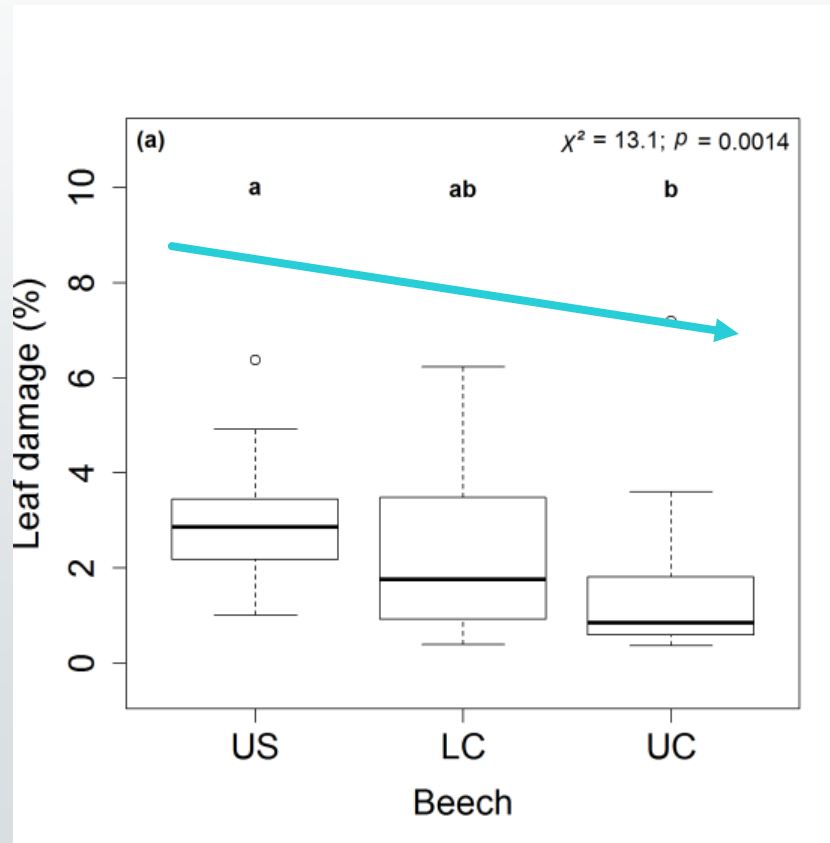
Zusammenhänge



- Muster vom Stickstoffgehalt und dem C/N-Verhältnis unterscheiden sich vom Herbivoriemuster

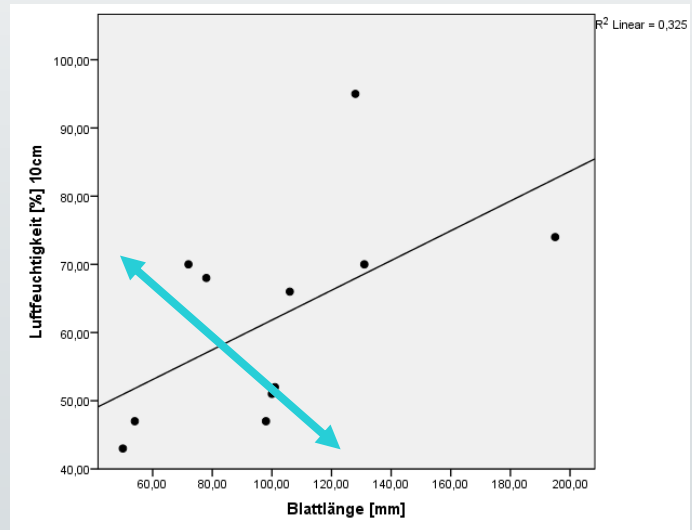
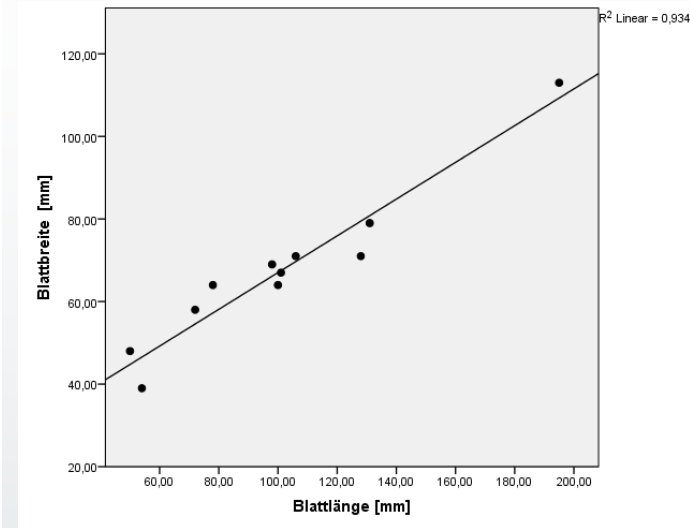
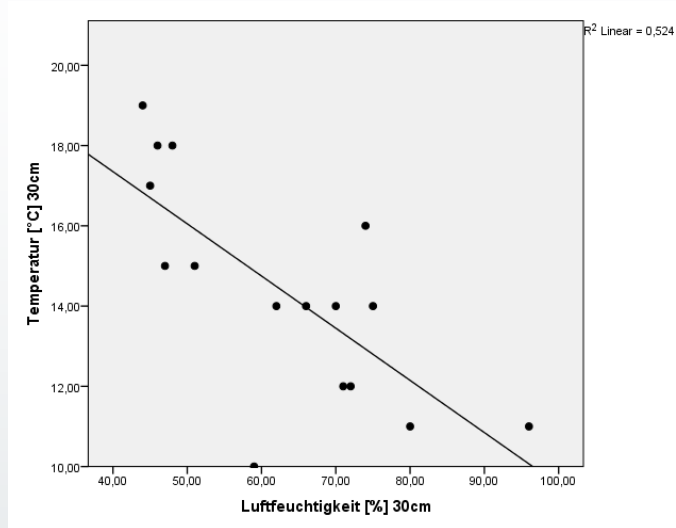
Zusammenhänge

- Schmackhaftigkeit der Blätter nimmt mit der Festigkeit ab (z.B. Brunt *et al.* 2006)



- u.a. sind Phenole Abwehrstoffe basierend auf Kohlenstoff (Busotti *et al.* 1998)

Korrelationen vs. Regression



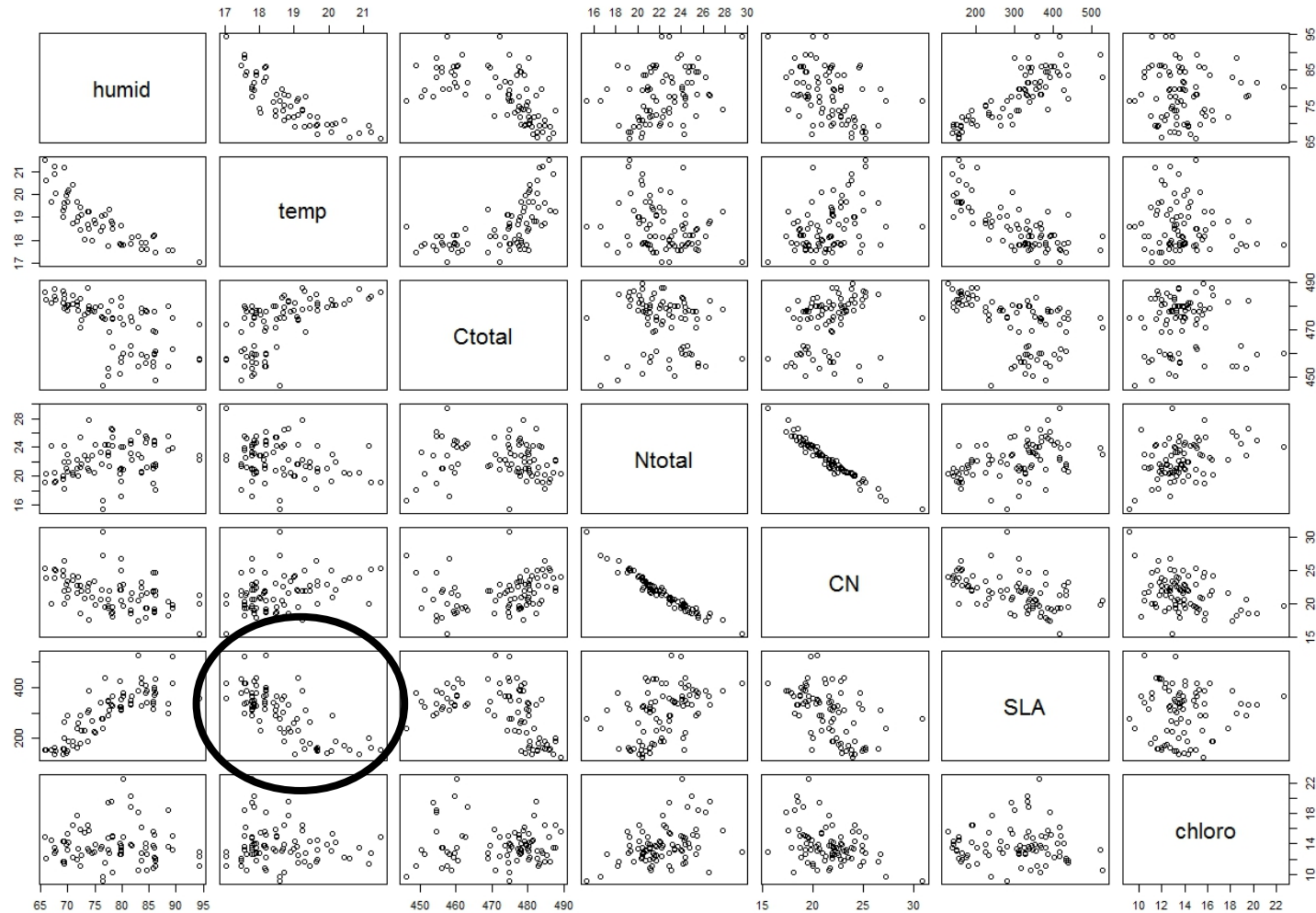
Korrelation:

- Beziehung
- Achsen-tausch möglich

Regression:

- Beziehung zwischen **Ursache** und **Wirkung** (Kausaler Zusammenhang)
- Achsentausch notwendig im Beispiel

Korrelationen



► Temperatur beeinflusst spezifische Blattfläche

► Und Licht?

Abb. 7: Korrelationen der abiotischen Faktoren (Stiegel 2018:147).

Messungen der Freilandstudie

- Faktoren, die nicht in der Freilandstudie untersucht worden sind

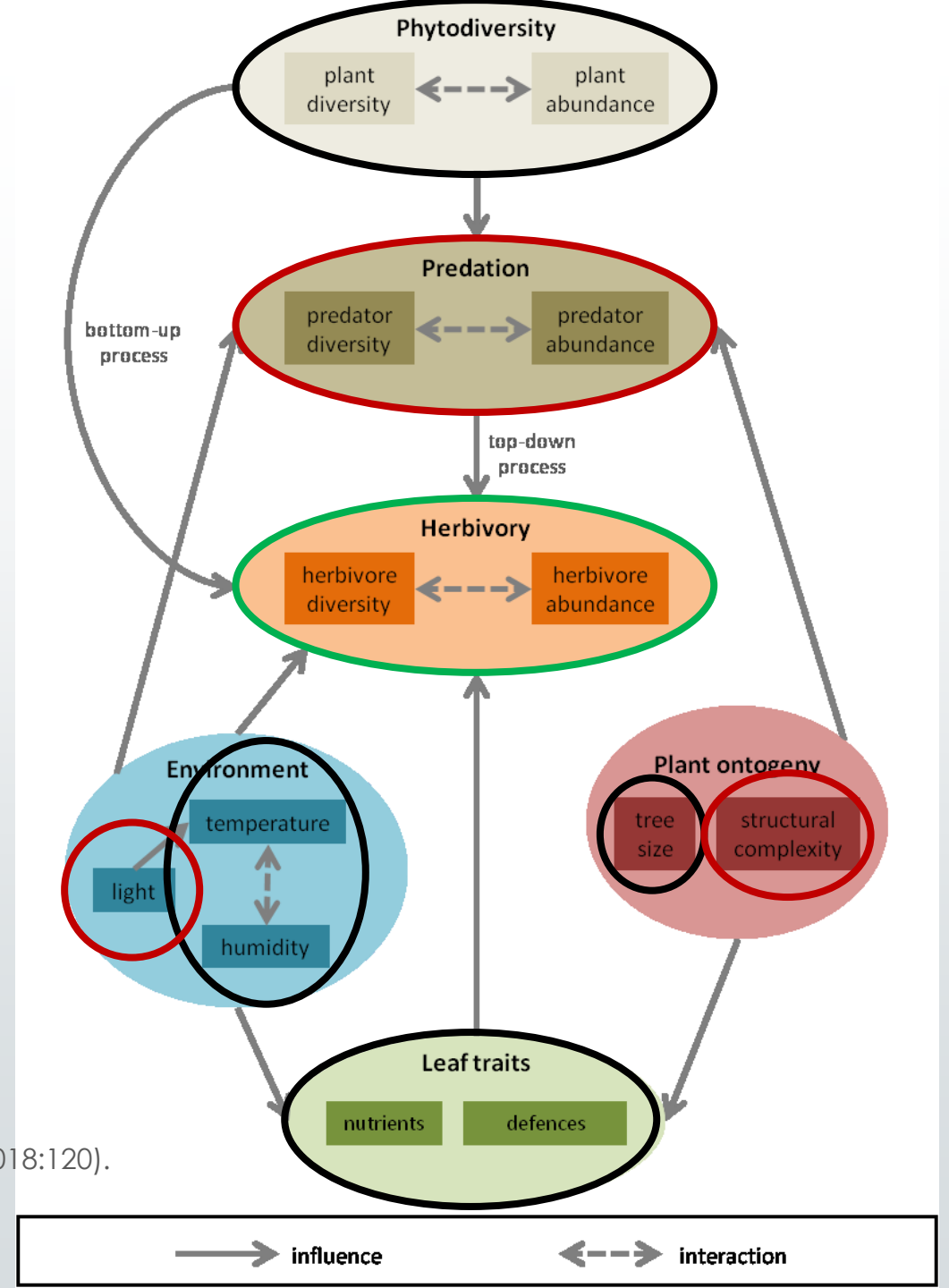


Abb. 8: Einflussfaktoren auf Herbivorie in der Freilandstudie (Stiegel 2018:120).

Gewächshausstudie



Messungen der Freilandstudie

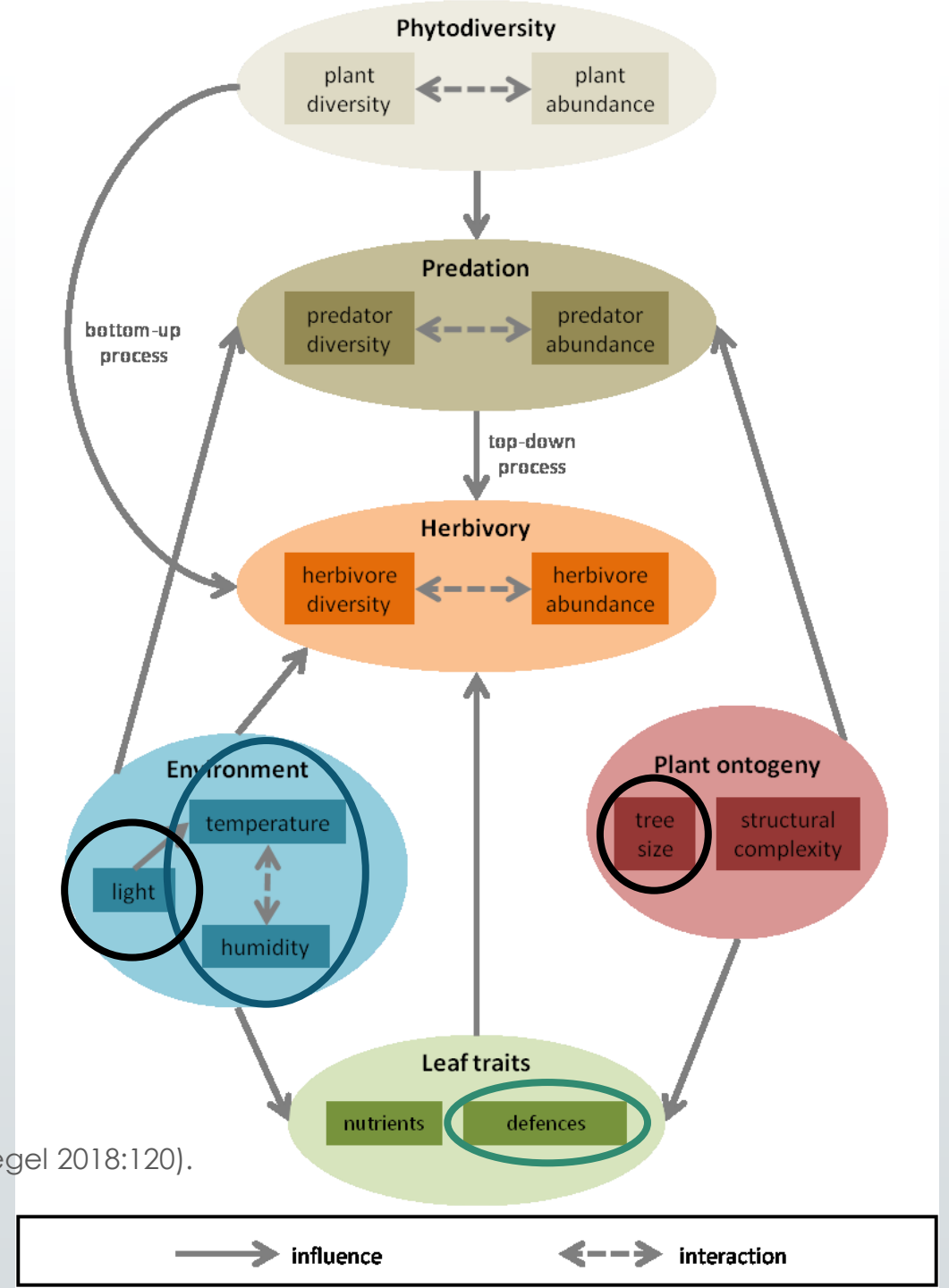


Abb. 9: Einflussfaktoren auf Herbivorie in der Experimentalstudie (Stiegel 2018:120).

Blattmerkmale

- ➔ Keine signifikanten Unterschiede der spezifischen Blattfläche bei der Rotbuche (Stiegel & Mantilla-Contreras 2018b)

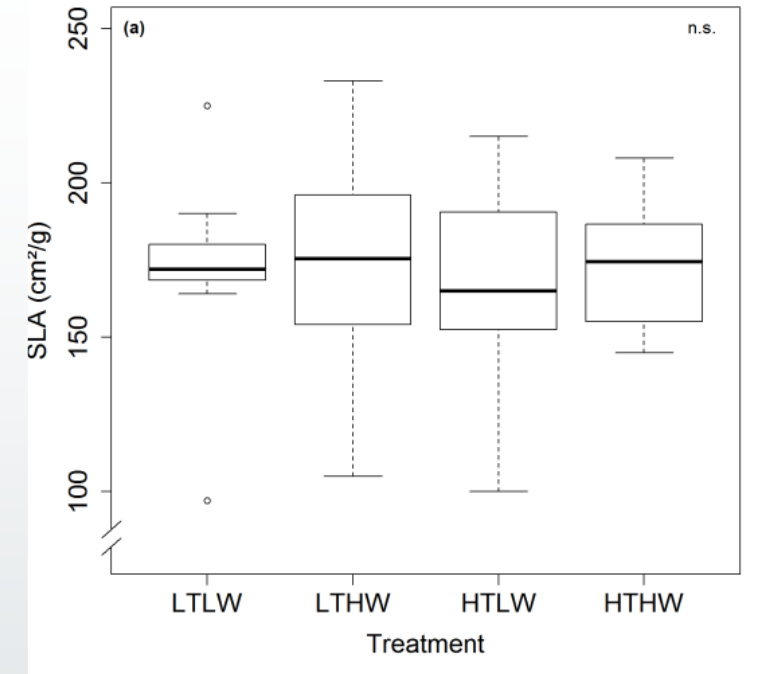
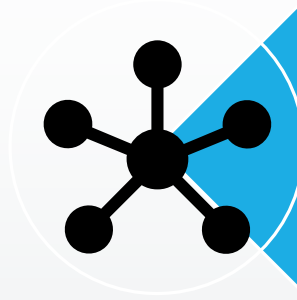


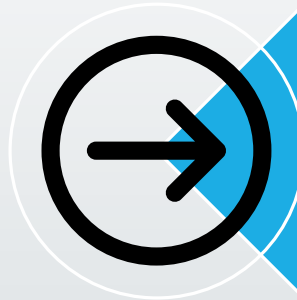
Abb. 10: Spezifische Blattfläche bei der Rotbuche im Gewächshaus (Stiegel & Mantilla-Contreras 2018b:4).

- ➔ Licht-basierte Veränderungen der Blattmerkmale (z.B. Blattschmackhaftigkeit) können die erwartete stärkere Herbivorie in wärmeren Habitaten unterdrücken (Niesenbaum & Kluger 2006)

Experimente



Reduktion der
Komplexität



Kausale
Zusammenhänge



Nicht-Abbildung der
Realität



Wissenschaftliche
Erkenntnisse



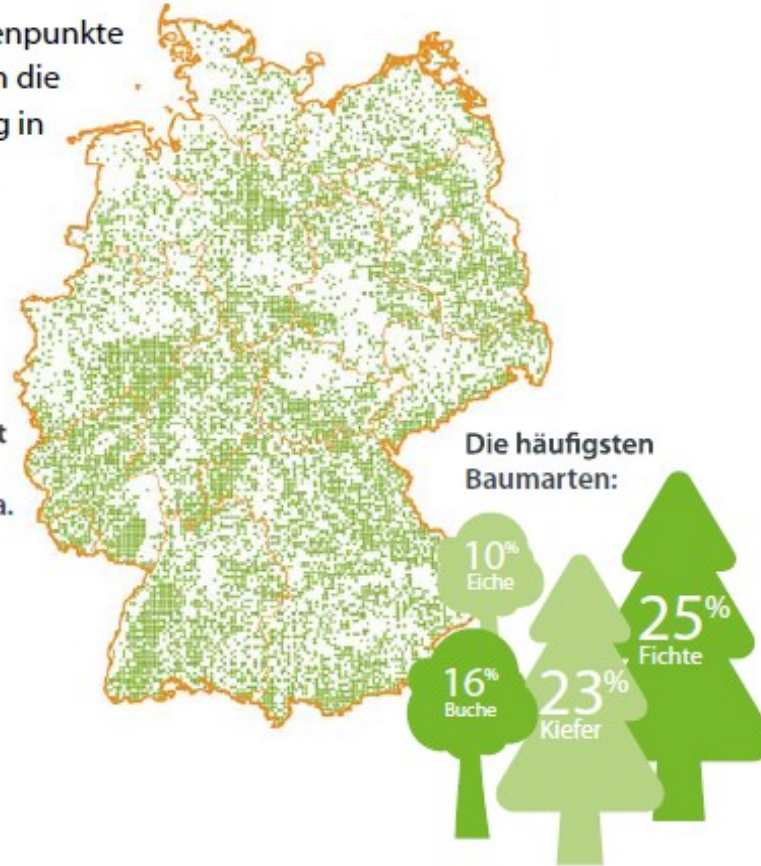
Unterstützung der
Praxis

Waldland Deutschland – Waldfläche konstant

Die Stichprobenpunkte
im Wald zeigen die
Waldverteilung in
Deutschland.

32%

Ein Drittel der
Gesamtfläche ist
bewaldet – das
sind 11,4 Mio. ha.



Die häufigsten
Baumarten:

10%
Eiche

16%
Buche

23%
Kiefer

25%
Fichte

Abb. 11: Walddaten für Deutschland (BMEL 2021:15).

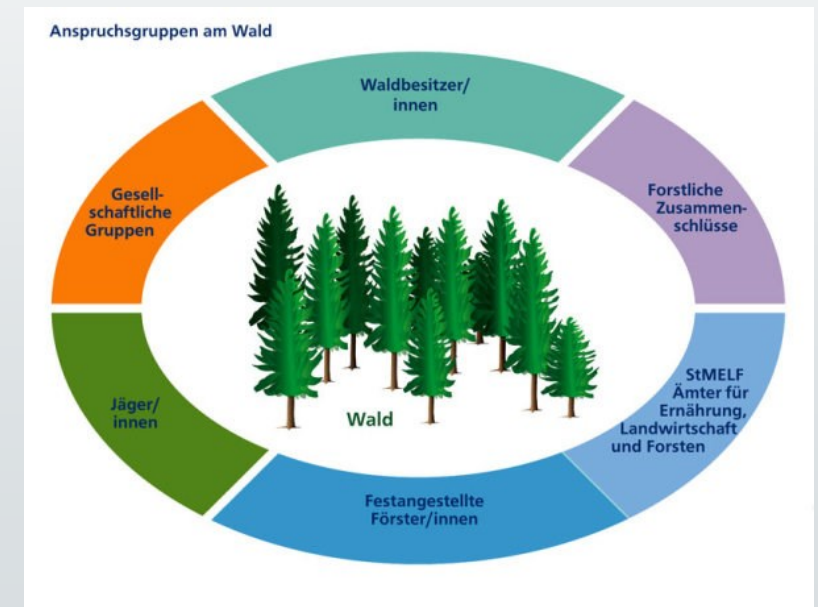
- ➔ Waldfläche mit natürlicher Entwicklung auf 3,1 % Fläche (BMEL 2021:21)

Nachhaltige Waldnutzung

Relevanz von Lichtbedingungen und Pflanzendiversität
für Herbivorie

Konventionelles Forstmanagement beeinflusst die Faktoren durch:

- Monokulturen,
- Durchforstung,
- Ernte großer Bäume und
- Maschineneinsatz.



Wissenschaft-Praxis-Transfer



Abb. 12: Akteur*innen, Prozesse und Kategorien im Transfer (Gonser et al. 2020:17).

► **Transferforschung:** interdisziplinär, partizipativ, kommunikativ

Referenzen

- Afas, N.A., Marron, N. & Ceulemans, R. (2007) Variability in *Populus* leaf anatomy and morphology in relation to canopy position, biomass production, and varietal taxon. *Annals of Forest Science*, 64, 521–532.
- BMEL (2021) Waldbericht der Bundesregierung 2021. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Bonn, 84 Seiten.
- Brunt, C., Read, J. & Sanson, G.D. (2006) Changes in resource concentration and defence during leaf development in a tough-leaved (*Nothofagus moorei*) and soft-leaved (*Toona ciliata*) species. *Oecologia*, 148, 583–592.
- Bussotti, F., Gravano, E., Grossoni, P. & Tani, C. (1998) Occurrence of tannins in leaves of beech trees (*Fagus sylvatica*) along an ecological gradient, detected by histochemical and ultrastructural analyses. *New Phytologist*, 138, 469–479.
- Fortin, M. & Mauffette, Y. (2002) The suitability of leaves from different canopy layers for a generalist herbivore (Lepidoptera: Lasiocampidae) foraging on sugar maple. *Canadian Journal of Forest Research*, 32, 379–389.
- Gonser, M., Zimmer, K., Mühlhäußer, N. & Gluns, D. (2020) Wissensmobilisierung und Transfer in der Fluchtforschung – Kommunikation, Beratung und gemeinsames Forschungshandeln. Münster, New York: Waxmann, 287 Seiten.
- Gossner, M.M., Pašalić, E., Lange, M., Lange, P., Boch, S., Hessenmöller, D., et al. (2014) Differential responses of herbivores and herbivory to management in temperate European beech. *PLOS ONE*, 9, e104876.
- Neves, F.S., Silva, J.O., Espírito-Santo, M.M. & Fernandes, G.W. (2014) Insect herbivores and leaf damage along successional and vertical gradients in a tropical dry forest. *Biotropica*, 46, 14–24.
- Niesenbaum, R.A. & Kluger, E.C. (2006) When studying the effects of light on herbivory, should one consider temperature? The case of *Epimecis hortaria* F. (Lepidoptera: Geometridae) feeding on *Lindera benzoin* L. (Lauraceae). *Environmental Entomology*, 35, 600–606.
- Stiegel S Entling MH & Mantilla-Contreras J (2017). Reading the leaves' palm: leaf traits and herbivory along the microclimatic gradient of forest layers. *PLoS ONE* 12(1), e0169741.
- Stiegel S & Mantilla-Contreras J (2018). Environment vs. plant ontogeny: arthropod herbivory patterns on European beech leaves along the vertical forest gradient of temperate forests in Central Germany. *Insects* 9(1), 9.
- Stiegel S & Mantilla-Contreras J (2018b). Experimental study of environmental effects: leaf traits of juvenile *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*, and *Carpinus betulus* are comparable to leaves of mature trees in upper canopies. *International Journal of Ecology*, 2018(2).
- Stiegel S (2018). Microclimatic effects on Central European deciduous tree species and their interactions with arthropod herbivory (Dissertation, Universität Hildesheim). Universitätsverlag Hildesheim, 181 Seiten.
- Tal, O., Freiberg, M. & Morawetz, W. (2008) Micro-climatic variability in the canopy of a temperate forest. In *Canopy arthropod research in Europe* (ed. by Floren, A. & Schmidl, J.). Bioform Entomology, Nürnberg, Germany, Seite 49–59.
- UBA (2022) Nachhaltige Waldwirtschaft. Umweltbundesamt. URL: www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/nachhaltige-waldwirtschaft#die-vielfaltigen-funktionen-des-waldes (Zugriff: 2.6.22).

Danke für die Aufmerksamkeit!

