Wissenschaftliche Erkenntnisse zu Naturwäldern und ihre Bedeutung für die naturnahe Waldwirtschaft

Yvonne Bohr

Naturwald Akademie

Übersicht

- **Die Bedeutung naturnaher Wälder**
- **Die Situation in Deutschland**
- **Alte Grundsätze und aktuelle Erkenntnisse**
- **Wald in Zukunft - Was könnte der Wald, wenn man ihn ließe?**

Die Bedeutung naturnaher Wälder

Der Klimawandel und der Verlust der Artenvielfalt sind die größten Herausforderungen, denen sich die Menschheit stellen muss.

Klimawandel und Biodiversität: Die Hälfte aller Insekten und Pflanzen könnte grossflächig verschwinden

6. Mai 2019

Die derzeitigen Klimaschutzziele reichen nicht aus, um die Erderwärmung auf unter 2 Grad zu begrenzen. Laut einer neuen Studie werden deshalb viele Tiere und Pflanzen grosse Teile ihres Verbreitungsgebiets verlieren.

Der massive Verlust der Biodiversität ist für den Menschen so bedrohlich wie der Klimawandel

Der Abschlussbericht der Vereinten Nationen warnt vor dem Versagen beim Schutz der Ökosysteme und vor katastrophalen Folgen für Mensch und Natur.

Dramatischer Uno-Bericht

Eine Million Arten vom Aussterben bedroht

"Die Gesundheit der Ökosysteme verschlechtert sich schneller als je zuvor", warnen Uno-Experten. Ihr neuer Bericht zum Artensterben zeigt: Der Mensch droht als Verursacher des sechsten Massensterbens in die Geschichte einzugehen.

Artensterben so gefährlich wie der Klimawandel

Erstmals seit 14 Jahren hat der Weltbiodiversitätsrat die Lage der globalen Artenvielfalt beurteilt. Die Ergebnisse sind demnach alarmierend.

29. April 2019, 12:07 Uhr / Quelle: ZEIT ONLINE, dpa, miz / 208 Kommentare

Quellen: Die Zeit, Spiegel Online, NZZ, Deutsche Welle

Weltbiodiversitätsrat: Bericht zum Zustand der Artenvielfalt

3 Jahre, 150 Experten aus 50 Ländern 15.000 Quellen analysiert, 250 weitere Fachleute befragt

Wälder:

- Ausdehnung der temperaten und borealen Wälder durch Renaturierung als auch durch Anbau von Monokulturen

→ sehr unterschiedliche Konsequenzen für die Biodiversität

- Alte Wälder zählen zu den ganz besonders empfindlichen Ökosystemen.

Das „Globale Assessment“ des Weltbiodiversitätsrates IPBES

Die umfassendste Beschreibung des Zustands unserer Ökosysteme und ihrer Artenvielfalt seit 2005 – Chancen für die Zukunft

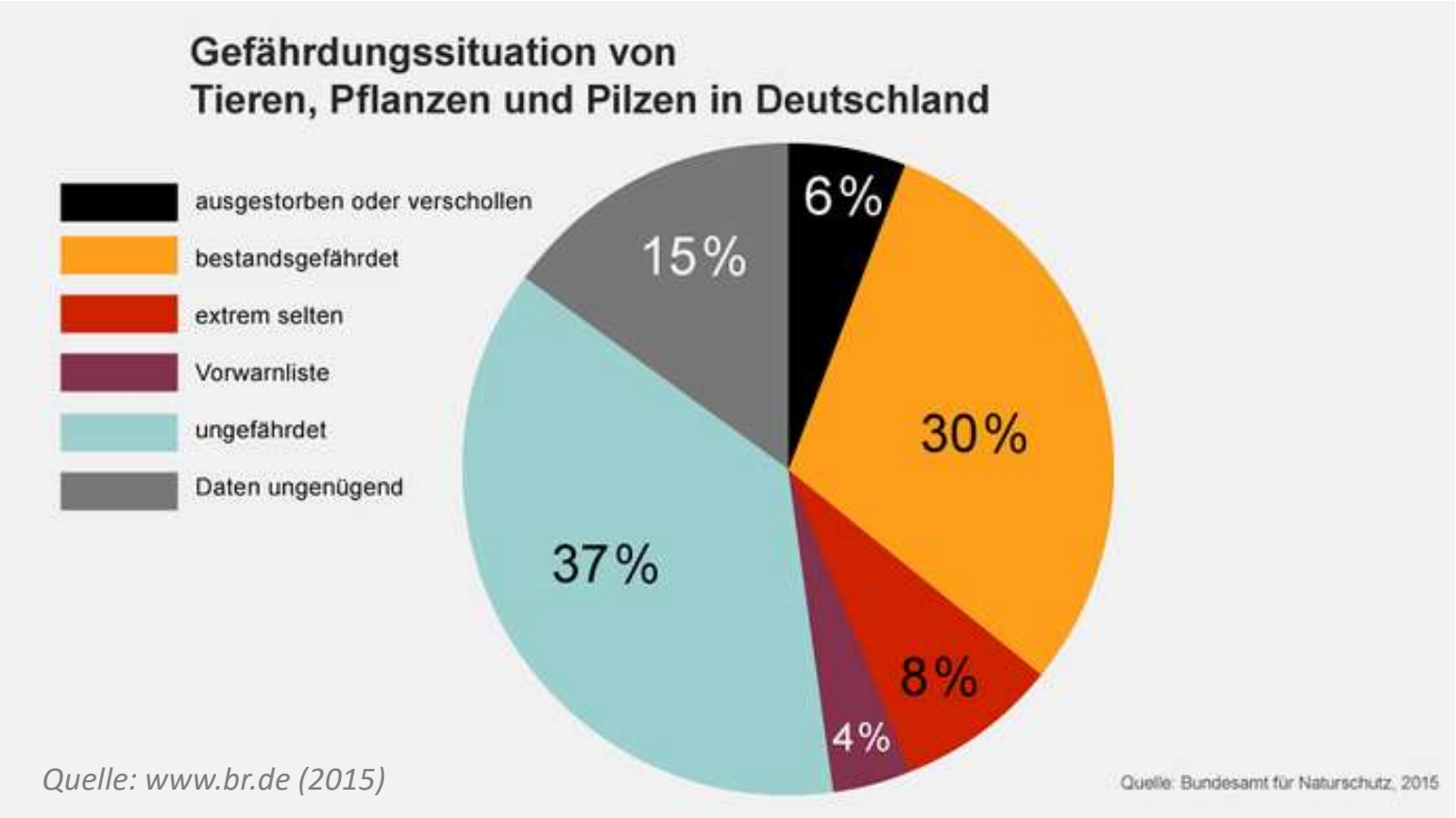
Auszüge aus dem “Summary for policymakers” (SPM)*
Stand 6. Mai 2019

→ www.ipbes.net/ipbes7

Quelle: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (2019).

Ausgewählte Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDG)	Ausgewählte Teil-Ziele (abgekürzt)		Status quo und Trends bzgl. Beitrag von Ökosystemleistungen zur Erreichung ausgewählter Ziele*	
			Wenig/rückläufige Unterstützung	Partielle Unterstützung
15 LIFE ON LAND Leben an Land	15.1	Land- und Süßwasserökosysteme erhalten		
	15.2	Nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder fördern		
	15.3	Wüstenbildung bekämpfen / degradierte Böden revitalisieren		
	15.4	Bergökosysteme erhalten		
	15.5	Verschlechterung natürlicher Lebensräume und Artenschwund verringern		
	15.6	Die sich aus der Nutzung genetischer Ressourcen ergebenden Vorteile gerecht aufteilen		
	15.7	Handel mit geschützten Tier- und Pflanzenarten beenden		
	15.8	Einschleppung gebietsfremder Arten verhindern / Auswirkungen reduzieren		
		Ökosystem- und Biodiversitätswerte in nationale/lokale Planungen		

Bedeutung von Wäldern für den Schutz der Biodiversität



Quelle: www.br.de (2015)

- Unsere Wälder sind Lebens- und Rückzugsraum für bis zu 14.000 Tier- und 6.000 Pflanzenarten.
- hohe Biodiversität → höhere Stabilität; weniger anfällig für Störungen wie Wetterextreme oder Schadinsekten
- Biodiversität bedeutet mehr als Arten*reichtum* !!

Bedeutung von Wäldern für den Schutz der Biodiversität

Anteil bedrohter Waldbaumarten an der Gesamtzahl von Waldbaumarten

Deutschland auf Platz 13 von 19 europäischen Ländern!

Country	Threatened forest tree species in % of total number of forest trees
Bulgaria	0.0%
Liechtenstein	0.0%
Lithuania	0.0%
Italy	1.7%
Belarus	1.9%
Spain	2.0%
Slovenia	2.7%
Croatia	4.4%
Czech Republic	5.4%
Switzerland	6.5%
Estonia	7.4%
Belgium	8.0%
Germany	8.8%

Quelle: FOREST EUROPE (2015). State of Europe's Forests 2015.

Weltklimarat: Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung

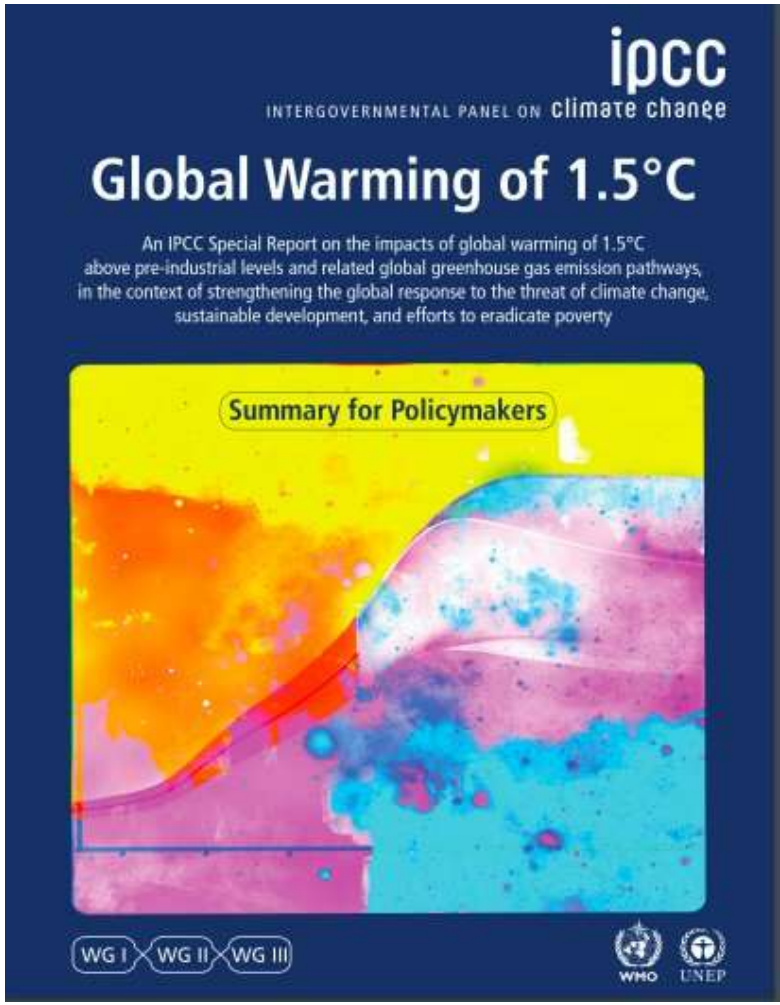
Strategien gegen den Klimawandel (IPCC)

8. Oktober 2018

- Einsatz von „Low-Regret-Strategien“!

  V.a. **Wälder**, auch wegen ihrer Vorteile für Biodiversität, Bodenqualität und lokale Ernährungssicherheit

- Radikale Emissionsreduktionen und **Wiederherstellung von Ökosystemen** statt Geoengineering-Ansätze



Quelle: IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C.

Der Klimawandel und der Verlust der Artenvielfalt sind die größten Herausforderungen, denen sich die Menschheit stellen muss.

„Die Ökosysteme zu stabilisieren und die Vielfalt des Lebens auf unserem Planeten zu erhalten, ist fundamental für Gesundheit und Wohlergehen der Menschheit.“

Anne Larigauderie, Exekutivsekretärin des Weltbiodiversitätsrates (IPBES), 2017

Naturnahe Wälder

Ökologische Integrität (Intaktheit der natürlichen Eigenschaften und Funktionen des Ökosystems)

- Selbstorganisationsfähigkeit
  - eigenständige Produktion der Ökosystemstrukturen (Selbstproduktion)
  - Selbstregulation von Strukturen und Prozessen
  - Fähigkeit nach Störungen in den Ausgangszustand zurückzukehren
  - Fähigkeit zur strukturellen Anpassung an veränderliche Umweltbedingungen

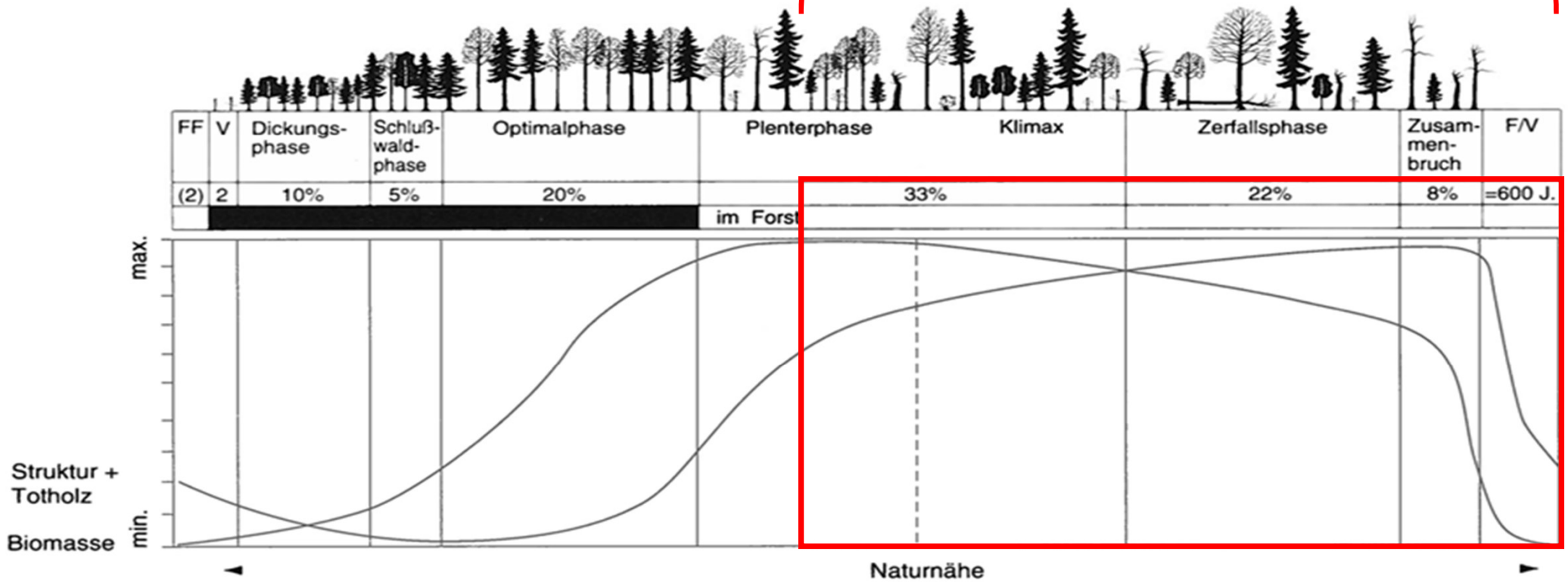
- Natürliches Störungsregime: In mitteleuropäischen Laubmischwäldern führen natürlicherweise vor allem Stürme, Pilz- und Insektenbefall zur Ausbildung von kleinflächigen Lücken
  → *„Fläche einer Altbuchenkrone“, 61-64 m^2/max. 300 m^2 (Meyer & Schmidt 2008); < 200 m^2 (Hobi 2015)*

- Wichtiger Treiber für die Biodiversität: das Störungsregime, vor allem Pionier- und Altwaldphasen sowie die Kontinuität von waldökosystemaren Abläufen (Zeit als wertbestimmender Faktor)

- Ohne Einfluss des Menschen folgen Wälder ihren eigenen Regeln!

Naturnahe Wälder

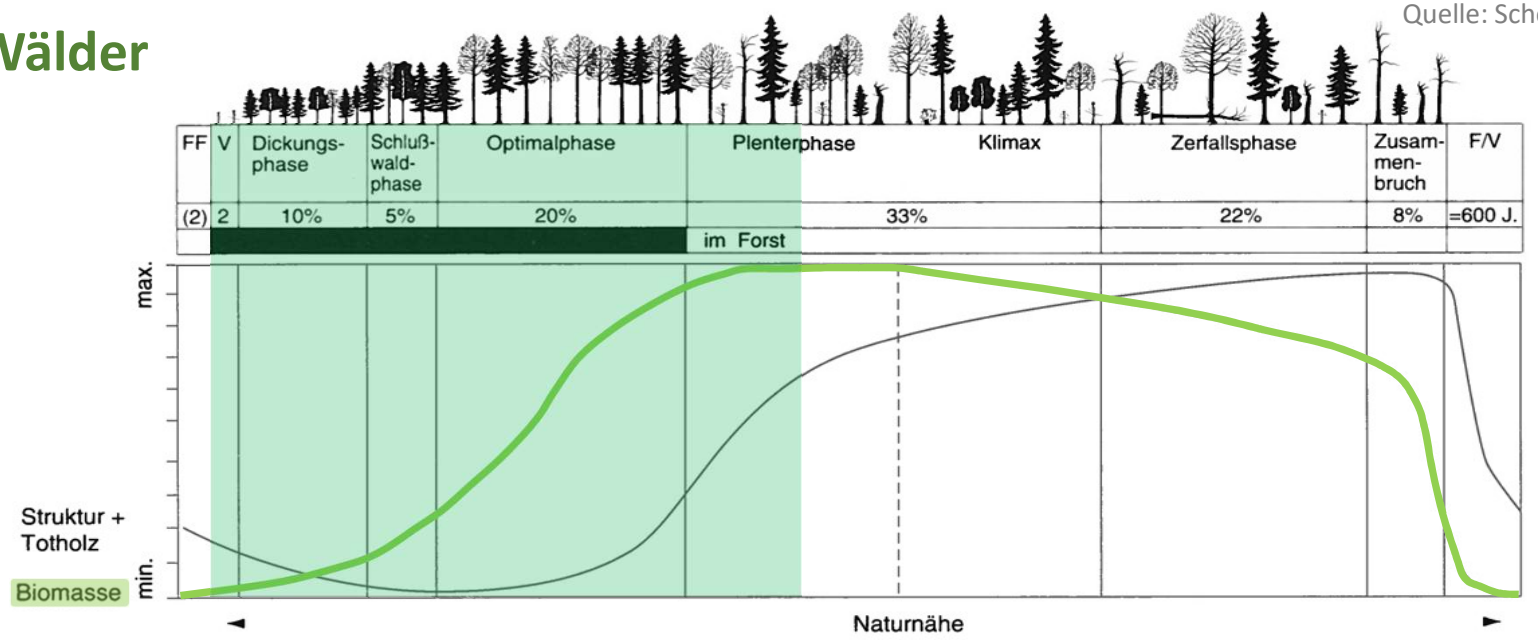
fehlen im Wirtschaftswald

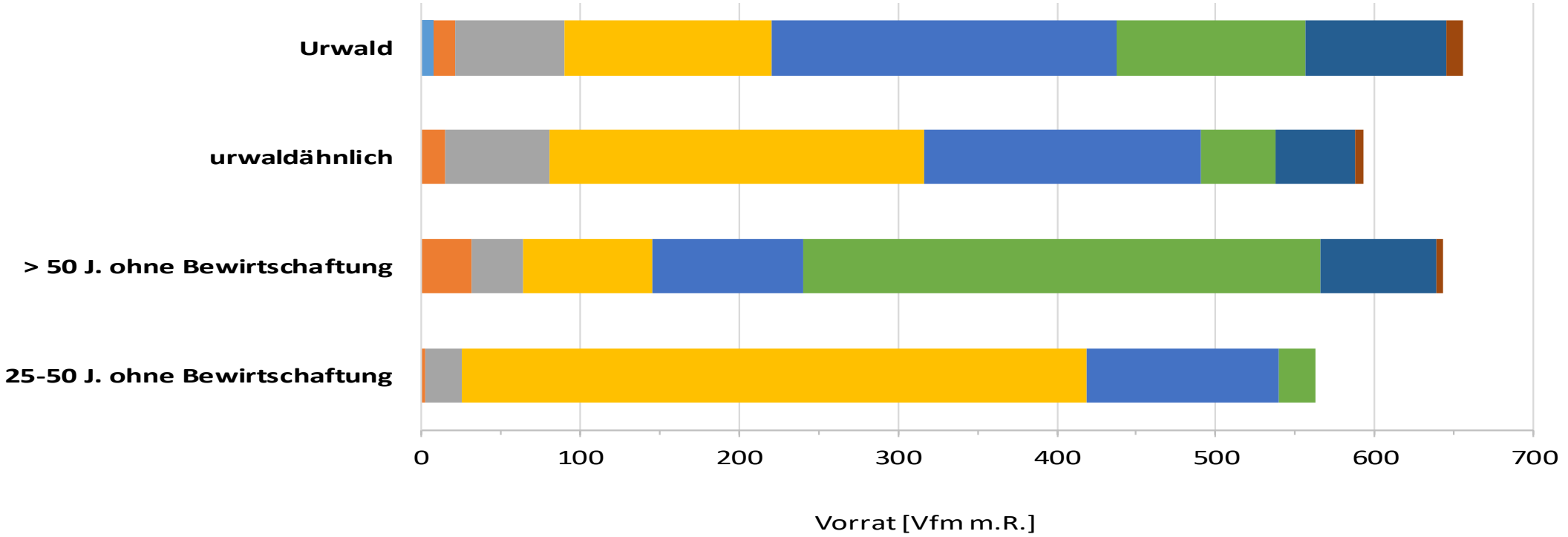


Quelle: Scherzinger (1996)

Naturnahe Wälder

Quelle: Scherzinger (1996)





Quelle: Naturwald Akademie gGmbH (2018)

Vorwald
Dickungsphase
Schlußwaldphase
Optimalphase
Plenterphase
Klimaxphase
Zerfallsphase
Zusammenbruchsphase

Die Situation in Deutschland

Der Alternative Waldzustandsbericht 2018

Beweggründe:

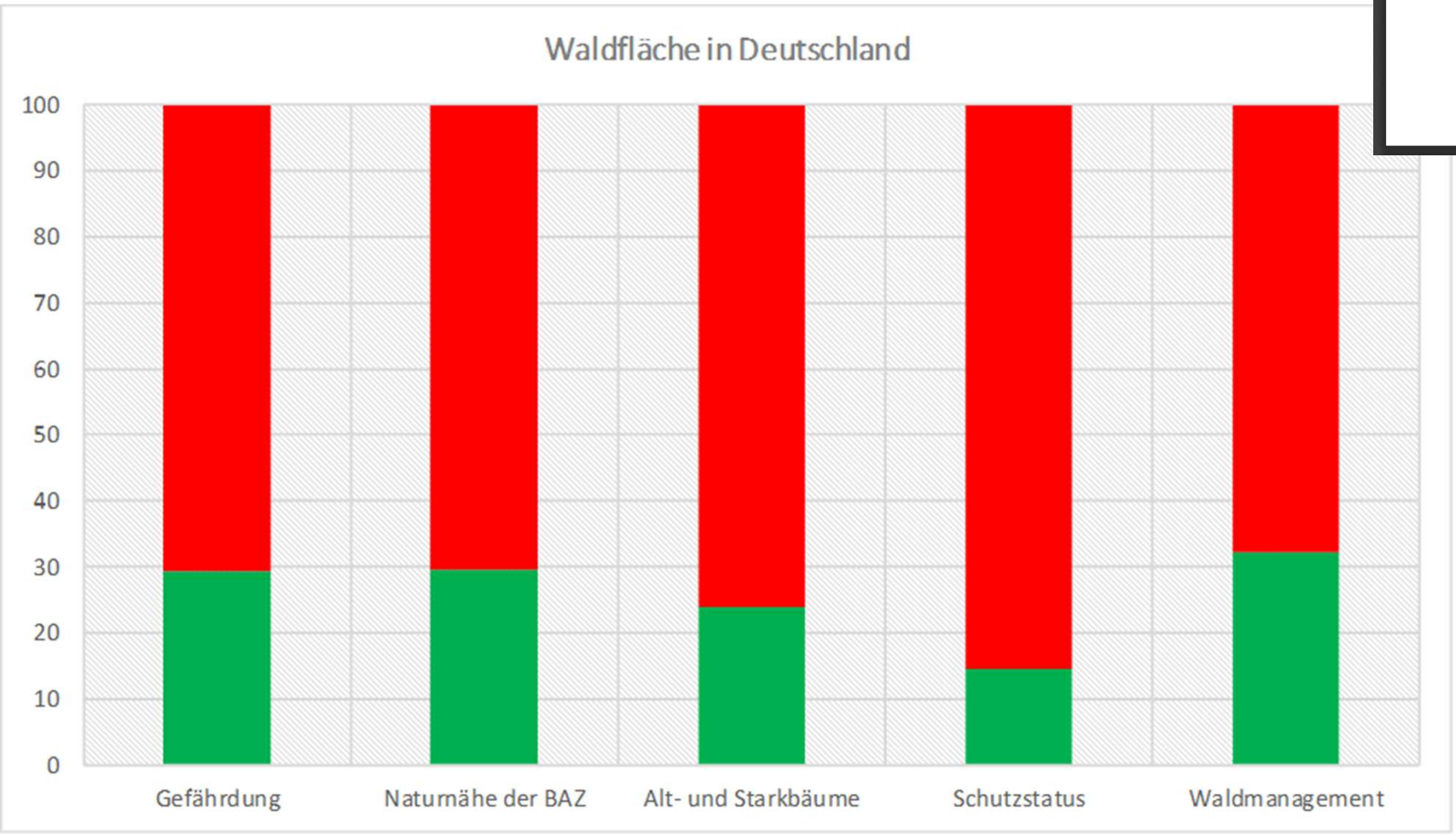
- *„Der Wald in Deutschland ist in einem guten Zustand. Dies ist das Ergebnis waldbaulichen Handelns vieler Waldeigentümer und Förster und das Ergebnis einer Waldpolitik, die auf Balance, Nachhaltigkeit und auf Verantwortung setzt.“ (BMEL 2018)*
- *Seit über zwei Jahrzehnten ist das Ziel vieler Waldbaurichtlinien, naturnahe Dauerwaldstrukturen zu entwickeln.*
- *Wald ist nicht gleich Wald. Waldtypen unterscheiden sich z.B. in ihren ökologischen Prozessen, Standortfaktoren und Vegetationsstrukturen.*
- *Bei der Ausweisung von Schutzflächen sollte der Zustand von Ökosystemen und besonders Kriterien wie Gefährdung und Repräsentativität eine wichtige Rolle spielen.*
- *„Intakte Waldökosysteme sind ein Schlüsselfaktor für die Abschwächung des Klimawandels und des Biodiversitätsverlustes und unterstützen daher das Erreichen der Ziele für nachhaltige Entwicklung.“ (Watson et al. 2018)*

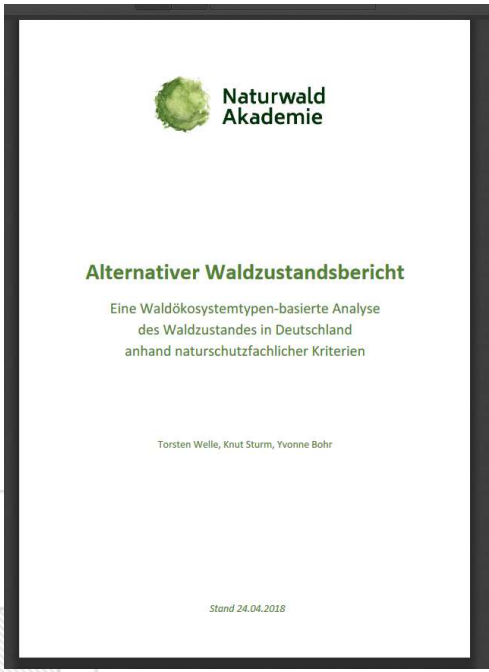
Ziel der Studie:

Naturschutzfachliche Bewertung des Zustandes der 22 Waldökosystemtypen Deutschlands, **basierend auf den BWI-3-Daten** und **in Referenz zu ihrem potentiellen natürlichen Zustand.**

Der AWZB 2018

Gesamtergebnis für Deutschland

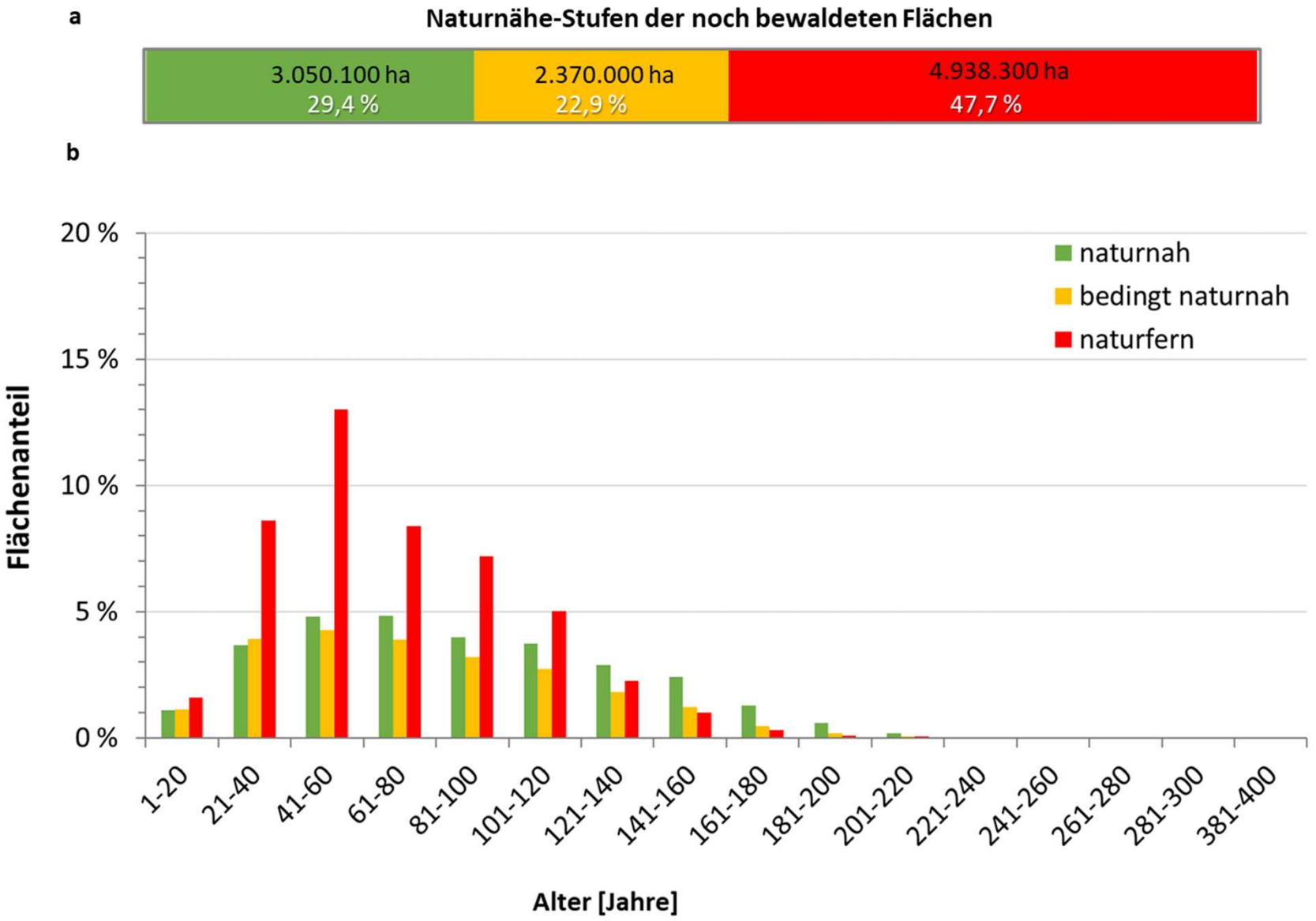




Quelle: Welle et al. (2018)

Der AWZB 2018

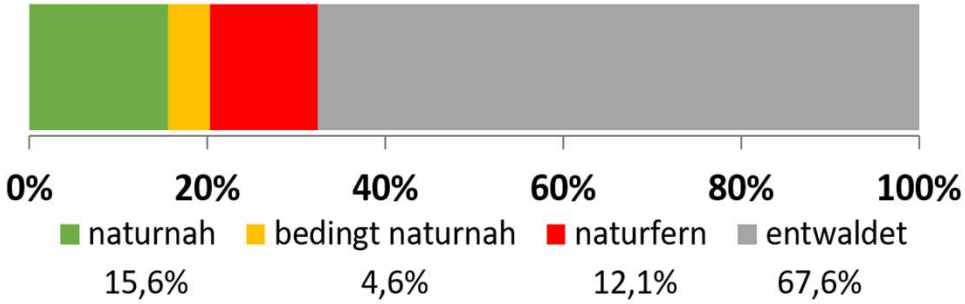
Gesamtergebnis für Deutschland



Quelle: Welle et al. (2018)

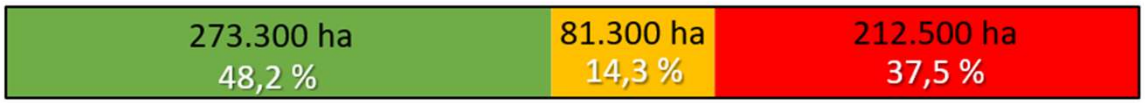
Der AWZB 2018

„Basen- und kalkreicher Buchenmischwald“

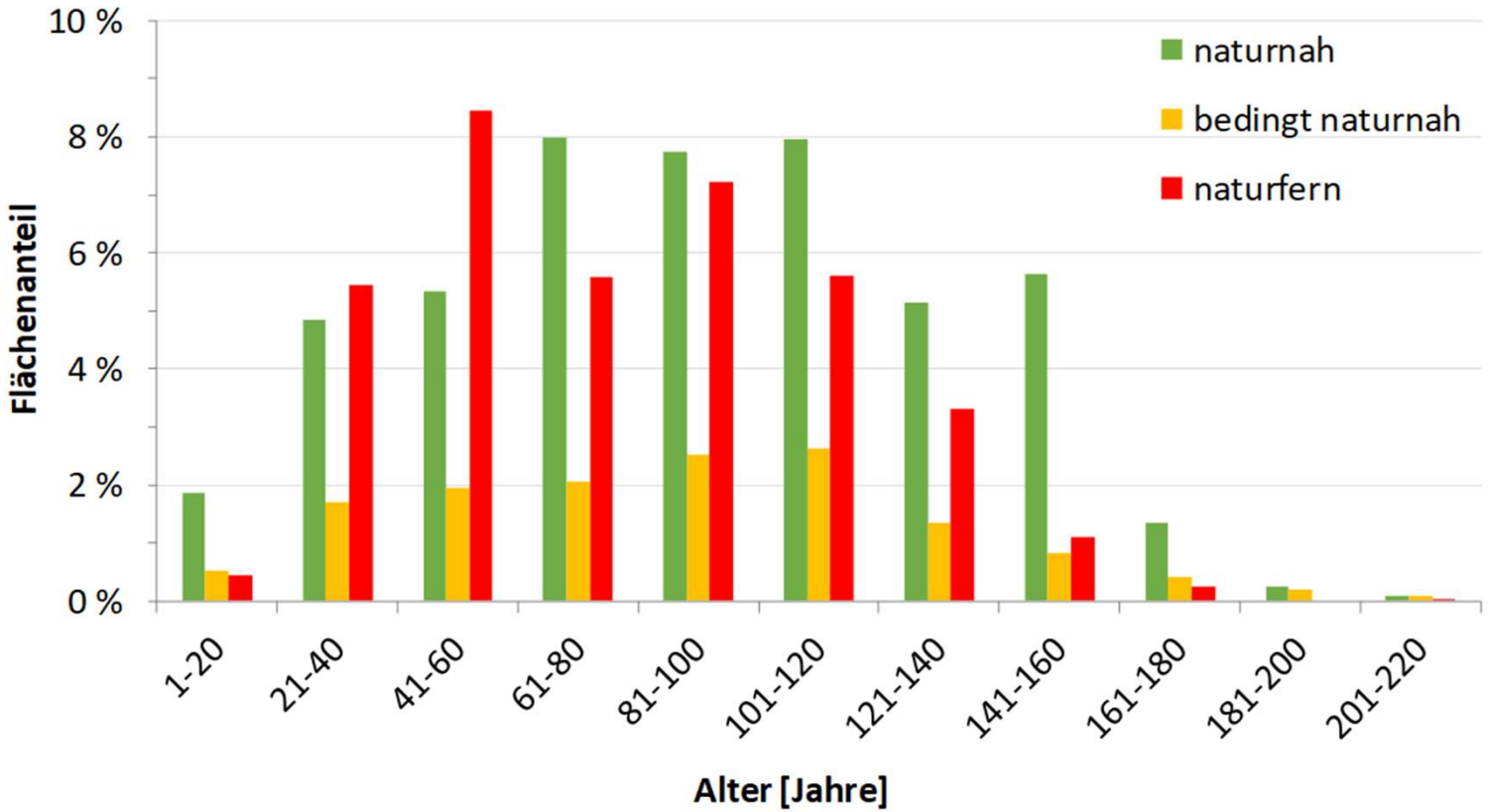


a

Naturnähe-Stufen der noch bewaldeten BK-Bu-Flächen



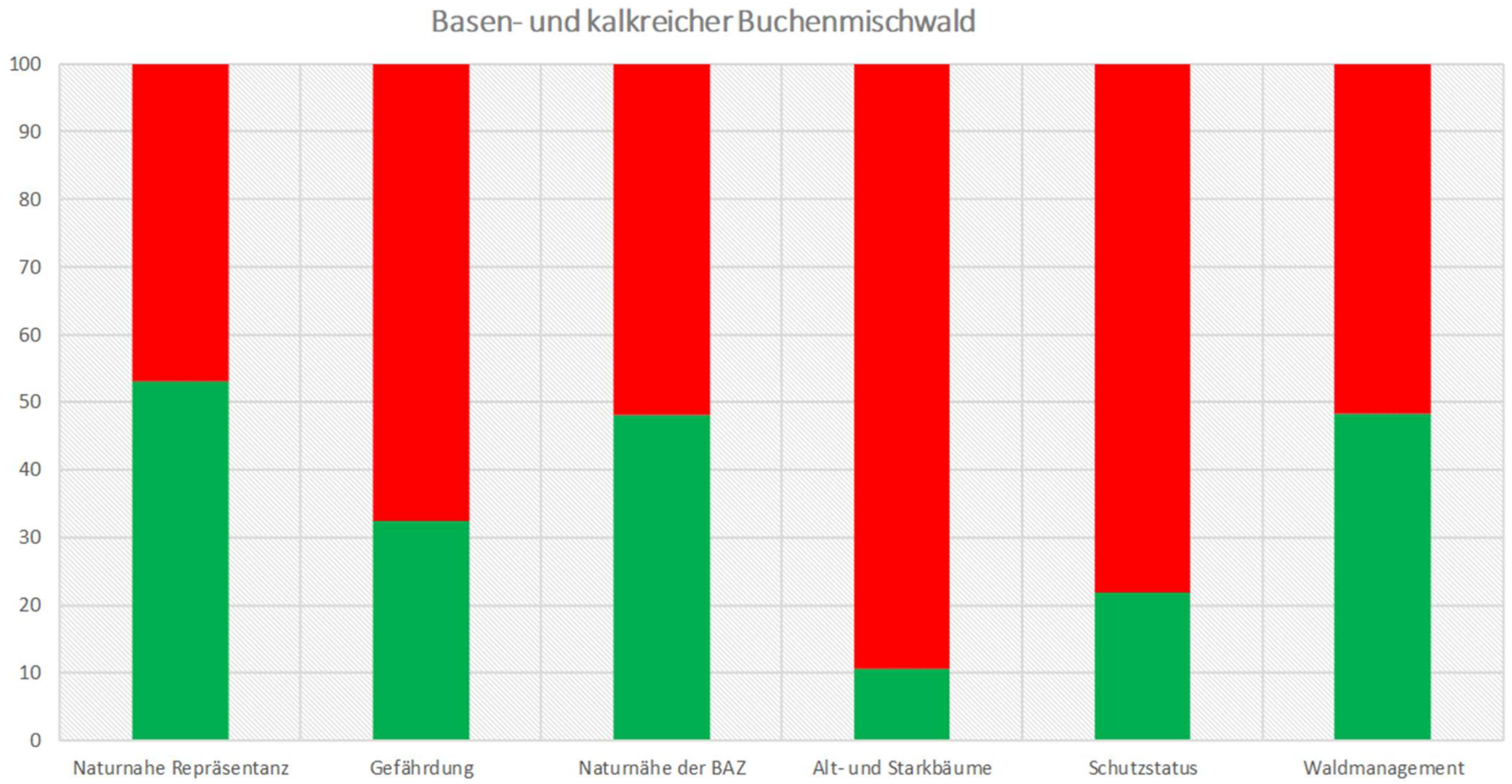
b



Quelle: Welle et al. (2018)

Der AWZB 2018

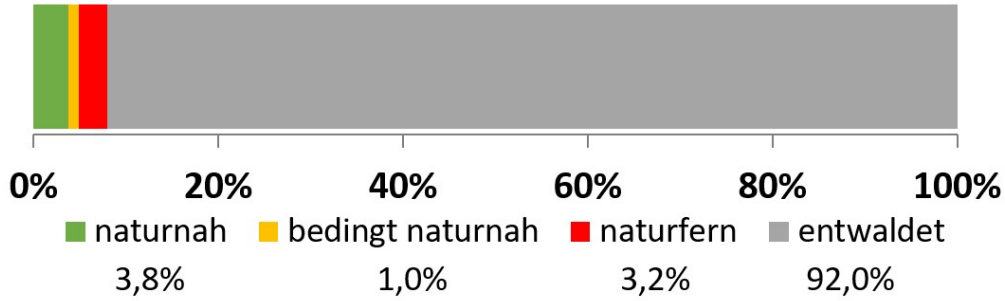
„Basen- und kalkreicher Buchenmischwald“

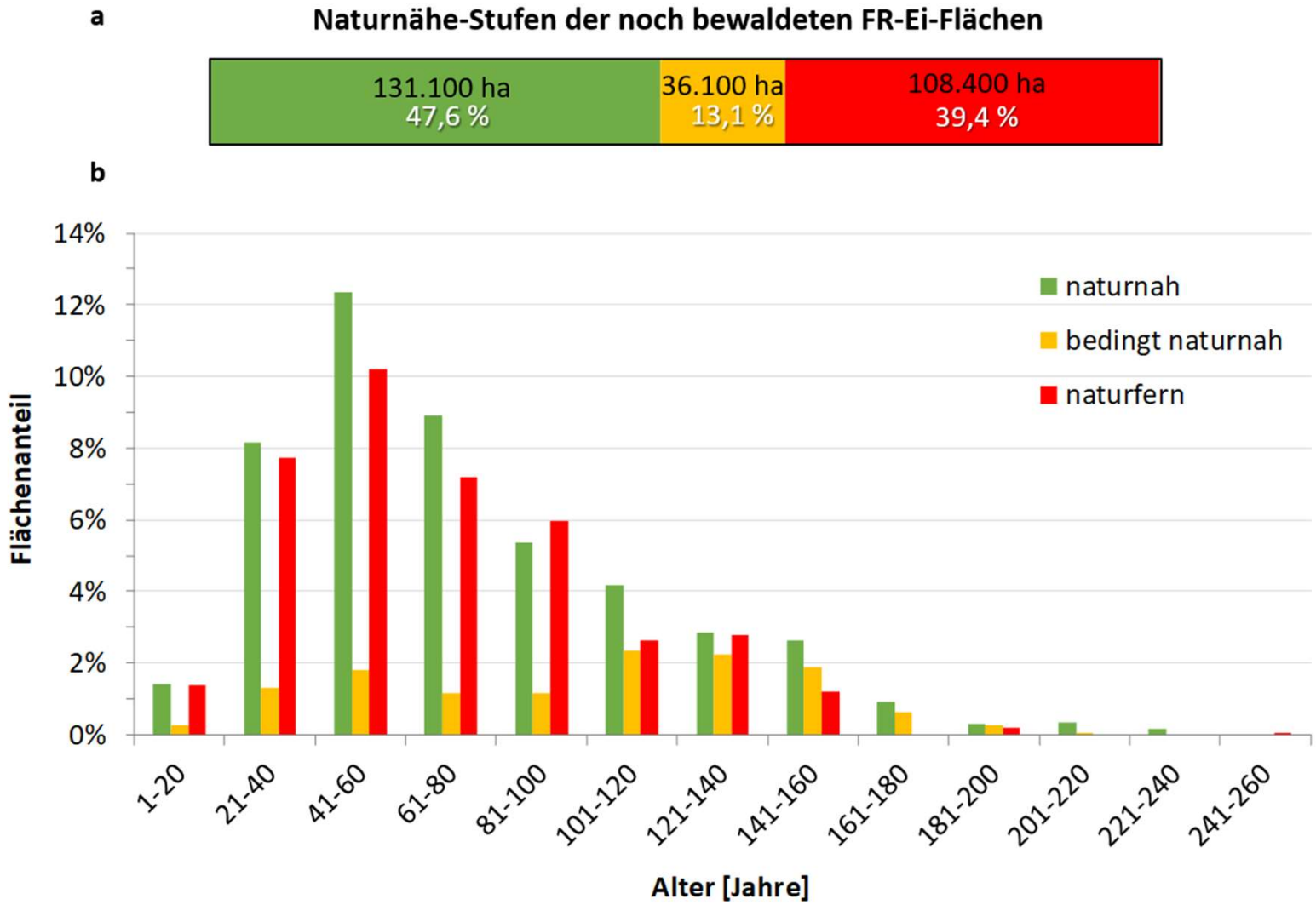


Quelle: Welle et al. (2018)

Der AWZB 2018

„Feuchter reicher Eichenmischwald “

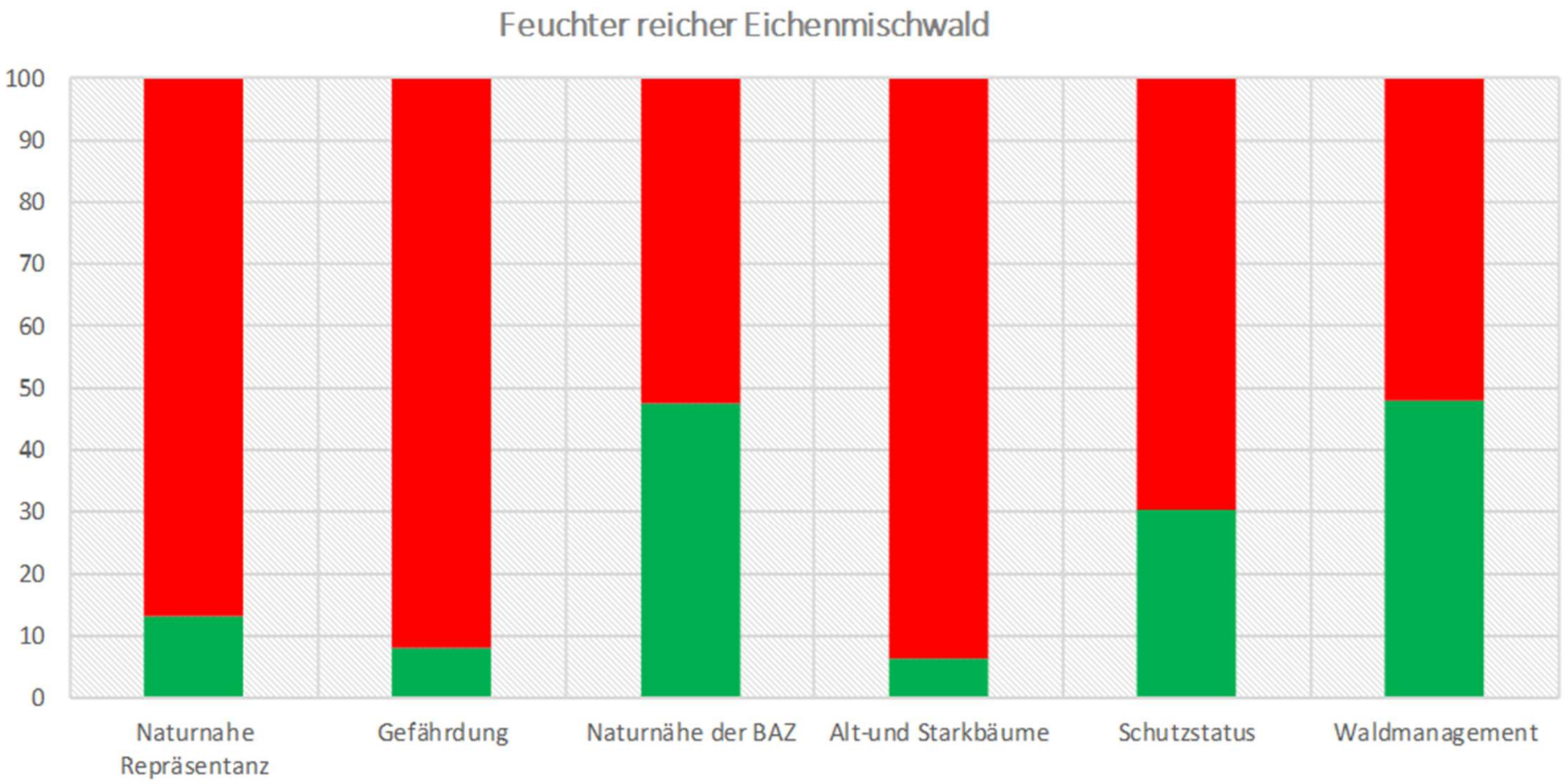




Quelle: Welle et al. (2018)

Der AWZB 2018

„Feuchter reicher Eichenmischwald “

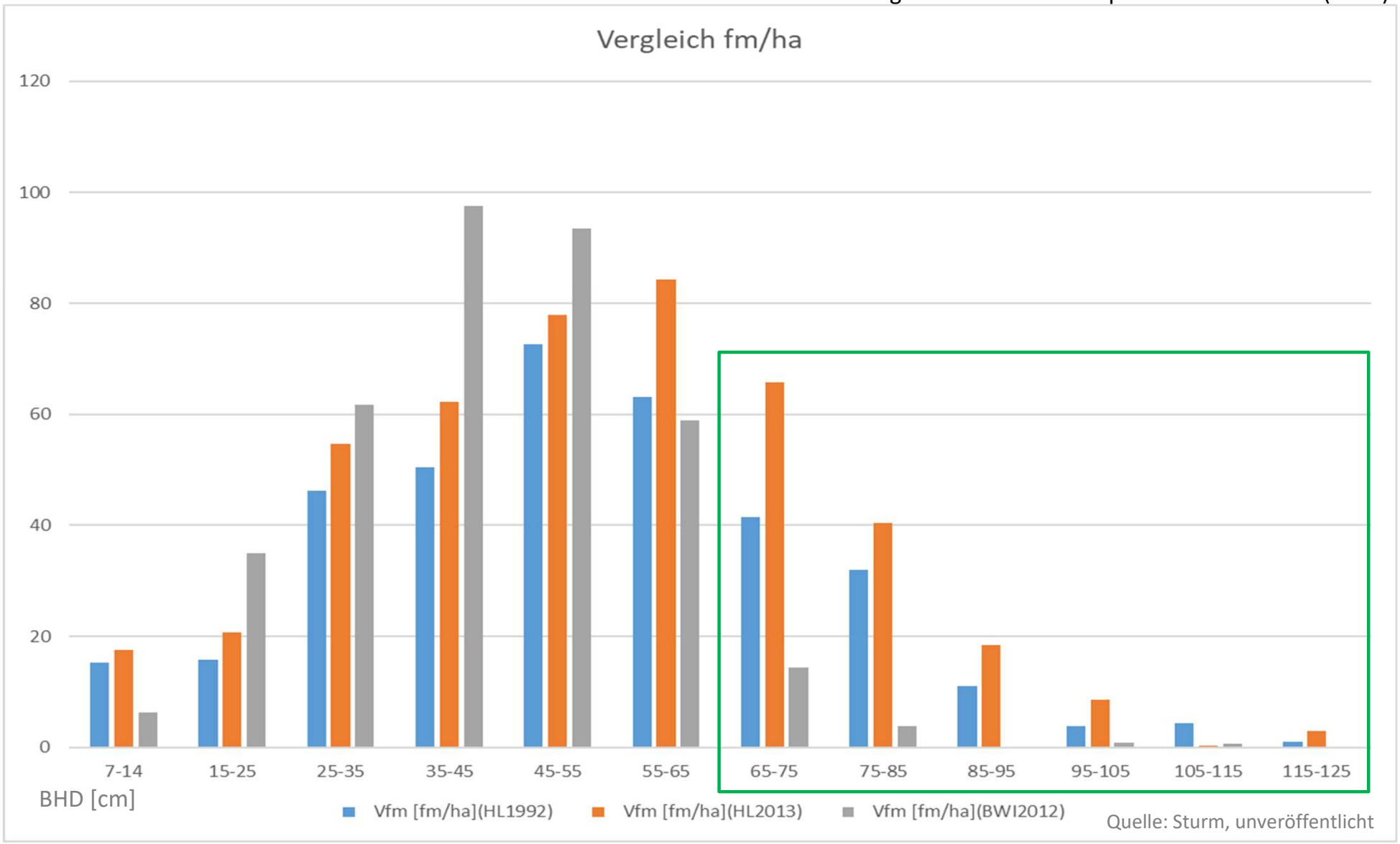


Quelle: Welle et al. (2018)

Der AWZB 2018 – die Ergebnisse könnten anders aussehen:

Vergleich Vorrat/ha nach Stärkeklassen zw. Stadtwald Lübeck* und BWI-3 in naturnahen Beständen des „Mesophilen Buchenmischwaldes“

*1992 vor Einführung des Lübecker Konzepts und 10 J. danach (2013)



Quelle: Sturm, unveröffentlicht

Alte Grundsätze und aktuelle Erkenntnisse

Alte Grundsätze

- Alte natürliche Wälder speichern keinen Kohlenstoff, denn der Kohlenstoff-Fluss in Naturwäldern befindet sich im Gleichgewicht. (Theorie von Odum 1969)
- Junge Wälder haben höheren Zuwachs als ältere Wälder.
- Bewirtschaftete Wälder sind besser für die Kohlenstoffbindung als Naturwälder.
- Das Wachstum von Mischbeständen entspricht der Summe der jeweiligen Reinbestände.
- Bestandespflege und Durchforstung fördern die Gesamtwuchsleistung.

Entspricht das den aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen?

Waldfläche vs. Waldzustand

nature ecology & evolution

PERSPECTIVE

https://doi.org/10.1038/s41559-018-0490-x

The exceptional value of intact forest ecosystems

James E. M. Watson[1,2,15*], Tom Evans[2,15], Oscar Venter[3], Brooke Williams[1,2], Ayesha Tulloch[1,2], Claire Stewart[1], Ian Thompson[4], Justina C. Ray[5], Kris Murray[6], Alvaro Salazar[1], Clive McAlpine[1], Peter Potapov[7], Joe Walston[2], John G Robinson[2], Michael Painter[2], David Wilkie[2], Christopher Filardi[8], William F. Laurance[9], Richard A. Houghton[10], Sean Maxwell[1], Hedley Grantham[1,2], Cristián Samper[2], Stephanie Wang[2], Lars Laestadius[11], Rebecca K. Runting[1], Gustavo A. Silva-Chávez[12], Jamison Ervin[13] and David Lindenmayer[14]

Watson et al. 2018. The exceptional value of Intact Forest Ecosystems. NATURE EcolEvol

- **Hintergrund:** Klimawandeldiskussion – häufig ist nur die Waldfläche im Fokus, nicht der Zustand.
- **Untersuchung:** *Metastudie* – Herrscht in intakten Wäldern eine außergewöhnliche Ansammlung global signifikanter Umweltwerte im Gegensatz zu menschlich beeinflussten Wäldern?
- **Ergebnis**: Je stärker die Eingriffe, desto stärker verringert sind ökologische Schlüsselfunktionen. Intakte Wälder sind unverzichtbar bei der Abschwächung des Klimawandels und des Biodiversitätsverlustes, denn sie stellen entscheidende Ökosystemdienstleitungen bereit.

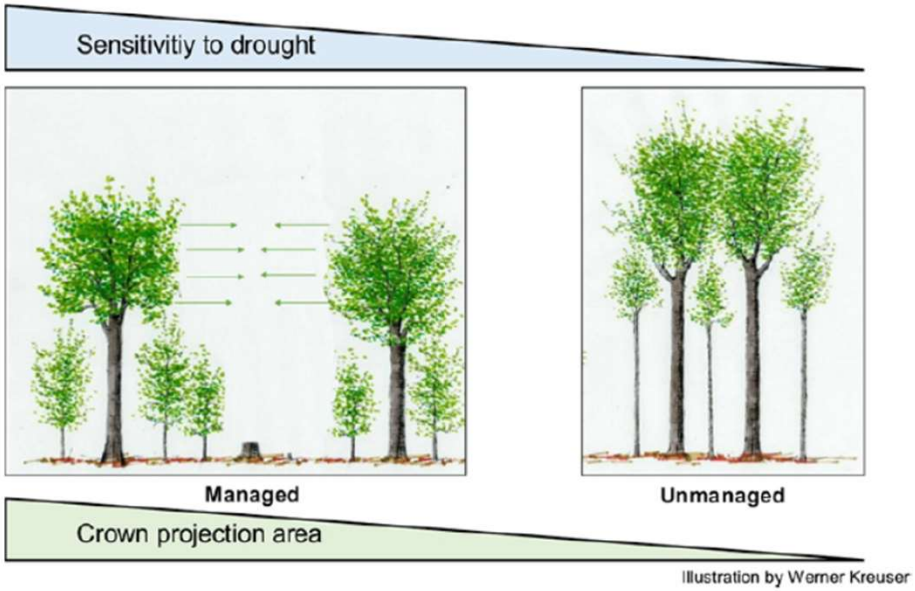
Fazit: Der Schutz intakter Wälder sichert äußerst wichtige ökologische Funktionen, i.d.R. zu geringen Kosten.

Auswirkungen von Durchforstung

- **Hintergrund:** Übliche Bewirtschaftungspraxis ist die Reduktion der Stammdichte zur Zuwachs-Maximierung bei Zielbäumen.

- **Untersuchung:** Durchmesserwachstum der vergangenen 20 Jahre in kürzlich durchforsteten, > 20 J. und > 50 J. unbewirtschafteten Buchenbeständen

- **Ergebnis:** Ausdünnen der Bestände soll u.a. die Wasserversorgung der einzelnen Bäume verbessern → Bäume reagieren jedoch mit größerem Kronenwachstum → erhöhter Wasserbedarf → Stress bei trockenen Bedingungen → reduziertes Durchmesserwachstum



Mausolf et al. 2018. Higher drought sensitivity of radial growth of European beech in managed than in unmanaged forests. Sci Total Envir

Fazit: Durchforstung kann zu erhöhtem Trockenstress und verringertem Zuwachs in Trockenperioden führen. Weitere, bislang unbekannte Einflüsse von Bewirtschaftung auf die Widerstandsfähigkeit von Waldbäumen denkbar. Im Klimawandel kann dies ihre Resistenz schwächen.

Effekte von Durchforstung

Journal of Applied Ecology

British Ecological Society

Journal of Applied Ecology 2012, **49**, 1306–1315 doi: 10.1111/j.1365-2664.2012.02196.x

Competition response of European beech *Fagus sylvatica* L. varies with tree size and abiotic stress: minimizing anthropogenic disturbances in forests

A. Fichtner[1]*, K. Sturm[2], C. Rickert[1], W. Härdtle[3] and J. Schrautzer[4]

[1]*Institute for the Conservation of Natural Resources, University of Kiel, Olshausenstr. 75, 24118, Kiel, Germany;* [2]*Community Forest Lübeck, Kronsforder Hauptstraße 80, 23560, Lübeck, Germany;* [3]*Institute of Ecology, University of Lüneburg, Scharnhorststr. 1, 21335, Lüneburg, Germany; and* [4]*Institute for Ecosystem Research, University of Kiel, Olshausenstr. 75, 24118, Kiel, Germany*

Fichtner et al. 2012. Competition response of European beech Fagus sylvatica *L. varies with tree size and abiotic stress - minimizing anthropogenic disturbances in forests. J Appl Ecol*

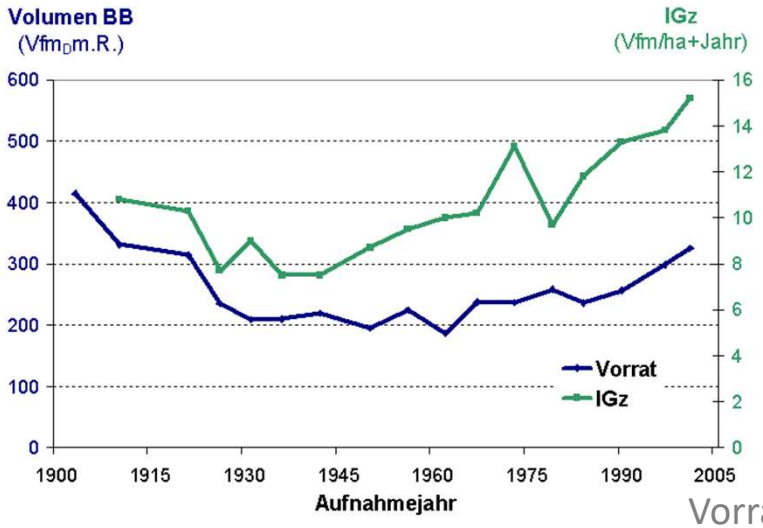
- **Hintergrund:** Forstwirtschaftliche Eingriffe können Interaktionen zwischen Bäumen verändern und dadurch die Struktur und Zusammensetzung von Wäldern beeinflussen. Wissen über Effekte von kompetitivem und abiotischem Stress bei Bäumen ist begrenzt.

- **Untersuchung:** Grundflächenzuwachs von 1819 Buchen der Kronenschicht (aus Inventurdaten)

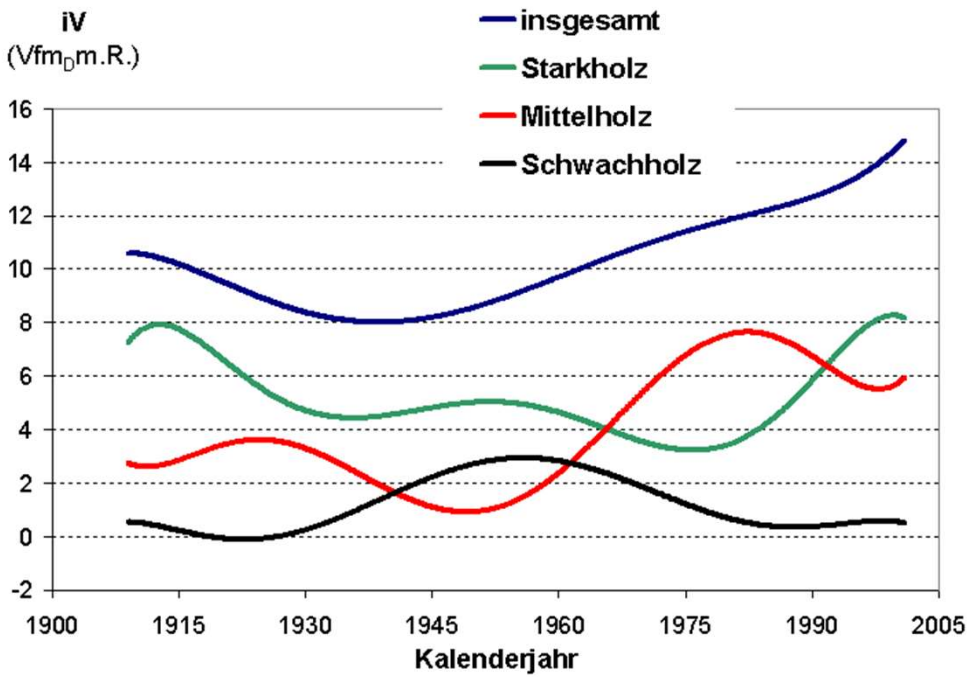
- **Ergebnis**: Geringste Reaktion auf Änderung in der Konkurrenzsituation bei starken Bäumen auf guten Standorten und bei schwachen Bäumen auf schlechten Standorten. Zuwachs von Buchen > 40 cm BHD auf guten Standorten ist kaum von Konkurrenz beeinflusst. → Entnahme von Bedrängern bedeutet hier starken Verlust im Vorrat und die Gefahr von Schlagschäden.

Fazit: Effekte von Konkurrenz folgen keinem einheitlichen Muster, sondern sind abhängig vom Alter der Bäume und der Ressourcenverfügbarkeit. → Anpassung der Durchforstung

Zuwachs an Starkholz



Vorrat und Zuwachs



Volumenzuwachs nach Stärkeklassen

Lenk & Kenk 2007. Langfristiges Wachstum Schwarzwälder Plenterwälder. AFZ

- **Hintergrund:** Schwarzwald – Die waldbauliche Wertschätzung von Plenterwäldern mit Starkholz-Erziehung unterlag in der Vergangenheit erheblichen Schwankungen.

- **Untersuchung:** Die Ergebnisse gelten für den Zeitraum 1950 bis 2001 und basieren auf sieben langfristig betreuten Plenterwald-Versuchsflächen von der baden-württembergischen FVA.

- **Ergebnis:** Die Zuwächse steigen mit zunehmenden BHD; drei Viertel des Zuwachses wird vom Starkholz erbracht; Zusammenhang zwischen Vorrat und Zuwachs: Starke Eingriffe im Vorrat sind ungünstig für den Zuwachs.

Fazit: Starkholz hat im Bestand den größten Anteil am Volumenzuwachs.

Konkurrenz Eiche - Buche

forstarchiv 88, 127-135 (2017)
DOI 10.4432/0300-4112-88-127
© DLV GmbH
ISSN 0300-4112
Korrespondenzadresse:
peter.meyer @nw-fva.de

Mortalität von Buchen und Eichen in niedersächsischen Naturwäldern

Beech and oak mortality in strict forest reserves, Lower Saxony, Germany

PETER MEYER und ANDREAS MÖLDER
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldwachstum, Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen, Deutschland

Meyer & Mölder 2017. Mortalität von Buchen und eichen in niedersächsischen Naturwäldern. Forstarchiv

- **Hintergrund:** Seit Langem wird die Entnahme von konkurrierenden Schattenbaumarten, insbesondere der Buche, als Erhaltungsmaßnahme für Eichen empfohlen.
- **Untersuchung:** 24 Buchen- und 14 Eichen- (teils mit Hute o. Mittelwaldtradition) Kernflächen in 22 Naturwäldern; Beobachtung 9-44 Jahre
- **Ergebnis:** Das Absterben von Eichen in Eichenwaldgesellschaften kann nicht durch Konkurrenz erklärt werden. Eine durch Konkurrenz angetriebene gerichtete Sukzession von unbewirtschafteten Eichenwaldgesellschaften in Richtung Buchenwald ließ sich nicht nachweisen.

Fazit: Möglichkeiten, ältere Eichen durch Regulierung der Konkurrenzverhältnisse zu erhalten, sind in Eichenwaldgesellschaften beschränkt.

Baumalter/-biomasse und C-Speicherung

LETTER

doi:10.1038/nature12914

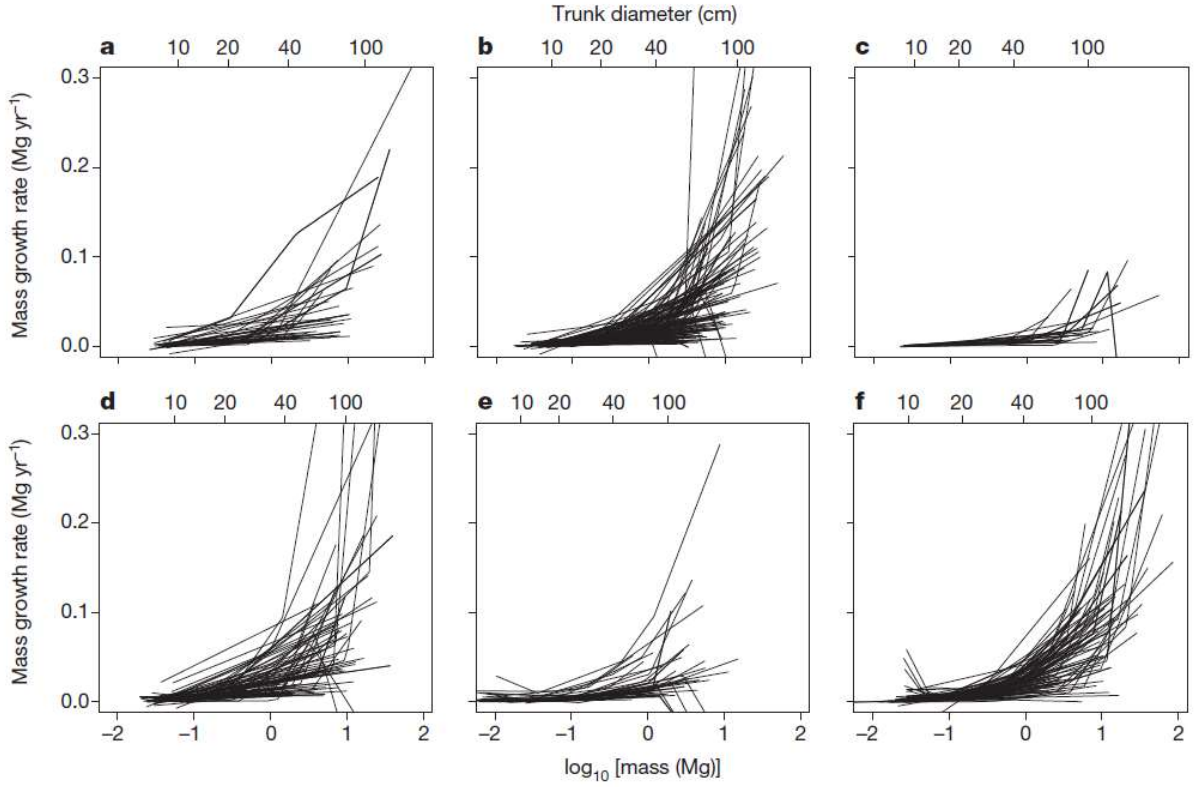
Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size

N. L. Stephenson[1], A. J. Das[1], R. Condit[2], S. E. Russo[3], P. J. Baker[4], N. G. Beckman[3]†, D. A. Coomes[5], E. R. Lines[6], W. K. Morris[7], N. Rüger[2,8]†, E. Álvarez[9], C. Blundo[10], S. Bunyavejchewin[11], G. Chuyong[12], S. J. Davies[13], Á. Duque[14], C. N. Ewango[15], O. Flores[16], J. F. Franklin[17], H. R. Grau[10], Z. Hao[18], M. E. Harmon[19], S. P. Hubbell[2,20], D. Kenfack[13], Y. Lin[21], J.-R. Makana[15], A. Malizia[10], L. R. Malizia[22], R. J. Pabst[19], N. Pongpattananurak[23], S.-H. Su[24], I-F. Sun[25], S. Tan[26], D. Thomas[27], P. J. van Mantgem[28], X. Wang[18], S. K. Wiser[29] & M. A. Zavala[30]

Forests are major components of the global carbon cycle, providing substantial feedback to atmospheric greenhouse gas concentrations[1]. Our ability to understand and predict changes in the forest carbon cycle—particularly net primary productivity and carbon storage—increasingly relies on models that represent biological processes across several scales of biological organization, from tree leaves to forest stands[2,3]. Yet, despite advances in our understanding of productivity at the scales of leaves and stands, no consensus exists about the nature of productivity at the scale of the individual tree[4–7], in part because we lack a broad empirical assessment of whether rates of absolute tree mass growth (and thus carbon accumulation) decrease, remain constant, or increase as trees increase in size and age. Here we present a global analysis of 403 tropical and temperate tree species, showing that for most species mass growth rate increases continuously with tree size. Thus, large, old trees do not act simply as senescent carbon reservoirs but actively fix large amounts of carbon compared to smaller trees; at the extreme, a single big tree can add

unit leaf area (or unit leaf mass)[8–10], with the implicit assumption that declines at these scales must also apply at the scale of the individual tree. Declining tree growth is also sometimes inferred from life-history theory to be a necessary corollary of increasing resource allocation to reproduction[11,16]. On the other hand, metabolic scaling theory predicts that mass growth rate should increase continuously with tree size[6], and this prediction has also received empirical support from a few site-specific studies[6,7]. Thus, we are confronted with two conflicting generalizations about the fundamental nature of tree growth, but lack a global assessment that would allow us to distinguish clearly between them.

To fill this gap, we conducted a global analysis in which we directly estimated mass growth rates from repeated measurements of 673,046 trees belonging to 403 tropical, subtropical and temperate tree species, spanning every forested continent. Tree growth rate was modelled as a function of log(tree mass) using piecewise regression, where the independent variable was divided into one to four bins. Conjoined line segments were fitted across the bins (Fig. 1).



Stephenson et al. 2014. Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size. NATURE

- Zuwachsrate und somit C-Anreicherung nehmen mit dem Baumdurchmesser kontinuierlich zu.
- **Ergebnis:** Bei 87 % der Baumarten nahm die Zuwachsrate mit der Baumgröße zu; 97 % der Bäume wuchsen schneller, je größer sie wurden. Mit zunehmenden Alter eines Baumes nimmt seine Biomasse zu, damit steigt auch die C-Speicherung → Alte Wälder wachsen kontinuierlich und sind damit kontinuierliche C-Senken.
- **Fazit:** Je länger Bäume leben und je größer bzw. älter sie werden, desto größer ist der Zuwachs und umso mehr Kohlenstoff können sie aufnehmen.

C-Speicherkapazität alter Wälder

Vol 455 | 11 September 2008 | doi:10.1038/nature07276 nature

LETTERS

Old-growth forests as global carbon sinks

Sebastiaan Luyssaert[1,2], E. -Detlef Schulze[3], Annett Börner[3], Alexander Knohl[4], Dominik Hessenmöller[3], Beverly E. Law[2], Philippe Ciais[5] & John Grace[6]

Old-growth forests remove carbon dioxide from the atmosphere[1,2] at rates that vary with climate and nitrogen deposition[3]. The sequestered carbon dioxide is stored in live woody tissues and slowly decomposing organic matter in litter and soil[4]. Old-growth forests therefore serve as a global carbon dioxide sink, but they are not protected by international treaties, because it is generally thought that ageing forests cease to accumulate carbon[5,6]. Here we report a search of literature and databases for forest carbon-flux estimates. We find that in forests between 15 and 800 years of age, net ecosystem productivity (the net carbon balance of the forest including soils) is usually positive. Our results demonstrate that old-growth (Supplementary Fig. 1). In the small number of case studies on the effect of age on the carbon balance of forests, several have demonstrated some age-related decline in NEP but very few have shown old forests to be sources[1,2,10–13]. Our NEP estimates suggest that forests 200 years old and above sequester on average $2.4 \pm 0.8\ tC\,ha^{-1}\,yr^{-1}$ (tC, tonnes of carbon; Fig. 1a). In our model (Supplementary Information, section 1.3), we find that old-growth forests accumulate $0.4 \pm 0.1\ tC\,ha^{-1}\,yr^{-1}$ in their stem biomass and $0.7 \pm 0.2\ tC\,ha^{-1}\,yr^{-1}$ in coarse woody debris, which implies that about $1.3 \pm 0.8\ tC\,ha^{-1}\,yr^{-1}$ of the sequestered carbon is contained in roots and soil organic matter.

Luyssaert et al. 2008. Old-growth forests as global carbon sinks. NATURE

- **Hintergrund:** In der Regel wird davon ausgegangen, dass alte Wälder keinen Kohlenstoff mehr speichern.
- **Untersuchung:** Wälder zw. 15-800 Jahren auf 519 Plots *(Metastudie)*
- **Ergebnis:** Urwälder der borealen und temperaten Zone speichern 1,2-3,0 t C pro ha.
  → Wälder mit altem Baumbestand sind globale Kohlenstoffspeicher (auch deren Böden).

Fazit: Alte Wälder speichern große Mengen C und das für Jahrhunderte. Viel davon (auch aus dem Boden), könnte jedoch durch Störungen (auch Bewirtschaftung) wieder freigesetzt warden.

Auswirkungen von Bestandesalter und Baumartenvielfalt auf die C-Aufnahme

nature ecology & evolution

ARTICLES

PUBLISHED: 23 JANUARY 2017 | VOLUME: 1 | ARTICLE NUMBER: 0048

Stand age and species richness dampen interannual variation of ecosystem-level photosynthetic capacity

Talie Musavi[1*], Mirco Migliavacca[1], Markus Reichstein[1,2], Jens Kattge[1,2], Christian Wirth[2,3], T. Andrew Black[4], Ivan Janssens[5], Alexander Knohl[6], Denis Loustau[7], Olivier Roupsard[8], Andrej Varlagin[9], Serge Rambal[10,11], Alessandro Cescatti[12], Damiano Gianelle[13,14], Hiroaki Kondo[15], Rijan Tamrakar[6] and Miguel D. Mahecha[1,2]

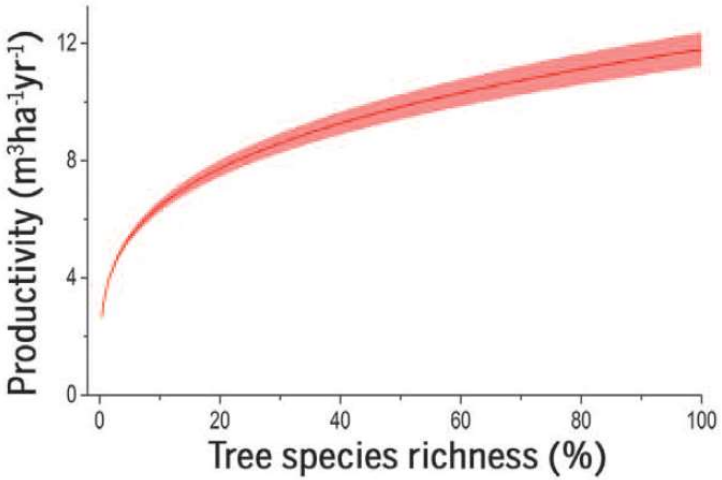
The total uptake of carbon dioxide by ecosystems via photosynthesis (gross primary productivity, GPP) is the largest flux in the global carbon cycle. A key ecosystem functional property determining GPP is the photosynthetic capacity at light saturation (GPP_{sat}), and its interannual variability (IAV) is propagated to the net land–atmosphere exchange of CO_2. Given the importance of understanding the IAV in CO_2 fluxes for improving the predictability of the global carbon cycle, we have tested a range of alternative hypotheses to identify potential drivers of the magnitude of IAV in GPP_{sat} in forest ecosystems. Our results show that while the IAV in GPP_{sat} within sites is closely related to air temperature and soil water availability fluctuations, the magnitude of IAV in GPP_{sat} is related to stand age and biodiversity ($R^2 = 0.55$, $P < 0.0001$). We find that the IAV of GPP_{sat} is greatly

Musavi et al. 2017. Stand age and species richness dampen interannual variation of ecosystem-level photosynthetic capacity. NATURE EcolEvol

- **Hintergrund:** Die Gesamtaufnahme von CO_2 durch die Photosynthese der Ökosysteme (Bruttoprimärproduktion) ist der größte Strom im globalen Kohlenstoffzyklus.
- **Untersuchung:** Globale Analyse von 50 weltweit verteilten Waldgebieten
- **Ergebnis:** Je älter die Waldbestände und je größer deren Artenvielfalt, desto konstanter und stabiler ist ihre Fähigkeit, CO_2 aufzunehmen. Das Alter der Wälder ist dabei noch wichtiger als ihre Biodiversität.

Fazit: Alte Wälder und deren Artenreichtum zu bewahren trägt dazu bei, die Auswirkungen des Klimawandels zu verringern.

Baumartenvielfalt und Produktivität von Wäldern



RESEARCH

RESEARCH ARTICLE SUMMARY

FOREST ECOLOGY

Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests

Jingjing Liang,* Thomas W. Crowther, Nicolas Picard, Susan Wiser, Mo Zhou, Giorgio Alberti, Ernst-Detlef Schulze, A. David McGuire, Fabio Bozzato, Hans Pretzsch, Sergio de-Miguel, Alain Paquette, Bruno Hérault, Michael Scherer-Lorenzen, Christopher B. Barrett, Henry B. Glick, Geerten M. Hengeveld, Gert-Jan Nabuurs, Sebastian Pfautsch, Helder Viana, Alexander C. Vibrans, Christian Ammer, Peter Schall, David Verbyla, Nadja Tchebakova, Markus Fischer, James V. Watson, Han Y. H. Chen, Xiangdong Lei, Mart-Jan Schelhaas, Huicui Lu, Damiano Gianelle, Elena I. Parfenova, Christian Salas, Eungul Lee, Bokman Lee, Hyun Seok Kim, Helge Bruelheide

scale observational studies. Thus, the strength and spatial variability of this relationship remains unexplored at a global scale.

RESULTS: We explored the effect of tree species richness on tree volume productivity at the global scale using repeated forest inventories from 777,126 permanent sample plots in 44 countries containing more than 30 million trees from 8737 species spanning most of the global terrestrial biomes. Our findings reveal a consistent positive concave-down effect of biodiversity on forest productivity across the world, showing that a continued biodiversity loss would result in an accelerating decline in forest productivity worldwide.

The BPR shows considerable geospatial variation across the world. The same percentage of

ON OUR WEBSITE

Read the full article at http://dx.doi.org/10.1126/science.aaf8957

25, 2016

Liang et al. 2016. Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests. SCIENCE

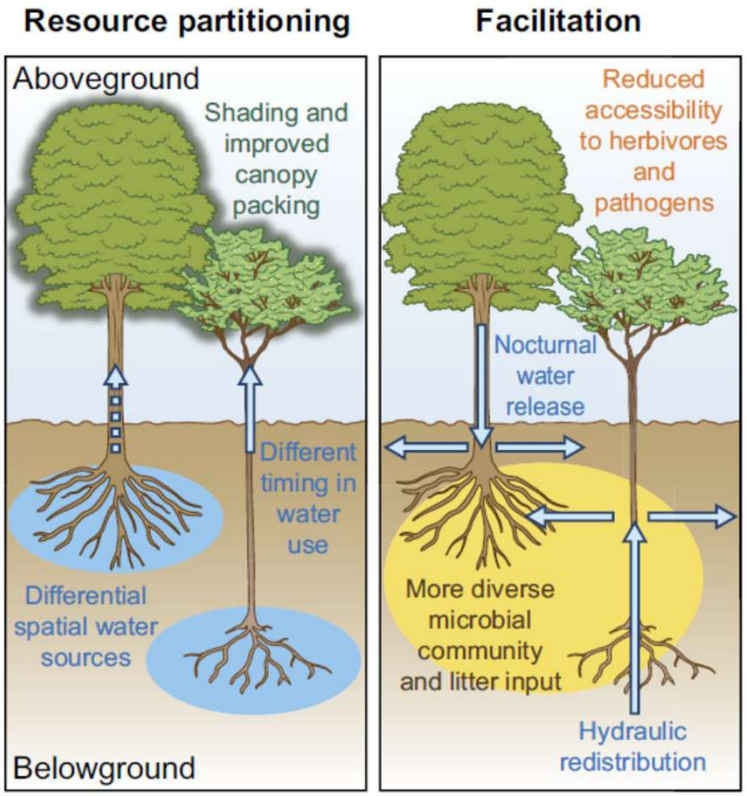
- **Hintergrund:** Wälder sind weltweit die wichtigsten Lebensräume für die terrestrische Biodiversität. Folgen des Biodiversitätsverlustes sind großer Unsicherheitsfaktor für Forstwirtschaft und Naturschutz.
  → Welchen Effekt hat die Baumartenzahl auf die Biomasseproduktion der Bäume?

- **Untersuchung:** Globale Analyse in 44 Ländern, ca. 30 Millionen Bäume (8.737 Baumarten) auf 777.126 permanenten Dauerbeobachtungsflächen

- **Ergebnis:** Positive Beziehung zwischen Artenvielfalt und Biomasseproduktion in Wäldern weltweit; Wälder mit einer hohen Baumartenvielfalt haben höheren, kontinuierlichen Zuwachs und sind damit ertragsreicher als Monokulturen und speichern somit auch mehr CO_2.

Fazit: Rückgang der Baumartenvielfalt → reduzierte Biomasseproduktion → reduzierte C-Speicherkapazität

Baumartenvielfalt und Dürrestress



Tansley insight

Having the right neighbors: how tree species diversity modulates drought impacts on forests

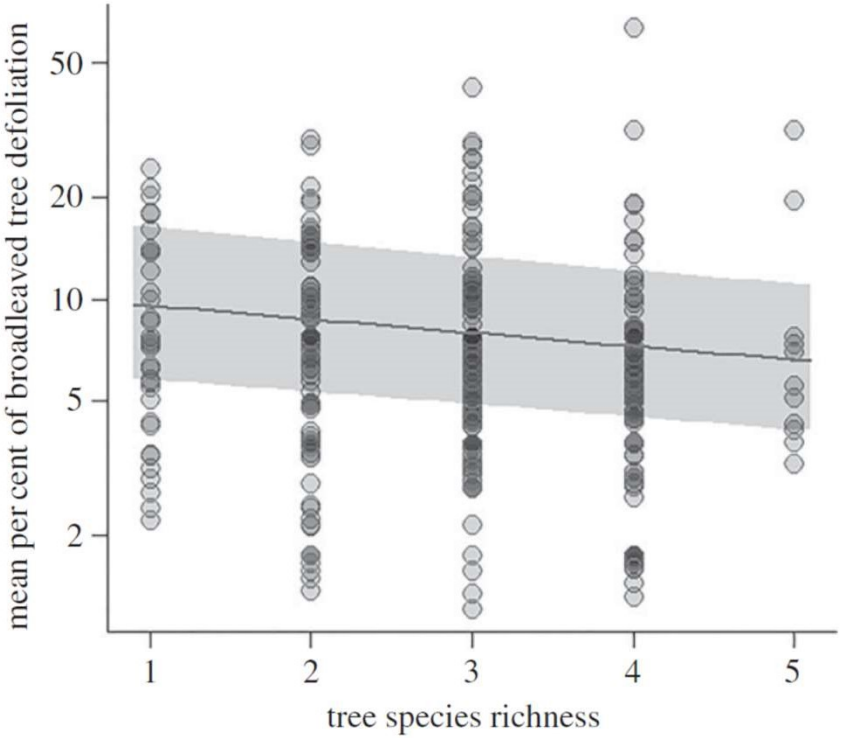
Charlotte Grossiord

Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, Zürcherstrasse 111, Birmensdorf 8903, Switzerland

Grossiord 2019. How Tree Species Diversity modulates Drought impacts on Forests. NewPhytol

- **Hintergrund:** Forstwirtschaftliche Eingriffe können Interaktionen zwischen Bäumen verändern und dadurch die Struktur und Zusammensetzung von Wäldern beeinflussen. Wissen über Effekte von kompetitivem und abiotischem Stress bei Bäumen ist begrenzt.
- **Untersuchung:** 28 Studien ab 2010, 151 Baumarten, weltweit *(Review)*
- **Ergebnis**: Baumartenvielfalt hat größtenteils positiven Effekt auf das Baumwachstum unter Trockenstress.

Baumartenvielfalt und Insektenbefall



Community ecology

Tree diversity reduces pest damage in mature forests across Europe

Virginie Guyot[1,3], Bastien Castagneyrol[3], Aude Vialatte[1,2], Marc Deconchat[1] and Hervé Jactel[3]

[1]INRA, DYNAFOR, UMR 1201, 31326 Castanet-Tolosan, France
[2]INPT-ENSAT, DYNAFOR, Université de Toulouse, UMR 1201, 31326 Castanet-Tolosan, France

Guyot et al. 2016. Tree diversity reduces pest damage in mature forests across Europe. BiolLett

- **Hintergrund:** Erwartung eines Anstiegs von Insektenkalamitäten im Zuge des Klimawandels.
- **Untersuchung:** Laubbaumartenvielfalt und Blattschädlinge auf 208 Plots entlang eines Lat-Gradienten (europaweit)
- **Ergebnis**: Je höher die Baumartenvielfalt, desto geringer die Anfälligkeit für Insektenfraß bei Laubbäumen, unabhängig vom lokalen Klima.

Fazit: Mischwälder haben ein größeres Potential, im Zuge des Klimawandels biotischem Stress zu trotzen.

Artenreichtum und (Nicht-)Bewirtschaftung

Conservation Biology

Review

Biodiversity Differences between Managed and Unmanaged Forests: Meta-Analysis of Species Richness in Europe

YOAN PAILLET,[1,2] LAURENT BERGÈS,[1,20] JOAKIM HJÄLTÉN,[3] PÉTER ÓDOR,[4] CATHERINE AVON,[1] MARKUS BERNHARDT-RÖMERMANN,[5] RIENK-JAN BIJLSMA,[6] LUC DE BRUYN,[7,8] MARC FUHR,[2] ULF GRANDIN,[9] ROBERT KANKA,[10] LARS LUNDIN,[9] SANDRA LUQUE,[2] TIBOR MAGURA,[11] SILVIA MATESANZ,[12] ILONA MÉSZÁROS,[13] M.-TERESA SEBASTIÀ,[14,15] WOLFGANG SCHMIDT,[5] TIBOR STANDOVÁR,[4] BÉLA TÓTHMÉRÉSZ,[16] ANNELI UOTILA,[17] FERNANDO VALLADARES,[12] KAI VELLAK,[18] AND RISTO VIRTANEN[19]

Paillet et al. 2010. Biodiversity Differences between Managed and Unmanaged Forests - Meta-Analysis od Species Richness in Europe. ConsBiol

- **Hintergrund:** Bewirtschaftungsdruck auf Wälder → drastischer Rückgang unbewirtschafteter Waldfläche in Europa. Änderungen in Struktur, Artenzusammensetzung und Dynamik von Wäldern → Auswirkungen auf die Biodiversität von Waldarten

- **Untersuchung:** 49 Veröffentlichungen, 120 Vergleiche der Artenanzahl zwischen unbewirtschafteten und bewirtschafteten Wäldern in ganz Europa *(Metastudie)*

- **Ergebnis**: Artenvielfalt in unbewirtschafteten Wälder ist etwas höher als in bewirtschafteten. Je länger unbewirtschaftet, desto stärker der Effekt. Wichtige Faktoren: Kontinuität der Waldfläche, Totholz, Starkbäume.

Fazit: Artenreichtum erholt sich nach und nach mit Aufgabe der Bewirtschaftung.

Wald in Zukunft:

Was könnte der Wald, wenn man ihn ließe?

Waldvision Deutschland – Zukunftsszenario einer ökosystemverträglichen Waldbewirtschaftung

Drei Szenarien der Waldbewirtschaftung*

Die wichtigsten Unterschiede

* Größenverhältnisse nicht repräsentativ

	Holz-Szenario Intensive Waldwirtschaft	**Basis-Szenario** „Business as usual“	**Waldvision** Ökologische Waldwirtschaft
Ab welchem Durchmesser werden Bäume geerntet?			
Wie oft werden Bäume geerntet?			
Wie viele Bäume werden pro Eingriff geerntet?			
Wie stark wird Laubwald gefördert?			

Quelle: Hieke et al. (2018)

Waldvision Deutschland – Zukunftsszenario einer ökosystemverträglichen Waldbewirtschaftung

Szenario Waldvision: Entwicklung der Laub- und Nadelbäume

(angegeben als Holzvorräte pro Hektar)

Quelle: Hieke et al. (2018)

Die Waldentwicklung bei unterschiedlicher Bewirtschaftung

Quelle: Hieke et al. (2018)

Indikator (siehe Glossar)	Einheit und Bezug	**Holz-Szenario**	Vergleich zum Basis-Szenario	**Basis-Szenario = 100 %**	**Wald-vision**	Vergleich zum Basis-Szenario
Holzvorrat	Mrd. m³ im Jahr 2102	**3,8**	76 %	**5,0**	**7,1**	142 %
	m³/ha im Jahr 2102	**368**	76 %	**484**	**686**	142 %
Holzzuwachs	m³/Jahr/ha 2012–2102	**8,6**	93 %	**9,3**	**9,9**	107 %
CO_2-Speicherung Waldbiomasse	Mio. t CO_2/Jahr 2012–2102	**1,4**	8 %	**17,2**	**48,2**	280 %
CO_2-Speicherung gesamt	Mio. t CO_2/Jahr 2012–2102	**17,2**	54 %	**31,9**	**56,3**	177 %
Vorrat in Durchmesserklassen über 60 cm	Mrd. m³ im Jahr 2102	**0,41**	66 %	**0,62**	**1,67**	269 %
Totholzvorrat	m³/ha im Jahr 2102	**16,2**	73 %	**22,5**	**26,2**	118 %
Holzaufkommen	m³/Jahr/ha 2012–2102	**7,8**	115 %	**6,8**	**5,1**	75 %
	Mio. m³/Jahr im Jahr 2102	**78,0**	109 %	**71,8**	**61,8**	86 %

GLOSSAR

Holzvorrat: Menge des Holzes aller Bäume, die in Brusthöhe mit Rinde dicker als 7 cm sind (pro Hektar Wald)

Holzzuwachs: Menge des Holzes, um die die Bäume jedes Jahr wachsen

CO_2-Speicherung Waldbiomasse: Menge an CO_2, die jedes Jahr in den Stämmen, Ästen, Blättern und Wurzeln der Bäume gebunden wird

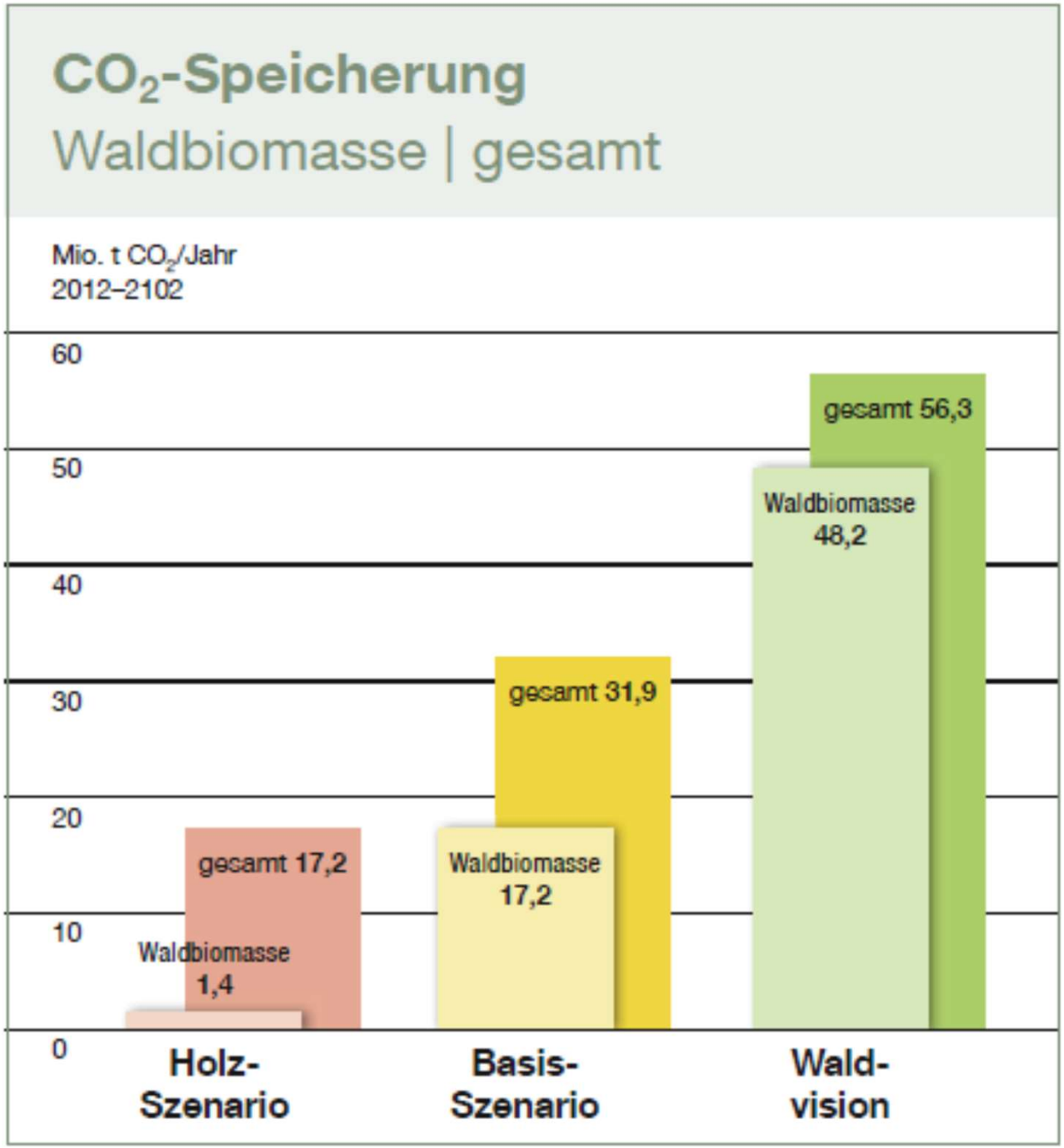
CO_2-Speicherung gesamt: Menge an CO_2, die jedes Jahr in der lebenden Waldbiomasse sowie dem Totholz, der Streu, dem Boden und Holzprodukten gebunden wird

Vorrat in Durchmesserklassen über 60 cm: Holzmenge der Bäume, die in Brusthöhe dicker als 60 cm sind

Totholzvorrat: Menge des Holzes abgestorbener Bäume oder Baumteile

Holzaufkommen: Menge des Holzes, die geerntet wird

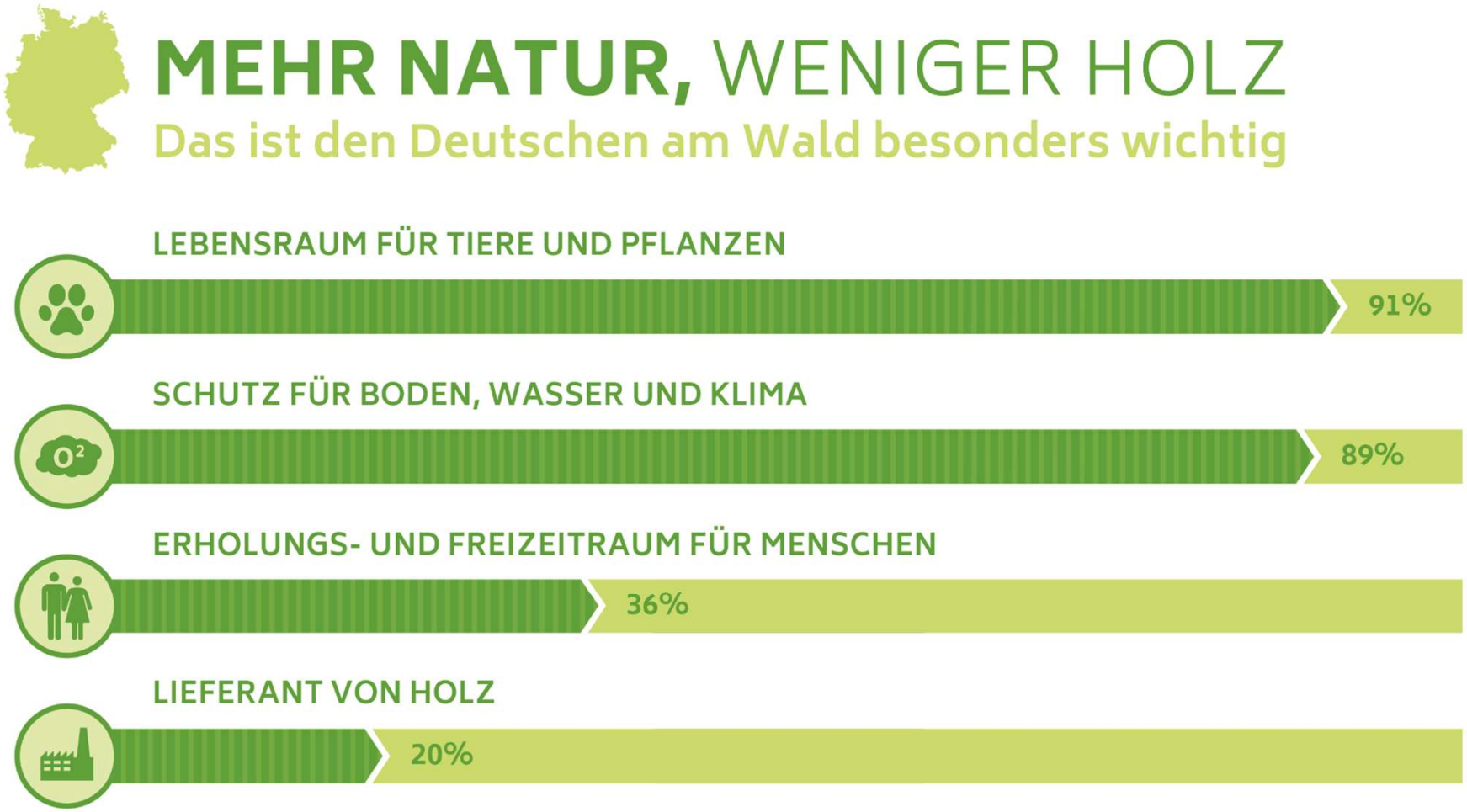
Waldvision Deutschland – Zukunftsszenario einer ökosystemverträglichen Waldbewirtschaftung



Quelle: Hieke et al. (2018)

EXKURS: Was wollen die Bürger*innen?

Deutschlandweite, repräsentative forsa-Umfrage



Quelle: Naturwald Akademie gGmbH (2018)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Literaturliste:

- Artenschutz-Report für Deutschland 2015 – Ein Drittel der Tiere und Pflanzen sind bedroht. BR, in: https://www.br.de/rote-liste/artenschutz-report-deutschland-naturschutz-100.html [20. Mai 2015], zuletzt geprüft: 14. Mai 2019. Nach: Bundesamt für Naturschutz (2015). Artenschutz-Report 2015 – Tiere und Pflanzen in Deutschland, S. 16.
- Artensterben so gefährlich wie der Klimawandel. ZEIT ONLINE, dpa, miz, in: https://www.zeit.de/wissen/2019-04/biodiversitaet-artenvielfalt-artenschutz-konferenz-paris-klimawandel-weltbiodiversitaetsrat [29. April 2019], zuletzt geprüft: 13. Mai 2019.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL, Hrsg.) (2018). Der Wald in Deutschland – Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur.
- Fichtner A et al (2012). Competition response of European beech Fagus sylvatica L. varies with tree size and abiotic stress - minimizing anthropogenic disturbances in forests. Journal of Applied Ecology 49:1306–1315.
- FOREST EUROPE (2015). State of Europe's Forests 2015.
- Grossiord C (2019). How Tree Species Diversity modulates Drought impacts on Forests. New Phytologist. doi: 10.1111/nph.15667.
- Guyot V et al. (2016). Tree diversity reduces pest damage in mature forests across Europe. Biol. Lett. 12: 20151037. http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2015.1037
- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (2019). Das „Globale Assessment" des Weltbiodiversitätsrates IPBES.
- Hieke S et al. (2018). Wenn Wälder wieder wachsen – Eine Waldvision für Klima, Mensch und Natur. Greenpeace, Hamburg.
- Hobi ML, Ginzler C, Commarmot B, and Bugmann H (2015). Gap pattern of the largest primeval beech forest of Europe revealed by remote sensing. Ecosphere 6(5):76. http://dx.doi.org/10.1890/ES14-00390.1
- IPCC (2018). Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte V, Zhai P, Pörtner H-O et al. (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.
- Lenk E und Kenk G (2007). Langfristiges Wachstum Schwarzwälder Plenterwälder. AFZ/Der Wald 3:132–135.
- Liang J et al. (2016). Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests. 354(6309). doi: 10.1126/science.aaf8957.

Literaturliste:

- Luyssaert S et al. 2008. Old-growth forests as global carbon sinks. Nature 455. doi:10.1038/nature07276.
- Mausolf K et al. 2018. Higher drought sensitivity of radial growth of European beech in managed than in unmanaged forests. Science of the Total Environment 642:1201–1208.
- Meyer P und Mölder A (2017). Mortalität von Buchen und Eichen in niedersächsischen Naturwäldern. Forstarchiv 88:127-135.
- Meyer P and Schmidt M (2008). Aspekte der Biodiversität von Buchenwäldern - Konsequenzen für eine naturnahe Bewirtschaftung. Beiträge aus der NW-FVA 3:159–192.
- Musavi T et al. (2017). Stand age and species richness dampen interannual variation of ecosystem-level photosynthetic capacity. Nature Ecol Evol 1(2):48. doi: 10.1038/s41559-016-0048.
- Naturwald Akademie (2018). https://naturwald-akademie.org/presse/pressemitteilungen/wald-umfrage-forsa/
- Niranjan A. Der massive Verlust der Biodiversität ist für den Menschen so bedrohlich wie der Klimawandel, in: https://p.dw.com/p/3Hyv5 [6. Mai 2019], zuletzt geprüft: 13. Mai 2019.
- Odum EP (1969). The strategy of ecosystem development. Science 164:262–270
- Paillet et al. (2010). Biodiversity Differences between Managed and Unmanaged Forests - Meta-Analysis od Species Richness in Europe. Conservation Biology 24(1):101–112.
- Scherzinger W (1996). Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Stuttgart, Ulmer.
- Schwägerl C. Dramatischer Uno-Bericht – Eine Million Arten vom Aussterben bedroht, in: https://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/artensterben-uno-bericht-beschreibt-dramatischen-verlust-der-artenvielfalt-a-1265482.html [6. Mai 2019], zuletzt geprüft: 13. Mai 2019.
- Stephenson NL et al. (2014). Rate of tree carbon accumulation increases continuously with tree size. Nature 507:90–93.
- Watson JEM et al. (2018). The exceptional value of Intact Forest Ecosystems. Nature Ecol Evol. https://doi.org/10.1038/s41559-018-0490-x
- Welle T et al. (2018). Alternativer Waldzustandsbericht 2018. https://naturwald-akademie.org/wp-content/uploads/2018/04/Alternativer-Waldzustandsbericht_Stand_25042018_1.pdf (Stand 24.04.2018).
- Widmann E. Klimawandel und Biodiversität: Die Hälfte aller Insekten und Pflanzen könnte grossflächig verschwinden, in: https://www.nzz.ch/wissenschaft/klimawandel-und-biodiversitaet-die-haelfte-aller-insekten-und-pflanzen-koennte-grossflaechig-verschwinden-ld.1386741 [17. Mai 2018], zuletzt geprüft: 13. Mai 2019.