

Das Höhersteigen der Baumarten in den Bayerischen Alpen seit 1854 – Ergebnisse des Citizen Science-Projekts BAYSICS

von Sabine Rösler, Michelangelo Olleck, Karl H. Mellert & Jörg Ewald

Keywords: Baumgrenze, Citizen Science, Klimaforschung, Klimawandel

Diese Studie vergleicht historische Daten (SENDTNER 1854) und aktuelle Citizen Science-Beobachtungen (2018-2022) von Baum- und Straucharten an ihrer oberen Verbreitungsgrenze in den Bayerischen Alpen, um Veränderungen seit Mitte des 19. Jahrhunderts – und während der Zunahme der durchschnittlichen Jahrestemperatur um mehr als 2 °C – aufzuspüren. Bei fast allen untersuchten Arten haben sich die höchsten bekannten Vorkommen in den letzten 170 Jahren nach oben verschoben, teilweise um mehrere Hundert Meter. Bei den Bäumen mit dem größten Anstieg handelt es sich um Arten des montanen Bergmischwaldes und um eine Pionierbaumart (Moor-Birke). Diese Arten – überwiegend Laubbäume – haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in der montanen Stufe (Eberesche + 342 m, Tanne + 324 m, Berg-Ahorn + 273 m, Buche + 141 m) und in der unteren subalpinen Stufe (Moor-Birke + 278 m, Fichte + 55 m). Einen geringeren Anstieg zeigen die Baum- und Straucharten des Baumgrenz-Ökotons (Latsche + 21 m, Lärche + 13 m, Grün-Erle + 6 m); die Zirbe verliert sogar 57 m an Höhe. Gründe für den geringeren Anstieg sind die geringe Flächenausdehnung der Hochlagen und das Fehlen entwickelter, baumfähiger Böden in den Hochlagen der Bayerischen Alpen.

I Einleitung

Das umfassende Werk des Münchner Botanikers Otto SENDTNER „*Die Vegetations-Verhältnisse Südbayerns*“ (1854) bietet eine Fülle von historischen Referenzdaten zur vertikalen Verbreitung von Gefäßpflanzen in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Danach befassten sich VOLLMANN (1914), SÖYRINKI (1940) und PAUL (1947) mit der Höhenverbreitung von Gefäßpflanzen in den Bayerischen Alpen. OBERDORFER (2001) hat die bekannten Maximalhöhen kompiliert. HIEBL (2010) wertete die seinerzeitigen Inventurdaten der Bayerischen Staatsforsten hinsichtlich Höhenverbreitung der Baumarten aus. EWALD (2012) schrieb die Kompilation der Höhengrenzen an Hand dieser Daten und der Vegetationsdatenbank BERGWALD fort (EWALD 2012). SCHMIDTLEIN et al. (2013) verglichen SENDTNERs Daten mit den Ergebnissen der ersten Fortschreibung der Bayerischen Alpenbiotopkartierung (1991–2008). Besonders hochgelegene Bäume in den Bayerischen Alpen sind als Punktdaten bisher gezielt nur in kleineren Gebieten aufgenommen worden, z.B. in den Berchtesgadener Alpen von MAGNUS (1915) und KÖSTLER & MAYER (1970), im Wettersteingebirge von KOLLER (2013).

Im BAYSICS¹-Teilprojekt „Höhengrenzen von Baumarten selbst erkunden“ (RÖSLER et al. 2020) wurden die aktuellen Höhengrenzen von ausgewählten Baum- und Straucharten im Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen erfasst und für 15 Arten mit SENDTNERs Daten verglichen. Neu dabei waren der explizite Bezug zur Klimaforschung und der Citizen Science-Ansatz. Folgenden Fragen wurde nachgegangen:

1. Sind die oberen Höhengrenzen seit der Mitte des 19. Jahrhunderts proportional zur in diesem Zeitraum gemessenen Zunahme der Jahresmitteltemperatur angestiegen?
2. Wie gut eignet sich der gewählte Citizen Science-Ansatz für diese Fragestellung?

Die Anpassungslinie (Tiefpassfilter) des Temperaturverlaufs in Abb. 1 zeigt eine Differenz von 2,38 °C zwischen 1854 und 2020 und nahezu exakt 2 °C zwischen 1970 und 2020 an der weltweit ältesten Bergwetterstation am Hohenpeißenberg. Da die Lufttemperatur in den Bayerischen Alpen um 0,48 °C pro 100 Höhenmeter sinkt (EWALD 1997 nach Stationsdaten in FLIRI 1975 für die Normalperiode 1931-60), entspricht eine Erwärmung um 2,38 °C seit SENDTNER (1854) in den Bayerischen Alpen einem Ansteigen der Isothermen um 496 m. Kommen nun die Vorposten der Baum- und Straucharten um 496 m höher vor als zu SENDTNERs Zeit? Neben der Diskussion dieser Fragen werden im Anhang die aktuell bekannten Rekordbeobachtungen der Jetztzeit nach dem Vorbild SENDTNERs für die Nachwelt dokumentiert.

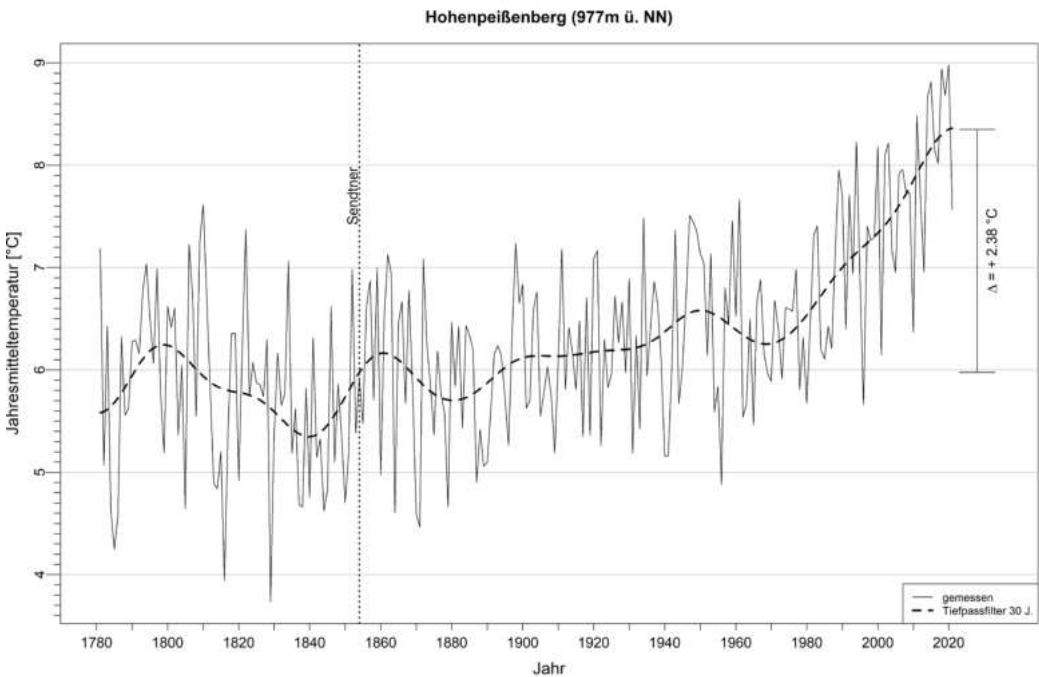


Abb. 1: Mittlere Jahrestemperatur [°C] am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg (47.801389°, 11.009722°) seit Beginn der Messungen im Jahr 1781 und Anstieg seit dem Jahr 1854; durchgezogene Linie: Messwerte (Datenquelle: DWD); gestrichelte Linie: Tiefpassfilter über 30 Jahre. (aus RÖSLER et al. 2024).

1 BAYSICS („*Bayerisches Synthese-Informationen-Citizen Science Portal für Klimaforschung und Wissenschaftskommunikation*“) war als interdisziplinäres Verbundprojekt (mit 10 Teilprojekten, Laufzeit: 2018-2023) Teil von bayklif, dem Bayerischen Klimaforschungsnetzwerk.

2 Material und Methoden

Um möglichst viele aktuelle Daten für den gesamten bayerischen Alpenraum zu erhalten, wurde ein Citizen Science-Ansatz gewählt (RÖSLER et al. 2020). Bergwanderer wurden in populärwissenschaftlichen Medien über die Fragestellung informiert. Im Portal portal.baysics.de wurden die Rekordbeobachtungen von SENDTNER (1854) eingestellt. Eine Smartphone-Applikation (progressive Web-App) wurde vom Leibniz-Rechenzentrum programmiert. Im Rahmen dieser Aktivitäten suchen die Wanderer beim Abstieg von einem beliebigen Gipfel der Bayerischen Alpen die lokal höchsten Vorkommen von 23 vorgegebenen Baum- und Straucharten und melden ihre Beobachtungen im Portal. Die Wuchshöhe der Gehölze wird in drei Größenkategorien erfasst: < 1 m, 1–3 m, > 3 m. Der Fundort kann im Datenportal über die Kartenfunktion eingegeben oder im Gelände automatisch mit dem Smartphone georeferenziert werden (Format: WGS 84-Dezimalwert). Die Meereshöhe wird aus einem hinter der Karte liegenden Digitalen Geländemodell (Bayerische Vermessungsverwaltung) mit Gitterweite 1 m anhand der Koordinaten automatisch ermittelt („DGM“). Optional kann zusätzlich ein per Smartphone, GPS, Höhenmesser oder Karte bestimmter Wert für die Meereshöhe eingetragen werden („gemessen“). Für jede Meldung ist das Hochladen eines Belegfotos erforderlich, was eine Qualitätssicherung der Artbestimmungen durch einen Kurator ermöglicht. Citizen Scientists (CS) wurden über Öffentlichkeitsarbeit, mit Vorträgen, Exkursionen und Multiplikatoren-Schulungen für die Teilnahme geworben und zur Methodik angeleitet.

Insgesamt wurden 23 Baum- und Straucharten vorgegeben:

- **Artengruppe A:** zehn Arten mit relativ vielen (7 bis 152) historischen Vergleichsdaten von SENDTNER: Fichte, Latsche, Zirbe, Tanne, Lärche, Buche, Berg-Ahorn, Eberesche, Grün-Erle, Moor-Birke.
- **Artengruppe B:** fünf Arten mit einer geringeren Anzahl (1 bis 5) von SENDTNER-Daten: Eibe, Wald-Kiefer, Esche, Hänge-Birke, Mehlbeere. Zur in diese Kategorie fallenden Stechpalme wurden anlässlich der Erklärung dieser Art zum „Baum des Jahres“ mehrere Bachelorarbeiten durchgeführt und separat ausgewertet (RÖSLER et al. 2022).
- Für die restlichen sieben Arten (Berg-Ulme, Grau- und Schwarz-Erle, Sommer- und Winter-Linde, Spitz-Ahorn, Stiel-Eiche) war aufgrund fehlender SENDTNER-Daten kein Vergleich möglich; sie waren deshalb nicht Gegenstand dieser Auswertung. Diese Arten zeichnen sich durch einen relativ hohen Wärmebedarf aus und erreichen ihre obere Höhengrenze bereits in Talnähe oder in der unteren montanen Stufe. Für sie interessierte sich SENDTNER, wohl auf Grund der großen Entfernung zur Baumgrenze, nicht, doch kommt ihnen im Klimawandel eine wachsende Bedeutung zu.

Zusätzlich haben zwei Bachelorarbeiten an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (BÖHLE 2020 im Wettersteingebirge, METZGER 2021 in den Berchtesgadener Alpen) zur Datenerhebung beigetragen.

Die kuratierten und qualitätsgesicherten Daten wurden acht Teilgebieten der Bayerischen Alpen (Abb. 2) zugeordnet und statistisch ausgewertet (RÖSLER et al. 2024).

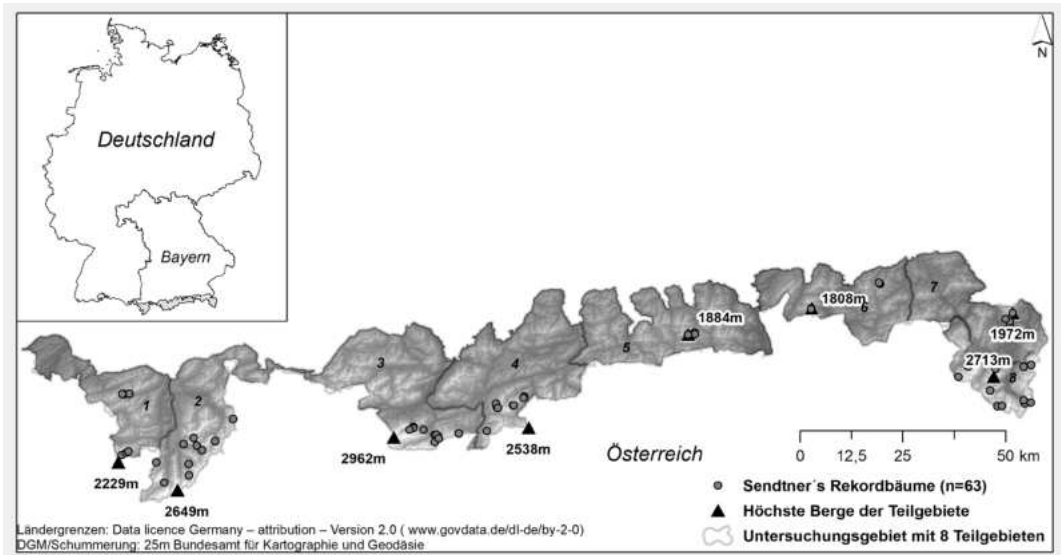


Abb. 2: Gliederung der Bayerischen Alpen in acht Teilgebiete (von West nach Ost): 1: Bregenzer Wald; 2: Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge; 3: Ammergebirge & Wettersteingebirge; 4: Kocheler Berge & Karwendelgebirge; 5: Mangfallgebirge; 6: westliche Chiemgauer Alpen; 7: östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg; 8: Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm, jeweils mit maximaler Meereshöhe (in m ü. NN).

Graue Punkte: Verteilung von SENDTNERs 63 historischen “Rekordbäumen” (jeweils höchste Angabe für eine Baumart in einem der acht Teilgebiete; aus RÖSLER et al. 2020).

3 Ergebnisse



Abb. 3: Im Mangfallgebirge ist ein Höhersteigen der Fichte unmöglich, da SENDTNER diese Baumart bereits am Gipfel der Rotwand (1.884 m) dokumentiert hat, dem höchsten Berg des Mangfallgebirges. Dort wachsen heute baumförmige Fichten bis auf 1.875 m ü. NN – trotz intensiver Beweidung. (Foto: S. Rösler, 29.07.2024).

In Kap. 3.1 wird beleuchtet, wie die Citizen Scientists zum Forschungsprojekt beigetragen haben (z.B. Anzahl der Beobachtungen, Beobachtungsintensität von Teilgebieten und Arten). Danach geht es um das Höhersteigen der untersuchten Baum- und Straucharten, wobei die Daten von Otto SENDTNER aus der Mitte des 19. Jahrhunderts mit den rezenten Citizen Science-Daten verglichen werden: sowohl in einem statistisch abgesicherten Vergleich (Kap. 3.2; Artengruppe A im Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen) als auch in einem Vergleich der absoluten „Rekordhöhen“ (Kap. 3.3; Artengruppe A und B im Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen sowie differenziert nach Teilgebieten).

3.1 Datenerfassung durch die Citizen Scientists (CS)

Anzahl der Beobachtungen und Nutzerstatistik

Bis zum Stichtag 21.11.2022 hatten 85 Nutzer insgesamt 1.563 Beobachtungen für alle 23 Arten im Datenportal hochgeladen – aus dem Untersuchungsgebiet (Bayerische Alpen) sowie aus anderen Teilen Bayerns. Dabei kristallisierten sich drei unterschiedlich aktive Nutzergruppen heraus (Abb. 4):

- Fünf Nutzer (6 % aller Nutzer) mit insgesamt 935 Beobachtungen (60 % aller Beobachtungen). 241 Beobachtungen aus mehreren Bachelorarbeiten zur Verbreitung der Stechpalme (s.o.; EWALD et al. 2022) wurden hier unter „1 Nutzer“ gelistet. Die anderen vier Nutzer – darunter zwei Projektmitarbeiter und ein Bachelorand – lieferten zwischen 137 und 204 Beobachtungen/Person, insgesamt 694 Beobachtungen.
- 47 Nutzer (55 %) mit je 2 bis 51 Beobachtungen/Person (insgesamt 595 Beobachtungen; 38 % aller Beobachtungen).
- 33 Nutzer (39 %) mit jeweils nur einer einzigen Beobachtung (2 % aller Beobachtungen).

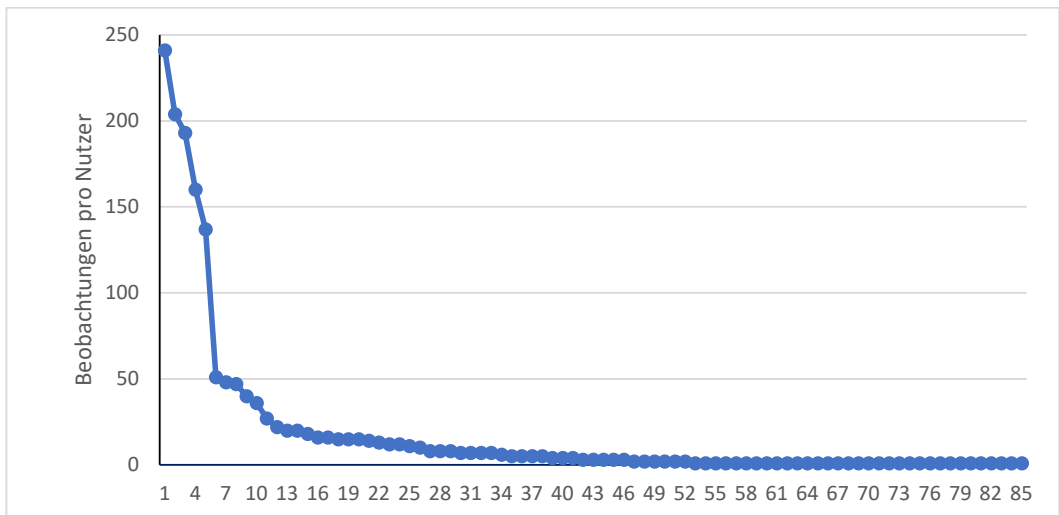


Abb. 4: Anzahl der Beobachtungen pro Nutzer (insgesamt 1.563 Beobachtungen von 85 Nutzern).

Datenkuratierung

Nach Abzug der Beobachtungen außerhalb der Bayerischen Alpen, Fehlbestimmungen (über Fotobeleg identifiziert) und Diskrepanzen bei den Höhenangaben (hohe Abweichungen zwischen automatisch ermittelter und zusätzlich gemessener Meereshöhe) blieben 1.061 Beobachtungen für die 15 Arten mit SENDTNER-Vergleichsdaten (Artengruppe A und B) übrig.

Anzahl der Beobachtungen pro Art und Größenkategorie

Tab. 1 zeigt die Anzahl der Beobachtungen pro Baumart (SENDTNER insgesamt 441, CS insgesamt 1.061). Von den 15 Arten (Artengruppe A und B) wurden Fichte, Buche und Berg-Ahorn von SENDTNER und ebenso von den Citizen Scientists mit zahlreichen Beobachtungen belegt, Darüber hinaus interessierte sich SENDTNER (relativ zur Gesamtzahl seiner Angaben) besonders für die Latsche und die Lärche), während die Citizen Scientists mehr Interesse für die Tanne zeigten.

Tab. 1: Anzahl der Beobachtungen pro Art bei SENDTNER (Fundorte mit Höhenangabe) und der Citizen Scientists (CS) im BAYSICS-Projekt (nach Datenkuratierung).

		SENDTNER	CS
Artengruppe A	Fichte	152	166
	Buche	77	140
	Berg-Ahorn	44	130
	Tanne	9	114
	Eberesche	7	93
	Latsche	49	71
	Lärche	49	66
	Grün-Erle	16	42
	Moor-Birke	8	22
	Zirbe	19	15
Artengruppe B	Mehlbeere	2	66
	Esche	1	50
	Eibe	1	47
	Wald-Kiefer	5	26
	Hänge-Birke	2	13
	gesamt	441	1.061

Während SENDTNER vorzugsweise große Individuen erfasste („Bäume“), wurden bei BAYSICS drei Größenkategorien (< 1 m, 1-3 m, > 3 m) unterschieden. Dabei wurden die Größenkategorien von den Citizen Scientists unterschiedlich intensiv erfasst (Abb. 5), beispielsweise verhältnismäßig wenige kleine Individuen (< 1 m: Jungpflanzen oder niedriggebliebene Vorposten) bei Berg-Ahorn, Eberesche und Mehlbeere.

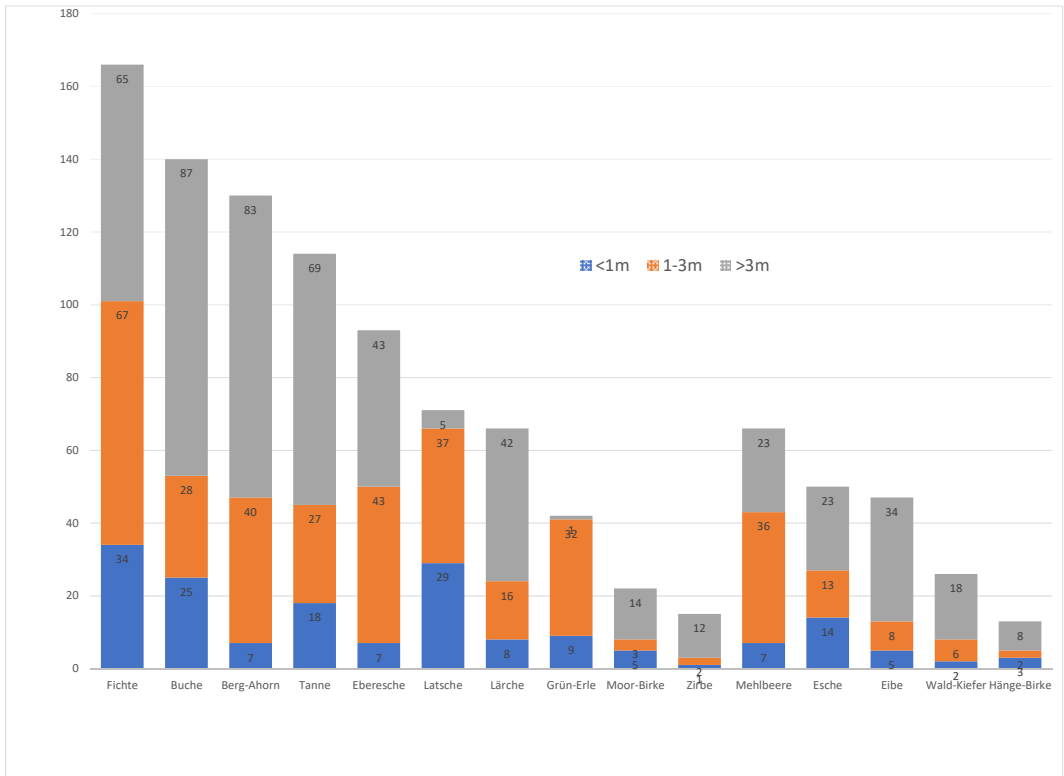


Abb. 5: Anzahl der CS-Beobachtungen pro Baumart und Größenkategorie.

Räumliche Verteilung der Beobachtungen

Die acht Teilgebiete (Abb. 2) unterscheiden sich deutlich in ihrer maximalen Meereshöhe: von 1.808 m ü. NN (westliche Chiemgauer Alpen: Geigelstein) bis 2.962 m ü. NN (Wettersteingebirge: Zugspitze).

SENDTNER erfasste einige Arten bereits auf den höchsten Gipfeln des jeweiligen Teilgebiets – hier ist kein Anstieg mehr möglich: Fichte im Mangfallgebirge (5; Abb. 3) und in den westlichen Chiemgauer Alpen (6), Latsche im Teilgebiet Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg (7).

Sowohl bei SENDTNER als auch bei den Citizen Scientists lag der Schwerpunkt der Beobachtungen auf den Teilgebieten mit höheren Gebirgsstöcken. Bei SENDTNER waren dies die Allgäuer Alpen und die Berchtesgadener Alpen, bei den Citizen Scientists der mittlere Teil der Bayerischen Alpen mit Ammergebirge und Wettersteingebirge sowie Kocheler Bergen und Karwendelgebirge. Aus den Teilgebieten mit niedrigeren Maximalhöhen wie Bregenzer Wald, Mangfallgebirge, westliche Chiemgauer Alpen, östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge und Untersberg liegen sowohl von SENDTNER als auch von den Citizen Scientists deutlich weniger Beobachtungen vor.

3.2. Statistisch abgesicherter Vergleich SENDTNER vs. Citizen Science

Bei der statistischen Auswertung wurden Verzerrungen der Höhengrenzen durch eine unterschiedliche Beobachtungsintensität bei SENDTNER und den Citizen Scientists durch Ziehen von Unterstichproben der jeweils 10 höchsten Beobachtungen pro Baumart („Top10“) vermieden. Diese 10er-Kollektive wurden dann an Hand eines einseitigen Wilcoxon-Tests für ungepaarte Stichproben verglichen und anhand der Mediane zusammengefasst. Nach statistischer Auswertung wurde bei neun von zehn Arten der Artengruppe A ein Höhersteigen festgestellt, teilweise um mehrere Hundert Höhenmeter (Tab. 2, Spalte 1: Median Top10-CS minus Median Top10-SENDTNER):

- Dabei zeigten sechs Arten einen erheblichen Anstieg. Diese Arten – überwiegend Laubbäume – haben ihren Verbreitungsschwerpunkt in der montanen Stufe (Eberesche + 342 m, Tanne + 324 m, Berg-Ahorn + 273 m, Buche + 141 m) und in der unteren subalpinen Stufe (Moor-Birke + 278 m, Fichte + 55 m). Jedoch erreichte keine Art den errechneten Anstieg der Isothermen um 496 m seit SENDTNERs Zeit bzw. es realisierte die am stärksten angestiegene Art (Eberesche) immerhin 69 % von 496 m. Auf 170 Jahre berechnet, betrug das Höhersteigen 3 m (Fichte) bis 20 m (Eberesche) pro Dekade.
- Einen geringeren Anstieg zeigten die Arten der Baumgrenze (Latsche + 21 m, Lärche + 13 m, Grün-Erle + 6 m) oder sogar einen Abstieg (Zirbe - 57 m).

Tab. 2: Anstieg oder Abstieg der höchsten Vorkommen der Citizen Science-Beobachtungen (CS) im Vergleich zu den historischen Daten von SENDTNER (1854) nach Top10 subsampling sowie nach Absolutwerten (aus RÖSLER et al. 2024). Bei Straucharten (Latsche, Grün-Erle) wurden auch kleine Individuen (Größenkategorie < 1 m) bei den CS-Daten einbezogen. Um ephemere von etablierten Vorkommen zu trennen, wurden bei allen anderen Arten nur die Größenkategorien 1-3 m und > 3 m betrachtet. Rechte Spalte, grau hinterlegt: errechneter signifikanter Höhenunterschied pro Dekade (Median Top10 sample) für den Zeitraum von 170 Jahren, wobei zu beachten ist, dass die mittlere Jahrestemperatur während der letzten 50 Jahre deutlich stärker ansteigt als zuvor (vgl. Abb. 1).

	Δ nach statistischer Auswertung [m] Median Top10-CS minus Median Top10-SENDTNER	Δ Absolutwerte [m] Maximum CS minus Maximum SENDTNER	Δ pro Dekade [m]
Eberesche	+ 342	+ 234	+ 20
Tanne	+ 324	+ 157	+ 19
Moor-Birke	+ 278	+ 261	+ 16
Berg-Ahorn	+ 273	+ 160	+ 16
Buche	+ 141	+ 110	+ 8
Fichte	+ 55	+ 154	+ 3
Latsche	+ 21	+ 51	n.s.
Lärche	+ 13	+ 64	n.s.
Grün-Erle	+ 6	- 12	n.s.
Zirbe	- 57	+ 74	n.s.

Dieses unterschiedliche Verhalten konnte nicht auf artspezifische Merkmale zurückgeführt werden (RÖSLER et al. 2024), wie beispielsweise auf Samen-Parameter (z.B. Samengewicht), Ökologie (z.B. Schattentoleranz, Spätfrostempfindlichkeit), Wachstum (z.B. maximale Wuchshöhe, Wurzeltiefe) oder Verbreitungsmodus.

3.3 Absolute Rekordhöhen SENDTNER vs. Citizen Science

Beim Vergleich der maximalen Absolutwerte (Artengruppe A; Tab. 2: Spalte 2; Details im Anhang) für das **Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen** ist zu beachten, dass auch CS-Beobachtungen aus Teilgebieten enthalten sind, für die keine SENDTNER-Daten vorhanden sind. Der Vergleich führt zu einem ähnlichen Ergebnis wie der statistisch abgesicherte Vergleich (Kap. 3.2):

- Anstieg für neun von zehn Arten.
- Besonders deutlicher Anstieg für dieselben sechs Arten (in etwas abweichender Reihung) wie beim statistisch abgesicherten Vergleich): Moor-Birke + 261 m, Eberesche + 234 m, Berg-Ahorn + 160 m, Tanne + 157 m, Fichte + 154 m, Buche + 110 m.
- Bei den vier Arten mit geringerem Anstieg bzw. tiefer gelegenen Beobachtungen (Latsche + 51 m, Lärche + 64 m, Grün-Erle - 12 m, Zirbe + 74 m) kehren sich bei Grün-Erle und Zirbe die Verhältnisse um: tiefer gelegene CS-Beobachtungen bei Grün-Erle, höher gelegene bei Zirbe.

Für die fünf Arten der Artengruppe B ist ein Vergleich aufgrund der geringen Anzahl von SENDTNER-Daten nur bedingt möglich (Daten im Anhang): Auf das Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen bezogen, wurden für Eibe, Esche, Hänge-Birke und Mehlbeere höhere Vorkommen beobachtet (insbesondere für die Esche) bzw. bei der Wald-Kiefer ähnlich hoch gelegene Vorkommen.

Für eine höhere räumliche Schärfe werden die maximalen Absolutwerte (Artengruppe A und B) der Teilgebiete mit SENDTNER-Daten verglichen (Tab. 3; Daten im Anhang):

- In fast allen Teilgebieten steigen Eberesche, Tanne, Moor-Birke, Berg-Ahorn und Buche höher.
- Die Fichte bleibt in mehreren Teilgebieten unter dem SENDTNER-Maximalwert, fällt jedoch durch einen deutlichen Anstieg der “kleinen” Individuen (< 1 m) auf. Für die Fichte ist ein Ansteigen im Mangfallgebirge und in den westlichen Chiemgauer Alpen nicht möglich, da die SENDTNER-Beobachtungen dort bereits vom jeweils höchsten Gipfel stammen.

Bei Artengruppe B wurde in den wenigen Teilgebieten mit SENDTNER-Daten nur bei Esche und Mehlbeere ein Anstieg festgestellt.

Tab. 3: Höhere (↑), identische (=) oder tiefere (↓) maximale Absolutwerte der CS-Beobachtungen als die maximalen SENDTNER-Absolutwerte („S“) im jeweiligen Teilgebiet (Daten im Anhang); bei den CS-Beobachtungen werden die Größenkategorien angegeben (von links nach rechts: < 1 m – 1-3 m – > 3 m. Leere Zellen: kein Vergleich möglich, da SENDTNER- und/oder Citizen Science-Daten fehlen. * Neue Einstufungen aufgrund von Nachmeldungen (CS-Beobachtungen nach dem Stichtag 21.11.2022; sind im Anhang dokumentiert).

	1 Bregenzer Wald	2 Allgäuer Hochalpen & Vilsener Gebirge	3 Ammer- gebirge & Wetterstein- gebirge	4 Kocheler Berge & Karwendel- gebirge	5 Mangfall- gebirge	6 Westliche Chiemgauer Alpen	7 Östliche Chiemgauer Alpen, Latten- gebirge & Untersberg	8 Nationalpark Berchtesga- den & Reiter- Alm
max. Meereshöhe [m ü. NN]	2.229	2.649	2.962	2.538	1.884	1.808	1.972	2.713
Eberesche	S: 1.698 ↑-k.A.-↑	S: 1.713 ↓-↑-↑	S: 1.651 k.A.-↑-↑	S: 1.764 k.A.-↑-↑				S: 1.806 ↓-↑-↑
Tanne		S: 1.476 ↑-↑-↑	S: 1.733 ↑-↑-↑	S: 1.612 ↓-↑-↑	S: 1.464 ↑-↑-↑		S: 1.373 ↓-↑-k.A.	S: 1.381 ↑-↑-↑
Moor-Birke		S: 1.579 ↓*-k.A.-↑	S: 1.514 ↑-↑-↑					
Berg-Ahorn	S: 1.535 ↑-↑-↑	S: 1.722 ↓-↑-↑	S: 1.677 k.A.-↑-↑	S: 1.770 ↓-=-↑		S: 1.523 k.A.-↑-↑	S: 1.426 ↓-↑-↑	S: 1.664 ↑-↑-↑
Buche	S: 1.511 ↑-↑-↑	S: 1.530 k.A.*=-*↑	S: 1.480 ↑-↑-↑	S: 1.432 ↑-↑-↑	S: 1.462 ↑-↑-↑	S: 1.523 k.A.-↑-↑	S: 1.439 ↓-↓-↓	S: 1.442 ↓-↓-↑
Fichte	S: 1.844 ↓-↓-↓	S: 1.956 ↑-↓-↓	S: 1.819 ↑-↑-↑	S: 1.820 ↓-↑-↑	S: 1.884 ↓-↓-↓	S: 1.808 ↓-↓-↓	S: 1.887 ↓-↓-↓	S: 1.865 ↑-↑-↑
Latsche	S: 2.014 k.A.-k.A.- k.A.	S: 2.095 k.A.-↓-k.A.*	S: 2.132 ↑-=-k.A.	S: 2.105 ↑-↓-↓			S: 1.970 ↓-k.A.-k.A.	S: 2.209 ↓-↓-↓
Lärche		S: 2.046 k.A.-k.A.-↓	S: 1.819 ↓-↑-↑			S: 1.523 k.A.-↓-↑	S: 1.887 ↓-↓-↓	S: 2.046 ↑-↑-↓
Grün-Erle	S: 1.839 k.A.-↓-k.A.	S: 1.957 ↓-↓-k.A.	S: 1.935 k.A.-↓-k.A.	S: 1.962 ↓-↓-k.A.	S: 1.635 k.A.-↓*-k.A.			S: 1.814 ↑-↓-↓
Zirbe			S: 1.933 ↑-↓-=-*					S: 2.046 k.A.-↑-↓
Eibe			S: 1.332 k.A.-k.A.-↓					
Esche		S: 1.234 ↑-↓*-↑						
Hänge-Birke								S: 1.494 ↓-↓-↑
Wald-Kiefer		S: 1.504 k.A.-k.A.*-↓		S: 1.723 ↓-=-↓			S: 1.465 k.A.-↑-↓	S: 1.696 k.A.-k.A.-↓
Mehlbeere				S: 1.661 k.A.-↑-↑				S: 1.531 ↑-↑-↓

4 Diskussion

Bei fast allen untersuchten Baum- und Straucharten wurde ein Anstieg für das Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen beobachtet, sowohl beim statistisch abgesicherten Vergleich als auch beim Vergleich der maximalen Absolutwerte. Bei Betrachtung der einzelnen Teilgebiete, für die SENDTNER-Daten vorhanden waren, zeigte sich ein ähnliches Bild.

Die einzelnen Arten stiegen jedoch unterschiedlich stark an (hier anhand der Werte des statistisch abgesicherten Vergleichs):

(1) Ein deutlicher Anstieg wurde bei (vorwiegend Laub-)Baumarten beobachtet, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im montanen Bergmischwald und/oder im subalpinen Fichtenwald haben (in Klammern: maximale Meereshöhe bei SENDTNER sowie ermittelter Anstieg in m): Eberesche (1.806 m ü. NN, + 342 m), Tanne (1.733 m ü. NN, + 324 m), Moor-Birke (1.579 m ü. NN, + 278 m), Berg-Ahorn (1.770 m ü. NN, + 273 m), Buche (1.530 m ü. NN, + 141 m) und Fichte (1.956 m ü. NN, + 55 m). Diese Arten sind auf die montane Stufe beschränkt (Buche) oder dringen in die hochsubalpine Krummholzzone vor (Berg-Ahorn, Eberesche, Fichte; Abb. 6 und 7), wo sie von Latschen vor Verbiss und ungünstigen mikroklimatischen Bedingungen wie Schnee- und Eisabrieb geschützt sind. Da die Tanne durch Wild- und Viehverbiss stark geschädigt wird (AMMER 1996, KUPFERSCHMID et al. 2015), ist auch sie an ihrer oberen Grenze auf schützendes Latschengebüsch angewiesen. Bemerkenswert ist, dass die stark aufsteigende Moor-Birke Schutthänge als Pionierart besiedelt.

Das Höhersteigen der Arten, die in den Hochlagen nur im Schutz der Latschengebüsche gedeihen können, ist durch das nur langsame Höhersteigen des Latschengürtels limitiert, dessen Geschwindigkeit wiederum von der vorherrschenden Rasengesellschaft abhängt (DULLINGER et al. 2003).

Das deutliche Höhersteigen von Laubbaumarten, insbesondere der Buche, passt zu der Beobachtung, dass der Koniferen-Anteil im Bergmischwald der Nordalpen in den letzten Jahrzehnten abnimmt (THOM & SEIDL 2022). Auch aus der Schweiz (KÜCHLER et al. 2015) und den Pyrenäen (HERNÁNDEZ et al. 2014) wird von einer Zunahme von Laubbaumarten im Bergwald berichtet.



Abb. 6: Laubbaumarten mit deutlichem Anstieg. Oben: Moorbirke (rechts im Bild) neben Latschengruppen mit Eberesche auf 1.590 m ü.NN am Brett zwischen Höllentalanger und Höllentalkar (Wettersteingebirge). (Foto: S. Rösler, 26.5.2020). Mitte: Buche (rechts im Bild) auf 1.650 m ü.NN am Steinköpfe (Nagelfluhkette zwischen Stuiben und Steineberg, Bregenzer Wald). (Foto: BAYSICS, 6.6.2022). Unten: Buche auf 1.590 m ü.NN am Ziegelspitz (Ammergauer Alpen). (Foto: S. Rösler, 24.10.2021).



Abb. 7: Baumarten im Schutz von Latschengebüschen. Oben links: Am Geigelstein (1.808 m ü. NN, Chiemgauer Alpen) wurde Berg-Ahorn (hellgrün) von Citizen Scientists auf 1.650 m ü. NN beobachtet, während SENDTNER in diesem Gebiet den höchsten Berg-Ahorn auf 1.520 m ü. NN dokumentierte. Oben rechts: Fichten im Latschenfeld knapp unterhalb des Geigelstein-Gipfels. Unten links: Eberesche auf 2.040 m ü. NN am Osterfelderkopf (2.060 m ü. NN, Wettersteingebirge) außerhalb der Weidefläche, im Hintergrund Aussichtsplattform und Seilbahn-Bergstation. Unten rechts: Stark verbissene Tanne am Längenfelderkopf (1.910 m ü. NN, Wettersteingebirge). Ein anderer Citizen Science-Fund am Längenfelderkopf stammt aus einer Höhe von 1.890 m ü. NN (1-3 m großes Exemplar); auch dieses Exemplar ragt nicht über die Latschen heraus. (Fotos: S. Rösler, oben beide 26.6.2021, unten beide 28.8.2022).



Abb. 8: Die Fichte behauptet sich auch in alpinen Rasen, wie hier am Seinskopf (1.961 m ü. NN, Karwendelgebirge), wo die höchsten Fichten auf 1.910 (< 3 m) bzw. 1.930 m ü. NN (1-3 m) gefunden wurden. SENDTNER nennt baumförmige Fichten am SW-Hang auf 1.820 m ü. NN, hier als rot-gestrichelte Höhenlinie eingezeichnet. (Foto: S. Rösler, 4.10.2020).

(2) Die Baum- und Straucharten im Ökoton der Baumgrenze (Lärche: 2.046 m ü. NN, + 13 m, Zirbe: 2.046 m ü. NN, - 57 m, Latsche: 2.209 m ü. NN, + 21 m, Grün-Erle: 1.962 m ü. NN, + 6 m) sind weniger aufgestiegen oder haben sogar an Höhe verloren (Zirbe).

Dieser geringere Anstieg lässt sich mit der Widerstandsfähigkeit der alpinen Rasen gegen das Vorrücken der Waldgrenze erklären. Sowohl biotische (z.B. Pflanze-Pflanze-Interaktionen, Verbiss) als auch abiotische Faktoren (z.B. Schneeverfrachtung, Wind, mangelnde Bodenbildung, geringer Humusgehalt) hemmen in alpinen Rasen das Aufkommen und Überleben von Baumsämlingen. Aussaatversuche in den Schweizer Alpen deuten darauf hin, dass das Aufkommen von Sämlingen (Fichte, Lärche) selbst mehrere hundert Meter über der aktuellen Baumgrenze durch die Verfügbarkeit von lebensfähigem Saatgut eingeschränkt wird, was möglicherweise auf eine geringere Saatgut-Qualität in Hochlagen oder eine zunehmende Entfernung zu samentragenden Bäumen zurückzuführen ist (FREI et al. 2018). Mikrostandorte in alpinen Rasen können auf die frühen Stadien von Baumsämlingen sowohl negativ (Konkurrenz) als auch positiv (fördernd) wirken (LORANGER et al. 2017). Bäume sind langlebige Organismen und wachsen langsam, insbesondere in großen Höhen. Veränderungen im Ökoton der Baumgrenze sind daher mit einer zeitlichen Verzögerung sichtbar. KÖRNER (2012) geht von einer möglichen Verzögerung von mindestens 50 Jahren bei der Reaktion der Baumgrenze auf die jüngste Erwärmung aus.

Die höchsten Vorposten von Nadelbäumen, die von den Citizen Scientists beobachtet wurden (hier in den Größenkategorien < 1 m und 1 - 3 m: Latsche (2.260 m ü. NN, 2.130 m ü. NN), Lärche (2.340 m ü. NN, 2.110 m ü. NN), Zirbe (2.010 m ü. NN, 2.120 m ü. NN)) wachsen in geschützter Mikrotopographie am Fuß von Felswänden oder in Felsnischen (Abb. 9). Die beiden Arten mit Windausbreitung (Latsche, Lärche) zeigten ein ähnliches Höhersteigen wie die zoochore Zirbe, deren schwere Samen vom Tannenhäher (*Nucifraga caryocatactes*) an mehr oder weniger günstigen Stellen für das Aufkommen und die Etablierung von Sämlingen gehortet werden (NEUSCHULZ et al. 2015, 2018). Die höchsten Fichten (2.250 m ü. NN, 2.110 m ü. NN) wurden in Latschengebüsch, alpinen Rasen und am Fuß von Felsen, seltener in Felsnischen gefunden. Diese Stellen werden kaum durch Beweidung beeinflusst (örtlich Schafbeweidung), eher durch Wildverbiss (Gams- und Steinwild). Daher spielt in dieser Studie die frühere und heutige Bewirtschaftung von Almen oder deren Nutzungsaufgabe höchstwahrscheinlich keine Rolle für den Vergleich der Citizen Science-Beobachtungen mit den Daten von SENDTNER.



Abb. 9: Besonders hochgelegene Vorposten von Zirbe; auf 2.020 m ü. NN, Viehkogel/A, Berchtesgader Alpen/Steinernes Meer), Lärche (unten rechts); auf 2.340 m ü. NN, Rotpalfen, Berchtesgader Alpen) und Latsche (unten links; auf 2.155 m ü. NN, Frauenalpl, Wettersteingebirge). (Fotos: S. Rösler oben 30.8.2022 und unten li. 21.8.2018, BAYSICS unten re. 10.8.2020).

Das “Nicht-Hochsteigen” von Arten an der Baumgrenze ließ sich am Viehkogel in den Berchtesgadener Alpen bzw. südseitig auf österreichischem Staatsgebiet beobachten (Abb. 10): Bei einer gezielten Nachsuche am höchstgelegenen SENDTNER-Fundort für Zirbe (“gross. B.” auf 2.046 m ü. NN, SW) fand die Verfasserin die höchsten baumförmigen Zirben (> 3 m) auf 1.995 m ü. NN (1-3 m auf 2.005 m ü. NN, < 1 m auf 2.020 m ü. NN). Auch für die Lärche (gleiche SENDTNER-Angabe) konnte die SENDTNER-Beobachtung (2.046 m ü. NN) nicht mehr bestätigt werden; hier wurden die höchsten Lärchen > 3 m auf 2.010 m ü. NN gefunden. Baumförmige Zirben fanden KÖSTLER & MAYER (1970) ebenfalls bei der Nachsuche im Jahr 1948 am Viehkogel-SW-Hang nur auf 2.000 m ü. NN und schreiben: „Sowohl für Zirbe als auch für Lärche kann das Vorkommen am Viehkogel in 2046 m Höhe nicht mehr bestätigt werden.“



Abb. 10: SW-Hang des Viehkogels auf österreichischem Staatsgebiet (2.158 m ü. NN, Berchtesgadener Alpen/Steinernes Meer; Grenzverlauf über den Gipfel) mit kleiner Zirbe (Vordergrund; auf 2.015 m ü. NN) und Latschengebüsch (links der Bildmitte: höchste Latschengruppen auf rund 2.030 m ü. NN). An diesem Hang dokumentierte SENDTNER sowohl Zirbe als auch Lärche auf 2.046 m ü. NN. Rezent kommen die höchsten baumförmigen Zirben auf 1.995 m ü. NN bzw. Lärchen auf 2.010 m ü. NN vor. (Foto: S. Rösler, 30.8.2022).

Aufgrund der Geomorphologie der Alpen ist die Ausbreitung der Gehölzarten in den Hochlagen durch den Mangel an zur Besiedlung geeigneter Fläche begrenzt (Abb. 11).



Abb. 11: Oben: Obergrenze der geschlossenen Latschenbestände am Zugspitzplatt (Wettersteingebirge) im Bereich des Plattsteigs (etwa Bildmitte, weitgehend hangparallel von der Knorrhütte (2.051 m ü. NN.) zum Gatterl; im Hintergrund: Gatterlköpfe).

Unten: Zirben in der Wettersteinwand oberhalb bzw. südwestlich des Kämitors (1.860 m ü. NN, Wettersteingebirge). In der Wettersteinwand höchste Beobachtung einer baumförmigen Zirbe auf rund 2.040 m ü. NN (Nachmeldung, siehe Anhang). (Fotos: S. Rösler, oben 18.6.2022, unten 3.9.2023).

Um dies zu veranschaulichen, haben wir die Bodenkarte 1:25.000 des Bayerischen Landesamtes für Umwelt mit Höhenzonen (in 100-m-Schritten) verschnitten (Abb. 12). Fels-, Geröll-, Wasser- und Gletscherflächen wurden als für Bäume nicht besiedelbar eingestuft (Fläche [ha] dunkel gepunktet, Flächenanteil [%] weiß unter der durchgezogenen Linie). Der Anteil von Fels und Geröll an der Gesamtfläche der Bayerischen Alpen steigt mit zunehmender Höhe, und damit nimmt die für Bäume besiedelbare Fläche ab. Insgesamt sind die Bayerischen Alpen vielerorts nicht hoch genug für ein Höhersteigen der Bäume entsprechend dem errechneten Anstieg der Isothermen um knapp 500 m.

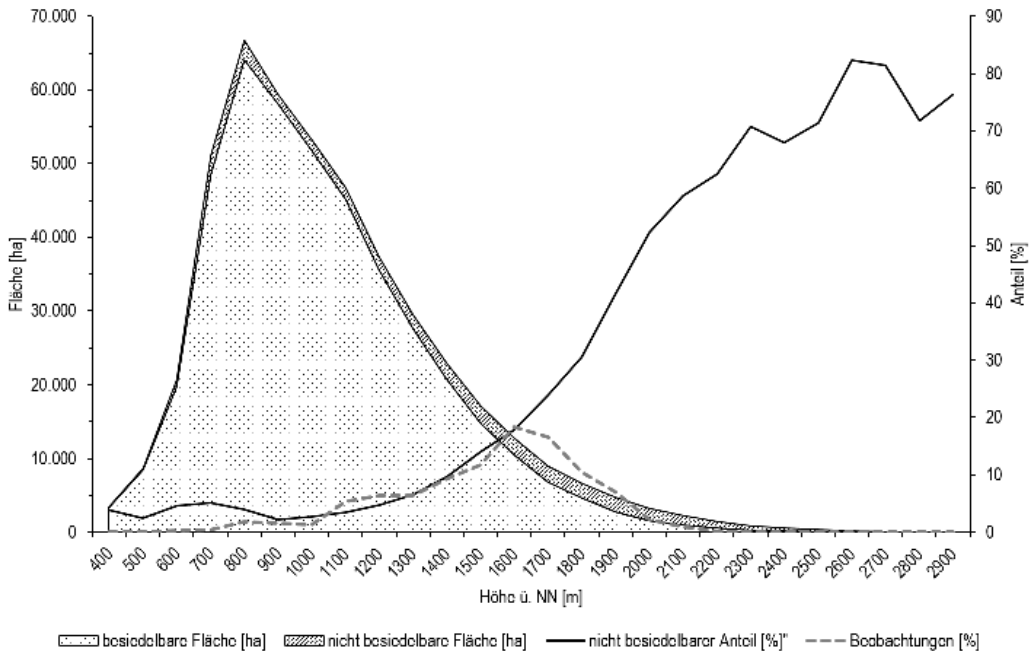


Abb. 12: Anteil von Fels- und Schutt-Standorten (abgeleitet aus der Bodenkarte 1:25.000 des Bayerischen Landesamtes für Umwelt) im Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen sowie die prozentuale Verteilung von nicht-besiedelbaren Standorten und der Anzahl von Citizen Science-Beobachtungen in Abhängigkeit von der Meereshöhe (aus RÖSLER et al. 2024).

Bei den Größenkategorien der Gehölze (Daten im Anhang) fällt auf, dass pro Teilgebiet von einigen Arten teilweise deutlich höhergelegene “kleine” (< 1 m) als “große” Individuen (1-3 m, > 3 m) beobachtet wurden: Fichte, Latsche, Lärche und Mehlsbeere; möglicherweise sind diese Arten als Jungpflanzen auf dem “Vormarsch” in die alpinen Rasen, möglicherweise handelt es sich um ältere Individuen, die aufgrund der ungünstigen Bedingungen niedrig geblieben sind. Dies sollte durch dendrologische Untersuchungen geklärt werden. Bei der Buche hingegen wurden mehrfach pro Teilgebiet ähnliche hohe Vorkommen aller Größenkategorien beobachtet – möglicherweise hat die Buche ihre derzeitige klimatische Höhengrenze dort erreicht.

In dieser Studie erwies sich Citizen Science als eine hervorragende Methode, um eine große Menge an Daten in einem großen Gebiet zu sammeln. Im Gegenzug verbesserten die Teilnehmer ihr Wissen über Baumarten und Bergwälder und wurden für die Auswirkungen des Klimawandels in ihrer eigenen Wanderregion sensibilisiert. Gleichzeitig hatten sie die Möglichkeit, sich aktiv an der Forschung zu beteiligen und ihre eigenen Beobachtungen über Online-Analysetools in Beziehung zu historischen Forschungen und den aktuellen Beobachtungen anderer Teilnehmer zu setzen.

Citizen Science war jedoch kein Selbstläufer, sondern erforderte einen hohen Aufwand an Öffentlichkeitsarbeit (Veröffentlichungen in Medien der Alpenvereine, öffentliche Vorträge, geführte Wanderungen, Schulung von Förstern und Naturschützern als Multiplikatoren), um Teilnehmer zu gewinnen und zu schulen (Artenbestimmung, Methodik) und sie von der Relevanz ihres Beitrags zur Forschung zu überzeugen. Gleichzeitig bot die Teilnahme den spielerischen Anreiz (Gamification), die eigenen Beobachtungen mit denen anderer zu vergleichen oder die Teilnehmer nach der Anzahl der hochgeladenen Beobachtungen zu bewerten. Geeignete Tools für das Hochladen und die Analyse der Daten mussten angeboten werden. Am Ende mussten die CS-Daten kuratiert werden.

Neben dem hohen Aufwand war eine Schwäche der CS in dieser Studie die unterschiedliche Intensität der Datenerfassung, z.B. in den Teilgebieten des Untersuchungsgebiets (fast die Hälfte der Beobachtungen konzentrierte sich auf die Teilgebiete 3 und 4). Bei einigen Arten (Berg-Ahorn, Eberesche, Mehlbeere), deren höchste Vorposten meist im Schutz der Latschengebüsche wachsen, wurde die kleinste Größenkategorie (< 1 m) auffallend selten beobachtet (Abb. 5); möglicherweise wurden hier kleine Individuen übersehen. Während der Höhengschwerpunkt auf dem Bereich zwischen 1.400 und 2.000 m ü. NN lag, gab es oberhalb von 2.000 m ü. NN nur wenige Beobachtungen (Abb. 12: gestrichelte Linie) – entweder, weil dort nur noch wenige Vorposten gedeihen oder, weil diese Höhenlage von den Bürgerwissenschaftlern zu wenig begangen wurde.

In der Zusammenschau lassen sich die zwei eingangs gestellten Forschungsfragen wie folgt beantworten:

1. Die oberen Höhengrenzen fast aller untersuchten Gehölzarten sind seit der Mitte des 19. Jahrhunderts angestiegen. Allerdings erreichte keine Art den dem bisherigen Temperaturanstieg entsprechenden Anstieg um 496 m (entsprechend der in diesem Zeitraum gemessenen Zunahme der Jahresmitteltemperatur um $2,38^{\circ}\text{C}$); die am stärksten angestiegene Art (Eberesche + 324 m) erreicht immerhin 69 % von + 496 m. Bei den Bäumen mit dem größten Anstieg handelt es sich um Arten, die bisher ihren Verbreitungsschwerpunkt im montanen Bergmischwald und im subalpinen Fichtenwald haben. Viel geringer fällt der Anstieg von Gehölzarten des (derzeitigen) Baumgrenz-Ökotoons aus.
2. Der gewählte Citizen Science-Ansatz erwies sich als eine hervorragende Methode, um in vergleichbar kurzer Zeit eine große Menge an Daten in einem großen Gebiet zu sammeln. Sie erforderte jedoch Motivierung und Anleitung der Citizen Scientists sowie Kuratierung und kritische Betrachtung der gesammelten Daten.

5 Ausblick

Baum- und Straucharten des Ökotons Baumgrenze dringen weit weniger hangaufwärts in alpine Rasen, Fels und Schutt vor als Baumarten innerhalb des Bergwaldes. Langfristig kann die Auffüllung mit Laubbaumarten im Bergwald zu völlig neuen Waldtypen führen, was sich insbesondere im Klimawandel auf die Ökosystemleistungen der Bergwälder wie Hochwasser- und Lawinenschutz und Kohlenstoffspeicherung (Zerfallsrate von Totholz, Humusbildung) auswirken wird.

Literaturverzeichnis

- AMMER, C. (1996): Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management* 88: 43–53.
- BÖHLE, A. (2020): Untersuchung der Veränderung der Höhengrenzen im Wettersteingebirge (Bayerische Alpen) und deren Relation zur Klimaerwärmung während der Vegetationsmonate – ein Vergleich historischer und aktueller Aufzeichnungen. Bachelorarbeit, TH Bingen, 104 S.
- DULLINGER, S., DIRNBÖCK, T. & GRABHERR, G. (2003): Patterns of shrub invasion into high mountain grasslands of the Northern Calcareous Alps, Austria. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 35(4): 434–441.
- EWALD, J. (1997): Die Bergmischwälder der Bayerischen Alpen. *Dissertationes Botanicae* 290: 1–234.
- EWALD, J. (2012): Vegetation databases provide a close-up on altitudinal tree species distribution in the Bavarian Alps. – In: DENGLE, J., OLDELAND, J., JANSEN, F., CHYTRÝ, M., EWALD, J., FINCKH, M., GLÖCKLER, F., LOPEZ-GONZALEZ, G., PEET, R.K., SCHAMINÉE, J.H.J. [Eds.]: *Vegetation databases for the 21st century. Biodiversity & Ecology* 4: 1–48.
- EWALD, J., SCHÄFER, H., OLLECK, M., RÖSLER, S., GIBIS, F., KASTNER, T., HÖWENER, A., ORTIZ, E.M. & SHIGITA, G. (2022): Die Stechpalme im Gebiet der bayerischen Voralpen: Vorkommen und Genetik. *Forstliche Forschungsberichte München* 223: 1–89, Zentrum Wald Forst Holz Weihenstephan.
- FLIRI, F. (1975): Das Klima der Alpen im Raume von Tirol. *Monographien zur Landeskunde Tirols* 1, 454 S.
- FREI, E.R., BIANCHI, E., BERNAREGGI, G., BEBI, P., DAWES, M.A., BROWN, C.D., TRANT, A.J., MAMET, S.D. & RIXEN, C. (2018): Biotic and abiotic drivers of tree seedling recruitment across an alpine treeline ecotone. *Scientific Reports* 8: 10894.
- HERNÁNDEZ, L., CAÑELLAS, I., ALBERDI, I., TORRES, I. & MONTES, F. (2014): Assessing changes in species distribution from sequential large-scale forest inventories. *Annals of Forest Science* 71: 161–171.
- HIEBL, W. (2010): Regionalspezifische Analyse der Baumartenzusammensetzung im Bayerischen Alpenraum anhand von Forstinventurdaten. Diplomarbeit, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Wald und Forstwirtschaft, 69 S.
- KOLLER, N. (2013): Untersuchung der Höhenvorkommen von Fichte, Bergahorn, Buche, Tanne, Vogelbeere und Zirbelkiefer im Wettersteingebirge. Diplomarbeit Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Wald und Forstwirtschaft, 63 S.
- KÖRNER, C. (2012): *Alpine Treelines*. Springer. 220 S.
- KÖSTLER, J. N. & MAYER, H. (1970): Die Waldgrenzen im Berchtesgadener Land. *Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere* 35: 121–153.

- KÜCHLER, M., KÜCHLER, H., BEDOLLA, A. & WOHLGEMUTH, T. (2015): Response of Swiss forests to management and climate change in the last 60 years. *Annals of Forest Science* 72: 311–320.
- KUPFERSCHMID, A.D., WASEM, U. & BUGMANN, H. (2015): Browsing regime and growth response of *Abies alba* saplings planted along light gradients. *European Journal of Forest Research* 134: 75–87.
- LORANGER, H., ZOTZ, G. & BADER, M.Y. (2017): Competitor or facilitator? The ambiguous role of alpine grassland for the early establishment of tree seedlings at treeline. *Oikos* 126: 1625–1636.
- MAGNUS, K. (1915): Die Vegetationsverhältnisse des Pflanzenschonbezirkes bei Berchtesgaden. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 15: 301–585.
- MEIEROTT, L., FLEISCHMANN, A., KLOTZ, J., RUFF, M. & LIPPERT, W. (2024): *Flora von Bayern*. Haupt Verlag, Bern, 2880 S.
- METZGER, S. (2021): Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Baumgrenzen in den Berchtesgadener Alpen. Bachelorarbeit, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Wald und Forstwirtschaft.
- NEUSCHULZ, E.L., MUELLER, T., BOLLMANN, K., GUGERLI, F. & BÖHNING-Gaese, K. (2015): Seed perishability determines the caching behaviour of a food-hoarding bird. *Journal of Animal Ecology* 84: 71–78.
- NEUSCHULZ, E.L., MERGES, D., BOLLMANN, K., GUGERLI, F. & BÖHNING-GAESE, K. (2018): Biotic interactions and seed deposition rather than abiotic factors determine recruitment at elevational range limits of an alpine tree. *Journal of Ecology* 106: 948–959.
- OBERDORFER, E. (2001): *Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete*. 8. Auflage, 1056 S., Stuttgart: Ulmer.
- PAUL, H. (1947): Die Höhenverbreitung der in den Bayerischen Alpen bisher beobachteten Gefäßpflanzen. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* 27: 144–174.
- RÖSLER, S., M. OLLECK & EWALD, J. (2020): Klimaforschung auf Otto Sendtners Spuren – mit Citizen Science die Baumgrenzen in den Bayerischen Alpen untersuchen. *Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt* 85: 159–172.
- RÖSLER, S., OLLECK, M. & EWALD, J. (2022): Entspricht das „Höherwandern“ der Stechpalme (*Ilex aquifolium* L.) in den Bayerischen Alpen seit Sendtner (1854) der Erwärmung in diesem Zeitraum? *Forstliche Forschungsberichte München* 223: 47–64, Zentrum Wald Forst Holz Weihenstephan.
- RÖSLER, S., OLLECK, M., MELLERT, K. H., & EWALD, J. (2024): Slow and diverse: Upslope expansion of tree species since 1854 in the Bavarian Alps (Germany) detected by citizen science. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 56(1): 2419690.
- SCHMIDTLEIN, S., FAUDE, U., RÖSSLER, O., FEILHAUER, H., EWALD, J., MEYN, A. & SCHMIDT, J. (2013): Differences between recent and historical records of upper species limits in the northern European Alps. *Erdkunde* 67: 345–354.
- SENDTNER, O. (1854): Die Vegetations-Verhältnisse Südbayerns nach den Grundzügen Südbayerns nach den Grundzügen der Pflanzengeographie und mit Bezugnahme auf Landescultur. München: Literarisch-artistische Anstalt; 910 S., 18 Holzschnitte, 9 Tafeln, 1 Karte. <https://www.bavarikon.de/object/bav:BSB-MDZ-00000BSB10378583?p=697&lang=de>.
- SÖYRINIEMI, N. (1940): Beiträge zur vertikalen Verbreitung der Phanerogamen und Gefäßkryptogamen in den Bayerischen Alpen. *Ann. Bot. Soc. „Vanamo“* 15: 1–47.

THOM, D. & SEIDL, R. (2022): Accelerating Mountain Forest Dynamics in the Alps. *Ecosystems* 25: 603–617.

VOLLMANN, F. (1914): *Flora von Bayern*. Verlagsbuchhandlung Eugen Ulmer, Stuttgart; 840 S.

Anhang

Der Anhang zu dieser Publikation enthält detaillierte Angaben zu den höchsten Fundorten im Projekt BAYSICS:

Anhang 1: Übersichtstabelle zur Meereshöhe der höchsten Beobachtungen von SENDTNER (1854) und den Citizen Scientists im Projekt BAYSICS (2018-2022) von 15 Arten, jeweils für das Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen sowie differenziert nach Teilgebieten.

Anhang 2: Fundorte und detaillierte Daten zu den höchsten Beobachtungen von SENDTNER (1854) und den Citizen Scientists im Projekt BAYSICS (2018-2022) von 15 Arten, jeweils für das Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen sowie differenziert nach Teilgebieten.

Wichtiger Hinweis:

Anhang 1 und **Anhang 2** dieses Artikels sind auf der Homepage des Vereins zum Schutz der Bergwelt (www.vzsb.de) dauerhaft hinterlegt in der digitalen Gesamt-PDF des Artikels (Text + Anhänge) unter VzSB-Publikationen, Jb. 2024/2025: <https://www.vzsb.de/publikationen.php>.

Danksagung

Wir danken allen Citizen Scientists, die mit ihren Beobachtungen zu dieser Studie beigetragen haben. Ohne ihre Wanderungen, ihre Sensibilität für die alpine Natur und ihre unermüdliche Dateneingabe wäre diese Studie nicht möglich gewesen!

Dem Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (StMWK) danken wir für die Förderung dieser Forschung (BAYSICS, Teilprojekt 6: „Höhengrenzen von Baumarten selbst erkunden“). BAYSICS ist Teil von bayklif (Bayerisches Klimaforschungsnetzwerk).

Die kritische Durchsicht dieses Manuskripts übernahm Prof. Dr. Anton Fischer, wofür wir ihm ganz herzlich danken.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Sabine Rösler
Falkenhorstweg 12
81476 München

Prof. Dr. Jörg Ewald, Dr. Michelangelo Olleck und Dr. Karl H. Mellert
Institut für Ökologie und Landschaft
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Fakultät Wald und Forstwirtschaft
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 3
85354 Freising

Korrespondierende Autorin: dr.s.roesler@web.de

Anhang 1: Übersichtstabelle zur Meereshöhe der höchsten Beobachtungen von SENDTNER (1854) und den Citizen Scientists im Projekt BAYSICS (2018-2022) von 15 Arten, jeweils für das Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen sowie differenziert nach Teilgebieten.

Bei jeder Art:

1. Zeile (S): Höchste Beobachtung von SENDTNER (1854) in m ü.NN (Umrechnung 1 Pariser Fuß = 0,32484 m).

2. Zeile: Höchste Beobachtung im Projekt BAYSICS in m ü.NN (automatisch ermittelter DGM-Wert) differenziert nach Größe des beobachteten Individuums (< 1 m – 1 bis 3 m – > 3 m).

Fett: höchste Beobachtung im Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen.

k.A.: keine Angabe; keine Daten vorhanden.

* Hierzu liegen Nachmeldungen vor (Beobachtungen bzw. höhere Vorkommen nach dem Stich-tag für die Auswertungen (21.11.2022)); die Nachmeldungen sind in Anhang 2 dokumentiert.

		1 Bregenzer Wald	2 Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge	3 Ammergebirge & Wettersteingebirge	4 Kocheler Berge & Karwendelgebirge
	max. Meereshöhe [m ü. NN]	2229	2649	2962	2538
Artengruppe A	Eberesche	S: 1698 1780 – k.A. – 1720	S: 1713 1500 – 1840 – 1940	S: 1651 k.A. – 2040 – 2040	S: 1764 k.A. – 1960 – 1830
	Tanne	S: k.A. 1590 – 1700 – 1460	S: 1476 1620 – 1800 – 1780	S: 1733 1800 – 1890 – 1800	S: 1612 750 – 1770 – 1830
	Moor-Birke	S: k.A. 1600 – k.A. – k.A.	S: 1579 1480* – k.A. – 1840	S: 1514 1754 – 1650 – 1720	S: 1432 k.A. – k.A. – k.A.
	Berg-Ahorn	S: 1535 1590 – 1700 – 1700	S: 1722 1700 – 1880 – 1930	S: 1677 k.A. – 1930 – 1900	S: 1770 1640 – 1770 – 1830
	Buche	S: 1511 1640* – 1640 – 1640	S: 1530 k.A.* – 1530* – 1540*	S: 1480 1640 – 1620 – 1640	S: 1432 1550 – 1500 – 1610
	Fichte	S: 1844 1800 – 1800 – 1800	S: 1956 2250 – 1940 – 1910	S: 1819 2050 – 1990 – 1900	S: 1820 1770 – 1930 – 1910
	Latsche	S: 2014 k.A. – k.A. – k.A.	S: 2095 k.A. – 1840 – k.A.*	S: 2132 2170 – 2130 – k.A.	S: 2105 2260 – 1820 – 1690
	Lärche	S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.	S: 2046 k.A. – k.A. – 1760	S: 1819 1660 – 2040 – 1930	S: k.A. 2050 – 1470 – 1570
	Grün-Erle	S: 1839 k.A. – 1800 – k.A.	S: 1957 1950 – 1950 – k.A.	S: 1935 k.A. – 1930 – k.A.	S: 1962 1620 – 1680 – k.A.
	Zirbe	S: k.A. k.A. – k.A. – 1820	S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.	S: 1933 2010 – 1770 – 1930*	S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.
Artengruppe B	Eibe	S: k.A. k.A.* – k.A. – k.A.	S: k.A. k.A.* – 1440 – 1490	S: 1332 k.A. – k.A. – 1280	S: k.A. k.A. – 1150 – 1180
	Esche	S: k.A. 980* – k.A. – 1150	S: 1234 1410 – 1140* – 1240*	S: k.A. 1240 – 1070 – 980	S: k.A. 1330 – 1330 – 1460
	Hänge-Birke	S: k.A. k.A. – k.A. – 1610	S: k.A. 1500 – k.A. – 1560	S: k.A. k.A. – k.A. – 870	S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.
	Wald-Kiefer	S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.	S: 1504 k.A. – k.A.* – 1060	S: k.A. 1310 – 1640 – 830	S: 1723 1620 – 1720 – 1710
	Mehlbeere	S: k.A. 1780 – 1680 – k.A.	S: k.A. 1710 – 1700 – 1240	S: k.A. 1860 – 1370 – 1640	S: 1661 k.A. – 1770 – 1710

5 Mangfallgebirge 1884	6 Westliche Chiemgauer Alpen 1808	7 Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg 1972	8 Nationalpark Berchtesgaden & Reiteralm 2713	Bayerische Alpen gesamt 2962
S: k.A. 1200 – 1670 – 1670*	S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.	S: k.A. 1270 – k.A. – k.A.	S: 1806 1780 – 1860 – 1800	S: 1806 1780 – 2040 – 2040
S: 1464 1570 – 1610 – 1630	S: 1677 k.A. – k.A. – k.A.	S: 1373 1190 – 1530 – k.A.	S: 1381 1490 – 1450 – 1670	S: 1733 1800 – 1890 – 1830
S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.	S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.	S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.	S: 1462 k.A. – k.A. – k.A.	S: 1579 1754 – 1650 – 1840
S: k.A. 1270 – 1580 – 1650*	S: 1523 k.A. – 1640 – 1650	S: 1426 1270 – 1490 – 1490	S: 1664 1780 – 1910 – 1810	S: 1770 1780 – 1930 – 1930
S: 1462 1570 – 1570 – 1490*	S: 1523 k.A. – 1540 – 1550	S: 1439 1270 – 1270 – 1270	S: 1442 1370 – 1400 – 1450	S: 1530 1640 – 1640 – 1640
S: 1884 1827 – 1830 – 1830*	S: 1808 1780 – 1780 – 1760	S: 1887 1670 – 1840 – 1840	S: 1865 2010 – 2110 – 1960	S: 1956 2250 – 2110 – 1960
S: k.A. 1690 – 1830 – 1570	S: k.A. 1630 – 1780 – k.A.	S: 1970 1840 – k.A. – k.A.	S: 2209 2110 – 1820 – 1820	S: 2209 2260 – 2130 – 1820
S: k.A. k.A. – k.A. – 1380	S: 1523 k.A. – 1400 – 1540	S: 1887 1270 – 1840 – 1840	S: 2046 2340 – 2110 – 1960	S: 2046 2340 – 2110 – 1960
S: 1635 k.A. – 1590* – k.A.	S: k.A. 1540 – k.A. – k.A.	S: k.A. 1860 – 1350 – k.A.	S: 1814 1910 – 1640 – k.A.	S: 1962 1950 – 1950 – k.A.
S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.	S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.	S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.	S: 2046 k.A. – 2120 – 1860	S: 2046 2010 – 2120 – 1930
S: k.A. 1260 – 1160 – 1300	S: k.A. k.A. – 1010 – 860	S: k.A. 890 – 1070 – 890	S: k.A. 1170 – 810 -800	S: 1332 1260 – 1440 – 1490
S: k.A. k.A. – 1370 – 1140	S: k.A. k.A. – 1320 – 1100	S: k.A. 1380 – k.A. – 1150	S: k.A. 1170 – 1600 – 1370	S: 1234 1410 – 1600 – 1460
S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.	S: k.A. 1390 – k.A. – k.A.	S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.	S: 1494 1420 – 1230 – 1500	S: 1494 1500 – 1230 – 1610
S: k.A. k.A. – k.A. – k.A.	S: k.A. k.A. – k.A. - 1250	S: 1465 k.A. – 1670 – 1350	S: 1696 k.A. – k.A. – 1400	S: 1723 1620 – 1720 - 1710
S: k.A. k.A. – 1660 – 1576	S: k.A. k.A. – 1780 – 1370	S: k.A. 1190 – 1590 – 1490	S: 1531 1820 – 1680 – 1380	S: 1661 1860 – 1780 – 1710

Anhang 2: Fundorte und detaillierte Daten zu den höchsten Beobachtungen von SENDTNER (1854) und den Citizen Scientists im Projekt BAYSICS (2018-2022) von 15 Arten, jeweils für das Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen sowie differenziert nach Teilgebieten.

SENDTNER-Daten: Anzahl der Beobachtungen für die jeweilige Art (von 441 Beobachtungen für alle 15 Arten), höchste Beobachtung in m ü.NN (Umrechnung 1 Pariser Fuß = 0,32484 m) mit Angabe des Teilgebiets; Fundort als Zitat aus SENDTNER (1854) mit Meereshöhe in Pariser Fuß und ggf. Exposition.

BAYSICS-Daten: Anzahl der Beobachtungen für die jeweilige Art (von 1061 Beobachtungen für alle 15 Arten), höchste Beobachtung in m ü.NN (als automatisch ermittelter DGM-Wert sowie ggf. als vom Citizen Scientist zusätzlich gemessener Wert) mit Angabe des Teilgebiets und differenziert nach Größe des beobachteten Individuums (< 1 m – 1 bis 3 m – > 3 m). Als Zusatzinformation werden die höchsten Berggipfel in der Nähe des Beobachtungsorts genannt, um das theoretische Potential für ein weiteres Höhersteigen zu illustrieren. Fundorte am Jenner werden je nach Lage des Beobachtungsorts entweder in Teilgebiet 7 oder in 8 gelistet.
k.A.: keine Angabe; keine Daten vorhanden.

Nachmeldungen: Beobachtungen bzw. höhere Vorkommen nach dem Stichtag für die Auswertungen (21.11.2022).

Eberesche, Vogelbeere (*Sorbus aucuparia* L.)

Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen:

SENDTNER (7 Beobachtungen von 441): **1806 m**

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: „*Trischibel, 5560, NO*“

BAYSICS (93 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **2040 m DGM/2055 m** gemessen; Ammergebirge & Wettersteingebirge: Osterfelderkopf (Gipfel: 2060 m)

1-3 m: **2040 m DGM/2057 m** gemessen; Ammergebirge & Wettersteingebirge: Osterfelderkopf (Gipfel: 2060 m)

< 1 m: **1780 m DGM/nicht** gemessen; Bregenzer Wald: Hochgrat (Gipfel: 1834 m) und Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: Jenner (Gipfel: 1874 m)

Bregenzer Wald:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1698 m**

„*Gottesackeralpe, 5228, NO*“

BAYSICS (5 Beobachtungen, keine Beobachtung am Gottesacker oder Hohen Ifen):

> 3 m: **1720 m DGM/1725 m** gemessen: Siplingerkopf (Gipfel: 1746 m)

1-3 m: k.A.

< 1 m: **1780 m DGM/nicht** gemessen: Hochgrat (Gipfel: 1834 m)

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (2 Beobachtungen): **1713 m**

„*Seealpergündle, 5274, S*“

BAYSICS (11 Beobachtungen, keine Beobachtungen im Faltenbachtal und Seealptal):

> 3 m: **1940 m DGM/1928 m** gemessen: sö vom Koblatsee (Gipfel Gratkopf: 2171 m)

1-3 m: **1840 m DGM/1850 m** gemessen: Jubiläumsweg/A (Gipfel Sattelkopf: 2087 m)

< 1 m: **1500 m DGM/1490 m** gemessen: Grünten (Gipfel: 1738 m)

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1651 m**

„*Schachen, 5084, N*“

BAYSICS (27 Beobachtungen, inkl. eine Beobachtung am Schachentor (Gipfel Schachentorkopf 1957 m bzw. Frauenalplspitz 2369 m) > 3 m auf **1860 m DGM/1850 m** gemessen

sowie am Teufelgsaß (Gipfel Frauenalplspitz 2369 m) 1-3 m auf **1940 m DGM/1922 m** gemessen bzw. **1960 m DGM/1960 m** gemessen):

> 3 m: **2040 m DGM/2055 m** gemessen: Osterfelderkopf (Gipfel: 2060 m)

1-3 m: **2040 m DGM/2057 m** gemessen: Osterfelderkopf (Gipfel: 2060 m)

< 1 m: k.A.

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1764 m**

„*Stanggälagerjoch, 5430, Grat*“

BAYSICS (18 Beobachtungen, inkl. einer Beobachtung am Galgenstangenjoch 1-3 m auf **1750 m DGM/1754 m** gemessen (Gipfel Galgenstangenkopf: 1806 m)):

> 3 m: **1830 m DGM/nicht** gemessen: Hohe Kisten (Gipfel: 1922 m)

1-3 m: **1960 m DGM/1939 m** gemessen: Oberer Rißkopf (Gipfel: 2049 m)

< 1 m: k.A.

Mangfallgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (9 Beobachtungen):

> 3 m: **1670 m** DGM/**1680 m** gemessen: Wendelstein (Gipfel: 1838 m)

1-3 m: **1670 m** DGM /**1680 m** gemessen: Wendelstein (Gipfel: 1838 m)

< 1 m: **1200 m** DGM/**1253 m** gemessen: Kleiner Unterberg (Gipfel Trainsjoch: 1707 m)

[Nachmeldung: > 3 m: **1770 m** gemessen: Rotwand (Gipfel: 1884 m)]

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (1 Beobachtung):

> 3 m: k.A.

1-3 m: k.A.

< 1 m: **1270 m** DGM/**1296 m** gemessen: Grünstein (Gipfel: 1304 m)

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm:

SENDTNER (2 Beobachtungen): **1806 m**

„Trischibel, 5560, NO“

BAYSICS (14 Beobachtungen, keine Beobachtungen im Gebiet Trischübelalm (verfallen, südlich des Watzmann-Massivs):

> 3 m: **1800 m** DGM/**1799 m** gemessen: Falzkopf nahe Watzmannhaus (Gipfel Hocheck: 2651 m)

1-3 m: **1860 m** DGM/**1858 m** gemessen: Falzkopf nahe Watzmannhaus (Gipfel Hocheck: 2651 m)

< 1 m: **1780 m** DGM/nicht gemessen: Jenner (Gipfel: 1874 m)

Tanne, Weiß-Tanne (*Abies alba* Mill.)

Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen:

SENDTNER (9 Beobachtungen von 441): **1733 m**

Ammergebirge & Wettersteingebirge: „*Gamsangerl am Wetterstein, 5335, NO, Krüppel*“

BAYSICS (114 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **1830 m** DGM/nicht gemessen; Kocheler Berge & Karwendelgebirge: Hohe Kisten

1-3 m: **1890 m** DGM/**1911 m** gemessen; Ammergebirge & Wettersteingebirge: Längenfelderkopf

< 1 m: **1800 m** DGM/**1797 m** gemessen; Ammergebirge & Wettersteingebirge: Längenfelderkopf

Bregenzer Wald:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (6 Beobachtungen):

> 3 m: **1460 m** DGM/**1514 m** gemessen: Riedberger Horn, Nordseite (Gipfel: 1787 m)

1-3 m: **1700 m** DGM/**1721 m** gemessen: Siplingerkopf (Gipfel: 1746 m)

< 1 m: **1590 m** DGM/**1584 m** gemessen: Obere Sedererwände (Gipfel Buralpkopf: 1772 m)

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1476 m**

„*Laubach im Oythal, 4543, SW, Baum*“

BAYSICS (15 Beobachtungen, keine Beobachtungen im Oytal-Gebiet [Laufbach gemeint?]):

> 3 m: **1780 m** DGM/**1776 m** gemessen: Im Kärle (Gipfel Sattelkopf: 2097 m)

1-3 m: **1800 m** DGM/**1805 m** gemessen: Koblat (südlich Gratkopf, Gipfel: 2172 m)

< 1 m: **1620 m** DGM/**1605 m** gemessen: Wilder Grat (Gipfel Kreuzkopf: 2287 m)

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (2 Beobachtungen): **1733 m**

„*Gamsangerl am Wetterstein, 5335, NO, Krüppel*“

BAYSICS (25 Beobachtungen, inkl. Beobachtung am Gamsanger (Gipfel Obere Wettersteinspitze: 2296 m) > 3 m auf 1440 m DGM/1410 m gemessen sowie 1-3 m auf **1750 m** DGM/**1740 m** gemessen):

> 3 m: **1800 m** DGM/**1780 m** gemessen: Schachentor (Gipfel Schachentorkopf: 1957 m)

1-3 m: **1890 m** DGM/**1911 m** gemessen: Längenfelderkopf (Gipfel: 1910 m)

< 1 m: **1800 m** DGM/**1797 m** gemessen: Längenfelderkopf (Gipfel: 1910 m)

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1612 m**

„*Seinsberg (v. Krempelb.), 4963, W, Baum*“

BAYSICS (31 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Seinskopf (Gipfel: 1961 m)):

> 3 m: **1830 m** DGM/nicht gemessen: Hohe Kisten (Gipfel: 1922 m)

1-3 m: **1770 m** DGM/nicht gemessen: Benediktenwand (Gipfel: 1800 m)

< 1 m: **750 m** DGM/**761 m** gemessen: Kuhfluchtgraben (Gipfel Hoher Fricken: 1932 m)

Mangfallgebirge:

SENDTNER (2 Beobachtungen): **1464 m**

„*Schelmbergkopf w.o. [am Miesing], 4507, Baum*“

BAYSICS (12 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Schellenberg/Miesing-Gebiet (Gipfel Dürrmiesing: 1863 m):

> 3 m: **1630 m** DGM/**1665 m** gemessen: Wendelstein (Gipfel: 1838 m)

1-3 m: **1610 m** DGM/**1567 m** gemessen: Wendelstein (Gipfel: 1838 m)

< 1 m: **1570 m** DGM/nicht gemessen: Brecherspitz (Gipfel: 1683 m)

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1677 m**

„Geiglstein bei Schlebing, 5162, S, Krüppel“

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1373 m**

„Untersberg: Pankopf, 4227, O, Baum“

BAYSICS (2 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Bannkopf (Gipfel: 1659 m)):

> 3 m: k.A.

1-3 m: **1530 m** DGM/**1530 m** gemessen: Jenner (Gipfel: 1874 m)

< 1 m: **1190 m** DGM/**1191 m** gemessen: Grünstein (Gipfel: 1304 m)

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm“:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1381 m**

„Mittereis am Kamerlinghorn, 4250, NO, Baum“

BAYSICS (18 Beobachtungen, inkl. Beobachtung >3 m oberhalb Mittereisalms auf **1520 m** DGM/**1510 m** gemessen):

> 3 m: **1670 m** DGM/**1684 m** gemessen: Pfaffenkegel/Torrener Joch (Gipfel Pfaffenkegel: 1862 m)

1-3 m: **1450 m** DGM/**1445 m** gemessen: Kühroint (Gipfel Kleiner Watzmann: 2307 m)

< 1 m: **1490 m** DGM/nicht gemessen: Jenner (SW-Seite, im Nationalpark; Gipfel: 1874 m)

Moor-Birke (*Betula pubescens* Ehrh.)

Gesamtgebiet der Bayerische Alpen:

SENDTNER (8 Beobachtungen von 441): **1579 m**

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge: „*Taufersberg im Rappenalperthal, 4862, NO*“

BAYSICS (22 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **1840 m DGM/1790 m** gemessen bzw. **1770 m DGM/1785 m** gemessen; beide Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge: zwischen Kanzelwand und Fellhorn (Gipfel Kanzelwand: 2058 m)

1-3 m: **1650 m DGM/1649 m** gemessen bzw. **1630 m DGM/1673 m** gemessen; Ammergebirge & Wettersteingebirge: Brett oberhalb Höllentalanger (Gipfel Zugspitze: 2962 m) bzw. zwischen Kreuzeck und Längenfelderkopf (Gipfel Osterfelderkopf: 2060 m)

< 1 m: **1754 m DGM/1750 m** gemessen; Ammergebirge & Wettersteingebirge: Längenfelderkopf (Gipfel Osterfelderkopf: 2060 m)

Bregenzer Wald:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (2 Beobachtungen):

> 3 m: k.A.

1-3 m: k.A.

< 1 m: **1600 m DGM/1619 m** gemessen: Hohenfluhalkopf (Gipfel: 1636 m)

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (3 Beobachtungen): **1579 m**

„*Taufersberg im Rappenalperthal, 4862*“

BAYSICS (7 Beobachtungen, keine Beobachtungen im Rappenalptal):

> 3 m: **1840 m DGM/1790 m** gemessen bzw. **1770 m DGM/1785 m** gemessen; beide zwischen Kanzelwand und Fellhorn (Gipfel Kanzelwand: 2058 m)

1-3 m: k.A.

< 1 m: **1480 m DGM/nicht gemessen**: am Bärgündelesbach (Gipfel Großer Wilder: 2379 m)
[Nachmeldung < 1 m: **1600 m DGM/1574 m** gemessen, Ochsennerg (Gipfel Roßkopf: 1823 m)]

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (3 Beobachtungen): **1514 m**

„*beim Bergwerk im Höllenthal an der Zugspitze, 4660, NW*“

BAYSICS (13 Beobachtungen, inkl. 4 Beobachtungen an den Knappenhäusern > 3 m auf maximal **1530 m DGM/1530 m** gemessen):

> 3 m: **1720 m DGM/1740 m** gemessen: Hupfleitenjoch (Gipfel Osterfelderkopf: 2060 m)

1-3 m: **1650 m DGM/1649 m** gemessen bzw. **1630 m DGM/1673 m** gemessen: Brett oberhalb Höllentalanger (Gipfel Zugspitze: 2962 m) bzw. zwischen Kreuzeck und Längenfelderkopf (Gipfel Osterfelderkopf: 2060 m)

< 1 m: **1754 m DGM/1750 m** gemessen: Längenfelderkopf (Gipfel Osterfelderkopf: 2060 m)

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1432 m**

„Karwendl im Kirchle¹, 4409, SO“
BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Mangfallgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.
BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.
BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.
BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm:

SENDTNER (1 Beobachtungen): **1462 m**
„Böser Steig auf der Reitalm bei Berchtesgaden, 4500, NO“
BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

1 Südseite des Kirchls (am Grenzkamm zwischen Westlicher Karwendelspitze und Larchetfleckspitze) liegt in Österreich.

Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus* L.)

Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen:

SENDTNER (44 Beobachtungen von 441): **1770 m**

Kocheler Berge & Karwendelgebirge: „*Stanggelägerjoch in der Ries, 5450, Mergelschiefer, Freier Abh., N, Strauch*“

BAYSICS (130 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **1930 m** DGM/nicht gemessen; Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge: Kegelkopf (Gipfel: 1959 m)

1-3 m: **1930 m** DGM/**1935 m** gemessen; Ammergebirge & Wettersteingebirge: Osterfelder (Gipfel Höllentorkopf: 2150 m)

< 1 m: **1780 m** DGM/nicht gemessen; Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: Jenner (Gipfel: 1874 m)

Bregenzer Wald:

SENDTNER (4 Beobachtungen): **1535 m**

„*Rindalperhorn, Alpe, 4726, Molasse, Lehmboden, Freier Abh., SO, Bäume*“

BAYSICS (9 Beobachtungen, inkl. Beobachtung am Rindalperhorn (Gipfel: 1821 m) > 3 m auf **1580 m** DGM/**1614 m** gemessen:

> 3 m: **1700 m** DGM/**1711 m** gemessen: Siplingerkopf (Gipfel: 1746 m)

1-3 m: **1700 m** DGM/**1721 m** gemessen: Siplingerkopf (Gipfel: 1746 m)

< 1 m: **1590 m** DGM/nicht gemessen: Gündleskopf (Gipfel: 1748 m)

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (14 Beobachtungen): **1722 m**

„*Steinach im Seetalperthalp, 5300, Mergelschiefer, Kahrboden, W, Strauch*“

BAYSICS (17 Beobachtungen, keine Beobachtungen im Faltenbachtal und Sealtal.

> 3 m: **1930 m** DGM/nicht gemessen: Kegelkopf (Gipfel: 1959 m)

1-3 m: **1880 m** DGM/**1895 m** gemessen: Nördliche Fuchskarspitze (Gipfel: 2314 m)

< 1 m: **1700 m** DGM/**1709 m** gemessen: Grünten (Gipfel: 1738 m)

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (7 Beobachtungen): **1677 m**

„*Gamsangerl bei Mittenwald, 5164, Kalk, Freier Abh., NO, Strauch*“

BAYSICS (30 Beobachtungen, inkl. zwei Beobachtungen am Gamsanger (Gipfel Obere Wettersteinspitze: 2296 m) > 3 m auf **1700 m** DGM/**1670 m** gemessen bzw. **1660 m** DGM/**1660 m** gemessen):

> 3 m: **1900 m** DGM/**1978³ m** gemessen: Hoher Straußberg (Gipfel: 1933 m)

1-3 m: **1930 m** DGM/**1935 m** gemessen: Osterfelder (Gipfel Höllentorkopf: 2150 m)

< 1 m: k.A.

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1770 m**

-
- 2 Toponym unklar: Östlich von Oberstdorf gibt es eine Vordere Seetalpe im Faltenbachtal, auch eine Straßenbezeichnung „Im Steinach“ in Oberstdorf. Zwischen Oytal und Großem Seekopf befindet sich die Hintere Seetalpe im Sealtal.
 - 3 zusätzliche Messung inkorrekt (Höhenangabe übersteigt Gipfelhöhe)

„Stanggelägerjoch in der Ries, 5450, Mergelschiefer, Freier Abh., N, Strauch“

BAYSICS (28 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Galgenstangenjoch (Gipfel Galgenstangenkopf: 1806 m)):

> 3 m: **1830 m DGM/1863 m** gemessen: Lochtal (Gipfel Schindlerskopf: 1940 m); **1810 m DGM/1800 m** gemessen: Hoher Fricken (Gipfel: 1932 m)

1-3 m: **1770 m DGM/nicht gemessen**: Benediktenwand (Gipfel: 1800 m)

< 1 m: **1640 m DGM/1644 m** gemessen: Martinskopf (Gipfel Herzogstand: 1732 m)

Mangfallgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (13 Beobachtungen):

> 3 m: **1650 m DGM/nicht gemessen**: Brecherspitz (Gipfel: 1683 m)

1-3 m: **1580 m DGM/nicht gemessen**: Brecherspitz (Gipfel: 1683 m)

< 1 m: **1270 m DGM/1310 m** gemessen: Kleiner Unterberg (Gipfel Trainsjoch: 1707 m)

[Nachmeldung > 3 m: **1742 m** gemessen: Rotwand (Gipfel: 1884 m)]

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (4 Beobachtungen): **1520 m bzw. 1523 m**

„Haidenholzalpe bei Schlehing, 4680, Kalk mit Lehmbohn., Freier Abh., NO, statl. Bäume“

„Hochfelln b. Bergen, 4690, Mergel, Freier Abh., S, statl. Bäume“

BAYSICS (7 Beobachtungen, inkl. Beobachtungen am Geigelstein (Gipfel: 1808 m) > 3 m auf **1650 m DGM/1635 m** gemessen sowie 1-3 m auf **1640 m DGM/1660 m** gemessen;

keine Beobachtungen am Hochfelln (Gipfel: 1671 m)):

> 3 m: **1650 m DGM/1635 m** gemessen: Geigelstein (Gipfel: 1808 m); **1630 m**

DGM/1660 m gemessen: Kampenwand (Gipfel: 1668 m)

1-3 m: **1640 m DGM/1660 m** gemessen: Geigelstein (Gipfel: 1808 m)

< 1 m: k.A.

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1426 m**

„Untersberg gegen d. Almbachscharte, 4390, Lehmbohn., Thalrinne, NO, Strauch“

BAYSICS (11 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Untersberg (Gipfel Berchtesgadener Hochthron: 1972 m)):

> 3 m: **1490 m DGM/1505 m** gemessen: Mittelstaufer (Gipfel Hochstaufer: 1771 m)

1-3 m: **1490 m DGM/1505 m** gemessen: Mittelstaufer (Gipfel Hochstaufer: 1771 m)

< 1 m: **1270 m DGM/1300 m** gemessen: Grünstein (Gipfel: 1304 m)

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm:

SENDTNER (13 Beobachtungen): **1664 m**

„Röthalm am Obersee (mit der Fichtengrenze), 5121, Lehmbohn., Fast freier Abhang, sehr weites Kahr, NW, sehr gross“

BAYSICS (15 Beobachtungen, keine Beobachtungen im Gebiet Obersee-Röthalm):

> 3 m: **1810 m DGM/nicht gemessen**: Jenner (Gipfel: 1874 m)

1-3 m: **1910 m DGM/1899 m** gemessen: nahe Watzmannhaus (Gipfel Hocheck: 2651 m)

< 1 m: **1780 m DGM/nicht gemessen**: Jenner (Gipfel: 1874 m)

Buche, Rot-Buche (*Fagus sylvatica* L.)

Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen:

SENDTNER (77 Beobachtungen von 441): **1530 m**

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge: „*Schlappolt bei Obersdorf, 4710, Kalkhornstein, Freier Abh., SO, 20 'h. B.*“

BAYSICS (140 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **1640 m DGM/1653 m** gemessen; Bregenzer Wald: zwischen Stuiben und Steineberg sowie **1640 m DGM/nicht** gemessen; Ammergebirge & Wettersteingebirge: Laber

1-3 m: **1640 m DGM/1653 m** gemessen; Bregenzer Wald: zwischen Stuiben und Steineberg

< 1 m: **1640 m DGM/1650 m** gemessen; Ammergebirge & Wettersteingebirge: Steilenberg/Schachen-Gebiet

Bregenzer Wald:

SENDTNER (6 Beobachtungen): **1511 m**

Bregenzer Wald; „*Gündlesalpe ober d. Rothwand a. Rindalperhorn, 4650, Molasse, Freier Abh., S, Bäume*“

BAYSICS (32 Beobachtungen, inkl. Beobachtung am Gündleskopf (Gipfel: 1748 m) > 3 m auf **1410 m DGM/1480 m** gemessen):

> 3 m: **1640 m DGM/1653 m** gemessen: zwischen Stuiben und Steineberg (Gipfel Stuiben: 1749 m)

1-3 m: **1640 m DGM/1653 m** gemessen: zwischen Stuiben und Steineberg (Gipfel Stuiben: 1749 m)

< 1 m: **1640 m DGM/1653 m** gemessen: Siplingerkopf (Gipfel: 1746 m)

[Nachmeldung < 1 m: **1660 m DGM/1660 m** gemessen, Steineberg (Gipfel: 1683 m)]

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (20 Beobachtungen): **1530 m**

„*Schlappolt bei Obersdorf, 4710, Kalkhornstein, Freier Abh., SO, 20 'h. B.*“

BAYSICS (11 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Schlappoltkopf (Gipfel: 1968 m):

> 3 m: **1540 m DGM/1540 m** gemessen: Im der Regenweide/Koblat (Gipfel Gratkopf: 2172 m)

1-3 m: **1530 m DGM/1522 m** gemessen: Grünten (Gipfel: 1738 m)

< 1 m: k.A.

[Nachmeldung > 3 m: **1610 m DGM**, Breitenberg (Gipfel: 1838 m)]

[Nachmeldung 1-3 m: **1550 m DGM/1546 m** gemessen, Sattelkopf (Gipfel 2097: m)]

[Nachmeldung < 1 m: **1620 m DGM/1636 m** gemessen, Imberger Horn (Gipfel: 1655 m)]

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (8 Beobachtungen): **1480 m**

„*Schachenalpe bei Garmisch, 4557, Kalk, Freier Abh., W, Bäume*“

BAYSICS (27 Beobachtungen, inkl. Beobachtungen am Steilenberg unterhalb der Schachenalpe (Gipfel Steilenberg: 1786) <1 m auf **1640 m DGM/1650 m** gemessen sowie unterhalb der Wettersteinalpe (Gipfel Kämitorkopf: 1870 m) >3 m auf **1430 m DGM/1450 m** gemessen):

> 3 m: **1640 m DGM/nicht** gemessen: Laber (Gipfel: 1686 m)

1-3 m: **1620 m DGM/1605 m** gemessen: Kreuzeck (Gipfel: 1650 m)

< 1 m: **1640 m DGM/1650 m** gemessen: Steilenberg/Schachen-Gebiet (Gipfel Steilenberg: 1786 m)

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (5 Beobachtungen): **1432 m**

„*Karwendl, Kirchle⁴, 4409, Kalk, Freier Abh., SW, Bäume*“

bzw. zweithöchste SENDTNER-Beobachtung: **1421 m**

„*Fermerskopf in der Riess, 4376, Dolomit, Freier Abh., O, Bäume*“

BAYSICS (27 Beobachtungen, keine Beobachtungen im Karwendelzug östlich bis ssö von Mittenwald; Beobachtung im Seinskopf-Gebiet/Karwendel am Lausberg > 3 m auf **1450 m** DGM/**1474 m** gemessen):

> 3 m: **1610 m** DGM/**1619 m** gemessen: Herzogstand (Gipfel: 1732 m)

1-3 m: **1500 m** DGM/**1572 m** gemessen: Wank (Gipfel: 1780 m)

< 1 m: **1550 m** DGM/**1582 m** gemessen: Wank (Gipfel: 1780 m)

Mangfallgebirge:

SENDTNER (4 Beobachtungen): **1464 m**

„*Miesing am Schelmbergkopf, 4507, Dolomit, Freier Abh., SO 9h, Bäume*“

BAYSICS (15 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Schellenberg/Miesing-Gebiet (Gipfel Dürrmiesing: 1863 m):

> 3 m: **1490 m** DGM/**1480 m** gemessen: Wendelstein (Gipfel: 1838 m)

1-3 m: **1570 m** DGM/nicht gemessen: Brecherspitz (Gipfel: 1683 m)

< 1 m: **1570 m** DGM/nicht gemessen: Brecherspitz (Gipfel: 1683 m)

[Nachmeldung > 3 m: **1535 m** gemessen, Wildfeldalm (Gipfel Rotwand: 1884 m)]

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (9 Beobachtungen): **1523 m**

„*Hochfelln b. Bergen, 4690, Dolomit, Freier Abh., S, Bäume*“

BAYSICS (6 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Hochfelln (Gipfel: 1671 m):

> 3 m: **1550 m** DGM/**1550 m** gemessen: Hochries (Gipfel: 1569 m)

1-3 m: **1540 m** DGM/**1570 m** gemessen: Kampenhöhe (Gipfel Kampenwand: 1668 m)

< 1 m: keine Beobachtungen

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (10 Beobachtungen): **1439 m**

„*Untersberg (gegen Bischofwies), 4429, Kalk, Freier Abh., SW, Bäume*“

BAYSICS (4 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Untersberg (Gipfel Berchtesgadener Hochthron: 1972 m):

> 3 m: **1270 m** DGM/**1300 m** gemessen: Grünstein (Gipfel: 1304 m)

1-3 m: **1270 m** DGM/**1297 m** gemessen: Grünstein (Gipfel: 1304 m)

< 1 m: **1270 m** DGM/**1297 m** gemessen: Grünstein (Gipfel: 1304 m)

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm:

SENDTNER (15 Beobachtungen): **1442 m**

„*Röthalpe hinter d. Obersee, 4440, Kalk mit thon. Beimng., Freier Abh., NW, Bäume*“

BAYSICS (18 Beobachtungen, keine Beobachtung oberhalb des Obersees):

> 3 m: **1450 m** DGM/**1446 m** gemessen: Kühroint (Gipfel Kleiner Watzmann: 2307 m)

1-3 m: **1400 m** DGM/nicht gemessen: Jenner (Südseite, Gipfel: 1874 m)

< 1 m: **1370 m** DGM/nicht gemessen: Jenner (SW-Seite, im Nationalpark; Gipfel: 1874 m)

4 Südseite des Kirchls (am Grenzkamm zwischen Westlicher Karwendelspitze und Larchtiefleckspitze) liegt in Österreich.

Fichte, Rot-Tanne (*Picea abies* (L.) H. Karst.)

Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen:

SENDTNER (152 Beobachtungen von 441): **1956 m**

Allgäuer Hochalpen: „Kegelhöpfe ober Gerstruben, 6020, Fleckenmergel, Thonmergel, rother Marmor und Kieselschiefer, Freier Abhang, SW, Bäume“

BAYSICS (166 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **1960 m DGM/1953 m** gemessen; NP Berchtesgaden & Reiter-Alm: Mooswand/Karlkopf

1-3 m: **2110 m DGM/2095 m** gemessen; NP Berchtesgaden & Reiter-Alm: Rotpalfen/Hochkalter

< 1 m: **2250 m DGM/2246 m** gemessen; Allgäuer Hochalpen: Fürschießer

Bregenzer Wald:

SENDTNER (14 Beobachtungen): **1844 m**

„Hohenifenen um die Ifenalpe, 5678, Jurakalk, mit sand. lehmigen Zwischenlagerungen, freier Abh., O, dürre B.“

BAYSICS (10 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Hohen Ifen (Gipfel: 2229 m, höchster Gipfel des Teilgebietes)):

> 3 m: **1800 m DGM/1790 m** gemessen: Rindalphorn (Gipfel: 1821 m)

1-3 m: **1800 m DGM/1810 m** gemessen: Rindalphorn (Gipfel: 1821 m)

< 1 m: **1800 m DGM/1810 m** gemessen: Rindalphorn (Gipfel: 1821 m)

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (48 Beobachtungen): **1956 m**

„Kegelhöpfe ober Gerstruben, 6020, Fleckenmergel, Thonmergel, rother Marmor und Kieselschiefer, Freier Abhang, SW, Bäume“

BAYSICS (16 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Kegelhkopf (Gipfel: 1959 m)):

> 3 m: **1910 m DGM/1908 m** gemessen: Koblat (südlich Gratkopf, Gipfel: 2172 m)

1-3 m: **1940 m DGM/1932 m** gemessen: Koblat (südlich Gratkopf, Gipfel: 2172 m)

< 1 m: **2250 m DGM/2246 m** gemessen: Fürschießer (Gipfel: 2271 m)

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (16 Beobachtungen): **1819 m**

„Schwarzkopf an der Zugspitz, weiter vorne, 5600, Kalk, freier vorspringend. Abhang, W, Bäume“

BAYSICS (38 Beobachtungen, inkl. Beobachtung am Schwarzenkopf (Gipfel: 1818 m!)) > 3 m auf **1810 m DGM/1810 m** gemessen):

> 3 m: **1900 m DGM/1920 m** gemessen: Hoher Straußberg (Gipfel: 1933 m)

1-3 m: **1990 m DGM/1976 m** gemessen: Osterfelderkopf (Gipfel: 2060 m)

< 1 m: **2050 m DGM/2090 m** gemessen: Höllentorkopf (Gipfel: 2150 m)

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (17 Beobachtungen): **1820 m**

„Seinsberg b. Mittenwald (v. Krempelh[uber]), 5604, freier Abh., SW, Bäume“

BAYSICS (47 Beobachtungen, inkl. Beobachtungen am Seinskopf (Gipfel: 1961 m)) > 3 m auf **1910 m DGM/nicht gemessen** bzw. 1-3 m auf **1930 m DGM/1931 m** gemessen):

> 3 m: **1910 m DGM/nicht gemessen**: Seinskopf (Gipfel: 1961 m)

1-3 m: **1930 m DGM/1931 m** gemessen: Seinskopf; **1930 m DGM/nicht gemessen**: Oberer Rißkopf/ Estergebirge, Gipfel: 2049 m)

< 1 m: **1770 m DGM/nicht gemessen**: Benediktenwand (Gipfel: 1800 m)

Mangfallgebirge:

SENDTNER (12 Beobachtungen): **1884 m**

„*Rothe Wand bei Bayrisch Zell, 5800, Fleckenmergel, rother Marmor, Kalk, Gipfel, N 10h, Krüppel*“

BAYSICS (16 Beobachtungen, Nachmeldung an der Rotwand (Gipfel: 1884 m, höchster Berg des Mangfallgebirges)):

> 3 m: **1830 m DGM/1830 m** gemessen: Wendelstein (Gipfel: 1838 m)

1-3 m: **1830 m DGM/1830 m** gemessen: Wendelstein (Gipfel: 1838 m)

< 1 m: **1827 m DGM/1830 m** gemessen: Wendelstein (Gipfel: 1838 m)

[Nachmeldung > 3 m: **1875 m** gemessen, Rotwand (Gipfel 1884 m)]

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (10 Beobachtungen): **1808 m**

„*Geiglstein bei Marquartstein, 5577* [Anm.: umgerechnet 1812 m, Geigelstein-Gipfel jedoch auf 1808 m], *Freier Abb., W, Sträuch.*“

BAYSICS (8 Beobachtungen, inkl. Beobachtungen am Geigelstein (s.u., Gipfel: 1808 m)):

> 3 m: **1760 m DGM/1775 m** gemessen: Geigelstein (Gipfel: 1808 m)

1-3 m: **1780 m DGM/1800 m** gemessen: Geigelstein (Gipfel: 1808 m)

< 1 m: **1780 m DGM/1805 m** gemessen: Geigelstein (Gipfel: 1808 m)

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (6 Beobachtungen): **1874 m**

„*Jennergipfel, 5810* [Anm.: umgerechnet 1887 m, Jenner-Gipfel jedoch auf 1874 m], *Dolomit, Gipfel, Krüppel*“

BAYSICS (9 Beobachtungen, inkl. Beobachtungen am Jenner (s.u., Gipfel: 1874 m)):

> 3 m: **1840 m DGM/nicht gemessen:** Jenner (Gipfel: 1874 m)

1-3 m: **1840 m DGM/1870 m** gemessen: Jenner (Gipfel: 1874 m)

< 1 m: **1670 m DGM/1664 m** gemessen: Zennokopf/Hinterstaufer (Gipfel Zennokopf: 1756 m) bzw. **1840 m DGM/nicht gemessen:** Jenner (Gipfel: 1874 m)

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm:

SENDTNER (29 Beobachtungen): **1865 m**

„*Hochbreith, 5740, Kalk, Mergel, Freier Abb., SW, Bäume*“

BAYSICS (22 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Hohen Brett (Gipfel: 2340 m)):

> 3 m: **1960 m DGM/1953 m** gemessen: Mooswand/Karlkopf (Gipfel Karlkopf: 2195 m)

1-3 m: **2110 m DGM/2095 m** gemessen: Rotpalfen (Gipfel: 2367 m)

< 1 m: **2010 m DGM/2007 m** gemessen: Hocheckwände (Gipfel Hocheck: 2230 m)

Latsche, Latschen-Kiefer, Leg-Föhre (*Pinus mugo* Turra)

Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen:

SENDTNER (49 Beobachtungen von 441): **2209 m**

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: „*Wildalm bei Berchtesgaden, 6800, Kalk, Freier Abh., S, Legholz*“

BAYSICS (71 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **1820 m** DGM/nicht gemessen; Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: Jenner

1-3 m: **2130 m** DGM/**2100 m** gemessen; Ammergebirge & Wettersteingebirge: Gemsanger/Obere Wettersteinspitze

< 1 m: **2260 m** DGM/nicht gemessen; Kocheler Berge & Karwendelgebirge: Wörner

Bregenzer Wald:

SENDTNER (1 Beobachtung): **2014 m**

„*Gottesackerwände, 6200, Oolith mit lehmigen Zwischenlagern, Freier Abh., S, Legholz*“

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (15 Beobachtungen): **2095 m**

„*Rauhhorn, 6450, Dolomit, Freier Abh., SO, Legholz*“

BAYSICS (2 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Rauhhorn (Gipfel: 2240 m):

> 3 m: k.A.

1-3 m: **1840 m** DGM /**1800 m** gemessen: zwischen Fellhorn und Kanzelwand (Gipfel Kanzelwand: 2058 m)

< 1 m: k.A.

[Nachmeldung > 3 m: **1470 m** DGM, Burgberger Hörnle (Gipfel: 1496 m)]

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (10 Beobachtungen): **2132 m**

„*Frauenalpl, 6562, Kalk, Freier Abh., S, Legholz*“

BAYSICS (19 Beobachtungen, inkl. Beobachtung am Teufelsgsaß/Frauenalpl 1-3 m auf **1980 m** DGM/**1995 m** gemessen sowie am Frauenalpl < 1 m auf **2170 m** DGM/**2155 m** gemessen (Gipfel: 2201 m):

> 3 m: k.A.

1-3 m: **2130 m** DGM/**2100 m** gemessen: Gemsanger (Gipfel Obere Wettersteinspitze: 2296 m)

< 1 m: **2170 m** DGM/**2155 m** gemessen: Frauenalpl (Gipfel Frauenalpl: 2201 m)

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (1 Beobachtung): **2105 m**

„*Krapfenkahrspitz in der Riess, 6480, Dolomit, Freier Abh., N, Legholz*“

BAYSICS (23 Beobachtungen, keine Beobachtungen an der Krapfenkarspitze (Gipfel: 2109 m):

> 3 m: **1690 m** DGM/**1745 m** gemessen: Herzogstand (Gipfel: 1732 m)

1-3 m: **1820 m** DGM/**1820 m** gemessen: Signalkopf (Gipfel: 1895 m)

< 1 m: **2260 m** DGM/nicht gemessen: Wörner (Gipfel: 2476 m)

Mangfallgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (10 Beobachtungen):

> 3 m: **1570 m** DGM/nicht gemessen: Brecherspitz (Gipfel: 1683 m)

1-3 m: **1830 m** DGM/**1830 m** gemessen: Wendelstein (Gipfel: 1838 m)

< 1 m: **1690 m** DGM/**1686 m** gemessen: Trainsjoch (Gipfel: 1707 m)

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (4 Beobachtungen):

> 3 m: k. A.

1-3 m: **1780 m** DGM/**1805 m** gemessen: Geigelstein (Gipfel: 1808 m)

< 1 m: **1630 m** DGM/**1664 m** gemessen: Kampenwand (Gipfel: 1668 m)

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1970 m**

„Untersberg, 6063, Kalk, Gipfel, Legholz“

BAYSICS (2 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Untersberg (Gipfel Berchtesgadener Hochthron: 1972 m):

> 3 m: k.A.

1-3 m: k.A.

< 1 m: **1840 m** DGM/**1870 m** gemessen: Jenner (Gipfel: 1874 m)

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm:

SENDTNER (20 Beobachtungen): **2209 m**

„Wildalm bei Berchtesgaden, 6800, Kalk, Freier Abh., S, Legholz“

BAYSICS (11 Beobachtungen, keine Beobachtung im Südost-Teil des Nationalparks):

> 3 m: **1820 m** DGM/nicht gemessen: Jenner (Gipfel: 1874 m)

1-3 m: **1820 m** DGM/**1840 m** gemessen: Ofental/Hochkalter (Gipfel Hochkalter: 2607 m)

< 1 m: **2110 m** DGM/**2095 m** gemessen: Rotpalfen (Gipfel: 2367 m)

Lärche, Europäische Lärche (*Larix decidua* Mill.)

Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen:

SENDTNER (49 Beobachtungen von 441): **2046 m**

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: „*Viehkogel⁵ am steinernen Meer, 6300, Kalk m. Mergel, Freier Abh., SW*“

BAYSICS (66 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **1960 m DGM/1955 m** gemessen; Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: Karlkopf (Gipfel: 2195 m)

1-3 m: **2110 m DGM/2101 m** gemessen; Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: Rotpalfen (Gipfel: 2367 m)

< 1 m: **2340 m DGM/2354 m** gemessen; Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: Rotpalfen (Gipfel: 2367 m)

Bregenzer Wald:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (1 Beobachtung): **2046 m**

„*Fürschüsserkopf, 6300, Kalkhornstein, Freier Abh., N, Krüppel⁶*“

BAYSICS (6 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Fürschießer (Gipfel: 2271 m)):

> 3 m: **1760 m DGM/1738 m** gemessen: Kanzelwand (Gipfel: 2058 m)

1-3 m: k.A.

< 1 m: k.A.

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (4 Beobachtungen): **1819 m**

„*Höllenthal an der Zugspitz, Schwarzkopf, 5600, Kalk, Freier Abh., SW, Baum*“

BAYSICS (20 Beobachtungen, inkl. Beobachtung am Schwarzenkopf > 3 m auf **1800 m DGM/1800 m** gemessen (Gipfel: 1818 m):

> 3 m: **1930 m DGM/1920 m** gemessen: Osterfelder (Gipfel Osterfelderkopf: 2060 m)

1-3 m: **2040 m DGM/2000 m** gemessen: Gemsanger (Gipfel Obere Wettersteinspitze: 2296 m)

< 1 m: **1660 m DGM/1660 m** gemessen: Hoher Brand (Gipfel Schellschlicht: 2052 m)

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (5 Beobachtungen):

> 3 m: **1570 m DGM/1572 m** gemessen: Wank (Gipfel: 1780 m)

1-3 m: **1470 m DGM/1543 m** gemessen: Martinskopf (Gipfel Herzogstand: 1732 m)

< 1 m: **2050 m DGM/2087 m** gemessen: Westliche Karwendelspitze (Gipfel: 2476 m)

Mangfallgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (2 Beobachtungen):

> 3 m: **1380 m DGM/1363 m** gemessen: Benzingalm (Gipfel Benzingsspitze: 1736 m)

5 Südseite des Viehkogels liegt in Österreich.

1-3 m: k.A.

< 1 m: k.A.

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (3 Beobachtungen): **1523 m**

„Hochfelln (von Kremplh.), 4690, Dolomit, Thalmulde, N, Bäume“

BAYSICS (8 Beobachtungen, keine Beobachtung am Hochfelln (Gipfel: 1671 m):

> 3 m: **1540 m** DGM/**1430 m** gemessen: Kampenhöhe (Gipfel Kampenwand: 1668 m)

1-3 m: **1400 m** DGM/**1420 m** gemessen: Nesselauer Schneid (Gipfel: 1440 m)

< 1 m: k.A.

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (5 Beobachtungen): **1887 m⁶**

„Jenner-Gipfel, 5810, Dolomit, Gipfel, Strauch“

BAYSICS (8 Beobachtungen, inkl. Beobachtungen am Jenner > 3 m auf **1840 m** DGM/
nicht gemessen bzw. 1-3 m auf **1840 m** DGM/**1868 m** gemessen (Gipfel: 1874 m):

> 3 m: **1840 m** DGM/nicht gemessen: Jenner (Gipfel: 1874 m)

1-3 m: **1840 m** DGM/**1868 m** gemessen: Jenner (Gipfel: 1874 m)

< 1 m: **1270 m** DGM/**1299 m** gemessen: Grünstein (Gipfel: 1304 m)

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm:

SENDTNER (36 Beobachtungen): **2046 m**

„Viehkogel am steinernen Meer, 6300, Kalk m. Mergel, Freier Abh., SW“

BAYSICS (17 Beobachtungen, keine Beobachtung im Südost-Teil des Nationalparks):

> 3 m: **1960 m** DGM/**1955 m** gemessen: Karlkopf (Gipfel: 2195 m)

1-3 m: **2110 m** DGM/**2101 m** gemessen: Rotpalfen (Gipfel: 2367 m)

< 1 m: **2340 m** DGM/**2354 m** gemessen: Rotpalfen (Gipfel: 2367 m)

6 Sendtners Messwert übersteigt die Gipfelhöhe des Jenners (1874 m).

7 Südseite des Viehkogels liegt in Österreich.

Grün-Erle (*Alnus alnobetula* (Ehrh.) K. Koch; syn. *Alnus viridis* (Chaix) DC.)

Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen:

SENDTNER (16 Beobachtungen von 441): **1962 m**

Kocheler Berge & Karwendelgebirge: „*Bayerkohl in der Riess, 6040, O*“

BAYSICS (42 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: k.A.

1-3 m: **1950 m DGM/1973 m** gemessen; Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge: Fellhorn (Gipfel: 2037 m)

< 1 m: **1950 m DGM/1979 m** gemessen; Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge: Kirchendach (Gipfel: 2013 m)

Bregenzer Wald:

SENDTNER (3 Beobachtungen): **1839 m⁸**

„*Rindalperhorn, 5660, Gipfel*“

BAYSICS (3 Beobachtungen, inkl. Beobachtung am Rindalphorn (Gipfel: 1821 m)):

> 3 m: k.A.

1-3 m: **1800 m DGM/1810 m** gemessen: Rindalphorn (Gipfel: 1821 m)

< 1 m: k.A.

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (6 Beobachtung): **1957 m**

„*Schlappolt bei Oberstdorf, 6026, S*“

BAYSICS (5 Beobachtungen, inkl. Beobachtungen am Fellhorn (Gipfel: 2037 m)):

> 3 m: k.A.

1-3 m: **1950 m DGM/1973 m** gemessen: Fellhorn (Gipfel: 2037 m)

< 1 m: **1950 m DGM/1979 m** gemessen: Kirchendach (Gipfel: 2013 m)

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (3 Beobachtungen): **1935 m**

„*Nadelkopf am Wetterstein, 5956, O*“

BAYSICS (12 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Schachtentorkopf (Gipfel: 1957 m)):

> 3 m: k.A.

1-3 m: **1930 m DGM/1945 m** gemessen: Teufelgsaß (Gipfel Frauenalpl: 2201 m)

< 1 m: k.A.

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1962 m**

„*Bayerkohl in der Riess, 6040, O*“

BAYSICS (9 Beobachtungen, keine Beobachtungen im Karwendelgebirge):

> 3 m: k.A.

1-3 m: **1680 m DGM/nicht gemessen**: Benediktenwand (Gipfel: 1800 m)

< 1 m: **1620 m DGM/nicht gemessen**: Achselköpfe (Gipfel: 1710 m)

Mangfallgebirge:

8 Sendtners Messwert übersteigt die Gipfelhöhe des Rindalphorns (1821 m).

SENDTNER (1 Beobachtung): **1635 m⁹**

„*Rothe Wand bei Bayrisch Zell, 5034, Gipfel*“

BAYSICS (2 Beobachtungen, Nachmeldung an der Rotwand (Gipfel: 1884 m):

> 3 m: k.A.

1-3 m: **1590 m DGM/1602 m** gemessen: zwischen Setzberg und Grubereck (Gipfel Setzberg: 1706 m)

< 1 m: k.A.

[Nachmeldung 1-3 m: **1875 m** gemessen, Rotwand (Gipfel: 1884 m)]

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (2 Beobachtungen):

> 3 m: k.A.

1-3 m: k.A.

< 1 m: **1540 m DGM/1520 m** gemessen: Kampenhöhe (Gipfel Kampenwand: 1668 m)

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (2 Beobachtungen):

> 3 m: k.A.

1-3 m: **1350 m DGM/1351 m** gemessen: Krautkaseralm (Gipfel Jenner: 1874 m)

< 1 m: **1860 m DGM/1866 m** gemessen: Jenner (Gipfel: 1874 m)

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm:

SENDTNER (2 Beobachtungen): **1814 m**

„*Watzmannangerl am Watzmann, 5584, NO*“

BAYSICS (7 Beobachtungen, inkl. Beobachtung nahe Watzmannhaus < 1 m auf **1910 m**

DGM/**1900 m** gemessen:

> 3 m: k.A.

1-3 m: **1640 m DGM/1617 m** gemessen: Blaueistal (Gipfel Hochkalter: 2607 m) bzw. **1620 m DGM/1650 m** gemessen: Mooslahnerkopf (Gipfel Kleiner Watzmann: 2307 m)

< 1 m: **1910 m DGM/1900 m** gemessen: nahe Watzmannhaus (Gipfel Hocheck: 2651 m)

9 Sendtners Messwert liegt unter der Gipfelhöhe der Rotwand (1884 m). Für den Vergleich mit den BAYSICS-Daten wurde die korrekte Gipfelhöhe herangezogen.

Zirbe, Zirbel-Kiefer, Arve (*Pinus cembra* L.)

Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen:¹⁰

SENDTNER (19 Beobachtungen von 441): **2046 m**

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: „*Steinernes Meer am Viehkogel¹¹, 6300, sehr lehmiger Boden und Moosdecken, Thalhang, SW, gross. B.*“

BAYSICS (15 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **1930 m DGM/1940 m** gemessen; Ammergebirge & Wettersteingebirge: Teufelsgsaß/Frauenalpl

1-3 m: **2120 m DGM/2130 m** gemessen; Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: Stuhljoch

< 1 m: **2010 m DGM/2000 m** gemessen; Ammergebirge & Wettersteingebirge: Teufelsgsaß/Frauenalpl

Bregenzer Wald:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (5 Beobachtungen):

> 3 m: **1820 m DGM/1780 m** gemessen: Gottesacker (Gipfel Hoher Ifen: 2229 m)

1-3 m: k.A.

< 1 m: k.A.

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (2 Beobachtungen): **1933 m**

„*Nadelkopf am Wetterstein, 5950, Mergel, Freier Abh., SW, hohe B.*“

BAYSICS (6 Beobachtungen, inkl. Beobachtung am Schachentorkopf >3 m auf **1900 m DGM/1930 m** gemessen (Gipfel: 1957 m):

> 3 m: **1930 m DGM/1940 m** gemessen: Teufelsgsaß (Gipfel Frauenalpl: 2201 m)

1-3 m: **1770 m DGM/1766 m** gemessen: Kämikopf (Gipfel: 1820 m)

< 1 m: **2010 m DGM/2000 m** gemessen: Teufelsgsaß (Gipfel Frauenalpl: 2201 m)

[Nachmeldung > 3 m: **2040 m DGM/2024 m** gemessen, Wettersteinwand oberhalb Kämitor (Gipfel Wettersteinkopf: 2433 m)]

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Mangfallgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

10 Zirben kommen nicht in allen Gebirgsstöcken der Bayerischen Alpen vor, vgl. MEIEROTT et al. 2024: S. 208: „Bestandsbildend in den Berchtesgadener Hochalpen (Reiteralm) und im Wettersteingebirge; vereinzelt in den Chiemgauer Alpen, im Mangfallgebirge: Maroldschneid; Estergebirge: Wallgauer Eck; Allgäuer Hochalpen: Gottesackerplateau, Rappenalptal.“

11 Südseite des Viehkogels liegt in Österreich.

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm:

SENDTNER (16 Beobachtungen): **2046 m**

„Steinernes Meer am Viehkogl, 6300, sehr lehmiger Boden und Moosdecken, Thalhang, SW, gross. B.“

BAYSICS (4 Beobachtungen, keine Beobachtung über BAYSICS-Portal möglich, da sich die Viehkogel-Südseite auf österreichischem Staatsgebiet befindet):

> 3 m: **1860 m** DGM/**1860 m** gemessen: Mooswand/Karlkopf (Gipfel Karlkopf: 2195 m)

1-3 m: **2120 m** DGM/**2130 m** gemessen: Stuhljoch (Gipfel: 2448 m)

< 1 m: k.A.

Eibe, Gewöhnliche Eibe (*Taxus baccata* L.)

Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen:

SENDTNER (1 Beobachtung von 441): **1332 m**

Ammergebirge & Wettersteingebirge: „*Bernadeinalpe bei Garmisch, 4100, ONO*“

BAYSICS (47 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **1490 m DGM/1511 m** gemessen; Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge: Gundsberg (Gipfel Griefgundkopf: 2164 m)

1-3 m: **1440 m DGM/nicht** gemessen; Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge: Gundsberg (Gipfel Griefgundkopf: 2164 m)

< 1 m: **1260 m DGM/nicht** gemessen; Mangfallgebirge: Brecherspitz (Gipfel: 1683 m)

Bregenzer Wald:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

[Nachmeldung < 1 m: **883 m** gemessen, Mühltofel bei Ratholz (Gipfel Himmelseck: 1487 m)]

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (4 Beobachtungen):

> 3 m: **1490 m DGM/1511 m** gemessen: Gundsberg (Gipfel Griefgundkopf: 2164 m)

1-3 m: **1440 m DGM/nicht** gemessen: Gundsberg (Gipfel Griefgundkopf: 2164 m)

< 1 m: k.A.

[Nachmeldung < 1 m: **1180 m DGM/1207 m** gemessen, Hirschberg (Gipfel: 1500 m)]

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1332 m**

„*Bernadeinalpe bei Garmisch, 4100, ONO*“

BAYSICS (1 Beobachtung, keine Beobachtung im Wettersteingebirge):

> 3 m: **1280 m DGM/nicht** gemessen: Linderwald (Gipfel Laubeneck: 1758 m)

1-3 m: k.A.

< 1 m: k.A.

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (14 Beobachtungen):

> 3 m: **1180 m DGM/1196 m** gemessen: Rautbergkopf (Gipfel: 1415 m) bzw. **1180 m DGM/1160 m** gemessen: Niederskopf (Gipfel: 1293 m)

1-3 m: **1150 m DGM/1156 m** gemessen: Rautberg (Gipfel Rautbergkopf: 1415 m)

< 1 m: k.A.

Mangfallgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (14 Beobachtungen):

> 3 m: **1300 m DGM/1296 m** gemessen: Wirthsalm (Gipfel Maroldschneid: 1688 m) bzw. **1260 m DGM/1300 m** gemessen: Kleiner Unterberg (Gipfel Trainsjoch: 1707 m)

1-3 m: **1160 m DGM/1217 m** gemessen: Kleiner Unterberg (Gipfel Trainsjoch: 1707 m)

< 1 m: **1260 m DGM/nicht** gemessen: Brecherspitz (Gipfel: 1683 m)

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (6 Beobachtungen):

> 3 m: **860 m** DGM/**833 m** gemessen: Tannberg (Gipfel Haaralmschneid: 1595 m)

1-3 m: **1010 m** DGM/**1010 m** gemessen: Schusterwand (Gipfel Hochries: 1569 m)

< 1 m: k.A.

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (4 Beobachtungen):

> 3 m: **890 m** DGM/**894 m** gemessen: Alpgartensteig (Gipfel Schreck: 1725 m)

1-3 m: **1070 m** DGM/**1060 m** gemessen: Grünstein (Gipfel: 1304 m)

< 1 m: **890 m** DGM/**876 m** gemessen: Grünstein (Gipfel: 1304 m)

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (4 Beobachtungen):

> 3 m: **800 m** DGM/**901 m** gemessen: Rabenwand (Gipfel Jenner: 1874 m)

1-3 m: **810 m** DGM/**820 m** gemessen: am Königsbach (Gipfel Jenner: 1874 m)

< 1 m: **1170 m** DGM/**1120 m** gemessen: Büchsenkopf (Gipfel: 1247 m)

Esche, Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior* L.)

Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen:

SENDTNER (1 Beobachtung von 441): **1234 m**

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge: „*Berggündlesthal am Hochvogel, 3800*“

BAYSICS (50 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **1460 m** DGM/nicht gemessen; Kocheler Berge & Karwendelgebirge: Benediktenwand (Gipfel: 1800 m)

1-3 m: **1600 m** DGM/**1630 m** gemessen; Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: zwischen Jenner und Schneibsteinhaus (Gipfel Jenner: 1874 m)

< 1 m: **1410 m** DGM/**1416 m** gemessen; Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge: Sohlalpe (Gipfel Boaleskopf: 1576 m)

Bregenzer Wald:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (2 Beobachtungen):

> 3 m: **1150 m** DGM/**1227 m** gemessen: Im Gundten (Gipfel Riedberger Horn: 1787 m)

1-3 m: k.A.

< 1 m: **980 m** DGM/**989 m** gemessen: bei Vorderschönebuch/Gunzesried-Säge (Gipfel Stuiben: 1749 m)

[Nachmeldung < 1 m: **1210 m** DGM/**1216 m** gemessen, Rote Wand (Gipfel Gündleskopf: 1748 m)]

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1234 m**

„*Berggündlesthal am Hochvogel, 3800*“

BAYSICS (9 Beobachtungen, eine Beobachtung > 3 m im Bärgündeletal auf 1140 m (Gipfel Hochvogel 2592 m):

> 3 m: **1240 m** DGM/**1242 m** gemessen: zwischen Hintersteiner Tal und Alpe Erzberg (Gipfel Roßkopf: 1823 m)

1-3 m: **1140 m** DGM/**1151 m** gemessen: im Gschröff östlich der Fallenberghütte (Gipfel Gschröff: 1243 m)

< 1 m: **1410 m** DGM/**1416 m** gemessen: Sohlalpe (Gipfel Boaleskopf: 1576 m)

[Nachmeldung > 3 m: **1417 m** gemessen, Übelhorn (Gipfel: 1738 m)]

[Nachmeldung 1-3 m: **1370 m** DGM/**1376 m** gemessen, Imberger Horn (Gipfel: 1655 m)]

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (4 Beobachtungen):

> 3 m: **980 m** DGM/**980 m** gemessen: an der Bodenlaine im Stuibenwald (Gipfel Bernadeinkopf: 2143 m)

1-3 m: **1070 m** DGM/**1089 m** gemessen: bei Höllentaleingangshütte

< 1 m: **1240 m** DGM/**1290 m** gemessen: an der Pöllat (Gipfel Hoher Straußberg: 1933 m)

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (14 Beobachtungen):

> 3 m: **1460 m** DGM/nicht gemessen: Benediktenwand (Gipfel: 1800 m)

1-3 m: **1330 m** DGM/nicht gemessen: Benediktenwand (Gipfel: 1800 m)

< 1 m: **1330 m** DGM/nicht gemessen: Benediktenwand (Gipfel: 1800 m)

Mangfallgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (4 Beobachtungen):

> 3 m: **1140 m** DGM/**1135 m** gemessen: zwischen Hochkreut und Siglhütte (Gipfel Wendelstein: 1838 m)

1-3 m: **1370 m** DGM/nicht gemessen: Obere Firstalm (Gipfel Brecherspitz: 1638 m)

< 1 m: k.A.

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (2 Beobachtungen):

> 3 m: **1100 m** DGM/**1100 m** gemessen: Grafn-Kaser (Gipfel Geigelstein: 1808 m)

1-3 m: **1320 m** DGM/**1300 m** gemessen: Kurzenberg (Gipfel Hochries: 1569 m)

< 1 m: k.A.

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (5 Beobachtungen):

> 3 m: **1150 m** DGM/**1173 m** gemessen: bei Göllhäusl (Gipfel Hohes Brett: 2340 m)

1-3 m: k.A.

< 1 m: **1380 m** DGM/**1357 m** gemessen: Krautkaseralm (Gipfel Jenner: 1874 m)

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (10 Beobachtungen):

> 3 m: **1370 m** DGM/**1370 m** gemessen: Mitterkaser-Diensthütte am Falzkopf (Gipfel Hocheck: 2651 m)

1-3 m: **1600 m** DGM/**1630 m** gemessen: zwischen Jenner und Schneibsteinhaus (Gipfel Jenner: 1874 m)

< 1 m: **1170 m** DGM/**1160 m** gemessen: Büchsenkopf (Gipfel: 1247 m)

Hänge-Birke, Gewöhnliche Birke (*Betula pendula* Roth)

Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen:

SENDTNER (2 Beobachtungen von 441): **1494 m**

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: „*Ofenthal am Hochkalter, 4600, SW*“

BAYSICS (13 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **1610 m DGM/1612 m** gemessen; Bregenzer Wald: Seelekopf (Gipfel: 1663 m)

1-3 m: **1230 m DGM/1222 m** gemessen; Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: Büchsenkopf (Gipfel: 1247 m)

< 1 m: **1500 m DGM/1505 m** gemessen; Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge: Sohlalpe (Gipfel Boaleskopf: 1576 m)

Bregenzer Wald:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (2 Beobachtungen):

> 3 m: **1610 m DGM/1612 m** gemessen; Bregenzer Wald: Seelekopf (Gipfel: 1663 m)

1-3 m: k.A.

< 1 m: k.A.

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (3 Beobachtungen):

> 3 m: **1560 m DGM/1572 m** gemessen: Grünten (Gipfel: 1738 m)

1-3 m: k.A.

< 1 m: **1500 m DGM/1505 m** gemessen: Sohlalpe (Gipfel Boaleskopf: 1576 m)

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (1 Beobachtung):

> 3 m: **870 m DGM/nicht gemessen**: Ettal

1-3 m: k.A.

< 1 m: k.A.

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Mangfallgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (1 Beobachtung):

> 3 m: k.A.

1-3 m: k.A.

< 1 m: **1390 m DGM/1420 m** gemessen: Hirschenstein (Gipfel Kampenwand: 1668 m)

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm:

SENDTNER (2 Beobachtungen): **1494 m**

„Ofenthal am Hochkalter, 4600, SW“

BAYSICS (6 Beobachtungen inkl. einer Beobachtung im Ofental > 3 m auf **1500 m**

DGM/**1520 m** gemessen):

> 3 m: **1500 m** DGM/**1520 m** gemessen: Ofental (Gipfel Hochkalter: 2607 m)

1-3 m: **1230 m** DGM/**1222 m** gemessen: Büchsenkopf (Gipfel: 1247 m)

< 1 m: **1420 m** DGM/**1403 m** gemessen: Eiskopf/Blaueistal (Gipfel Hochkalter: 2607 m)

Wald-Kiefer, Kiefer (*Pinus sylvestris* L.)

Gesamtgebiet der Bayerischen Alpen:

SENDTNER (5 Beobachtungen von 441): **1723 m**

Kocheler Berge & Karwendelgebirge: „*Seinsberg bei Mittenwald (H. v. Krempelhubers Beobachtung), 5304, S und SW, Bestände hoher Bäume*“

BAYSICS (26 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **1710 m DGM/1732 m** gemessen; Kocheler Berge & Karwendelgebirge: Wank (Gipfel: 1780 m)

1-3 m: **1720 m DGM/1730 m** gemessen; Kocheler Berge & Karwendelgebirge: Wank (Gipfel: 1780 m)

< 1 m: **1620 m DGM/1611 m** gemessen; Kocheler Berge & Karwendelgebirge: Herzogstand (Gipfel: 1732 m)

Bregenzer Wald:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1504 m**

„*Schattenberg bei Oberstdorf, 4629, Dolomit, SW, letzte hohe Bäume unter P. mughus*“

BAYSICS (1 Beobachtung; keine Beobachtung am Schattenberg bei Oberstdorf):

> 3 m: **1060 m DGM/1058 m** gemessen: Alpe Gehringsberg (Gipfel Grünten: 1738 m)

1-3 m: k.A.

< 1 m: k.A.

[Nachmeldung 1-3 m: **1560 m DGM**, Hochwarte/Grünten (Gipfel Übelhorn: 1738 m)]

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (6 Beobachtungen):

> 3 m: **830 m DGM/871 m** gemessen: sö von Hammersbach

1-3 m: **1640 m DGM/1668 m** gemessen: Kämialm (Gipfel Kämikopf: 1820 m)

< 1 m: **1310 m DGM/nicht gemessen**: Großer Laber (Gipfel Ettaler Manndl: 1633 m)

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (2 Beobachtungen): **1723 m** „*Seinsberg bei Mittenwald (H. V. Krempelhubers Beobachtung), 5304, S und SW, Bestände hoher Bäume*“ und **1145 m** „*Fricken bei Partenkirchen, 3524, Dolomit, SW, ein Bestand schöner Bäume*“

BAYSICS (11 Beobachtungen inkl. am Lausberg (Gipfel Seinskopf: 1961 m) > 3 m auf **1560 m DGM/1559 m** gemessen und am Hohen Fricken (Gipfel: 1932 m) > 3 m auf **1420 m DGM/1432 m** gemessen).

> 3 m: **1710 m DGM/1732 m** gemessen: Wank (Gipfel: 1780 m)

1-3 m: **1720 m DGM/1730 m** gemessen: Wank (Gipfel: 1780 m)

< 1 m: **1620 m DGM/1611 m** gemessen: Herzogstand (Gipfel: 1732 m)

Mangfallgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (0 Beobachtungen): k.A.

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (2 Beobachtungen):

> 3 m: **1250 m** DGM/**1260 m** gemessen: Eingefallene Wand (Gipfel Heuberg: 1338 m)

1-3 m: k.A.

< 1 m: k.A.

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1465 m**

„Südseite des Untersbergs, von den zehn Kasern gegen Bischofwies, 4509, Kalk, SW, einzelne Bäume“

BAYSICS (5 Beobachtungen, keine Beobachtungen am Untersberg):

> 3 m: **1350 m** DGM/**1340 m** gemessen: Krautkaseralm (Gipfel Jenner: 1874 m)

1-3 m: **1670 m** DGM/**1683 m** gemessen: Hochstaufen (Gipfel: 1771 m)

< 1 m: k.A.

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm:

SENDTNER (1 Beobachtung): **1696 m**

„Fundenseetauern ober dem Fundensee bei Berchtesgaden, 5221, auf thonigem Boden auf freiem Abhang gegen einen weiten Thalkessel, SW, einzelne ziemlich hohe Bäume“

BAYSICS (1 Beobachtung, keine Beobachtung im Funtensee-Gebiet):

> 3 m: **1400 m** DGM/**1406 m** gemessen: Kühroint (Gipfel Kleiner Watzmann: 2307 m)

1-3 m: k.A.

< 1 m: k.A.

Mehlbeere, Gewöhnliche Mehlbeere (*Sorbus aria* (L.) Crantz s.str.)

Gesamtgebiet der Bayerische Alpen:

SENDTNER (2 Beobachtung von 441): **1661 m**

Kocheler Berge & Karwendelgebirge: „*Fermerskopf*, 5113, O“

BAYSICS (66 Beobachtungen von 1061):

> 3 m: **1710 m DGM/1740 m** gemessen; Kocheler Berge & Karwendelgebirge: Herzogstand (Gipfel 1732 m) und **1710 m DGM/1732 m** gemessen: Wank (Gipfel: 1780 m)

1-3 m: **1780 m DGM/1800 m** gemessen; Westliche Chiemgauer Alpen: Geigelstein (Gipfel: 1808 m)

< 1 m: **1860 m DGM/1870 m** gemessen; Ammergebirge & Wettersteingebirge: Längenfelderkopf (Gipfel Osterfelderkopf: 2060 m)

Bregenzer Wald:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (5 Beobachtungen):

> 3 m: k.A.

1-3 m: **1680 m DGM/1695 m** gemessen: Gündleskopf (Gipfel: 1748 m)

< 1 m: **1780 m DGM/nicht** gemessen: Hochgrat (Gipfel: 1834 m)

Allgäuer Hochalpen & Vilser Gebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (5 Beobachtungen):

> 3 m: **1240 m DGM/nicht** gemessen: zwischen Gündlestobel und Seealpengündlestobel (Gipfel Kleiner Seekopf: 2096 m)

1-3 m: **1700 m DGM/1727 m** gemessen: Grünten (Gipfel: 1738 m)

< 1 m: **1710 m DGM /1690 m** gemessen: Im Kärle (Gipfel Sattelkopf: 2097 m)

Ammergebirge & Wettersteingebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (11 Beobachtungen):

> 3 m: **1640 m DGM/nicht** gemessen: Laber (Gipfel: 1686 m)

1-3 m: **1370 m DGM/1382 m** gemessen: Rauhkopf (Gipfel Kreuzeck: 1650 m)

< 1 m: **1860 m DGM/1870 m** gemessen: Längenfelderkopf (Gipfel Osterfelderkopf: 2060 m)

Kocheler Berge & Karwendelgebirge:

SENDTNER (1 Beobachtungen): **1661 m**

Kocheler Berge & Karwendelgebirge: „*Fermerskopf*, 5113, O“

BAYSICS (24 Beobachtungen, keine Beobachtungen im Karwendelgebirge):

> 3 m: **1710 m DGM/1740 m** gemessen: Herzogstand (Gipfel 1732 m) und **1710 m DGM/1732 m** gemessen: Wank (Gipfel: 1780 m)

1-3 m: **1770 m DGM/nicht** gemessen: Benediktenwand (Gipfel: 1800 m)

< 1 m: k.A.

Mangfallgebirge:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (8 Beobachtungen):

> 3 m: **1576 m DGM/1580 m** gemessen: Wendelstein (Gipfel: 1838 m)

1-3 m: **1660 m DGM/1680 m** gemessen: Wendelstein (Gipfel: 1838 m)

< 1 m: k.A.

Westliche Chiemgauer Alpen:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (4 Beobachtungen):

> 3 m: **1370 m DGM/1398 m** gemessen: Kitzstein (Gipfel: 1398 m)

1-3 m: **1780 m DGM/1800 m** gemessen: Geigelstein (Gipfel: 1808 m)

< 1 m: k.A.

Östliche Chiemgauer Alpen, Lattengebirge & Untersberg:

SENDTNER (0 Beobachtungen): k.A.

BAYSICS (5 Beobachtungen):

> 3 m: **1490 m DGM/1532 m** gemessen: Roßkarscharte/Mittelstaufer (Gipfel Mittelstaufer: 1613 m)

1-3 m: **1590 m DGM/1605 m** gemessen: Hendelbergkopf/Mittelstaufer (Gipfel Mittelstaufer: 1613 m)

< 1 m: **1190 m DGM/1199 m** gemessen: Grünstein (Gipfel: 1304 m)

Nationalpark Berchtesgaden & Reiter-Alm: SENDTNER (1 Beobachtung): **1531 m** *ober den Flecken auf den Mühlstürzen, 4712, O*“BAYSICS (4 Beobachtungen, keine Beobachtung im Reiter-Alm-Gebiet): 3 m: **1380 m DGM/1396 m** gemessen: Eiskopf/Blauetäl (Gipfel Hochkalter: 2607 m)

1-3 m: **1680 m DGM/1682 m** gemessen: zwischen Jenner und Schneibsteinhaus (Gipfel Jenner: 1874 m)