Der Bayerische Wald im Klimawandel

vom Ende des Pleistozän durchs Holozän bis heute

Die Vegetation des Bayerischen Waldes, seine Laub-, Misch- und Fichten-Wälder, seine Moore, aber auch seine Blockhalden – etwa auf dem Gipfel des Lusen – sind durch die klimatische Entwicklung seit der letzten Kaltzeit geprägt. Die soll hier nachgezeichnet werden. Ausgangspunkt ist deshalb die Situation am Ende des Pleistozäns, als die letzte große Kaltzeit ausklang, die wir in Nordeuropa „Weichsel-Kaltzeit“ nennen. In Bayern gilt eher der Name „Würm-Kaltzeit“. Er ist vom Flüsschen der Würm abgeleitet, das den Starnberger See – einen Gletscherzungensee – entwässert und durch die eiszeitlichen „Münchener Schotter“ über die Amper der Isar zufließt.

Abb. 1 zeigt mit den grünlichen Bereichen **Vereisungsflächen** jener Weichsel-/Würm-Kaltzeit, wie sie sich im Bayerischen Teil auf Gebiete um die drei Hauptgipfel im Nationalpark – Großer Falkenstein, Großer Rachel und Lusen –, sowie auf den Großen Arber (oben links außerhalb des Nationalparks) erstreckt haben sollen. Wesentlich größere Vereisungsbereiche werden hier für Tschechien ausgewiesen.

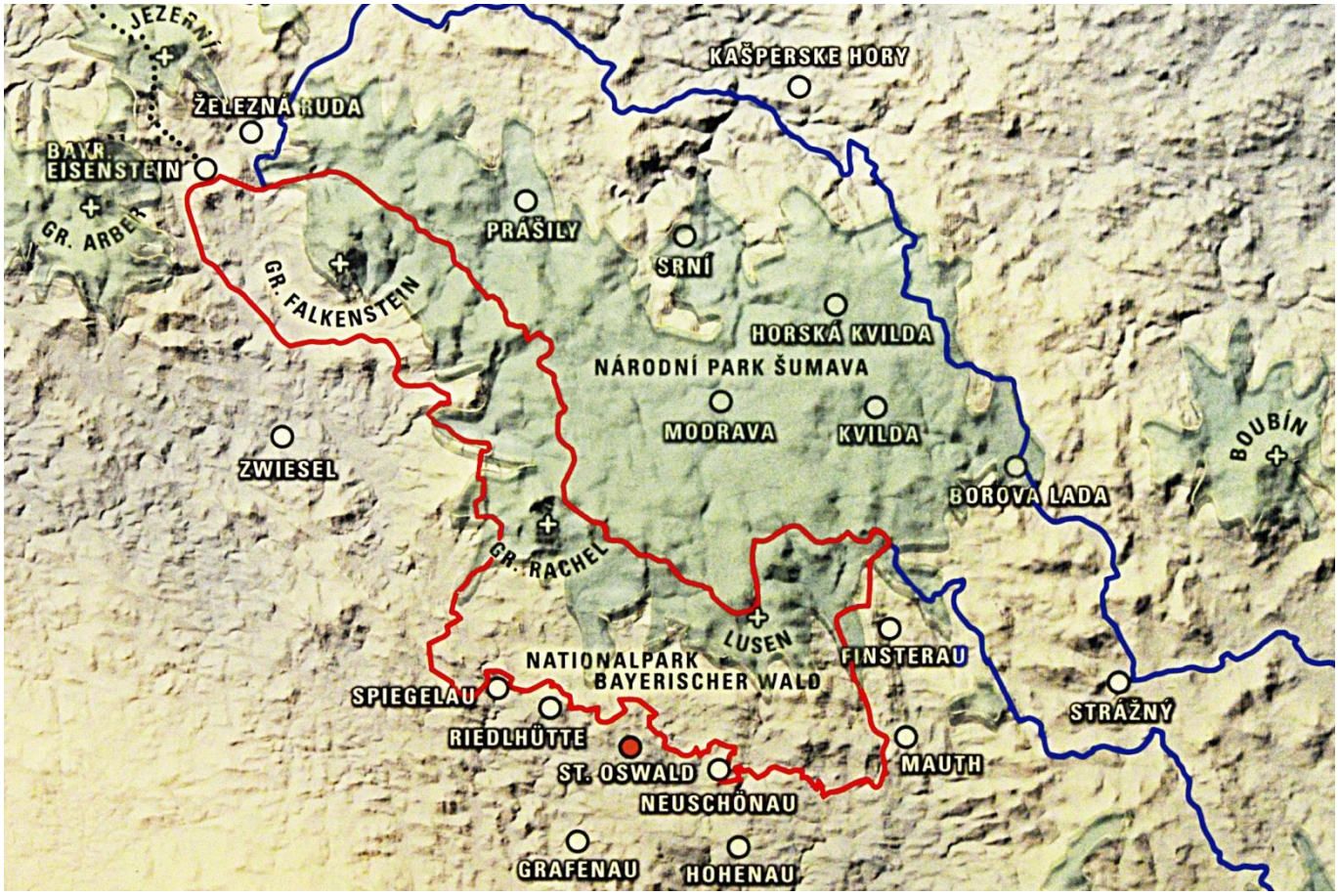


***Abb. 1**: „Größte Gletscherausdehnung während der letzten Kaltzeit“[1] (grünliche Bereiche). Die Grenze des heutigen Nationalparks Bayerischer Wald ist rot, die Grenze des angrenzenden und wesentlich größeren tschechischen Nationalparks Šumava blau hervorgehoben.*

Die Darstellung der Abb. 1 aus dem Museum ist aus heutiger Sicht jedenfalls überzogen. Zwar weisen kontinentale Vereisungskarten für den Bayerischen Wald überhaupt keine Gletscher aus[2], doch das dürfte vor

[1] Ausschnitt aus einer Infotafel im Waldgeschichtlichen Museum von Sankt Oswald, dort ohne weitere Quellenangaben. Die Nationalparkgrenzen wurden in der Abbildung ergänzt.

[2] vgl. z.B. die Vereisungskarte https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Weichsel-Würm-Glaciation.png

allem ihrem großen Maßstab geschuldet sein. Jüngst ist eine kleinmaßstäbliche Untersuchung aus der Nationalparkforschung erschienen, die aus vielfältigen Anhaltspunkten im Gelände bei Auswertung von digitalen Geländemodellen für das Maximum der Würm-Kaltzeit insgesamt 7 Vereisungszentren mit 77 Gletschern bzw. isolierten „Gletscherflecken“ ermittelt hat (lila Bereiche in Abb. 2)[3]. Wesentlich großflächiger erstreckt sich der Firn-Bereich[4] (graublau in Abb. 2). Allein die Firn-Flächen kommen in die Nähe dessen, was Abb. 1 als „Gletscherausdehnung“ ausweist. An mehreren Stellen sind die Gletscher über den Firn-Bereich hinaus vorgedrungen und haben Gletschertäler ausgeräumt. In das Gletschertal nördlich von Frauenau, das über den Nationalparkbereich hinausgeht, wurde ein großes Trinkwasserstaubecken gebaut.

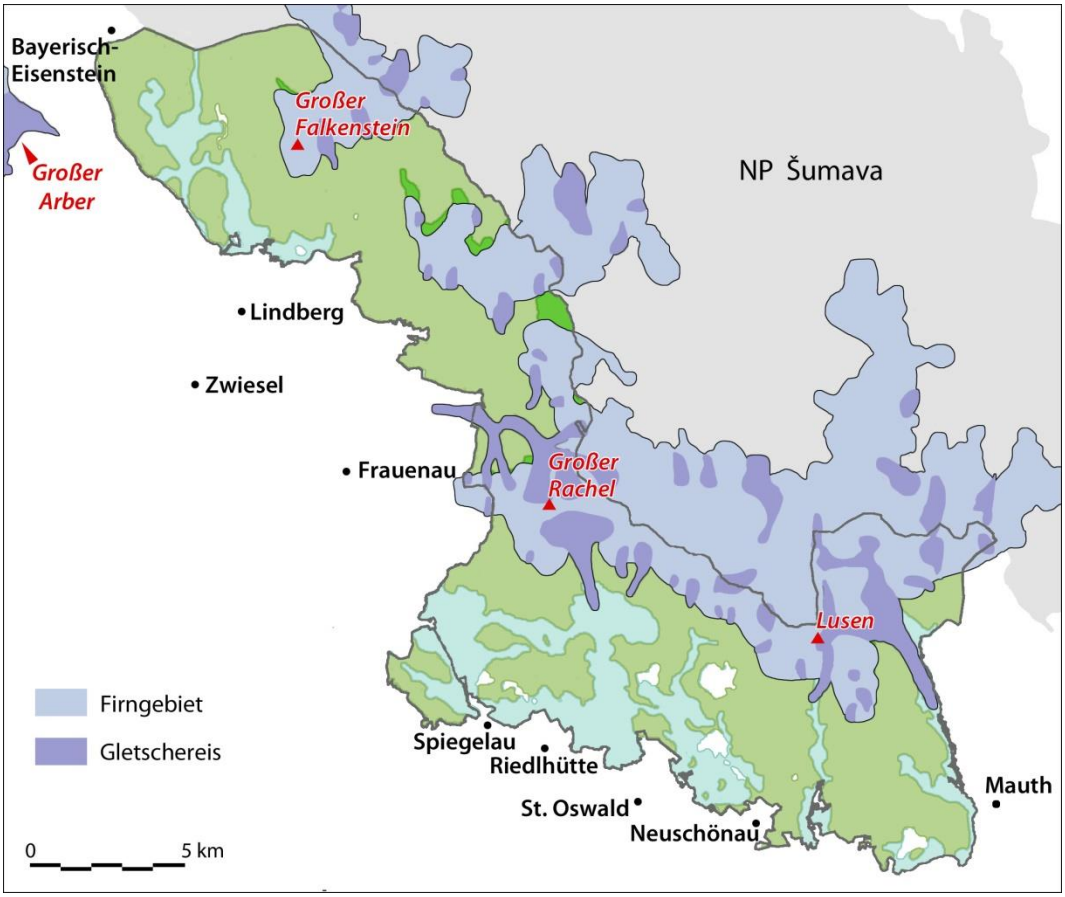


***Abb. 2**: Die Firn- und Gletscherflächen der letzten Kaltzeit im Bereich der Bayerisch-Böhmischen Nationalparke[5]. Darstellungsgrundlage ist die Differenzierung des Nationalparkgebiets in ökologische Höhenstufen (Hochlagen grün, Hanglagen blass-oliv, Tallagen graublau). Die Hochlagen sind nahezu vollständig von Firn und Gletschereis überdeckt.*

In den Eiszeiten entstand auch die große Blockhalde bzw. das Blockmeer auf dem Gipfel des Lusen. Auf einer Fläche von mehr als 20 ha türmen sich Blöcke aus dem anstehenden feinkörnigen Granit übereinander, die durch eiszeitliche Frostverwitterung freigestellt wurden[6]. Sande und Kiese als Verwitterungsrückstände sind ausgespült, so dass sich das Gipfelblockmeer – abgesehen von der grünlichen Einfärbung durch die direkt auf den Felsen wachsende Landkartenflechte (*Rhizocarpon geographicum*) – vegetationsfrei darstellt.

Ebenso vegetationsfrei waren natürlich die gesamten Gipfelbereiche, solange sie dauerhaft von Eis und Firn überdeckt waren. Selbst auf den Hängen und in den Ebenen hielten sich in jener Zeit keine Bäume, sie waren von einer Tundrenvegetation überzogen.

Erst mit den stark ansteigenden Temperaturen am Ende des Eiszeitalters, des Pleistozän, änderte sich die Vegetation gravierend. Deshalb ist zunächst ein Blick auf die für das Klima entscheidende Temperaturent-

---

[3] Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald (Hrsg.), Ulrich Hauner, Gerhard Lehrberger & Matthias Brugger: Der Naturraum Bayerischer Wald – Šumava in den Eiszeiten. Wissenschaftliche Reihe Heft 20, Grafenau Oktober 2019.

[4] *Als Firnschnee wird Schnee in Hochgebirgslagen bezeichnet, der mindestens seit einem Jahr liegt [althochdeutsch firni = „vorjährig“, „alt“]. Firnschnee entsteht durch vielfaches Auftauen und Wiedergefrieren und wird dabei körnig. Nach und nach werden die Körner größer und die Luft verschwindet langsam aus den Zwischenräumen, milchiges, wasserundurchlässiges Firneis entsteht. Durch zunehmenden Druck geht das Firneis in Gletschereis über*. (Wetterlexikon des DWD, dwd.de/DE/service/lexikon/..).

[5] Flächenverteilung von Gletschern und Firn nach der Beilagekarte in Hauner et al.

[6] vgl. Infotafel zu „Bayerns schönste Geotope“ / Geotop 32 „Blockmeer am Lusen“

wicklung sinnvoll. Es gibt zahlreiche, sehr unterschiedliche und sich teilweise widersprechende derartige Temperaturverlaufsdarstellungen. Am besten scheint mir hier eine Ableitung der Temperaturentwicklung aus Eiskernen geeignet, die in Grönland erbohrt wurden und den gewünschten Zeitraum gut abbildet – auch wenn die nach links immer stärkere zeitliche ‚Kompression' durch den unterlegten logarithmischen Maßstab beachtet werden muss (Abb. 3).

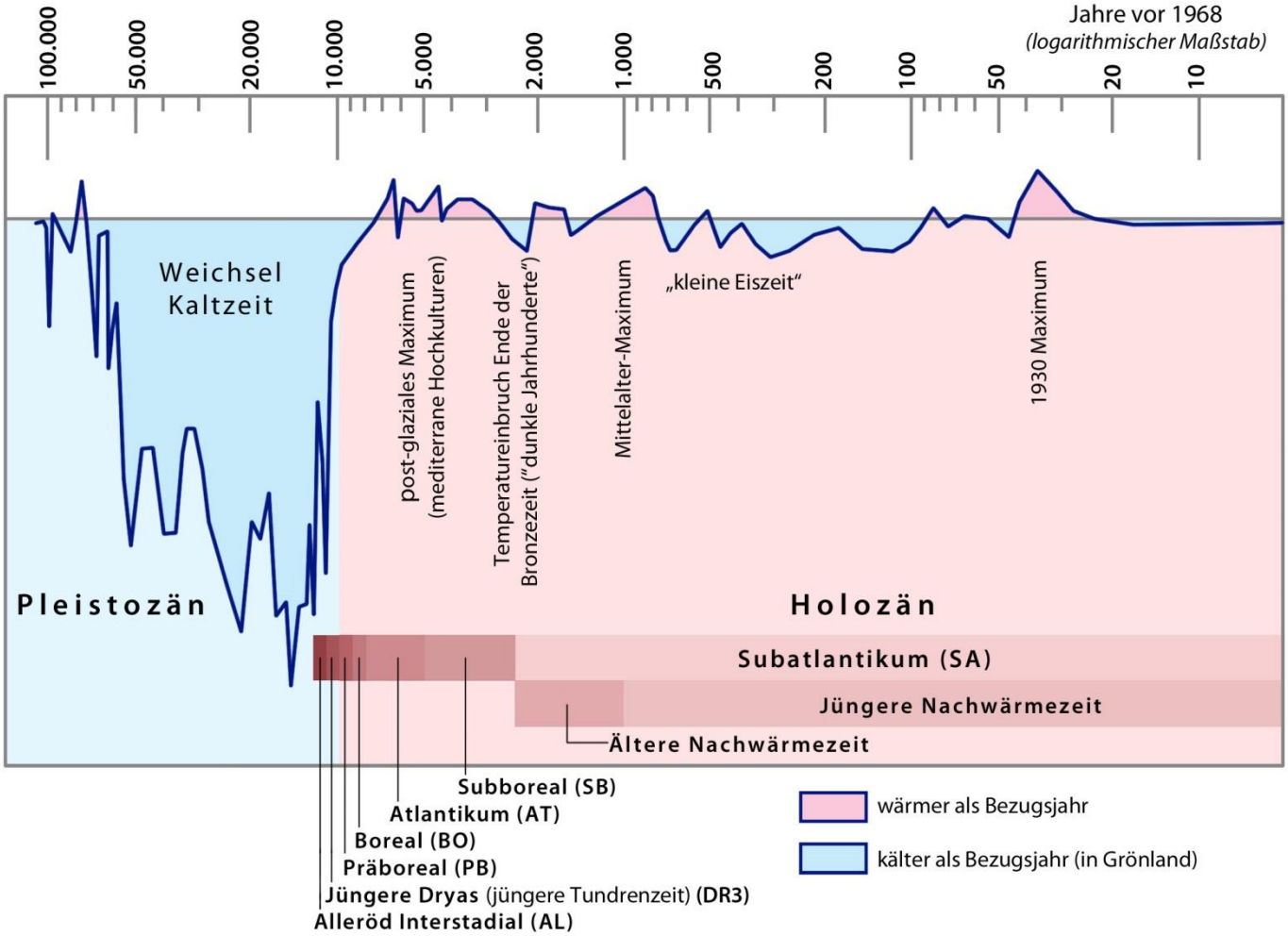


***Abb. 3**: Aus einem Eisbohrkern im Zentrum von Grönland gewonnene Temperaturkurve der letzten 100.000 Jahre, ergänzt um die beiden einbezogenen erdgeschichtliche Epochen, sieben nacheiszeitliche Klimastufen und einige bemerkenswerte historische Daten. Die Temperaturkurve schwankt um einen Referenzwert auf Grönland im Bezugsjahr 1968[7]. Die Kürzel der Klimastufen werden im anschließenden Text verwendet.*

Der grönländische Eisbohrkern deckt den Zeitraum der letzten 100.000 Jahre ab – darin das Holozän, also die erdgeschichtliche Jetztzeit (in Abb. 3 hellrot unterlegt), sowie das Ende des vorangehenden Pleistozäns (hellblau unterlegt), das durch einen Wechsel von Warm- und Kaltzeiten geprägt war (Dauer von vor 2,59 Mio. Jahren bis 11.700 Jahre vor heute). Das Pleistozän schloss mit einer letzten Kaltzeit, die in Europa Weichsel- bzw. Würm-Kaltzeit genannt wird und in der Abbildung die große Kaltsenke der Temperaturkurve auf der linken Seite formt.

Der Übergang aus der Weichsel-/Würm-Kaltzeit ins Holozän gestaltete sich als Folge von Erwärmungsintervallen, auf die jeweils Abkühlungsrückschläge folgten. Abb. 3 setzt insofern mit einer kurzzeitigen Aufwärmphase im Alleröd Interstadial ein (Peak nach oben), der eine letzte heftige Abkühlung in der jüngeren Dryas folgte (Peak nach unten). Dieser Abschnitt ist in Abb. 2 mit „DR3" bezeichnet, weil bereits die beiden Kaltphasen der Älteren (DR2) und die Ältesten Dryas (DR1) vorangingen. Der Name „Dryas" wurde vom Weißen

[7] W. Dansgaard: Frozen Annals – Greenland Ice Cap Research. The Department of Geophysics of The Niels Bohr Institute for Astronomy, Physics and Geophysics at The University of Copenhagen, Denmark, 2004; hier: Aufarbeitung, Abwandlung und Ergänzung von Abb. 6.2 auf S. 59.

Silberwurz (*Dryas octopetala*) abgeleitet, der in diesen Kaltzeiten in Europa weit verbreitet war und heute nur noch auf arktisch-alpinen Standorten zu finden ist.

Die im Grönlandeis detektierte holozäne Klimaentwicklung lässt sich gut mit wesentlichen **Ereignissen der Menschheitsgeschichte** parallelisieren: In die Zeit des (mit Schwankungen) über ca. 5 Jahrtausende währenden post-glazialen Temperaturmaximum (auch als „Optimum“ bezeichnet) fällt das Aufblühen großer mediterraner Hochkulturen – Ägypten, Mesopotamien, Kykladen und schließlich die bronzezeitlichen Reiche von Mykenern oder Hethitern. Ihr Untergang läuft auffällig parallel zu einer starken Abkühlungsphase, die erst in der klassischen Antike endete[8]. Auf das Temperaturmaximum im frühen Mittelalter folgte eine Abkühlungsphase im Hochmittelalter, die von den Historikern auch als „Kleine Eiszeit“ verhandelt wird[9]. Sie hat ihren bildhaften Ausdruck im Gemälde „Die Jäger im Schnee“ von Pieter Bruegel dem Älteren (1565) gefunden (**Abb. 4**, rechts).

Auch wenn in Abb. 3 um das Jahr 1930 ein neues Temperaturmaximum auffällt, ist dessen Ausschlag nicht mit dem Temperaturanstieg in den letzten, und in die Zukunft zu verlängernden Jahrzehnten zu vergleichen, den die menschengemachte Klimaentwicklung bewirkt, der aber wegen des Bezugsjahrs 1968 in Abb. 3 noch nicht berücksichtigt werden konnte.

Die mit dem ausgehenden Pleistozän stark ansteigende und sodann signifikant schwankende Temperaturkurve bildete sich natürlich auch in **Veränderungen der Vegetation** ab. Für den Bayerischen Wald ist dieser Wandel durch zahlreiche Pollenanalysen an Bohrkernen erforscht, die in Mooren der Region niedergebracht wurden[10]. Abb. 5 zeigt die Lage einiger Probenahmen aus diesen Untersuchungen, sofern sie im engeren Bereich in und um den Nationalpark liegen, dessen Territorium in dieser Grafik mit seinen drei Höhenzonen farblich differenziert ist. Diese Höhenzonen sind ein besonders wichtiger Faktor für die Entstehung bestimmter Lebensraumtypen.

Die in diesem Kartenzuschnitt lokalisierten Probenahmestellen verteilen sich auf Hochlagen (Nummern 11 bis 13), Hanglagen (Nummern 9 und 10) sowie Tallagen (Nummern 1 und 6). Außerdem ist noch eine Probenahmestelle weit im Vorland des Nationalparks erfasst (Nr. 4, Ruselmoore bei Dösingerried).

Die Höhenlage der Probenahmestellen korreliert offensichtlich mit der zeitlichen Tiefe, in die die Pollenablagerungen in den beprobten Mooren zurückreichen (vgl. in Abb. 5 die durch Kürzel der Klimastufen angegebenen, von den Pollenanalysen abgedeckten Zeiten). Am umfassendsten ist die Dokumentation im Vorland-Moor von Dösingeried, dessen Bohrkern nicht nur das gesamte Holozän erfasst, sondern auch die gesamte Endphase der pleistozänen Weichsel-/Würm-Kaltzeit mit den Kälte-Intervallen der Ältesten, Älteren und der jüngeren Dryas sowie den beiden zwischengeschalteten Warmzeit-Intervallen von Bölling- und Alleröd-Interstadial.

Hingegen reichen die Befunde in den Hochlagen am wenigsten weit zurück – die Nummern 11, 12 und 13 decken nur die jüngsten drei Klimastufen von Atlantikum bis Subatlantikum ab. Das ist bereits ein Hinweis

---

[8] Weitere Untersuchungen – insbesondere zur historischen Niederschlagsentwicklung – bestätigen diesen deutlichen Umschwung in der Klimaentwicklung am Ende der Bronzezeit: vgl. David Kaniewski et al, Environmental Roots of the Late Bronze Age Crisis, PLOS ONE 14.08.2013

[9] Wolfgang Behringer, Kulturgeschichte des Klimas. Von der Eiszeit bis zur globalen Erwärmung. München 2019, insbes. S. 117 ff

[10] Hartmut Stalling, Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Bayerischen Wald, Dissertation Göttingen 1987 – hinfort zit. als STALLING 1987.

darauf, dass die Moorausbildung in den Hochlagen als sehr junge Erscheinung zu gelten hat, während zuvor die Bedingungen für eine Vegetationsausbildung klimatisch ungünstig waren.

Ergiebiger gestaltete sich die Analyse des **Finsterauer Filzes** im oberen Hanglagenbereich – Nummer 10 in Abb. 4 – das zwar nicht im Nationalpark liegt, jedoch von ihm nur durch eine Straße zur böhmischen Grenze getrennt wird, die als Rand des Nationalparkareals für den allgemeinen Verkehr gesperrt ist. „Filz“ ist der örtliche Name für ein Moor. Auch dieses Filz gehört wegen seiner unmittelbaren Angrenzung in den östlichen Nationalpark-Naturraum.

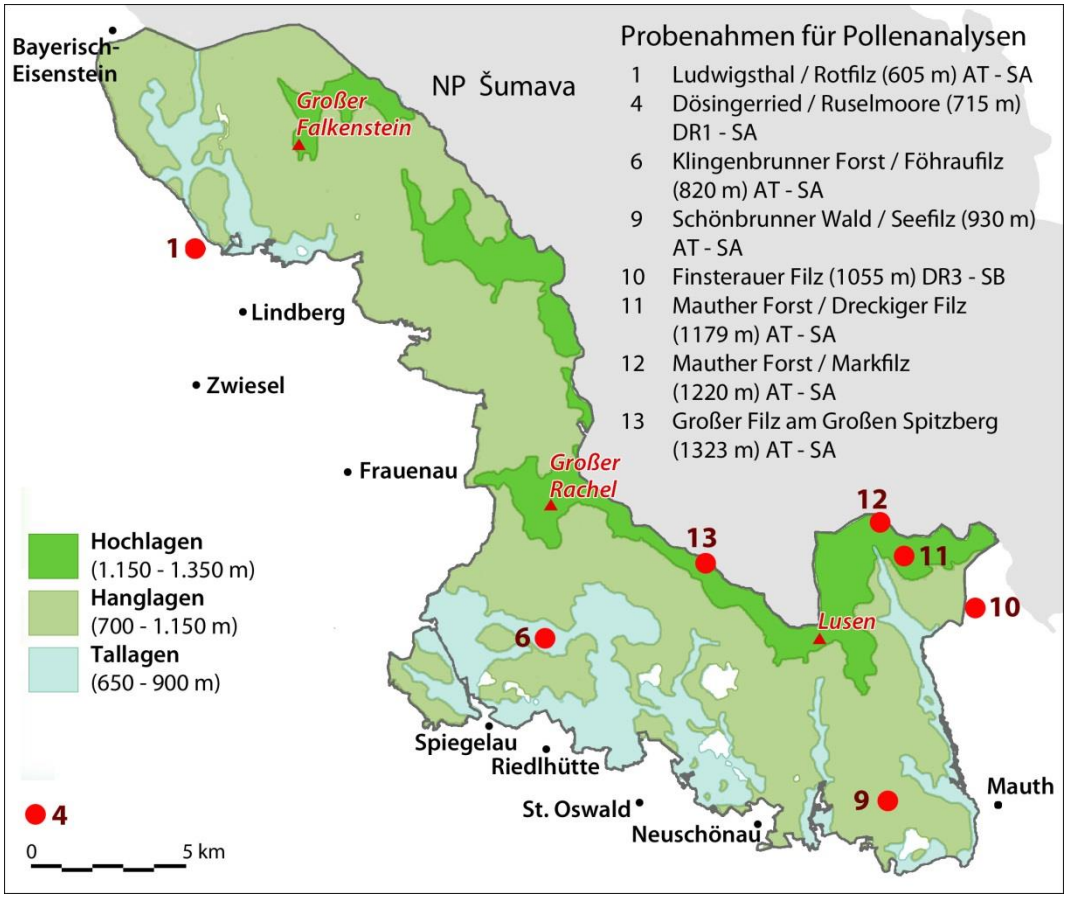
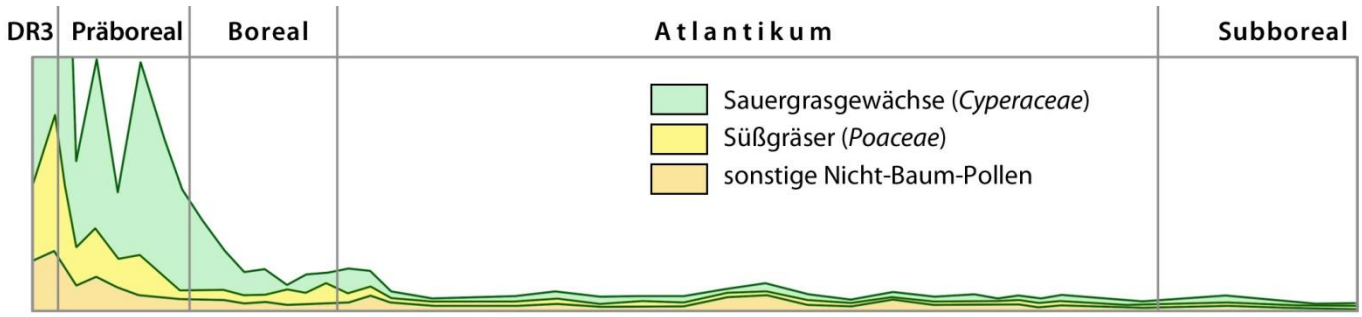


***Abb. 5**: Fläche des Nationalparks, differenziert in Höhenlagen. Nordöstlich schließen sich als graue Fläche Teile des tschechischen Nationalparks Šumava an. Auflistung und Lokalisierung der Bohrorte in Mooren für Pollenanalysen (Nummerierung nach der Quelle STALLING 1987, dortige Abb. 1) mit ergänzender Angabe der abgedeckten Klimastufen (zur Auflösung der Kürzel vgl. Abb. 3 sowie nachstehenden Text).*

Im hier erlangten Bohrkern wurde sogar das letzte Kaltzeitintervall des Pleistozäns, die Jüngere Dryas miterfasst und sodann das Holozän (Abb. 5). Insofern reicht die Dokumentation allerdings nur bis in die Mittlere Wärmezeit (= Übergang vom Atlantikum zum Subboreal), weil die jüngsten Ablagerungen v.a. des Subatlantikums durch Austorfung vernichtet wurden.

Aus den analysierten Moor-Bohrkernen konnte die nacheiszeitliche Vegetationsentwicklung gut rekonstruiert werden. Zunächst zeigt Abb. 6 eindrucksvoll das Ende der Tundrenvegetation an Hand des Bohrkerns Finsterauer Filz, der die Vegetation in den oberen Hanglagen im Nationalparkbereich beschreibt[11].



[11] Rekonstruktion aus den Pollenanalysen bei STALLING 1987, Abb. 20 zum Finsterauer Filz. Die Werteausprägung der Cyperaceae in der Jüngeren Dryas (DR3) ist nach oben abgeschnitten.

Abb. 6 *(oben): Entwicklung der Nicht-Baum-Pollen zum Ende des Pleistozäns und im beginnenden Holozän am Standort Finsterauer Filz (DR3 = Jüngere Dryas / Jüngere Tundrenzeit).*

Abb. 7 *(rechts): Visualisierung der nacheiszeitlichen Klimastufen mit ihrer je spezifischen Vegetation auf der Basis von Pollenanalysen im Waldgeschichtlichen Museum Sankt Oswald (2 Monitore).*

Die völlige Dominanz von Sauer- und Südgräsern sowie sonstigen Nicht-Baum-Pollen (NBP) in der jüngeren Tundrenzeit (Jüngere Dryas am Ende des Pleistozän) erfuhr im Präboreal erste Lücken. Im Boreal sank dann die Tundrenvegetation fast auf das niedrige Niveau der anschließenden Klimastufen ab.

Eine anschauliche Darstellung der verschiedenen nacheiszeitlichen Klimastufen versucht eine interaktive Installation im Waldgeschichtlichen Museum Sankt Oswald. Man braucht dort einige Geduld, weil die Klimastufen nur einzeln ausgewählt werden können, jeweils immer wieder von dem gleichen Filmchen über eine Fahrt mit dem „Fahrstuhl durch die Waldgeschichte“ garniert werden, denen jeweils eine Animation von Fauna und Flora der jeweiligen Klimastufe folgt. Abb. 7 (rechts) stellt die Landschaftsbilder aus diesen Animationen zu den hier unterschiedenen Klimastufen zusammen (Screenshots von zwei nebeneinander montierten Bildschirmen). Sie beginnt mit den beiden letzten Klimastufen des Pleistozän am Ende der Tundrenzeit: dem Alleröd, in dem bereits die Wiederbewaldung durch eine Zwergbirken-, Weiden- und Wacholder-Strauchphase eingeleitet worden war, gefolgt von der Jüngeren Dryas, in der erste Kiefern zwischen den bereits verbreiteten Birken auftauchen. Sodann folgen alle Stufen des Holozäns.

Wie sehen in Abb. 7 eine stilisierte Ansicht des Bergpanoramas zwischen Ra-

chel (links hinten) und Lusen (rechts hinten), wie sie sich von der Hügelkette nördlich oberhalb von Sankt Oswald geboten haben könnte. Beide Berggipfel sind nur in den oberen drei Bildebenen sichtbar, danach wird der Rachel durch die ausgreifende Baumvegetation verdeckt, während man die weitere Entwicklung am Lusen (rechts) einsehbar gelassen hat.

Nachdem die Kappen aus Eis und persistentem Schnee auf den beiden Berggipfeln im **Alleröd** fast vollständig abgeschmolzen waren, weiteten sie sich im letzten Kaltzeitintervall des Pleistozäns, in der **Jüngeren Dryas**, noch einmal aus. Das Gelände am Fuß der Gipfel war spärlich mit Bäumen besetzt und weitgehend noch immer offene eiszeitliche Tundrenlandschaft (vgl. noch einmal das Pollendiagramm in Abb. 6).

Danach veränderte sich vor allem die Vegetation auf den Hang- und Tallagen, während die Berggipfel noch immer kahl blieben. Unterschiedliche Waldtypen breiteten sich aus und lösten einander parallel zu den sich ändernden Klimabedingungen ab. Erst in der letzten Phase des Jüngeren Subatlantikums – das sind ungefähr die letzten 1000 Jahre – erreicht die Bewaldung auch die bis dahin baumfreien Gipfel (unterstes rechtes Bild der Reihe in Abb. 7).

Der Beginn des Holozäns – das **Präboreal (PB)**, nach Ausklang der letzten (Weichsel-)Kaltzeit auch als „Vorwärmezeit“ bezeichnet – wurde durch eine kräftige Kiefern- und Birkenausbreitung eingeleitet.

An der Wende zum **Boreal (BO)**, auch „Frühe Wärmezeit“ genannt, hatte die Pappel als seltenere Holzart ihre größte Verbreitung im Untersuchungsgebiet gefunden. Hinzu kamen zerstreut Haselnuss, Ulme, Eiche, Erle. Beschränkt auf höhere Lagen trat nun bereits die Fichte auf.

Zum Übergang von **Boreal zum Atlantikum** (noch immer Frühe Wärmezeit) wanderten Linde, Esche und Ahorn ein. Bei den Linden überwog zunächst die Winterlinde (*Tilia cordata*), später im Subboreal (Späte Wärmezeit) trat dann die Sommerlinde (*Tilia Platyphyllos*) in den Vordergrund.

Im **Mittelatlantikum** (vor ca. 7.000 Jahren; Mittlere Wärmezeit) erschien die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) in den hauptsächlich von Fichte, Linde, Ulme und Eiche gebildeten Wäldern des Bayerischen Waldes und gelangte etwa ein Jahrtausend später zur Massenausbreitung.

Die Kiefer war längst in den Hintergrund getreten, als sich vor ca. 5.000 Jahren im Mittleren **Subboreal** (= Späte Wärmezeit) die Tanne als neuer Nadelbaum ausbreitete und ca. 500 Jahre später in dichten Buchen-Tannen-Fichtenwälder etabliert hatte.

Im späteren Subboreal wird auch der Übergang in die „Nachwärmezeit“ angesiedelt. Das entspricht ungefähr dem Eintritt in jene spätbronzezeitliche Abkühlungsphase, die bereits in Abb. 2 markiert worden war. Weitere Abkühlungsphasen wie etwa die „Kleine Eiszeit“ des Hochmittelalters stehen ebenfalls für diese veränderten klimatischen Bedingungen. Und eigentlich tendiert unser Klima heute erneut in Richtung Abkühlung, wie es letztlich auch die Temperaturkurve der Jahre nach 1930 in Abb. 2 anzeigt, die etwas unter dem Referenzwert liegt. Doch dieser denkbare natürliche Übergang in eine neue Kaltzeit wird seit den letzten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts offenbar durch menschengemachte Erwärmung überformt.

Erst mit den Eingriffen der Menschen im Zuge ihrer Besiedlung des Bayerischen Waldes, also im späten **Subatlantikum** bzw. in der Jüngeren Nachwärmezeit wurde die Fichte als schnell wachsender Nutzbaum – oft in Monokulturen – als Hauptbaumart etabliert. Auch großflächige Rodungen, etwa für die aufkommende Glasindustrie; den Einschlag von Holz für Heizungszwecke oder Rodungen für Weidezwecke, zeichnen sich seit dem 12. Jahrhundert im Vorderen Bayerischen Wald und seit dem 15./16. Jahrhundert auch im Hinteren Bayerischen Wald deutlich in den Pollendiagrammen ab. Die Pollen von Sauer- und Süßgräsern sowie andere Nicht-Baum-Pollen nehmen signifikant zu. Abb. 8 (im Stile der Abb. 6, aber erst ab Präboreal, d.h. ohne Jüngere Dryas, hingegen mit Subboreal) illustriert dies[12]. Die Pollenanalysen wurden am Bohrprofil Dösingerried durchgeführt (vgl. zu dessen Lage die Nr. 4 in Abb. 5):

[12] STALLING 1987, Auswertung von Abb. 13, Pollenanalysen aus dem Bohrprofil Dösingerried

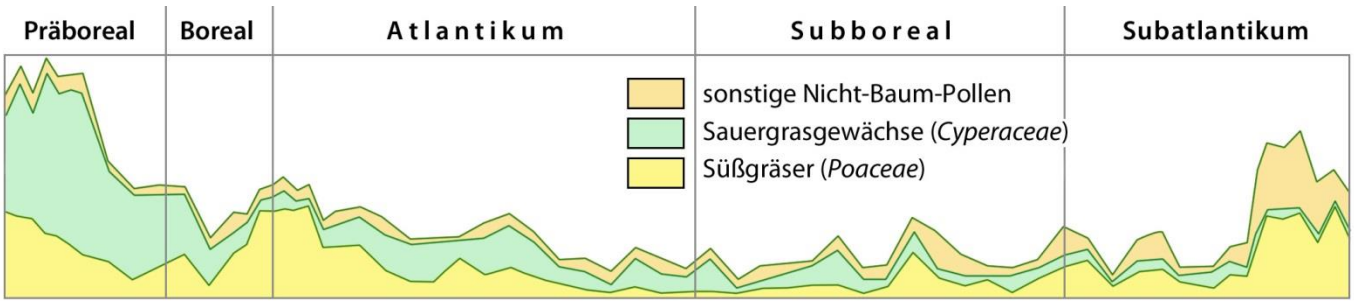


***Abb. 8**: Rückgang der Tundrenvegetation im Präboreal und starke Zunahme waldfreier Flächen im Zuge menschlicher Waldrodungen im späten Subatlantikum (Jüngere Nachwärmezeit/Siedlungszeit) im Spiegel der Pollenanalysen.*

Anders als in der späten Tundrenzeit spielen im Zuge der Rodungen während der Besiedlung des Geländes sonstige Nicht-Baum-Pollen eine bedeutendere Rolle. Darunter finden sich große *Calluna*- (Besenheide) sowie *Ericaceae*- Anteile (Heidekrautgewächse), die freie Landschaften mit Beweidung signalisieren. Auch die starke Zunahme von Wegericharten (v.a. der Spitzwegerich *Plantago lanceolata*) sowie Beifuß (*Artemisia*) fallen in den Pollenanalysen auf. Beifuß ist als ‚Unkraut' ein Anzeiger menschlicher Besiedlung[13].

Der wieder stark gewachsene Anteil an Süßgräserpollen erklärt sich vor allem aus *Secale*-Pollen (Roggen – eine Gattung aus der Familie der Süßgräser / *Poaceae*), die die Kultivierung gerodeter Flächen durch Getreideanbau anzeigen. Die in der späteiszeitlichen Tundrenzeit wilden Süßgräser werden nun domestiziert.

Die nachfolgende Tabelle (Abb. 9) fasst den Wandel der dominanten Baumarten im Zuge der Klimaentwicklung noch einmal zusammen. Sie legt ein Zonierungssystem – differenzierter als die Klimastufen – zugrunde, das für den Bayerischen Wald beginnend mit dem Pleistozän-Ende entwickelt wurde. Es ergibt sich eine Reihe, in der sich die dominanten Baumarten fortlaufend verschieben: Kiefer/Birke ⇨ Kiefer/Hasel ⇨ Fichte ⇨ Buche/Fichte ⇨ Buche/Tanne ⇨ Buche/Tanne/ Fichte ⇨ Fichte.

1.	2. Klimastufen	3. dominante Baumarten
H	Präboreal (PB) bis Anfang Boreal (BO)	**Kiefern – Birken** (*Pinus – Betula*)
I	Mitte Boreal (BO)	**Kiefern – Hasel** (*Pinus – Corylus*)
J	Übergang vom Boreal (BO zum Atlantikum (AT)	**Hasel – EMW – Fichte** (*Corylus* – EMW – *Picea*)
K	frühes Atlantikum (AT)	**Fichte – EMW** (*Picea* – EMW)
L	mittleres Atlantikum (AT)	**Fichte – EMW** mit **Buchen**-Ausbreitung (*Picea* – EMW – *Fagus*)
M	Übergang vom Atlantikum (AT) zum Subboreal (SB)	**Buche – Fichte** (*Fagus – Picea*)
N	Mitte Subboreal (SB)	**Buche – Fichte** mit **Tannen**-Ausbreitung (*Fagus –Picea – Abies*-)
O	Übergang vom Subboreal (SB) zum Subatlantikum (SA)	**Buche – Tanne – Fichte** (*Fagus – Abies – Picea*)
P	Mitte Subatlantikum (SA)	**Buche – Tanne – Fichte** mit **Haselnuss** (*Fagus – Abies – Picea* mit *Carpinus*
Q	spätes Subatlantikum (SA) = Besiedlungszeit	menschendominierte Waldvegetation mit Dominanz von **Fichten**-Monokulturen

[13] F. Sirocko (Hrsg): Wetter, Klima, Menschheitsentwicklung, WBG Darmstadt 2009, S. 21

***Abb. 9**: Regionale Zonen in Spalte 1 (hier nur H bis Q; die nicht dargestellten Zonen A bis G decken das späte Pleistozän ab und wurden für A bis E nur im Bohrprofil 4 aus dem Dösingerried – vgl. Nr. 4 in Abb. 5 – nachgewiesen, nicht aber im Nationalpark und dessen Umfeld). Ferner Klimastufen des Holozäns (Spalte 2) und dominante Baumarten je Klimastufe im Bayerischen Wald (Spalte 3)[14]. **EMW** = Eichenmischwald.*

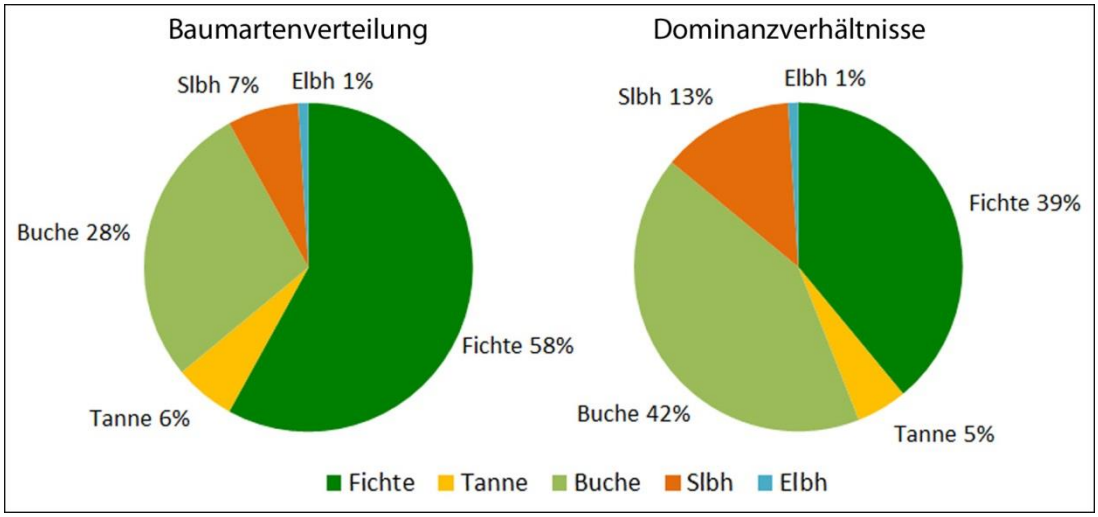
Die heute so dominante Fichte war somit in der nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte keineswegs ein solch prägender Baum, als der er uns heute erscheint. Seine flächige Verbreitung ist – abgesehen von erst sehr spät entstandenen Bergfichtenwäldern – vor allem menschlich bestimmt.

Wie sich allmählich im Zuge natürlicher Verjüngung der Wälder die Mischungsverhältnisse der Baumarten zurück zu natürlicheren Zuständen ändern, deutet die Waldinventur 2002/03 an[15]. Auf allen Flächen mit natürlicher (also nicht angepflanzter) Vorausverjüngung (Verjüngung unter dem Dach des Vorbestandes), die damals ca. 30 % der gesamten Nationalparkwälder ausmachten, hatten Fichten-Jungbäume noch einen Anteil von 58 % (Abb. 10 links). Die Dominanzverhältnisse (Abb. 10 rechts) zeigen jedoch einen anderen Trend: hier wird erfasst, welche Baumarten bereits einen ausreichenden Wuchsvorsprung erreicht haben, um in der Konkurrenz bestehen zu können. Und da rückt die Fichte mit nur noch 39 % auf den zweiten Platz hinter die Buche mit 42 % zurück. Auch die sonstigen Laubhölzer (Vogelbeere, Birke, Weide, Aspe, Schwarzerle, Weiß-Erle, Roteiche, Eiche) nehmen an Bedeutung deutlich zu. Unter dem gleich bleibenden, nur einprozentigen Anteil an Edellaubhölzern werden Bergahorn, Esche, Spitzahorn, Linde, Ulme und Kirsche zusammengefasst[16].

***Abb. 10**: Baumartenverteilung auf allen Nationalparkflächen mit Vorausverjüngung, sowie Dominanz der Jungbaumarten unter dem Dach des Vorbestands.*

***Slbh** = Sonstige Laubhölzer,*

***Elbh** = Edellaubhölzer.*



Und so wandert man zum Beispiel bei der Besteigung des felskahlen Lusen im alten, bereits 1970 begründeten Nationalparkgebiet nicht mehr durch Fichtenschonungen, sondern durch einen beeindruckenden jungen dichten Buchenwald, in dem nur noch vereinzelt (abgestorbene) Fichten aufragen.

Eine systematische Sicht auf die Lebensraumtypen, wie sie sich heute ungestört durch menschliche Einwirkungen entfalten würden und wie sie sich durch die Ausweisung des Nationalparks möglichst auch entfalten *sollen*, gibt die Analyse der **potentiell natürlichen Vegetation**. Aus einer gesamteuropäischen Sicht, wie sie vom Bundesamt für Naturschutz zusammengestellt wurde[17], ist die Sachlage sehr einfach: Es werden nur zwei Lebensraumtypen unterschieden:

– **D9** Montane bis hochmontane Tannen- und Fichtenwälder (linke Karte in Abb. 11)

---

[14] nach STALLING 1987, Abb. 28

[15] Marco Heurich und Markus Neufanger: Die Wälder des Nationalparks Bayerischer Wald. Ergebnisse der Waldinventur 2002/2003 im geschichtlichen und waldökologischen Kontext. Nationalpark Bayerischer Wald (Hrsg), Wissenschaftliche Reihe Heft 16, Grafenau 2005, S. 33

[16] Heurich a.a.O S. 24

[17] BfN, Karte der natürlichen Vegetation Europas, online: http://www.floraweb.de/vegetation/dnld_eurovegmap.html

– **F5b** Buchen- und Buchenmischwälder in montanen bis hochmontanen Ausbildungen, z.T. mit *Abies alba* (Weißtanne) und *Picea abies* (Gemeine Fichte) – rechte Karte in Abb. 11. Die türkisgrüne F5b-Fläche lässt nur die Inseln der drei in der linken Karte ausgewiesenen D9-Flächen als weiße Flecken frei.

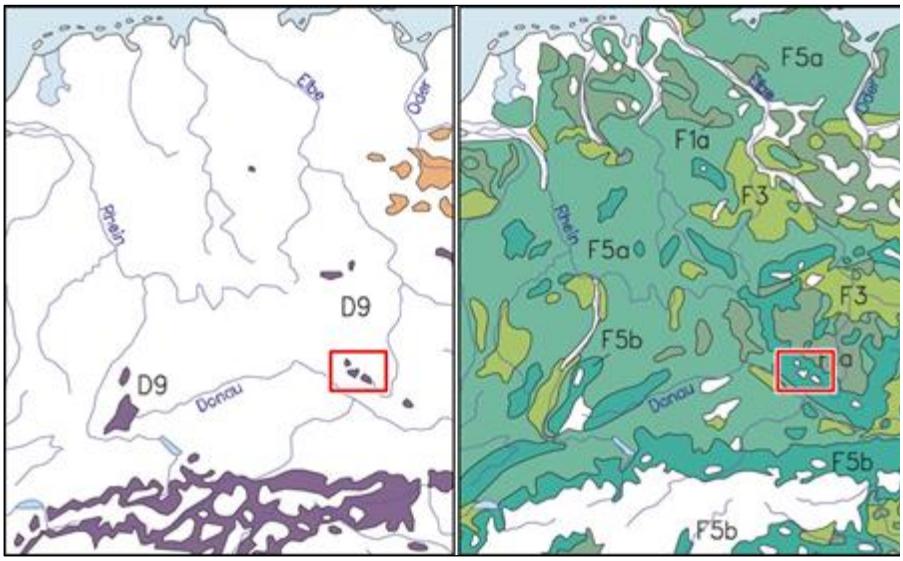


***Abb. 11**: Potentiell natürliche Vegetation (EU-Übersichtskarte des BfN)*

Eine ungleich differenziertere Sicht vermittelt eine Kartierung der potentiell natürlichen Vegetation, die im Rahmen der Erarbeitung des Nationalpark-Plans entstanden ist[18] (Abb. 12):

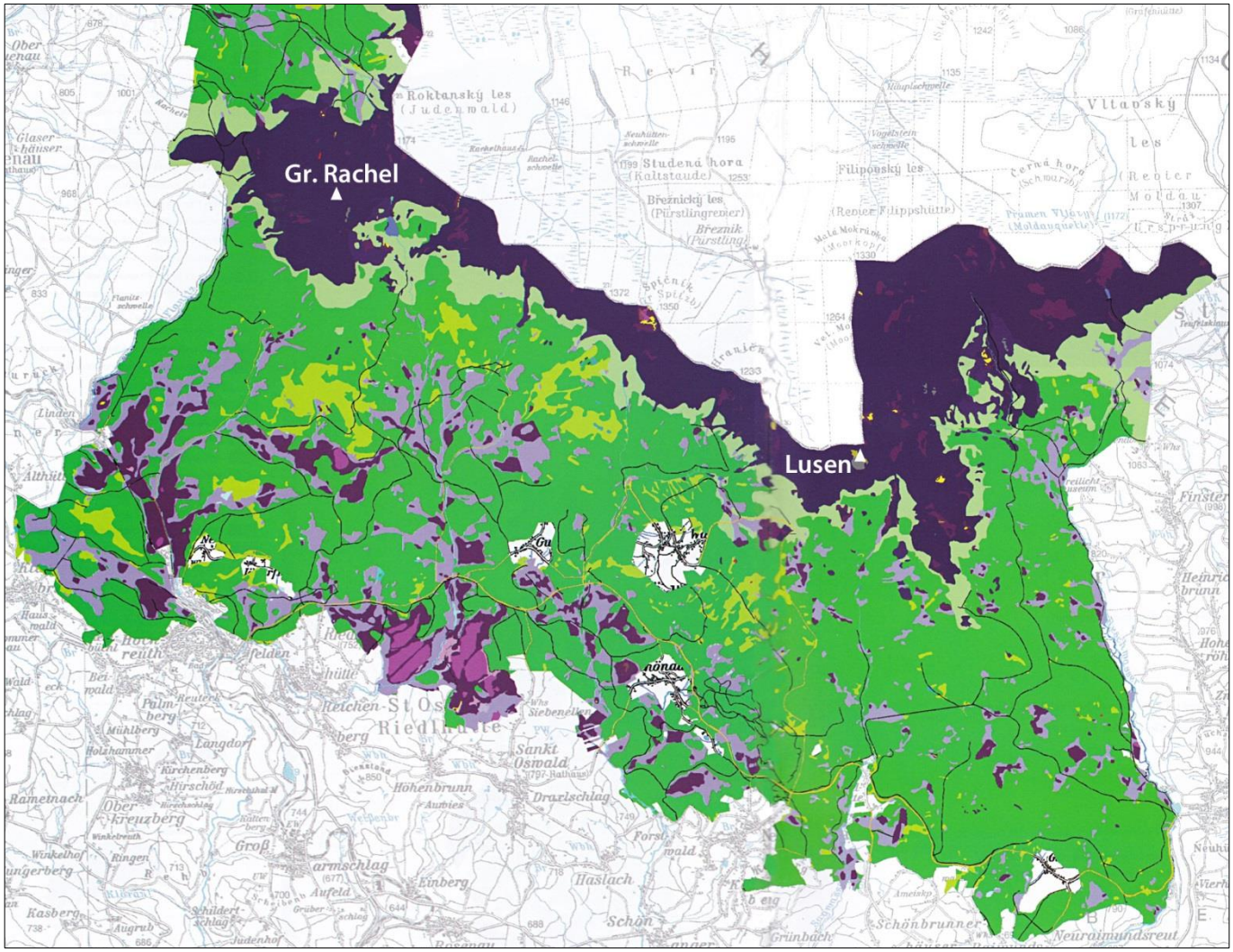


***Abb. 12**: Potentiell natürliche Vegetation im Geltungsbereich des Nationalparks Bayerischer Wald, südliche Teilkarte für den Bereich Rachel-Lusen (die beiden Berggipfel sind hier durch weiße Dreiecke ergänzend markiert).*

[18] Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, Nationalparkplan, Anlagenband „Arten- und Biotopschutz“, S. 56 f: Teilkarte Falkenstein-Rachel-Gebiet S. 56 f, Teilkarte Rachel-Lusen-Gebiet S. 58 f.

Auch in ihrer über zweimal zwei DIN A4-Seiten hinweg gedruckten originalen Publikationsgröße ist es kaum möglich, alle 33 Kategorien der Legende zu Abb. 12 den entsprechenden Flächen in der Karte zuzuordnen. So werden kaum zu unterscheidende Farbabstufungen verwendet, nicht aber Bezeichner für die jeweiligen Gebiete eingesetzt (wie etwa in geologischen Karten) und manche Lebensräume existieren offenbar nur in so kleinen Vorkommen, dass sie in der veröffentlichten Karte kaum auszumachen sind.

Für eine brauchbare Übersicht reicht aber auch eine Auflistung der wichtigsten bzw. farblich auffälligsten Kategorien:

Hochlagenbereich

Im Vergleich mit Abb. 5 fällt sofort auf, dass die dunkelvioletten Flächen der Abb. 12 an der tschechischen Grenze mit den beiden Bergspitzen des Rachel und Lusen darin weitestgehend mit den in Abb. 5 ausgewiesenen Hochlagen übereinstimmen. Hier ist der montane **Reitgras-Fichtenwald** typisch, dessen fachliche Bezeichnung *Calamagrostio villosae-Piceetum* lautet. *Piceetum* leitet sich von der dominanten Baumart *Picea* = Fichte ab, der Zusatz *Calamagrostio villosae* bezieht sich auf das Wollige Reitgras (*Calamagrostis villosa*) aus der Familie der Süßgräser, dessen Gattung mit ca. 230 Arten ausgestattet ist. Es dient hier als Charakterart der Krautschicht und erscheint wie eine Erinnerung an die durch Süß- und Sauergräser dominierte eiszeitliche Tundra (vgl. Pollendiagramm in Abb. 6).

Die Kartierung differenziert diesen Fichtenwaldtyp weiter in die drei Subtypen *Piceetum barbilophozietosum, Piceetum sorbetosum* und *Piceetum bazzanietosum*. Damit werden drei weitere, für die jeweiligen Fichtenwälder spezifische Charakterarten angesprochen:

- *barbilophozietosum* bezieht sich auf eine Charakterart der Lebermoosgattung *Barbilophozia* (Bart-Spitzmoos),
- *sorbetosum* bezieht sich auf Charakterarten der Gattung *Sorbus* (Mehlbeere), wobei hier vor allem die verbreitete Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) als Nebenbaumart zu nennen ist,
- *bazzanietosum* bezieht sich auf die Charakterart des Dreilappigen Peitschenmooses *Bazzania trilobata.*

Vereinfachend wird dieser Wald **Bergfichtenwald** genannt und entspricht dem FFH-Lebensraumtyp (LRT) 9410 „Montane bis alpine bodensaure Fichtenwälder“[19].

An seiner unteren Verbreitungsgrenze stößt man beim Anstieg zum Lusen auf eine jener liebevoll in Holz gearbeiteten Nationalpark-Infotafeln, die in dieser rauen Klimazone bereits recht angegriffen ist (Abb. 14). Sie beschreibt Charakteristika dieses extremen, immer wieder von Stürmen und Borkenkäfer-Massenbefall traktierten Lebensraums, in dem dennoch der Auerhahn heimisch ist (Abb. 13), obwohl er um die 140 Tage im Jahr im Schnee leben muss und dort um die 50 Eistage (ganztägig < 0°) zu ertragen hat[20].

***Abb. 13**: Ein männliches Auerhuhn (Tetrao urogallus), Europas größter und seltener Hühnervogel, heimisch im Bayerischen Wald, aber zuverlässig nur in seinem Gehege im Wild-Freigelände beim Nationalparkzentrum Lusen zu sehen.*

[19] Zur Beschreibung der FFH-Lebensraumtypen (LRT) vgl. Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) & Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Handbuch der Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Bayern, Augsburg/Freising 04/2018, auch online.

[20] Klimadaten der Station Waldhäuser (945 m ü. NN) auf der Nationalpark-Website.

***Abb. 14**: Holz-Infotafel an der Grenze zwischen Reitgras-Fichten-Buchenwald und Reitgras-Fichtenwald bzw. Bergfichtenwald am Lusen.*

Hanglagen

Abb. 12 lässt mit hellgrüner Farbe erkennen, dass der dunkellila angelegte Bergfichtenwald mit dem meist recht schmalen Band eines zweiten Lebensraumes umgeben ist, ehe die Vegetation in die dunkelgrün angelegten größten Flächen des Schutzgebiets übergeht, auf denen unter natürlichen Umständen die Buchen dominieren. Der hellgrüne Saum zwischen Fichten und Buchen, mit dem zugleich die Hanglagen im Schutzgebiet beginnen, ist eine Mischform und wird **Reitgras-Fichten-Buchenwald** (*Calamagrostio villosae-Fagetum*) genannt (die Kartierung differenziert noch zwei Varianten mit Tannen-Facies). Auch hier ist also das Wollreitgras die Charakterart der Krautschicht, während die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) zusammen mit der Fichte die Baumschicht dominiert.

Der sich nun auf den Hängen anschließende Buchenwald differenziert sich in zwei Typen – in Bestände, die auf der Karte dunkelgrün angelegt sind sowie eingestreute gelbgrüne Flächen.

Die dunkelgrünen Gebiete beanspruchen im Rachel-Lusen-Bereich die größten Nationalparkflächen und stehen für **Hainsimsen-Buchenwald**, fachlich *Luzulo luzuloidis-Fagetum*. Die Rotbuche (*Fagus*

sylvatica) ist hier die bestimmende Baumart, den Charakter der Krautschicht bestimmen Binsen aus der Gattung der Hainsimsen (*Luzula*). Dieser Waldtyp entspricht dem gleichnamigen FFH-Lebensraumtyp 9110 Hainsimsen-Buchenwald. Der Bayerische Wald umfasst die größten Flächen dieses Bergwaldes in Bayern (in den Alpen ist er nur ein Nebenvorkommen).

Der andere Buchenwaldtyp hat im Bayerischen Wald nur den Status des Nebenvorkommens und wird **Waldmeister-Buchenwald** genannt (FFH-LRT 9130). Seine Vorkommen sind feinteilig mit denen des Hainsimsen-Buchenwaldes verzahnt. Fachlich wird dieser Waldtyp *Galio odorati- / Dentario enneaphylli-Fagetum* genannt, womit ihn zwei Krautschicht-Charakterarten spezifizieren: zum einen der Waldmeister (*Galium odoratum*), zum anderen der Quirlblättrige Zahnwurz (*Cardamine enneaphyllos*), dessen Gattungsname „Dentaria“ inzwischen verschwunden ist, weil die Gattung als Untergattung den Schaumkräutern (*Cardamine*) hinzugefügt wurde.

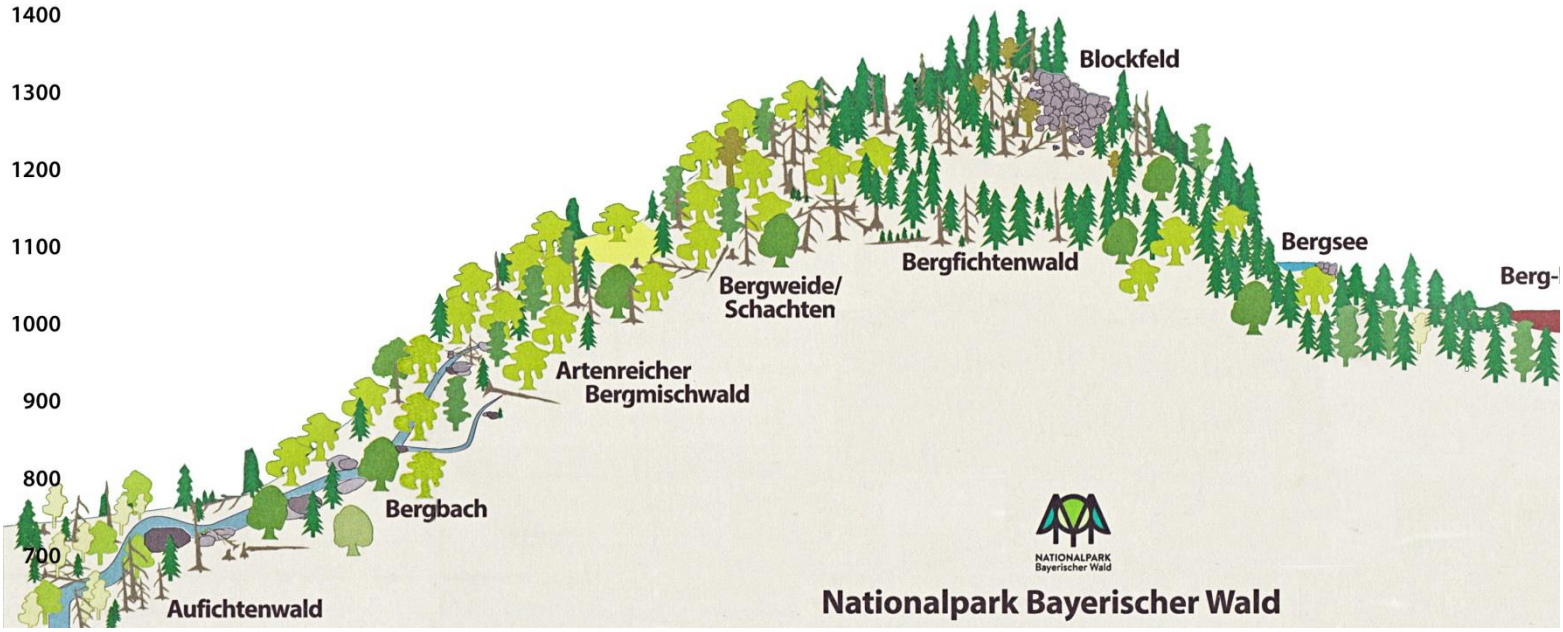
Tallagen

Wesentliche jetzt noch zu nennende Lebensräume sind vor allem den Tallagen zuzuordnen (vgl. noch einmal Abb. 5). Sie zeigen sich in der Kartierung von Abb. 12 im Wesentlichen durch Abstufungen im Lila-Bereich (wobei hier die größten Schwierigkeiten in der Zuordnung der Legendenkategorien auftreten, weil Lila-Töne auch für Bergwald-Kategorien verwendet werden).

Ein kräftiges Rotlila sticht am südlichen Nationalparkrand in der Nähe von Riedlhütte/St. Oswald hervor, findet sich aber auch an anderen Stellen vor allem in westlichen Bereichen. Damit sind **Kiefern-Moorwälder** in Tallagen bezeichnet, wie etwa das Große Filz östlich von Riedlhütte. Fachlich wird dieser Waldtyp *Pino mugo-Sphagnetum magellanici* genannt, womit als Charakterarten die Bergkiefer (*Pinus mugo*) sowie Torfmoose (*Sphagnum*) angesprochen sind. Der Bergkiefern-Moorwald ist ein Subtyp des allgemein gefassten FFL-LRT 91D0* „Moorwälder“.

Im Umfeld dieser Moore (in Bayern „Filze“ genannt) sowie in weiteren ausgedehnten Tallagen insbesondere des südwestlichen Nationalparkareals (Altbereich) wird mit einem dunkleren Lila der Lebensraum des **Moorfichtenwaldes** ausgewiesen. Die fachliche Bezeichnung *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis / Sphagno-Piceetum* hebt darauf ab, dass dieser Waldtyp neben der Gemeinen Fichte (*Picea abies*) durch die Charakterart der Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum*) aus der Gattung der Heidelbeeren geprägt ist, ferner durch Torfmoose (*Sphagnum*).

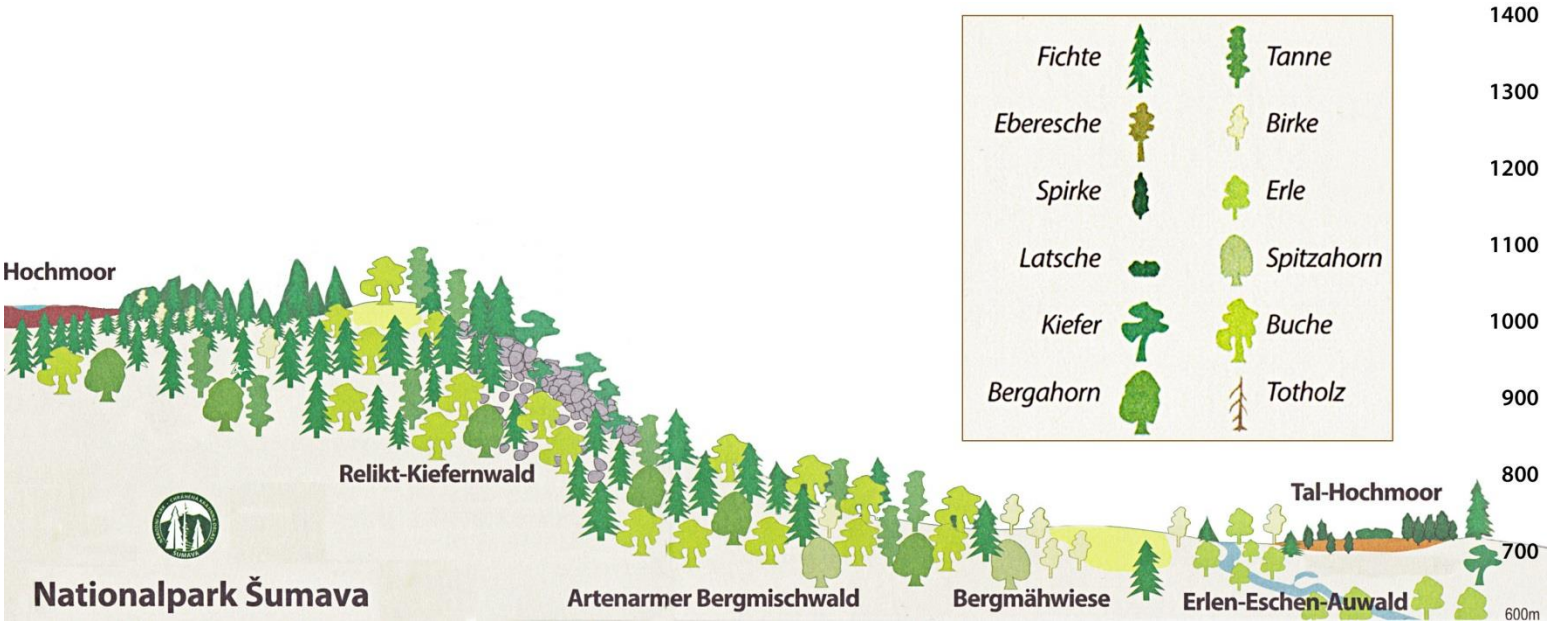
***Abb. 15**: Anschauliche Darstellung der Lebensräume in den Nationalparken Bayerischer Wald und Šumava an einer Höhenskala in Metern.*



Schließlich sei noch ein letzter Lebensraum genannt, der sich in Abb. 12 mit hellem Lila weiträumig die Täler entlangzieht und die dortigen Moorwälder ergänzt: Die **zwergstrauchreichen Tannen-Fichtenwälder**. Sie lösen in niedrigen Lagen auf bodensauren Standorten die Buchenwälder ab, weil in den Tälern aufgestaute Kaltluft die Nadelbäume gegenüber der Buche konkurrenzfähig werden lassen. Selbst im Sommer kann es hier zu Bodenfrösten kommen. Kälte, Nässe und Nährstoffarmnut erlauben es nur wenigen Tannen, Vogelbeeren und Moorbirken mit den Fichten alt zu werden. Die Fachbezeichnung dieses **Aufichtenwaldes** lautet *Vaccinio vitis-idaeae-Abietetum* und weist die Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*) neben der Tanne (Abies) als Charakterart aus.

Eine etwas anschaulichere Darstellung der Lebensräume im Nationalpark Bayerischer Wald liefert die Abb. 15 am Fuß dieser und der Vorseite. Sie ist aus einem örtlichen Flyer „Typische Lebensräume und ihre Bewohner“ extrahiert. Mit einfachen Baumpiktogrammen werden die Lebensraumtypen symbolisiert und durch weitere landschaftsprägende Elemente wie Bergbäche, Bergseen, Hochmoore (die sowohl in der Hoch- als auch in der Tallage auftreten) oder Blockfelder (wie z.B. auf der Spitze des Lusen) ergänzt.

Angaben wie „Bergwiese/Schachten“ oder „Bergmähwiese“ deuten darauf hin, dass die Menschen nicht nur bei der Anpflanzung von Fichten-Monokulturen, sondern auch durch Rodungen massiv in die natürliche Vegetation eingegriffen haben. In Hoch- wie Tallagen wurden Waldflächen zur Beweidung durch das Vieh der Bauern in den Sommermonaten gerodet und haben sich seit Aufgabe in den 1950-er Jahren bislang nicht auf natürliche Weise wiederbewaldet. Die im Bayerischen Wald „Schachten“ genannten Bergwiesen sollen als Zeugen einer vergangenen Kulturepoche auch in Zukunft als waldfreie Flächen erhalten bleiben. Mit ihrem Insektenreichtum, uralten Bäumen, die den Hirten ehemals Schatten spendeten und Lesesteinhügeln bieten sie wertvolle Räume für die örtliche Fauna. Sie signalisieren aber auch, wie lang eine Wiederbewaldung großer leergeräumter Flächen dauern kann. Diese Schachten liegen vor allem in den Hochlagen des Erweiterungsteils und sind nur über lange Anmärsche im für Fahrzeuge gesperrten Gelände erreichbar.



Die Wälder im Nationalpark sind voll im Umbruch. Windwurf und Borkenkäferbefall leisteten ihren Beitrag, die Fichte in Bereichen zurückzudrängen, wo sie durch menschliche Anpflanzung verbreitet worden war, ohne dort zur natürlichen Vegetation zu gehören – zumal als Monokultur. Teilweise sind durch Naturverjüngung komplexere Waldsysteme entstanden, die bereits in die Nähe von „Urwald“ tendieren. Teilweise sind aber auch durch große Rodungsaktionen baumlose Tundren produziert worden, die insbesondere in den Hochlagen des Erweiterungsteils im Zuge unmäßiger Borkenkäferbekämpfung zurückblieben und es sehr schwer haben werden, wieder Wald auszubilden. Es ist deshalb nicht einfach, über ein Thema Aussagen zu treffen, das uns heute besonders bewegt: Die Belastung der Wälder durch den vom Menschen gemachten **Klimawandel**. Wie werden sich die sich selbst überlassenen Wälder im Nationalpark dieser Entwicklung stellen?

Die Nationalparkverwaltung hatte im Rückblick auf das heiße und trockene Jahr 2018 dazu eine erste Aussage versucht[21]. Sie registrierte einen Frühlingsbeginn drei bis vier Wochen früher als noch vor 35 Jahren. Und sie machte – vgl. Abb. 16 – nen „Bruchpunkt“ im Jahre 2002 aus, ab dem die Niederschläge im Trend zurückgegangen seien – bis 2018 um 381 mm/Jahr am Standort der Messstation Waldhäuser (947 m ü. NN). Auch die serstände seien massiv ken – bei stark schwankenden Werten (vgl. die grauen Striche in Abb. 16) sei ein trendhafter Schwund von 65 cm zwischen 2005 und 2018 am Standort „Eschenhäng“ zu verzeichnen (Flurname eines Steilhangs südöstlich von Waldhäuser, 969 m ü. NN).

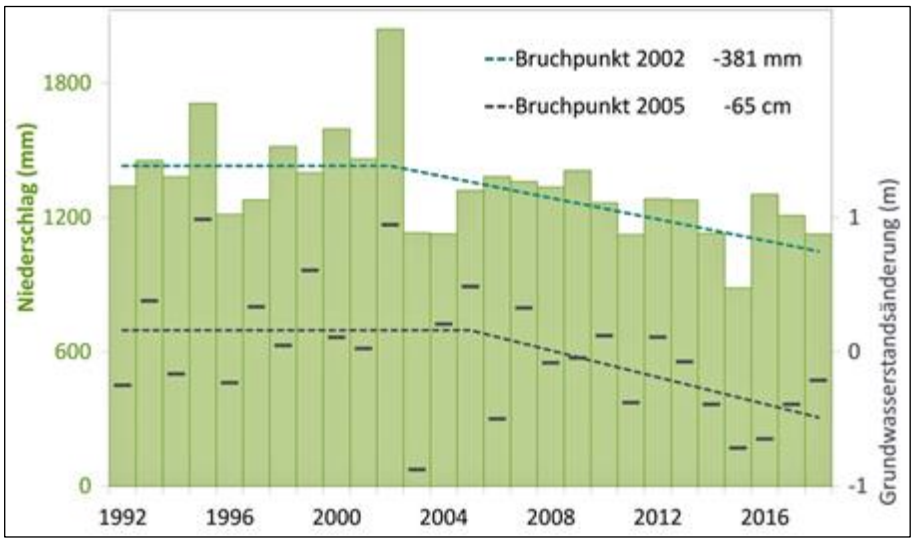


***Abb. 16**: Diagramme für Niederschläge (Skala links) und Grundwasseränderungen (Skala recht) mit Annahme von Bruchpunkten in den Trends,.*

Die Behauptung, 2018 sei mit 852 Litern Niederschlag pro Quadratmeter das zweittrockenste Jahr nach 1972 gewesen, steht allerdings zu dem beigegebenen Diagramm in Widerspruch, in dem die Niederschläge für 2015 deutlich niedriger als im eher durchschnittlichen Jahr 2018 ausgewiesen werden (vgl. Abb. 16).

Nicht nachvollziehbar ist auch die Angabe einer Grundwasserpegelabsenkung. Das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf schreibt in einem Infoblatt zur Trinkwassertalsperre Frauenau:

> *Der Bayerische Wald ist trotz hoher Niederschläge ein Grundwassermangelgebiet. Ursache sind die hydrogeologischen Verhältnisse dieser Mittelgebirgslandschaft. Das Grundgebirge, überwiegend aus Granit und Gneis aufgebaut, ist wenig geklüftet, wasserspeichernde Überlagerungen fehlen. Daher kann nur ein kleiner Anteil des Regens zurückgehalten werden. In Trockenperioden geht die Quellschüttung der gemeindlichen Wassergewinnungsanlagen stark zurück. In der Vergangenheit führte dies immer wieder zu Trinkwassermangel.*

Grundwasserspeicher wie bei uns im Hessischen Ried gibt es also in diesem Raum nicht – daher der Bau jener Talsperre bei Frauenau, am Rande des Nationalparks (Erweiterungsgebiet) in einem eiszeitlichen Gletschertal (vgl. Abb. 2), die möglichst viel vom reichhaltigen Niederschlag abfangen soll, ehe er in Bächen und Flüssen abgeführt wird. Grundwasserangaben sind somit grundsätzlich ein Problem. Wie zudem an einem Steilhang im Gneis bei Waldhäuser diese Pegel gemessen werden sollen, bleibt unausgewiesen und unerfind-

[21] Jahresbericht 2018, S. 10, online: https://www.nationalpark-bayerischer-wald.bayern.de/service/downloads/doc/jahresbericht/jahresbericht_2018_ba.pdf

lich[22]. Geologische Untersuchungen haben erbracht, dass in Höhenlagen über 800 m flächenhaft in Mächtigkeiten von 0,5 bis mehrere Meter in Felsrinnen nur ein eiszeitlich verfestigter Schutt verbreitet ist. Mit anstehendem Fels bildet dieser „zementartig verfestigte Schutt ein verzahntes Mosaik“[23].

Große Waldschäden durch Windwurf und Borkenkäferbefall können jedenfalls nicht kurzschlüssig „dem Klimawandel“ zugerechnet werden. Sie gehören in den Berglagen des Böhmerwaldes zur Natur und sorgen dafür, dass – ohne menschliche Eingriffe – ein differenzierter, den Standorten angepasster Wald entsteht. So wird bereits aus Zeiten lange vor menschenbewirkter Klimaveränderung von katastrophalen Waldschäden durch Stürme berichtet, die den Waldbewohnern zunächst viel Arbeit brachten, dann aber eine soziale Krise und Migration auslösten[24]:

> *In den Jahren 1868 und 1870 haben zwei gigantische Stürme eine riesige Anzahl Bäume umgeworfen oder umgebrochen. In der Folge hat sich in den geschädigten Bäumen der Borkenkäfer schnell ausgebreitet. Eine Massenvermehrung von bisher unbekanntem Ausmaß begann,*
>
> *Als nach 15 Jahren alles Holz aufgearbeitet, die Sturmwurfflächen geräumt und neu bepflanzt waren, gab es keine Arbeit mehr. Aber auf den gewohnten Lebensstandard wollte niemand verzichten. Man hatte Kredite aufgenommen, die man nicht mehr zurückzahlen konnte. Haus und Hof mussten verkauft werden. Viele sahen in Amerika den letzten Ausweg!*

***Abb. 17**: Schiff nach Amerika mit Auswanderern aus dem Bayerischen Wald.*

Dass diese Stürme Produkt menschengemachter Klimaveränderung gewesen seien, ist unwahrscheinlich. Wie die „Kleine Eiszeit“ im Hochmittelalter, die enorme soziale Verwerfungen produziert hat, zeigen aber auch diese Stürme mit ihrer in letzter Konsequenz folgenden Massenauswanderung, wie empfindlich unsere sozialen Systeme auf Klimaveränderungen reagieren können, vor allem auf Abkühlungen. Die aktuelle Erwärmungstendenz könnte man noch mit dem Argument zu relativieren versuchen, dass Temperaturanstiege – auch als jeweiliges klimatisches „Optimum“ bezeichnet – in der Bronzezeit oder im frühen Mittelalter (vgl. Abb. 3) in kulturelle Blütezeiten führten. Doch diese besonders warmen Zeiten in unserer holozänen Wärmezeit waren moderat. Die Erfahrung, welche Auswirkungen stärkere Erwärmungen auf unsere in ihrer Zahl in keiner Weise mit früheren Krisenzeiten zu vergleichen Erdbevölkerung haben werden, steht uns – so wir es erleben – noch bevor.

Michael Siebert, Januar 2020

---

[22] Die Bayerische Bodenkarte weist hier aus: Bodenwert 709, Lockerbraunerde (podsolig, humusreich) aus (Kryo-) Sandschutt

[23] Bauberger, W.: Zur Geologie des Nationalparks Bayerischer Wald, in: Der Aufschluss, Sonderband 31 (Bayerischer Wald), Heidelberg 1981, S. 22 f

[24] Infotafeln im Waldgeschichtlichen Museum Sankt Oswald (Dachgeschoss); Foto des Auswandererschiffs nach Amerika aus dieser Ausstellung.