

Vegetationsgeschichte Obwaldens

Wie Obwalden zum Waldkanton wurde

1	Inhaltsverzeichnis	
2	Wie die Naturwälder zu Kulturwäldern wurden – Zusammenfassung	3
3	Fragestellung, Inhalt und Dank.....	4
4	Die wissenschaftlichen Instrumente	5
4.1	Paläoökologie	5
4.2	Paläoklimaforschung und Paläoökologie	6
4.3	Archäologie.....	7
5	Die Landschaftskammern in Obwalden	9
6	Vegetationsentwicklung.....	11
A	Kolline und montane Stufe der Voralpen.....	11
6.1	bis 17'000 v.h.:	11
6.2	17'000 – 14'700 v.h.: Älteste Dryas	12
6.3	14'700 – 12'700 v.h.: Bölling und Alleröd	13
6.4	12'700 – 11'600 v.h.: Jüngere Dryas.....	15
6.5	11'600 – 10'600 v.h.: Präboreal	15
6.6	10'600 – 8200 v.h.: Boreal.....	16
6.7	8200 – 5500 v.h.: Älteres und jüngeres Atlantikum.....	17
6.8	5500 – 2800 v.h.: Subborreal	19
6.9	2800 – 1000 v.h.: Subatlantikum.....	21
B	Subalpine Stufe im Flysch	22
C	Subalpine Stufe der Voralpen	23
D	Subalpine Stufe der Nordalpen	23
7	Reliktstandorte	25
8	Verzeichnisse	26
8.1	Tabellen	26
8.2	Abbildungen	26
8.3	Literatur	27
8.4	Internetseiten.....	27

2 Wie Naturwälder zu Kulturländern wurden – Zusammenfassung

Im letzten würmeiszeitlichen Maximum um 22'000 vor heute (v.h.) war Obwalden bis zu den Gipfeln mit dem Eis von Gletschern bedeckt. Dann wurden die Temperaturen wärmer. Die Gletscher schmolzen innerhalb von 3000 Jahren auf die Mächtigkeit von Talgletschern und die Vegetation kehrte zurück. Um 17'000 v.h. sind die tiefen bis mittleren Lagen mit einer tundraartigen Steppenvegetation bedeckt, kurz danach kommen erste Birken auf. Um 14'700 v.h. folgt eine nächste Erwärmung und die Birken breiten sich aus, wenig später auch Föhrenwälder. Um 11'600 v.h. ist die letzte Eiszeit zu Ende und es kommt ein laubwerfender, wärmeliebender, sehr artenreicher Eichenlaubmischwald auf mit viel Hasel. Ab 8200 v.h. wird das Klima ozeanischer: feuchter und mit weniger starken Temperaturschwankungen. Das begünstigt das Aufkommen der Weisstanne und der Buche. In der subalpinen Stufe breitet sich ab 5500 v.h. auch die Fichte aus. Ab diesem Zeitpunkt muss der Mensch in die Geschichte der Vegetationsentwicklung miteinbezogen werden. Er nimmt mit Rodungen und Brandrodungen zunehmend Einfluss auf die Entwicklung der Wälder und der Landschaft. Ab 5500 v.h. gestaltet er die Naturlandschaft in eine Kulturlandschaft um. So viel zur allgemeinen Entwicklung der Vegetation auf der Alpennordseite, die auch für Obwalden gilt.

Um 5500 v.h. ist Obwalden bis zur alpinen Stufe mit Wald bedeckt. Die Waldgrenze dürfte sogar um zwei- bis dreihundert Meter höher gelegen haben. Offene Vegetation gibt es nur mehr nahe der Seen, in Mooren und Auen, da, wo Bergstürze, Hangrutsche die Vegetation überschüttet haben oder andere natürliche Ereignisse das Aufkommen der Vegetation verhindern. Alpwirtschaftliche Tätigkeiten sind bereits für diese Zeit nachgewiesen, ab der Frühbronzezeit werden die Menschen sesshaft. Sie greifen in die natürliche Entwicklung der Wälder ein. Unsere Kulturlandschaft beginnt zu entstehen.

Nacheiszeitliche Wälder sind heute nur mehr an Reliktstandorten zu finden, zum Beispiel mit den Föhrenwäldern am Südhang des Haslihorns am Lopper. Kleinflächig sind sie auch im Telliwald sowie an den steilen Rutschhängen im Brand- und Rütliwald (Kerns), im Pilatusgebiet und am Giswilerstock zu beobachten.

Die ursprünglichen artenreichen Eichenlaubmischwälder sind im Prinzip ausgestorben. Als nacheiszeitlicher Reliktwald gilt jedoch der Turinermeister-Lindenmischwald. Es wird angenommen, dass er dem Eichenlaubmischwald am ähnlichsten ist, und er kommt in Obwalden am Landenberg, bei Alpnachstad, unterhalb von Kaiserstuhl und am linken Lungernerseeufer vor.

Ebenfalls verschwunden sind die Arvenwälder im Kanton, die womöglich in der subalpinen Stufe vorkamen. Darauf deutet auch der Arvenbestand westlich von Ober-Teufimatt bei Giswil auf 1700 m ü.M. hin, oder der Arvenwald auf der Engstlenalp, die auf dem Kantonsgebiet des Kantons Bern liegt, aber an den Kanton Obwalden angrenzt. Bei beiden handelt es sich zweifellos um ein Relikt vorkommen.

Das hohe Vorkommen der Fichte hingegen, welche heute viele Wälder von Obwalden prägt, ist auf den Menschen zurückzuführen. Die Tanne, die sehr störungsanfällig ist, wurde in der subalpinen Stufe durch die Fichte verdrängt.

3 Fragestellung, Inhalt und Dank

Heute sind in Obwalden 20'508 Hektaren mit Wald bestockt. Das entspricht zwar nur 38 Prozent der Kantonsfläche. Doch es sind gleichzeitig acht Prozent mehr als im schweizerischen Schnitt: Der Wald spielt in Obwalden somit eine ganz wichtige Rolle für die Kulturlandschaft. Aber wie wurde Obwalden zum Waldkanton?

Konkret lauten die Fragen: Wie kam der Wald nach den Eiszeiten nach Obwalden zurück und wie sahen die Naturwälder aus? Eine weitere Frage betrifft die Kulturlandschaft von heute. Sie lautet: Wann wurde der natürliche Wald durch einen vom Menschen beeinflussten, bis gänzlich überprägten Wald abgelöst? Wann wurde die Naturlandschaft zur Kulturlandschaft? Oder anders gefragt: Wie naturnah ist denn der Wald und die Landschaft in Obwalden überhaupt?

Dieser Beitrag beschreibt die Vegetationsentwicklung der letzten 17'000 Jahre in Obwalden räumlich und zeitlich für die kolline bis montane Vegetationsstufe bis auf 1200 m ü.M. und er trifft Annahmen für die subalpine Stufe in verschiedenen Landschaftskammern. Es werden ausserdem einige Baumarten und eine Strauchart vorgestellt, die stellvertretend für die Sukzession der Pflanzen und Wälder stehen. Der Beitrag endet da, wo der Mensch zu roden und die verbleibenden natürlichen Wälder zu nutzen begann, und damit die Vegetationsentwicklung der Wälder mit zu prägen anfang. Die Natur- wurde zur Kulturlandschaft.

Ein besonderer Dank gehört Erika Gobet vom Institut für terrestrische Paläoökologie der Universität Bern für die wissenschaftliche Beratung sowie Markus Baggenstos für das kritische Mitdenken. Und schliesslich auch ein grosser Dank an Agatha Flury für das wie immer überaus sorgfältige Korrekturat.

4 Die wissenschaftlichen Instrumente

Die Pflanzen überdauerten die letzte Eiszeit in Refugien. Nach Ende der Eiszeit wanderten sie wieder zurück. Entscheidend für deren Verbreitung waren die Verbreitungsmechanismen der einzelnen Pflanzen, aber auch topographische Gegebenheiten, wie zum Beispiel die Alpen, welche die Ausbreitung der Arten aus südlichen Refugien erschwerten. Eine wichtige Rolle spielt auch der Mensch, indem er seit rund 7000 Jahren in die natürliche Vegetation eingreift und sie verändert.

Verschiedene wissenschaftliche Disziplinen sind somit bei der Beschreibung der Vegetationsentwicklung gefragt. Die Paläoklimaforschung liefert die Daten zum Klima und damit zur Entwicklung der Temperaturen und der Niederschläge über die Zeit. Die Paläoökologie ist die Kerndisziplin. Sie kann die Sukzession der Vegetation beschreiben und wie sie auf wechselnde klimatische Bedingungen, wie sie auf Konkurrenz oder Störungen etwa Rodungen oder Waldbrände reagiert. Die Archäologie schliesslich gibt Hinweise über das Auftauchen des Menschen als Jäger und Sammler bis hin zur dauerhaften Besiedlung und beschreibt damit die Art und Weise und den Grad der Beeinflussung der Natur durch den Menschen.

4.1 Paläoökologie

Die Paläoökologie beschäftigt sich mit Vegetationsentwicklungen in Raum und Zeit und den Wechselwirkungen mit dem Klima. Für die Schweiz häufig sind paläoökologische Untersuchungen zu den letzten 10'000 bis 15'000 Jahren, aber auch frühere Warmzeiten, z.B. das Eem, welches vor 100'000 Jahren zu Ende ging, können untersucht werden. Die Daten, welche die Paläoökologie untersucht, sind fossile Lebensräume, in denen feinste Pollen, Sporen, Holzpartikel und organische Reste abgelagert sind. Die Paläoökologie findet diese fossilen Lebensräume in Sedimenten auf dem Grund von Seen, in Mooren oder im Erdboden. Anhand von Abfolge und Häufigkeit der Mikro- und Makrofossilien kann sie einerseits die Vegetationsgeschichte «lesen», und zwar chronologisch. Andererseits erlaubt es die C^{14} -Radiokarbon-Methode, den Fossilien anhand ihrer Ablagerungstiefe ein Alter zuzuordnen.¹ Als Dreck mit Langzeitgedächtnis² werden diese Sedimente auch bezeichnet. In den Tiefenlagen der Schweiz reichen diese Sediment-Archive bis 20'000 Jahre zurück, in den höheren Lagen über 2300 m ü.M. bis 11'500 Jahre.³

Die Paläoökologie interessiert sich auch dafür, ab wann und wie der Mensch die natürliche Sukzession der Pflanzen beeinflusst und verändert hat, seit wann er Ackerbau betrieben oder das Land als Wiese oder Weide nutzte. Hinweise darauf geben wiederum ganz bestimmte Pflanzenpollen. Holzkohlepartikel schliesslich geben verlässliche Hinweise auf Rodungen mit Feuer.

¹ Die Datierungen von Pollen und Sporen waren oft mit Ungenauigkeiten behaftet. Grund sind einerseits Unreinheiten des Pollenmaterials, andererseits hält sich der C^{14} -Gehalt von organischem Material nicht in einem konstanten Gleichgewicht und weist über die Jahrhunderte hinweg Unterschiede auf. Das gemessene C^{14} -Alter weicht deshalb zum Teil deutlich vom richtigen Kalenderalter ab. Mit Hilfe von Kalibrierungsprogrammen kann dieser Fehler korrigiert werden. Ältere Studien weisen diese Kalibrierung nicht auf. Heutige paläoökologische Methoden vermögen ausserdem genauer und klarer zwischen natürlichen und menschlichen Einflüssen zu trennen (Wanner 2016; Gobet et al. 2010, S. 106).

² Wanner, 2016, S. 74.

³ Gobet et al. 2010, S. 106.

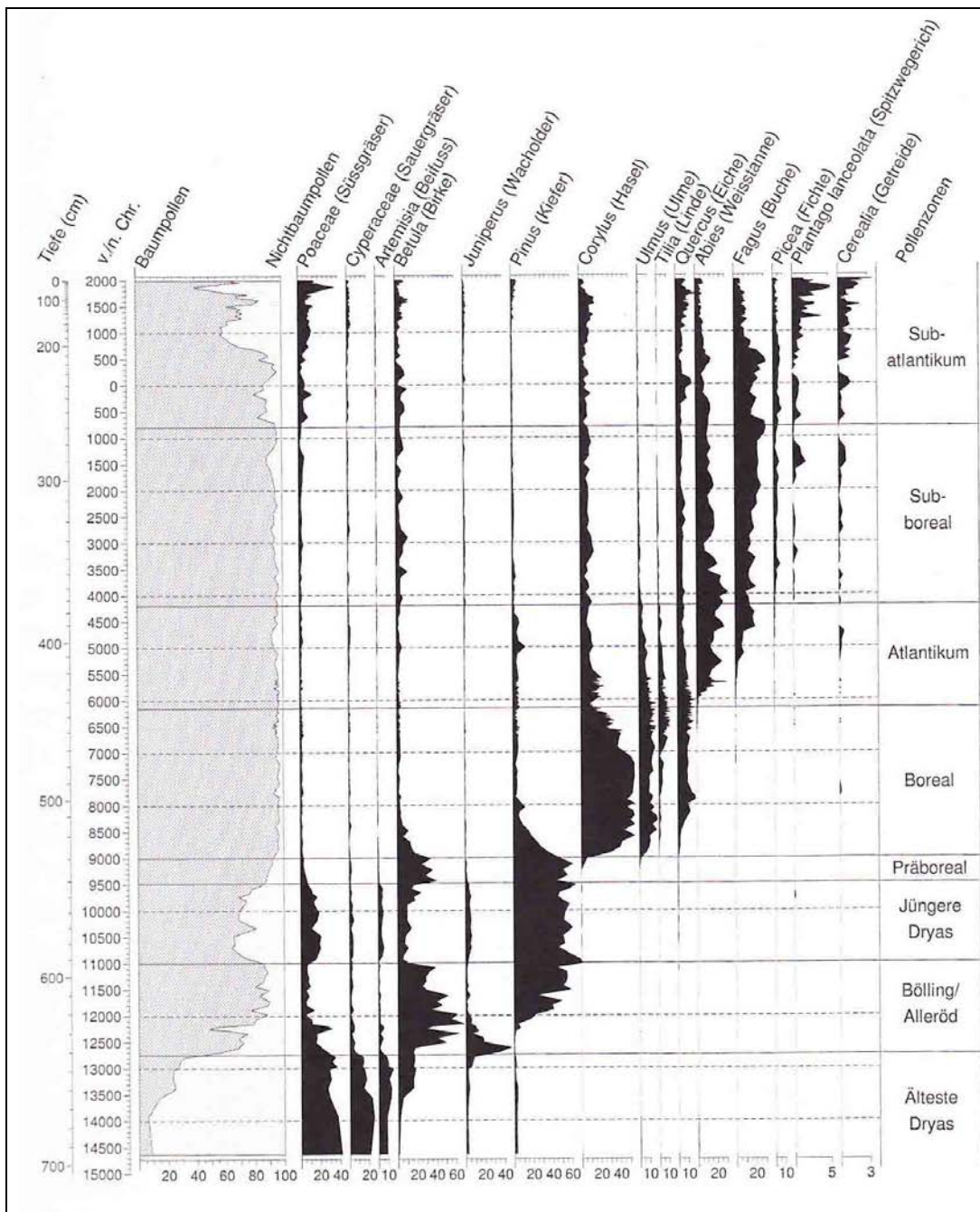


Abbildung 1: Pollendiagramm aus dem Soppensee bei Luzern, 596 m ü.M. (Wanner 2016, S. 80). Das Quellendiagramm beschreibt die Sukzession der Pflanzen, Bäume und Sträucher in der kollinen und montanen Stufe mit dem Auftreten von Birke und Föhre gegen Ende der letzten Eiszeit und Anfang des Präboreals, dem Ausbreiten des Eichenlaubmischwalds im Präboreal und Boreal, der im Atlantikum durch einen Tannen-Buchenwald abgelöst wird, in den sich die Fichte drängt. Menschliche Spuren sind mit dem Aufkommen von Getreidepollen erkennbar. Sie tauchen in der zweiten Hälfte des Atlantikums ab 5500 Jahren auf und werden ab Ende Subboreal, 3500 Jahre v.h., sehr deutlich.

4.2 Paläoklimaforschung und Paläoökologie

Die Paläoklimatologie rekonstruiert und beschreibt die klimatischen Verhältnisse der erdgeschichtlichen Vergangenheit und leitet daraus die Mechanismen für die Klimawandelergebnisse ab. Sie tut dies mit Daten aus vielen verschiedenen

Klimaarchiven, u.a. auch aus den Sedimenten, welche die Paläoökologie untersucht. Die Paläoökologie ist insofern eine Teildisziplin der Paläoklimatologie.

Um die Vegetationsentwicklung über die verschiedenen klimatischen Wärme- und Kältephasen hinweg zu beschreiben, bedient sich die Paläoökologie der Blytt-Sernander-Klassifikation. Diese wurde anhand von Torfablagerungen entwickelt und teilt die Klimaphasen Nordeuropas in elf biostratigrafische Zonen ein. Die Klassifikation beginnt am Ende des Pleistozäns, das mit dem Abschmelzen der Gletscher und einer letzten grossen Kaltphase um 11'600 v.h. zu Ende ging. Es folgt das Holozän, das verschiedene Kalt- und Warmphasen durchlief, insgesamt aber, verglichen mit dem Pleistozän, keine grossen Klimaschwankungen mehr kannte.

	Biostratigrafische Zone		Zeitraum cal. jahre v.h. ⁴	Klima und Gletscher
Holozän	Jüngeres Subatlantikum	XI	ab 1000	
	Subatlantikum	X	2850-1000	Kühl, feucht.
	Subboreal	IX	5500-2850	Moderat warm, eher trocken.
	Älteres und jüngeres Atlantikum	VIII VII	8200-5500	Warm, feucht.
	Boreal	VI	10'600-8200	Kühl bis gemässigt, starke Klimaschwankungen.
	Präboreal	V	11'600-10'600	Starker Temperaturanstieg.
Pleistozän	Jüngere Dryas	IV	12'700-11'600	Letzter Abschnitt der Späteiszeit. Markanter Kälterückschlag um 12'000. Die Temperaturen sind um 4-5° C tiefer als heute.
	Alleröd und Bölling	III II	14'700-12'700	Erneut starke Erwärmung besonders um 14'700 bis 14'500. Insgesamt jedoch weniger warm als heute.
	Älteste Dryas	I	17'000-14'700	Deutlich wärmere Temperaturen, dazwischen mehrere kältere Phasen. Die Gletscher haben sich in die Alpentäler zurückgezogen. Die Seen entstehen.

Tabelle 1: Die Blytt-Sernander-Klassifikation: Biostratigrafische Zone und Klima von der letzten Eiszeit bis heute.

4.3 Archäologie

Wichtige Hinweise auf die Vegetationsentwicklung findet man auch in der Archäologie. Spuren von Menschen, menschliche Siedlungs- und Bestattungstätten, Speisereste, Artefakte und Feuerstellen zeigen, ab wann und wie das Land genutzt und die natürliche Vegetation vom Menschen beeinflusst wurde.

In Obwalden gibt es erste Funde aus dem Frühholozän. Ab dem Mittelholozän mit der Jungsteinzeit mehren sich die Hinweise auf eine dauerhafte Besiedlung durch den Menschen, ab der Eisenzeit ist auch die landwirtschaftliche Nutzung belegt.⁵

⁴ Ebenso zahlreich wie die paläoökologischen Studien sind auch die Zeitangaben. Diese Zeitangaben in Tabelle 1 stützen sich mit leichten Abweichungen auf Zwahlen 2012, S. 33.

⁵ Rogger verwendet in seiner Darstellung zur Klimageschichte Obwaldens (2016) die Zitierung «v.h.» (vor heute) bis ins Jahr 2200 v.Chr.. Diese Geschichte der Vegetationsentwicklung verwendet konsequent die Datierung v.h., rechnet aber ab 4200 v.h. die Jahrzehnte um und setzt sie in Klammer.

Epoche	Zeit	Was geschah
Anthropozän	ab 1950	Mensch beeinflusst das Klima, Digitalisierung
Spätholozän		
Gegenwart	1870 – 1950 n. Chr.	Industrialisierung.
Frühe Neuzeit	1500 n. Chr. – 1870 n. Chr.	Intensivierung der Viehzucht zum Export.
Mittelalter	1600 – 500 v.h. (400 – 1'500 n. Chr.)	Rückzug der Römer aus Obwalden. Besiedlung durch die Alemannen. Vermehrte Rodungstätigkeit und Erweiterung der Bewirtschaftungsflächen. Übergang zu Viehzucht.
Römerzeit	2015 – 1600 v.h. (15 v. Chr. – 400 n. Chr.)	Römische Präsenz in Obwalden. Archäologischer Fund: Gutshof in Alpnach.
Eisenzeit	2800 – 2015 v.h. (800 – 15 v. Chr.)	Zwischen 800 bis 500 v. Chr.: kaum Funde. Möglicher Rückgang der alpinen Besiedlung.
Bronzezeit	4200 – 2800 v.h. (2200 – 800 v. Chr.)	Frühbronzezeit um 2000-3700 v. Chr.: die Umgebung um Sarnen ist besiedelt. 1600-1300 v. Chr.: vermehrte landwirtschaftliche Tätigkeit.
Mittelholozän		
Neolithikum	7200 – 4200 v.h.	6000-5000 v.h.: Alpwirtschaftliche Tätigkeiten durch archäologische Funde im Tal und in den alpinen Hochlagen von OW belegt.
Frühholozän	11'700 – 7200 v.h.	Jäger und Sammler.
Eiszeit	bis 11'700 v.h.	

Tabelle 2: Archäologische Funde in Obwalden und ihre Bedeutung für die Vegetationsgeschichte (in Anlehnung an Rogger, S. 31).

5 Die Landschaftskammern in Obwalden

Nebst dem Klima hat auch der Standort einen Einfluss auf die Vegetationsentwicklung, insbesondere die Höhenstufe und der Bodentyp.

Mit der Höhe über Meer verändert sich die Vegetation. Im Alpenraum wird zwischen sieben Höhenstufen unterschieden. Jeder dieser Höhenstufen wird eine potentiell natürliche Vegetation (Waldtypen) zugeordnet. Es wird interessant sein, diese mit den nacheiszeitlichen Wäldern zu vergleichen.

Höhenstufe	oder	Höhenbereich in m ü.M.	Potentiell natürliche Vegetation
Kollin	untere Talstufe	bis 600	Laubmisch- und Tiefland-Buchen-Wald
Untermontan	untere Bergstufe	600 – 900	Buchenwald
Obermontan	obere Bergstufe	900 – 1'200	Tannen-Buchenwald mit Fichte
Unter-Subalpin	untere Alpenstufe	1200 – 1500	Fichten-Tannenwald z.T. Ahorn-Buchenwald
Ober-Subalpin	mittlere Alpenstufe	1500 – 1900	Fichtenwald
Alpin	obere Alpenstufe	1900 – 2600	Zwergstrauchgebüsch, Grasfluren
Nival	Schneestufe	über 2600	Pionierrasen

Tabelle 3: Einteilung der Höhenstufen in Obwalden (aus: Kantonales Forstamt 1982, Ökologie S. 54).

Der Bodentyp ist u.a. auch abhängig vom Untergrund. Je nach Geologie ergeben sich andere Bedingungen für die Wälder.

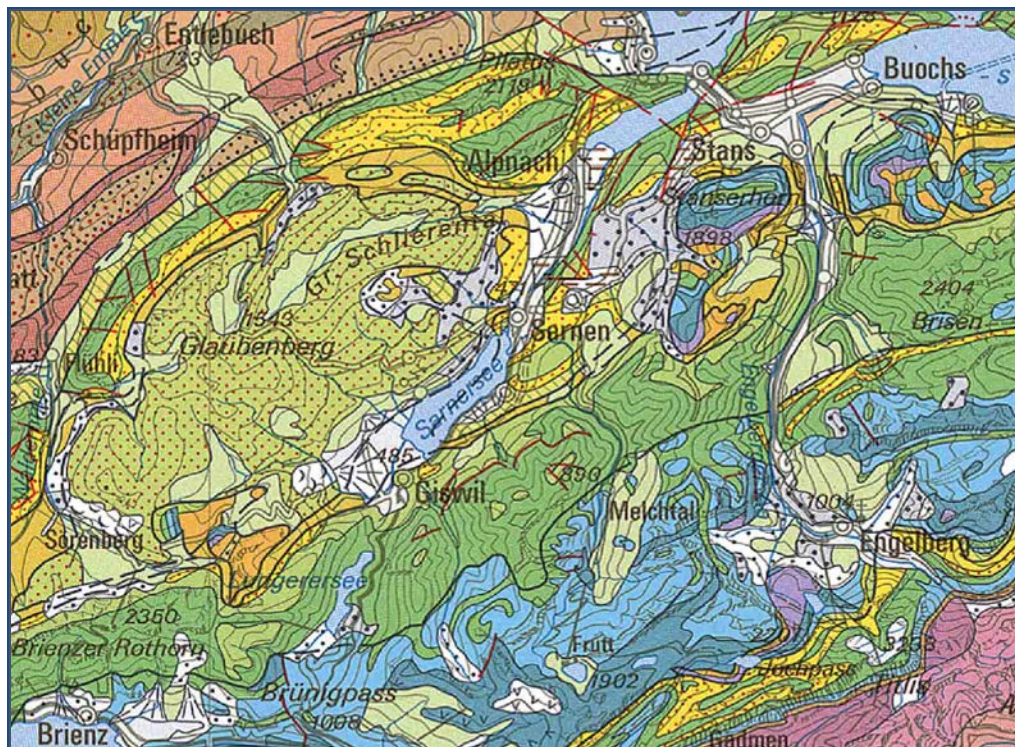


Abbildung 2: Geologische Übersicht über den Kanton Obwalden (Quelle: map.geo.admin.ch vom 18.3.2017).

Auf Grund der Höhenstufen und der Geologie lassen sich für Obwalden vier Landschaftskammern ableiten, die es bei der Beschreibung der Vegetationsentwicklung einzeln zu betrachten gilt.

- **Seen – Sarneraatal, Kalk (Kreide), kolline bis montane Stufe:** Die kolline bis montane Stufe von Obwalden liegt zwischen den Kalkalpen und der Flyschzone und erstreckt sich vom Lungerer- und Sarnersee bis zum Alpnacherbecken des Vierwaldstättersees. Die Böden sind nährstoffreich, mittel- bis tiefgründig, und trocken bis grundfeucht.
- **Untere subalpine bis obere subalpine Stufe im Flysch:** Auf der linken Seite des Sarneraats, vom Giswilerstock bis zum Pilatus liegt Flysch. Die Böden sind feucht, da undurchlässig, und mässig nährstoffreich.
- **Subalpine Stufe der Voralpen:** Auf der rechten Talseite, vom Brünigpass bis zum Stanserhorn sowie auf der linken Talseite vom Giswilerstock bis zum Pilatus befinden sich verschiedene Kalkformationen aus der Kreidezeit. Es sind dies die steilen, kalkreichen Voralpen, welche die charakteristischen Gebirgszüge von Obwalden bilden. Die Böden sind nährstoffarm, flachgründig und trocken.
- **Subalpine Stufe der Nordalpen:** Südöstlich der Voralpen liegen die Nordalpen, ein Kalkgebirge aus der Jurazeit. Auf dem Gebiet von Obwalden bilden sie die subalpine bis alpine Stufe. Die Böden sind, wie auch in den Voralpen, nährstoffarm, sehr flachgründig und trocken.

6 Vegetationsentwicklung Obwaldens

Die Aussagekraft der paläoökologischen Daten ist räumlich begrenzt. Um eine umfassende Geschichte der Vegetationsentwicklung Obwaldens zu schreiben, würde es deshalb zu allen Landschaftskammern und über das ganze Kantonsgebiet hinweg paläoökologische Untersuchungen brauchen.

Für Obwalden und die unmittelbar angrenzenden Gebiete sind jedoch nur zwei paläoökologische Untersuchungen bekannt. Es sind dies die Studien von Josef Fäh (1984) und Catherine Sidler (1991). Daten zu scheinbar ähnlichen Gebieten können nur sehr bedingt in die Lücke springen und Auskunft über die Vegetationsentwicklung in Obwalden geben. Es gibt jedoch generelle Erkenntnisse zur langfristigen Vegetationsentwicklung auf der Alpennordseite und Voralpen (Gobet et al. 2010; Gobet, Tinner 2012). Diese werden hier als Referenz beigezogen.

A Kolline und montane Stufe

Sidler (1991) liefert paläoökologische Resultate zu drei Standorten. Eine erste Pollenanalyse wurde im Moor bei Obbürgen (Kt. NW), nur wenige Kilometer von Obwalden entfernt (732 m ü.M., untere montane Stufe), gemacht. Die Resultate umfassen eine Zeitspanne von 12'500 Jahren und reichen von der Ältesten Dryas bis ins Subboreal. Eine zweite Pollenanalyse machte Sidler für das Gerzenseeli im Kernwald (579 m ü.M., kolline Stufe) und eine dritte bezieht sich auf die Mörlialp (1341 m ü.M., subalpine Stufe). Die allgemeine Betrachtung der Vegetationsentwicklung auf der kollinen und montanen Stufe der Voralpen stammt aus den Studien von Gobet (2010) sowie Gobet, Tinner (2012).

6.1 Bis 19'000 v.h.: Um 22'000 v.h. erreichen die Gletscher ihr letztes Maximum. Dann schmelzen sie innerhalb von 3000 Jahren zu Talgletschern ab.

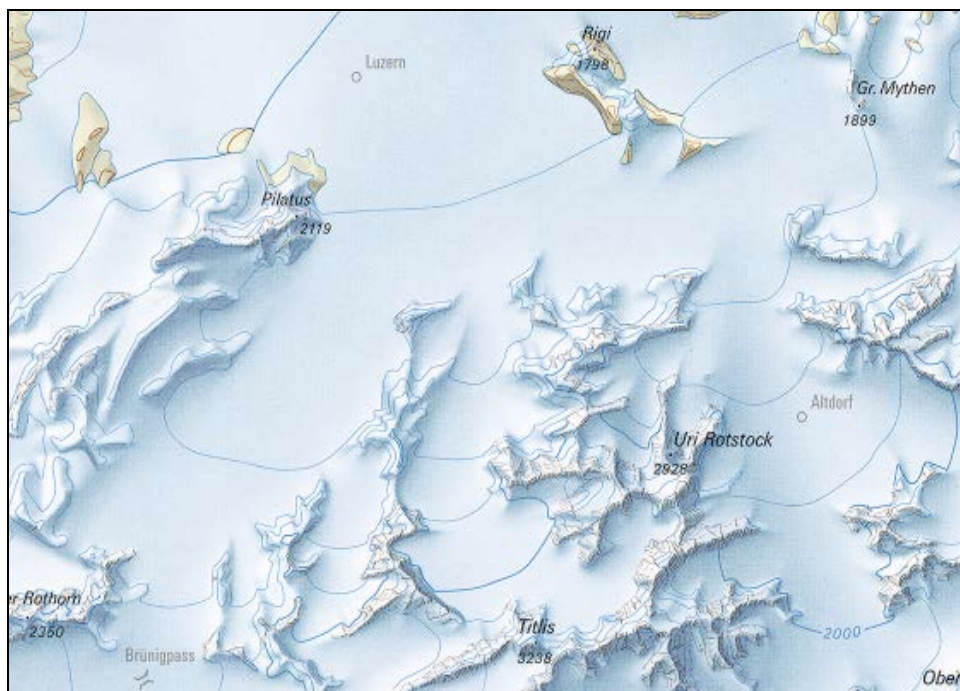


Abbildung 3: Vergletscherung während der letzten grossen Eiszeit (Quelle: www.mapgeo.admin.ch vom 17.3. 2017).

Während der Würmeiszeit um 22'000 v.h. herrschen arktische Bedingungen. Es ist trocken und mit Jahresmitteltemperaturen, die um 12°-15°C tiefer sind als heute, sehr kalt. Die Gletscher bedecken weite Teile der Schweiz. Sie reichen bis zur Linie Zürich-Sursee-Bern-Solothurn; über das Gebiet von Obwalden, vom Brünig Richtung Vierwaldstättersee und Allweg strömt ein Arm des Aaregletschers; Engelberg samt Titlis liegt unter dem Eis des Engelberggletschers begraben.

Pflanzen, Sträucher und Bäume haben sich auf Refugien ausserhalb der Gletscher zurückgezogen. Im besten Fall überleben sie isoliert oder in Vegetationsgruppen in eisfreien Zonen. Spätestens aber um 19'000 v.h. sind die Gletscher so weit zurückgeschmolzen, dass in den tiefen Lagen nördlich der Alpen eine erste Pioniervegetation nachgewiesen werden kann.

19'000 – 14'700: In der Ältesten Dryas breitet sich eine tundraartige Kältsteppe nördlich der Alpen in der kollinen und montanen Stufe aus mit Zwergbirke und anderen lichtliebenden Pflanzen (Gräsern, Beifussgewächse, etc.).

6.2 19'000 – 14'700 v.h.: In der Ältesten Dryas breitet sich in der kollinen und montanen Stufe nördlich der Alpen eine tundraartige Kältsteppe aus.

Noch ist die Eiszeit nicht vorbei. Zu Beginn der Ältesten Dryas herrschen weiterhin arktische, sehr trockene und kalte Bedingungen und die glazialen Schwankungen im Alpenraum dauern fort. Diese bewegen sich jedoch nur mehr im Massstab von einigen Kilometern. Eine Ausdehnung, wie die Gletscher sie während der Eiszeiten erfahren haben, werden sie bis heute nicht mehr erreichen und sie werden die Morphologie der Erdoberfläche in den Alpen nur mehr kleinräumig prägen.

Ab 16'000 v.h. erfahren die Gletscher mit wärmeren Temperaturen einen weiteren grossen Rückgang. Sie ziehen sich in die inneralpinen Täler zurück und hinterlassen eine vom Eis überprägte Erdoberfläche mit übertieften Tälern, in denen sich das Wasser sammeln und Seen bilden kann.⁶

Das Sarneraatal ist zu Beginn der Ältesten Dryas unter einer Eisdecke des Aaregletschers begraben. Zum Vergleich: Die Eisdecke reichte in Uri um 17'000 v.h. bis Vitznau, um 16'500 v.h. bis Gersau, Ibach mit Ingenbohl und um 16'000 v.h. bis Attinghausen.⁷ Ende der Ältesten Dryas⁸ ist das ganze Sarneraatal eisfrei. Wie der Aaregletscher weiter abschmilzt, hinterlässt er jedoch vom lebendigen Eis losgetrennte Toteislinsen. Eine eher kleine liegt südwestlich vom Allweg, eine sehr viel grössere im Sarneraatal. Wie auch sie wegschmelzen, bleiben Seen zurück. Zwischen Giswil und Alpnach liegt nun ein zwanzig Kilometer langer Arm des Vierwaldstättersees. Der vergleichsweise kleine See unter dem Allweg wird sehr schnell verlanden und das Drachenried bilden. Auch im Sarneraatal verlanden weite Teile des Vierwaldstättersees. Es entstehen Riedflächen, welche den Sarnersee vom Alpnachersee trennen werden.

In der Ältesten Dryas kehrt die Vegetation, die während des Würm-Hochglazials in Refugien überlebt hatte, zurück. Im Tessin gibt es bereits um 16'000 v.h. erste Wälder bis auf 900 m ü.M. mit Arve, Föhre und Birke.⁹ In den tiefen und mittleren Lagen auf der Alpennordseite wird die Landschaft nach dem Rückzug der Gletscher durch waldfreie Kältetundren geprägt mit Beifuss, Sonnenröschen, mit Steinbrecharten,

⁶ Keller 2007, S. 46f.

⁷ Naturforschende Gesellschaft 2011, Karten.

⁸ Gemäss Zwahlen (2012, S. 33) ist der Vierwaldstättersee gegen Ende der Ältesten Dryas eisfrei.

⁹ Gobet et al. 2010, S. 107.

Gänsefussgewächsen sowie Süss- und Sauergräsern.¹⁰ Auch in Obwalden kehrt die Vegetation langsam wieder zurück.

Obbürgen: Ab dem Ende der Ältesten Dryas ist das Plateau zwischen dem Schilt- und dem Seewligrat eisfrei.¹¹ Das Pollendiagramm für Obbürgen zeigt, dass sich die Vegetation bereits eingestellt hat. Eine Tundraflora mit den Pionierkräutern Beifuss, Sonnenröschen und mit sehr viel Süssgräsern und Sauergräsern prägt die Landschaft. Föhren- und Birkenpollen können für diese Zeit zwar nachgewiesen werden. Sie werden jedoch als allochthon bezeichnet, als mit dem Föhn aus dem Tessin hergeweht.

Birke (*Betula pendula*, *Betula pubescens*)

Abbildung 4: Hänge-Birke (Quelle: infoflora vom 18.3.2017).

Die Birke ist eine Pionierart, die auf mässig frischen bis nassen Böden wächst und ökologische Nischen bestockt, in denen andere Baumarten nicht mehr wachsen: auf Ufergelände, Torfmooren sowie feuchten, schattigen Wäldern.

Die Birke kommt in Obbürgen nach wie vor im Föhren-Birkenbruchwald (Pino-Betuletum pubescentis, 45) vor.¹² Im Kanton Obwalden liegen die Hochmoorstandorte alle in der obermontanen bis subalpinen Stufe. Die Birke begleitet diverse Waldgesellschaften, ist aber nirgends dominierend.

Würmeiszeitliche Refugien der Birke sind mit regelmässigen Funden von makroskopischen Resten wie Früchte, Fruchtschuppen südlich der Alpen nachgewiesen. Ihre Einwanderung nördlich der Alpen erfolgte in drei Stadien und kannte drei maximale Ausdehnungen. Erste

Vorkommen gibt es am Ende der Ältesten Dryas, also gegen Ende der Eiszeit. Nach dem Rückzug der Gletscher gehört sie zu den ersten Baumarten, die sich ausbreiten. Die kalten Temperaturen damals reichten der Birke, damit sie aufkommen konnte. Im darauffolgenden Bölling erreicht diese Ausbreitung ein zweites Maximum. Sie wuchs nun auf der gesamten Alpennordseite und im gesamten Mittelland. Ein drittes Maximum erfuhr sie im Präboreal.



6.3 14'700 – 12'700 v.h.: Im späteiszeitlichen Bölling und Alleröd steigen die Temperaturen sprunghaft und sehr stark an. Boreale Wälder kommen auf.

Im Bölling, ab 14'700 v.h. werden die Temperaturen sprunghaft wärmer. Die Julitemperaturen steigen im westlichen Mittelland auf 10°-12°C (heute in Bern bei 18.3°C). Es folgt eine nur schwache und kurze Kaltphase, bevor sich das Klima im Alleröd, nur zwei Jahrhunderte später, wieder erwärmt. Die Jahresmitteltemperaturen nehmen im Mittelland ab 14'500 v.h. innerhalb von wenigen Jahrzehnten um 4.3°-7.2°C zu. Sie liegen nun um zirka 2°-3°C tiefer als heute. Obwalden ist möglicherweise bis auf den Titlis und einige Restgletscher eisfrei.

¹⁰ Gobet et al. 2010, S. 107; Gobet, Tinner 2012, S 53.

¹¹ Sidler 1991, S. 37. Die Zeitangaben von Sidler stimmen nicht mit jenen von Zwahlen (2012) überein. Sidler ordnet das Aufkommen der Vegetation jedoch explizit der Ältesten Dryas zu.

¹² Die Einteilung der Waldgesellschaften wird nach Ellenberg & Klötzli vorgenommen.

In den späteiszeitlichen Bölling und Alleröd findet der Übergang zur Waldzeit statt. Nördlich der Alpen breiten sich in den tieferen und mittleren Lagen boreale Wälder mit Birke und viel Föhre aus, z.B. im Raum Zürich, bei Binz. Das beweisen 200 Baumstümpfe, die bei Bauarbeiten im Jahr 2013 entdeckt wurden. Deren Alter wurde auf 12'700 bis 14'300 Jahre v.h. datiert.¹³ Im Süden der Alpen stossen die Wälder bis in höhere Lagen vor. Sogar die wärmeliebende Eiche kann sich hier ausbreiten.

Föhre (*Pinus sylvestris*)



Abbildung 5: Föhrenwald (Quelle: infoflora.ch vom 18.3.2017).

Die Föhre ist, wie die Birke auch, eine Pionierart und kann sich an sehr viele, ökologisch unterschiedliche Lebensräume anpassen. Sie ist jedoch eine Lichtbaumart und wird auf fruchtbaren Standorten von Tanne, Fichte oder Rotbuche verdrängt. Deshalb bestockt die Föhre oft jene Standorte, wo ihr keine Konkurrenz droht, Orte also, die von anderen Baumarten nicht besetzt werden können. Das sind warme, trockene und nährstoffarme, sandige Standorte, wie etwa Torfmoore, Kalkschutthalden, Hügelkuppen etc.

Typische Standorte der Föhre sind Wälder, Felsen, Flussalluvionen. In Obwalden kommt sie von der Hügellandstufe bis hinauf in die subalpine Stufe vor. Ein sehr schöner Bestand des Pfeifengras-Föhrenwalds (*Molinio-Pinetum sylvestris*, 61) befindet sich am Lopper, am Südhang des Haslihorn. Kleinflächig ist er auch im Tellwald (Alpnach) sowie an den steilen Rutschhängen im Brand- und Rütiwald (Streuegg, Kerns) anzutreffen.¹⁴ Vom Schneeheiden-(Wald)-Föhrenwald (*Erico-Pinetum sylvestris*, 65) sind nur kleinere Bestände im Pilatusgebiet, am Giswilerstock und ob Hüttstett (Lungern) vorhanden.¹⁵ Bei allen Vorkommen dürfte es sich dabei um Relikte einer nacheiszeitlichen Vegetation handeln.

Diese Wälder sind zwar ebenfalls sporadisch genutzt worden. Auf dem extremen Standort (armer Boden, warmes Klima) hat die Nutzung die Bestände dabei unterstützt, dass sie sich in der ursprünglichen Zusammensetzung regenerieren konnten.

¹³ http://www.waldwissen.net/wissen/wsl_subfossile_foehren/index_DE, aufgerufen am 11. März 2017.

¹⁴ Kantonales Oberforstamt 1982, Band Ökologie, S. 132.

¹⁵ Kantonales Oberforstamt 1982, Band Ökologie, S. 145.

Die Föhre ist mit hohen Pollenprozentwerten von 30 – 40 % im letzten Glazial, vor 20'000 v.h., südlich der Alpen am Rande zur Poebene nachgewiesen.¹⁶ Dies zeigt, dass sie nahe am Alpensüdfuss, vermutlich in der Poebene, die Eiszeit überdauern konnte.¹⁷ In den Voralpen ist die Föhre in der Wärmephase Alleröd überall anzutreffen und kommt bis in die subalpine Stufe vor. Zu Beginn des Boreals erhält sie Konkurrenz und wird durch Laubmischwälder verdrängt.

Obbürgen: Im Bölling wird die Steppentundra von einem Föhrenwald abgelöst. Dies erfolgt in drei Schritten. In einem ersten Schritt breiten sich Sträucher aus: Sanddorn, Wacholder und Weiden. In einem zweiten Schritt stellt sich – fast explosionsartig – die Birke ein. Sie dominiert innerhalb von kurzer Zeit die Landschaft. Die Steppenvegetation geht langsam zurück. Dies dürfte gegen Ende des Bölling gewesen sein, als die Temperaturen für kurze Zeit niedriger waren. In einem dritten Schritt, nun im Alleröd, kommt die Föhre auf. Die Pollen sind diesmal zweifellos autochthon. Sie vermag die Birke einzudämmen. Ab 13'500 v.h. schliesst sich der Wald zunehmend und wird zum dichten Föhrenwald. Die Birke geht zurück, begleitet aber die Föhre weiterhin. Von den Steppenpflanzen kann sich alleine der Beifuss halten. Die anderen Steppenpflanzen, Sauer- und Süssgräser, verschwinden.

6.4 12'700 – 11'600 v.h.: Die Jüngere Dryas ist keine Gunstphase für die Vegetation. Die Temperaturen sinken. Der Wald mag sich halten, lichtet sich jedoch.

Um 12'500 v.h. folgt innerhalb von wenigen Dekaden eine abrupte Abkühlung von 3°-4°C. Die Temperaturen sind nun 7°-11.5°C tiefer als heute und erreichen Werte wie in der Ältesten Dryas. Die Gletscher stossen innerhalb von kurzer Zeit erneut vor. Dies wird die letzte spätwürmeiszeitliche Ausdehnung sein. Die Jüngere Dryas ist keine Gunstphase für die Vegetation. In den Tieflagen nördlich der Alpen drängt der Temperaturrückgang die Föhrenwälder zurück. Die Wälder lichten sich, Beifussgewächse und Gräser werden wieder häufiger.

Obbürgen: Der Föhrenwald bleibt zwar bestehen, aber er lichtet sich und macht lichtliebenden Kräutern Platz. Dies geschieht in drei zeitlich aufeinanderfolgenden Phasen mit Beifussgewächsen und Fingerkäuern. Die Sauergräser, Seggen und Binsen, erfahren eine starke Ausdehnung, was auf Verlandung und Moorbildung hindeutet.

6.5 11'600 – 10'600 v.h.: Im Präboreal ist die Eiszeit endgültig vorbei. Es kommen laubwerfende, wärmeliebende, sehr artenreiche Wälder auf.

Der Übergang zum Präboreal ist gleichzeitig der Übergang vom Pleistozän ins Holozän. Die Eiszeit ist vorbei. Von nun an wird es zwar zahlreiche, verglichen mit der Würmeiszeit aber moderate Klimaschwankungen geben. Um 11'600 v.h. findet eine rasche Zunahme der Jahresmitteltemperaturen um 4°-5°C innerhalb von nur wenigen Jahrzehnten statt. Das Klima ist im Präboreal kontinental, warm und trocken, mit höheren Sommer- und niedrigeren Wintertemperaturen als heute, und die Vegetationsperiode verlängert sich um vier bis fünf Wochen.

Im Präboreal kommen wärmeliebende Laubmischwälder auf. In den tieferen Lagen des Mittellands und der Nordalpen breiten sich Ulme, Ahorn, Eiche, Linde aus, begleitet vom Haselstrauch.

Obbürgen: Der Föhren-Birkenwald verschwindet unter dem Konkurrenzdruck der wärmeliebenden Arten. Er wird durch die Baum- und Straucharten des

¹⁶ Kaltenrieder et al. 2009.

¹⁷ Kaltenrieder et al. 2009.

Eichenlaubmischwalds abgelöst. In der Reihenfolge ihres Auftretens sind dies: Erle, Linde, Haselstrauch, Ulme und zuletzt die Eiche. Haselstrauch und Ulme breiten sich am stärksten aus.

Haselstrauch (*Corylus avellana*)



Abbildung 6: Hasel des Haselstrauchs
(Quelle: infoflora.ch vom 18.3.2017).

Der Haselstrauch ist eine Licht- bis Halbschatten-Holzart. Er bevorzugt ein wärmeres, ausgeglichenes Klima und wächst auf feuchten, gut durchlüfteten, warmen Böden mit einem hohen Humusgehalt. Der Haselstrauch wächst im Unterholz in lichten Laubwäldern, an Waldrändern, in Niederwäldern und in Hecken. Oft ist er begleitet von Ahorn und Esche.

In der Schweiz kommt er von der kollinen bis in die subalpine Stufe vor. In Obwalden ist er vor allem im Unterwuchs und an Waldrändern von Buchenwäldern der kollinen bis montanen Stufe anzutreffen.

Seine letzteiszeitlichen Refugien hatte der Haselstrauch in der Biskaya, auf der Apennin- und Balkan-Halbinsel, in der Türkei sowie im nördlichen Umkreis des Schwarzen Meeres. Mit Pollen ist die Hasel südlich der Alpen im Nordosten Italiens während der letzten Eiszeit nachgewiesen.¹⁸ Wahrscheinlich gab es verschiedene Einwanderungsgeschichten, aus Südosten, Südwesten, Nordosten Europas. Eine eindeutige Einwanderungsrichtung ist jedenfalls nicht zu erkennen.

Seine Hauptverbreitung kennt der Haselstrauch vom Ende des Boreals bis ins Jüngere Atlantikum um ca. 9000 bis 6000 v.h. Ab 6000 v.h. verdrängen ihn Schattenhölzer, die Tanne und später in höheren Lagen die Fichte. In tieferen Lagen dürfte er von der Buche verdrängt worden sein. Der Haselstrauch wird auch von Tieren und ab dem Frühholozän von Jägern und Sammlern als Nahrung verbreitet, aber auch seines Holzes wegen.

6.6 10'600 – 8200 v.h.: Das Boreal ist die Waldzeit. Der Wald entwickelt sich.

Die mit dem Präboreal einsetzende rasche Erwärmung setzt sich im Boreal fort. Das Klima ist feuchter, die Sommer sind kühler und das Klima tendiert zu weniger saisonalen Schwankungen. Es geht langsam in ein ozeanisches Klima über. Gegen Ende des Boreals sinken die Temperaturen und eine Kaltphase tritt ein.

In den tieferen bis mittleren Lagen nördlich der Alpen entwickelt sich der Eichenlaubmischwald weiter.

Obbürgen: Während des Boreals bildet sich der artenreiche Eichenlaubmischwald noch stärker aus. Zu Erle, Linde, Hasel, Ulme, Eiche gesellen sich Esche und Hainbuche, beides Baumarten, die eher ozeanisches Klima bevorzugen. Der Haselstrauch hingegen geht zurück. Dafür breitet sich Efeu aus. Es herrschen in Obbürgen sehr günstige, warme Bedingungen. Gegen Ende des Boreals zeigt sich – wohl wegen der kühleren Temperaturen – ein Öffnen des Waldes mit Erika-Strauchheiden und es gibt wieder mehr Birken.

¹⁸ Kaltenrieder et al. 2009.

6.7 8200 – 5500 v.h.: Älteres und jüngeres Atlantikum. Die Baumarten, welche die Landschaft von heute bestimmen, wandern ein. Unsere Wälder beginnen sich zu entwickeln.

Spätestens um 8200 v.h. (im Süden schon 1'000 Jahre vorher) nimmt das Klima ozeanische Bedingungen an mit feuchteren, kühleren Sommern. Die Temperaturen um 6500 v.h. sind um 1.5°C höher als heute. Gegen Ende des Atlantikums setzt mit der Piora-Schwankung ein kurzer Kälteeinbruch ein.

Mit dem Übergang zum ozeanischen Klima entwickeln sich die Wälder, welche die Landschaft von heute bestimmen. In den Tieflagen bis in die subalpine Stufe der Nordalpen etabliert sich die Weisstanne und bis in die montane Stufe auch die Buchen. Später breitet sich auch die Fichte aus. Es handelt sich dabei um Baumarten, die ein ozeanisches Klima mit gemässigten Temperaturen bevorzugen. Sie erreichen im Atlantikum ihre maximale Ausdehnung, bedecken die tieferen und mittleren Lagen. Weisstannen und Fichten reichen weit bis in die subalpine Stufe hinauf. Natürlicherweise offene Flächen gibt es nur mehr in Auen, Mooren oder nach natürlichen Ereignissen wie Bergsturz, Windwurf, Hangrutschen.

Ab dem Atlantikum muss auch der Mensch in die Vegetationsgeschichte miteinbezogen werden. Sein Einfluss auf die Vegetation und die Landschaft im Mittelland und in den Nordalpen beginnt ab 7500 v.h. und wird mit seinen landwirtschaftlichen Tätigkeiten stetig zunehmen. Waldöffnungen können ab jetzt nicht nur auf klimatische Schwankungen, sondern auch auf Rodungen zurückgeführt werden. Gemäss neueren paläoökologischen Studien führt die Rodungstätigkeit zu landwirtschaftlichen Zwecken dazu, dass der artenreiche Eichenlaubmischwald aussterben wird.¹⁹

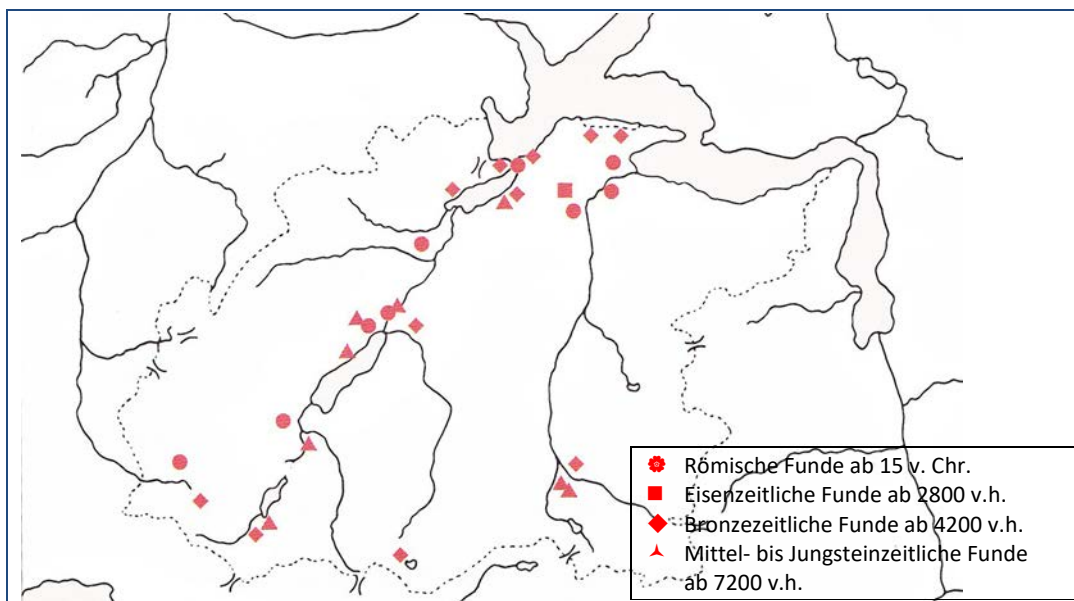


Abbildung 7: Archäologische Funde in Obwalden 6'000 v.h. bis zur römischen Zeit (Quelle: Garovi 2000, S. 17).

Für Obwalden gibt es einige wenige archäologische Funde für das Atlantikum.²⁰ Sie belegen die Anwesenheit des Menschen in dieser Zeit. Es handelt sich bei den Funden

¹⁹ Gobet et al. 2010, S. 54.

²⁰ Es gibt für das Atlantikum nur wenige Hinweise auf Menschen und menschliche Tätigkeiten: steinzeitliche Jäger liessen im Brand bei Lungern ein Mikrorückenmesser zurück, welches aus der zweite Hälfte des 7. Jahrtausends v.Chr. stammt. Archäologische Funde in den alpinen Hochlagen deuten auf alpwirtschaftliche Tätigkeiten für die Zeit von 6000-5000 v.h. hin. Aus dieser Zeit stammt auch ein Beil, das im Hegenlo bei Sarnen unterhalb des Ramersbergs gefunden wurde. Es

um einfachste Werkzeuge, auf Grund derer nicht auf eine Sesshaftigkeit geschlossen werden kann. Der Einfluss der Menschen auf die Vegetation dürfte wohl eher gering gewesen sein.

Obbürgen: In der ersten Hälfte des Atlantikums wächst auf Obbürgen ein offener Eichenlaubmischwald, mit Haselstrauch. Der Wald entwickelt sich ungestört weiter. Anzeichen von menschlichem Einwirken gibt es nicht. In Obbürgen breitet sich die Weisstanne im Vergleich zu anderen Standorten in der Schweiz erst in der zweiten Hälfte des Atlantikums aus, auch die Ausbreitung der Buche scheint stark verzögert. Der Wald öffnet sich während des Atlantikums zunehmend. Lichtliebende Pflanzen wie Erika-Sträucher und tundrasteppenartige Pflanzen, etwa Beifuss, breiten sich aus. Dies ist möglicherweise die Folge eines kurzen Kälteeinbruchs. Schliesslich aber setzt sich der Wald erneut durch und die Weisstanne breitet sich flächig aus.

Drachenried: Aus der Zeit des Atlantikums stammt auch der Weisstannenbaumstamm aus dem nur fünf Kilometer weit entfernten, südwestlich von Obbürgen gelegenen Drachenried. Der Baumfindling war möglicherweise mit einem Windwurf ins Drachenried gelangt und hatte zu Lebzeiten am Rand eines Sumpfes gestanden²¹.

Weisstanne (*Abies alba*)

Die Weisstanne ist ein spätfrostempfindliches Schattenholz. Sie bevorzugt frische, kühle, humose und tiefgründige Böden. Sie findet ihre heutige Hauptverbreitung im Jura, in den Voralpen und im nördlichen Tessin. Hier wächst sie hauptsächlich in der montanen Stufe, kann aber bis in die subalpine Stufe vordringen. Schon sehr bald wurde sie von der Fichte in die unteren Stufen verdrängt.



Abbildung 8: Weisstanne (Quelle: infoflora.ch 18.3.2017).

Paläoökologische Untersuchungen zeigen, dass das ursprüngliche Verbreitungsgebiet der Weisstanne vor dem Einsetzen von landwirtschaftlicher Nutzung in der Jungsteinzeit (8000-6000 v.h. viel grösser war. So kamen ausgedehnte Weisstannen-Mischwälder mit laubwerfenden Arten (z.B. Linden, Eichen) in Norditalien und der Südschweiz vor. Weisstannen-Mischwälder gab es auch in der

Variante mit immergrünen Steineichen und wilden Oliven, in Gegenden also, wo man sie aufgrund heutiger Beobachtungen nicht vermuten würde, bei mittleren Julitemperaturen von mindestens 22 °C.²² Diese Erkenntnisse aus der Paläoökologie zeigen, dass Standortansprüche einer Pflanze aufgrund heutiger Beobachtungen kritisch hinterfragt werden müssen. Die Weisstanne wäre ohne menschliche Störungen (z.B. Brandrodung) viel häufiger. In der subalpinen Stufe wurde sie durch die rascher wachsende und in der Verjüngung gegenüber Verbiss weniger empfindliche Fichte verdrängt.

ist auf 5800-5500 v.h. datiert. Weitere Funde aus der Zeit sind: eine Beilklinge in Untertrübsee, Beil- und Knochenklingen in Giswil und eine Hammeraxt in Wilen (Garovi, 2000).

²¹ Mit dem Rückzug des Aaregletschers bleibt im Drachenried südwestlich unterhalb des Allwegs eine Toteislinse liegen, die jedoch um 15'000 v.h. weggeschmolzen ist (Sidler 1991, S. 29) und allmählich verwaldet. Der Weisstannenfindling wurde 1944 beim Umbruch mit dem Motorpflug gefunden. Der Umfang des Baumstrunks betrug handbreit ob der Wurzel fünf Meter, der Durchmesser 1,7 Meter. (Roshardt 1948)

²² Tinner et al. 2016.

In Obwalden kommt die Weisstanne im Verband der Tannen-Buchenwälder vor (Abieti-Fagion, 18, 19, 20). Diese Waldgesellschaften sind in der obermontanen Stufe und in grossen zusammenhängenden Waldkomplexen rechts und links des Saarneraats als anzutreffen.²³

Ihre letztezeitlichen Refugien hatte die Weisstanne auf der südlichen Balkan-Halbinsel, in der Türkei, in den Gebirgen der südlichen Apenninen-Halbinsel, möglicherweise auch in den Pyrenäen. Es werden zwei Hauptrouten der Ausbreitung vermutet. Eine erste Route verlief längs des Apennins über die Ligurischen, Cottischen und Piemontesischen/Graischen Randalpen in weitem Bogen nach Westen und dann in Richtung Norden und Nordosten. Die zweite Einwanderungsrouten verlief aus den östlichen Refugien nach Norden und Nordwesten über die Venezianischen, die Trientiner und die Bergamasker Alpen. Die Tanne vermochte rasch in die konkurrenzschwachen Bestände der Edellaubhölzer einzudringen und konnte sich gegen Ulme, Linde, Esche durchsetzen. In Obwalden breitete sich die schattenertragende Weisstanne um 7000 v.h. aus, im Mittelland um ca. 8000 v.h.²⁴ Während des Atlantikums bis ins Subboreal ist sie in den Voralpen bis auf 2000-2100 m ü.M. anzutreffen, d.h. die Waldgrenze lag damals 100 bis 200 Meter weiter oben als heute.

6.8 5500 – 2800 v.h.: Subboreal: Der Mensch breitet sich aus und nimmt erstmals Einfluss auf die Vegetation. Die heutige Kulturlandschaft ist im Entstehen.

Das Klima im Subboreal ist moderat warm bis kühl und eher trocken mit erneut wärmeren und kühleren Abschnitten. Wichtiger als das Klima ist ab dem Subboreal aber

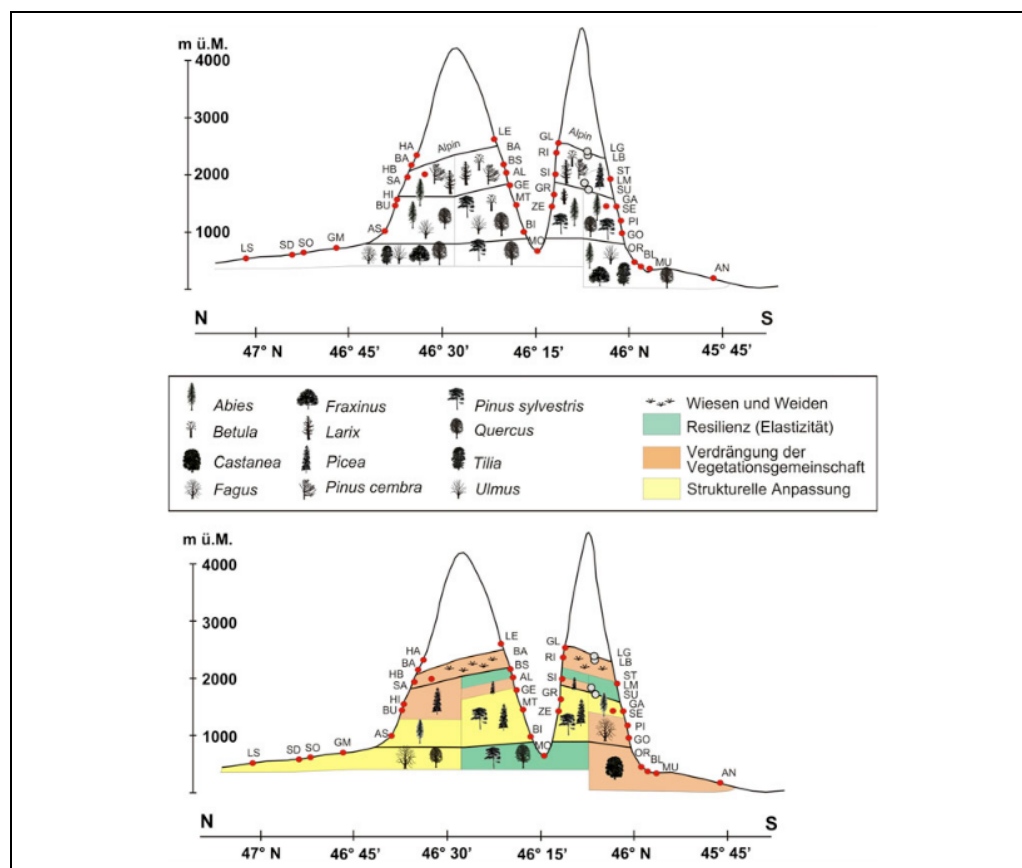


Abbildung 9: Nord-Süd-Transekt durch die Westalpen. Oben: Wichtige Waldbäume um 6'500 v.h., ohne starken menschlichen Einfluss, als die Sommertemperaturen 1.5°C wärmer waren als heute. Unten: Situation heute unter Berücksichtigung der Vegetationsveränderungen seit 6'500 v.h. (Quelle: Gobet et al. 2010, 108). Aus der Abbildung wird deutlich, dass die Artenvielfalt unter dem Einfluss des Menschen abnimmt.

²³ Kantonales Oberforstamt 1982, S. 106 f.

²⁴ Burga 1998, S. 95

der Einfluss des Menschen, der sich zusehends ausbreitet und die natürliche Vegetation beeinflusst. Dies einerseits mit Brandrodungen, was die Verbuschung mit Hasel, Birke, Weide und Erle zur Folge hat. Andererseits greift der Mensch gezielt in die natürliche Waldverjüngung ein und fördert Buchen und Fichten.

Später wird das Feuer auch für die Feldbewirtschaftung eingesetzt. Es entstehen erste offene, unbewaldete Flächen, wie sie heute die Kulturlandschaft prägen.²⁵ Ab jetzt treten häufig Phasen mit stärkerer Rodung auf. Auf der Alpennordseite erfahren sie mit der Eisenzeit in günstigen Lagen um zirka 3000 v.h. ein erstes Maximum. Die Naturlandschaft wird spätestens ab dieser Zeit zur Kulturlandschaft umgestaltet. Veränderungen in der Artenzusammensetzung der Wälder fanden aber bereits um 5000 v.h. statt.

Ab 4000 v.h. gibt es in der Umgebung des Sarnersees Anzeichen für erste landwirtschaftliche Nutzungen. Ab 3600 v.h. mehren sich die Hinweise auf menschliche Tätigkeiten. Bald darauf lässt sich für den Renggpas eine temporäre Nutzung von Weiden nachweisen. Hinweise auf menschliche Tätigkeiten gibt es auch für die alpine Stufe.

Obbürgen: Der frühe Einfluss des Menschen auf die Vegetation zeigt sich auch hier. Der Eichenlaubmischwald geht während des Subboreals merklich zurück, auch Weisstanne und Fichte nehmen ab. Dafür breiten sich Erle und Buche aus. Um das Jahr 3580 v.h. +/- 80 (1570 +/- 80 v. Chr.), Ende des Neolithikums und Anfang der Bronzezeit) öffnet sich der Wald markant. Cerealien und Ruderalpflanzen deuten auf die Anwesenheit von Menschen hin. Die Hinweise verstärken sich gegen Ende des Subboreals.



Fichte (*Picea abies*)

Abbildung 10: Fichtenzweig (Quelle: infoflora.ch vom 18.3.2017).

Die Fichte bevorzugt Gebiete mit einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit und jahreszeitlich gut verteilten Niederschlägen. Sie wächst auf frischen, gut durchlüfteten, sauren Böden. Ihre natürliche Verbreitung hat die Fichte in der montanen und der subalpinen Stufe. Sie ist eine anspruchslose Pionierbaumart, die im Gegensatz zur Weisstanne auch unter offenen Bedingungen wachsen kann. Auf der Alpennordseite ist sie überall und bis hinauf zur Waldgrenze sehr dominant.

In Obwalden prägt die Fichte das Aussehen von sehr vielen Wäldern. Sie kommt in den folgenden Waldgesellschaften vor: im Verband der laubwaldähnlichen Fichten-Tannenwälder (Piceo-Abietion, 46, 48, 49, 50, 51) und im Verband der Heidelbeer-Fichtenwälder und ihrer verwandten Gesellschaften (Vaccinio-

²⁵ Gobet et al. 2010, S. 109.

Piceion, 55, 56, 57). Ebenfalls vertreten ist sie im Verband der Tannen-Buchenwälder (Abieti-Fagion, 18, 19, 20). Hier ist sie jedoch nicht dominant.

Die Fichten-Tannenwälder kommen in Obwalden in der montanen und obermontanen Stufe vor. Die Heidelbeer-Fichtenwälder, auch ‚subalpine Fichtenwälder‘ genannt, wachsen grossflächig auf der linken Talseite, vom Pilatus bis zum Glaubenberg. Diese Wälder sind stark durch die Bewirtschaftung geprägt.

Die Fichte hatte ihre letzteiszeitlichen Refugien im östlichen Alpenraum oder dem östlich angrenzenden dinarischen Gebirge und stiess während des Atlantikum nach Westen vor. Das Vierwaldstätterseegebiet erreichte sie um 5500 v.h. via die Schwyzer Voralpen. Möglich ist auch eine Einwanderung via Reusstal von Süden her.

6.9 2800 – 1000 v.h.: Das Subatlantikum steht für die konsequente und flächige Gestaltung der Kulturlandschaft durch den Menschen.

Das Subatlantikum ist eher kühl und feucht mit einigen markanten Kälteeinbrüchen. Das hindert den Menschen jedoch nicht daran, sesshaft zu werden und sich auszubreiten. Er verändert nun ganz gezielt mit Rodungen und Wiederaufforstungen den Waldbestand.

Obwalden ist ab 2400 v.h. (400 v. Chr.) ständig besiedelt: erst von den Kelten, die Viehzucht und Ackerbau betreiben, später unter römischer Herrschaft. Sie brachten die Kastanien- und Walnussbäume mit und pflanzten sie an besonders geschützten Orten an, z.B. in Stalden (Turren) und am Alpnachersee. Noch später, um 1600 v.h. (400 n. Chr.), wandern die Alemannen ein. Man darf somit ab dem frühen Subatlantikum von einer dauerhaften Besiedlung und damit einer Beeinflussung der natürlichen Wälder durch den Menschen ausgehen.

Buche (*Fagus sylvestris*)

Abbildung 11: Buchenwald (Quelle: infoflora.ch vom 18.3.2017).

Die Buche ist eine Schattenholzart. Sie bevorzugt mässig frische bis frische, eher kalkreiche, mittel- bis tiefgründige, skelettreiche Böden (Braunerden, Rendzinen). Sie meidet hingegen stark frostgefährdete kontinentale Lagen sowie ausgesprochene Staunässe, extrem trockene, flachgründige Böden und beweglichen Schutt.

Ihre Hauptverbreitung hat die Buche in der kollinen und montanen Stufe, kann aber auch bis in die subalpine Stufe vordringen. Die Voralpen sind eines der Hauptverbreitungsgebiete der Buche. In den zentralen Alpen, im Wallis und in Graubünden ist sie mit Ausnahme des Prättigau und Montafon selten.

Im Kanton Obwalden ist die Buche im typischen Hainsimsen-Buchenwald (Luzulo-Fagion, 1) anzutreffen, im Verband der anspruchsvollen Buchenwälder (Eu-Fagion, 7, 8, 9, 11, 12, 13) und in den Orchideen-

Buchenwäldern (Cephalanthero-Fagion, 14, 15, 16, 17). Ausserdem im Verbund mit Fichte und Tanne in den Tannen-Buchenwäldern (Abieti-Fagion, 18, 19, 20). Den typischen Hainsimsen-Buchenwald und die anspruchsvollen Buchenwälder trifft man in der kollinen und montanen



Stufe rund um die Seen, ausserdem im Engelbergertal. Die Orchideen-Buchenwälder und die Tannen-Buchenwälder reichen bis in die untere subalpine Stufe.

Wo genau die Buche die Eiszeiten überdauerte, ist unklar. Ziemlich sicher ist, dass sie südlich der Alpen in den Colli Euganei ab ca. 15'000 v.h. vorkam. Mit sporadisch aber regelmässig gefundenen Pollenkörnern aus der letzten Eiszeit ist es denkbar, dass die Buche südlich der Alpen die Eiszeit überleben konnte.²⁶ Die Buche hierzulande jedoch wanderte aus dem Osten und Nordosten ein. Während der Wanderung dürfte die Konkurrenz zur Eiche eine grosse Rolle gespielt haben.

Kernwald: Um 2530 v.h. ging vom Stanserhorn ein Bergsturz nieder. Auf dessen Trümmern stockt der Kernwald²⁷ schon wenige Jahrhunderte später, ein geschlossener Eichenlaubmischwald mit Buche und Erle und bereits viel Fichte. Dieser Eichenlaubmischwald wird mit der Zeit verschwinden. In einem ersten Schritt lichtet sich der Wald und es stellen sich Erika-Gemeinschaften – in Zusammenhang mit menschlichen Tätigkeiten kann dies ein Hinweis auf Rodungen sein – und Süssgräser ein. Die Birke kommt auf, sogar kräftig. Während der Eichenlaubmischwald weiter zurückgeht, kommt Ackerbau auf (Nachweis durch Getreidepollen). Ab 955 v.h. (1045 +/- 90 n. Chr.) tritt die Buche zurück. Die Rottanne dominiert und der Anteil an Weiden und Felder nimmt zu. Der Einfluss des Menschen ist ganz offenkundig. Dies bestätigen auch die Getreidepollen und Ruderalpflanzen, vor allem der Wegerich. Sie weisen auf Rodungen hin.

B Subalpine Stufe im Flysch

Fäh untersuchte in seiner Lizentiatsarbeit die Vegetationsentwicklung auf der Ochsenalp, Glaubenberg (1299 m ü.M., untere subalpine Stufe). Seine Pollenanalyse reicht vom Präboreal bis ins Subatlantikum. Eine weitere Pollenanalyse aus der Studie von Sidler (1991) betrifft den Merlisee (1341 m ü.M., untere subalpine Stufe) auf der Mörlialp und beschreibt die Vegetationsentwicklung vom Subboreal bis ins Subatlantikum.

- **Älteste Dryas:** Die tundraartige Kältesteppe reichte bis in die montane Stufe. Die subalpine Stufe im Flysch dürfte während der Ältesten Dryas mit grosser Wahrscheinlichkeit vegetationslos gewesen sein und mit Firn bedeckt.
- **Bölling und Alleröd:** Während diesen beiden letzteiszeitlichen Wärmeperioden steigt die Waldgrenze bis auf 1500 m ü.M. hinauf. Die Föhrenwälder breiten sich bis zur Waldgrenze aus.
- **Jüngere Dryas:** Die Waldgrenze sinkt mit dem Kälteeinbruch. Die Wälder lichten sich.
- **Präboreal:** Die Waldgrenze steigt innerhalb von nur 200 Jahren um mehr als 800 Meter an. Nördlich der Alpen dürfte sie bei 1800 m ü.M. gelegen haben. Ab dem Präboreal ist nun die Vegetationsentwicklung für den Glaubenberg belegt: Es gibt Anzeichen für einen Föhrenwald.
- **Boreal:** Die untere subalpine Stufe auf dem Glaubenberg ist zu Beginn des Boreals noch mit Föhren bestockt. Dann finden sich, wie in der montanen Stufe, erste wärmeliebende Laubbaumarten ein und lösen die Föhre ab, wobei sich der Haselstrauch rasch ausbreitet. Der Hochwald mit der Föhre wird durch den Haselstrauch, strauchartige Rosengewächse (*Sorbus*-Typ) und Erle zumindest in der näheren Umgebung der Untersuchungsfläche merklich verdrängt. Auffällig ist die starke Ausbreitung der Erle, was der Autor der Studie jedoch auf besondere klimatische Bedingungen im Talkessel zurückführt.

²⁶ Kaltenrieder et al. 2009.

²⁷ Der Bergsturz ist gemäss neueren Erkenntnissen jünger als 2530 Jahre alt. (Keller 2007, S. 50 / Flüeler 2011, S. 104). Die Studie von Sidler bestätigt dies.

- **Atlantikum:** Der Laubwald auf dem Glaubenberg mit der Hasel entwickelt sich vorerst zu einem lichten und trockenen Eichenlaubmischwald. Das zeigt sich im Ausbreiten der Süssgräser. Die Weisstanne kommt bereits vor und es gibt einige Moorflächen.
Im Jüngerem Atlantikum weichen Linde und Ulme zu Gunsten der feuchtigkeitsliebenden Esche und Ahorn. Buche und Fichte wandern ins Gebiet ein. Die Weisstanne nimmt bald den Hauptteil des Waldes ein, wird aber später in tieferen Lagen verdrängt.
- **Subboreal:** Auf dem Glaubenberg nimmt der Bestand der Weisstanne ab. Dafür kommt die Fichte auf. Sie nimmt konstant zu und dominiert zum Ende des Subboreals den Wald.
Auf der Mörlialp um den Merlisee (1341 m ü.M.) ist zu Beginn des Subboreals die Fichte dominant. Sie wird durch einen Eichenlaubmischwald mit Erle und Buche abgelöst. Anschliessend lichtet sich der Wald, tundra- sowie wärmeliebende Pflanzen kommen auf. Dies geschieht um 3155 +/- 100 v.h. (1355 +/-100 v.Chr.). Warum genau ist unklar, der Mensch als Ursache kann gemäss Studie ausgeschlossen werden.
- **Subatlantikum:** Im Glaubenberg-Gebiet hat die Fichte die Vorherrschaft im Wald übernommen. Buche und Tanne gehören jedoch weiterhin zu den waldbildenden Holzarten.
Auf der unteren subalpinen Stufe der Mörlialp wird der Wald wieder dichter. Es ist ein Nadelwald mit Fichte, welcher die Buche und Erle verdrängt. Um 945 +/- 80 v.h. (1055 +/- 80 n. Chr.) ist die Fichte vorherrschend. Nun aber öffnet sich die Landschaft und lässt Weiden und Kulturen Platz.

Fazit

Die Studie von Fäh zeigt eindrücklich, dass die ursprüngliche Vegetation zu Beginn des Holozäns im Präboreal des Glaubenbergs ein Eichenlaubmischwald war. Die Wälder durchliefen eine ähnliche Entwicklung wie in der kollinen und montanen Stufe. Ob der hohe Fichtenanteil auf den Menschen zurückzuführen ist, geht aus der Studie nicht klar hervor. Auch die Resultate zur Mörlialp können keine Auskunft dazu geben. Die Paläoökologie geht jedoch allgemein davon aus, dass die starke Ausbreitung bis zur Dominanz der Fichte menschenbedingt ist.

C Subalpine Stufe der Voralpen

Für die subalpine Stufe in Obwalden sind keine paläoökologischen Studien bekannt. Aus der Beschreibung der Vegetationsentwicklung in der kollinen und montanen Stufe geht jedoch hervor, dass sie in der subalpinen Stufe der Voralpen ganz ähnlichen Verlauf nahm.

D Subalpine Stufe der Nordalpen

Neue Untersuchungen beschreiben die Vegetationsentwicklung für die Vegetationsdynamik der Waldgrenze der Nordalpen und den Einfluss des Menschen mit der Etablierung der Alpwirtschaft. Für Obwalden selber sind keine paläoökologischen Studien zu dieser Landschaftskammer bekannt. Für die Späteiszeit dient die Studie von Rey et al. (2014) auf 1500 m ü.M. am Lauenensee.

- **Bölling und Alleröd:** Die Wald- und Baumgrenze liegt im Alleröd vermutlich zwischen 1260 m ü.M. und 1380 m ü.M. in den Nordalpen wie Nachweise von Spaltöffnungen der Gattung *Pinus* (Föhre oder Arve) auf 1260 m ü.M zeigen. Auf 1380 m ü.M am Lauenensee fehlte der lokale Nachweis von Bäumen während dieser Zeit.

- **Jüngere Dryas:** Möglich ist, dass sich mit den kalten Temperaturen der Jüngeren Dryas diese Wälder gelichtet haben und die Waldgrenze weiter nach unten absinkt auf ca. 930-1200 m ü.M.
- **Präboreal:** Um 10'300 v.h. beginnt auch auf 2060 m ü.M. die Bewaldung mit Birke und Lärche.
- **Boreal:** Auf der subalpinen Stufe wächst der im Präboreal aufgekommene Wald mit Birke, Arve und Föhre²⁸.
- **Atlantikum:** Die maximale Waldgrenze (2100 bis 2300 v.h.) wird zwischen 7000 und 5000 v.h. erreicht. Um 7500 v.h. breitet sich auf über 2000 m ü.M. die Arve aus, um 7000 v.h. kann die Weisstanne mit Spaltöffnungsfunden von Nadeln auf dieser Höhe nachgewiesen werden. Bis zur Waldgrenze stockt ein Arven-Weisstannenmischwald mit Lärche²⁹. Ab 6'000 v.h. kommt die Rottanne dazu, sie breitet sich rasch und stark in der subalpinen Stufe aus, gleichzeitig gibt es den Nachweis von menschlicher Tätigkeit.
- **Subboreal:** Um 4'000 v.h. (2000 v. Chr.) wird durch Alpwirtschaft mit Brandrodung und Viehwirtschaft die Waldgrenze stark nach unten verschoben. Weisstanne und Arve werden stark zurückgedrängt. Sie werden durch die Fichte ersetzt.
- **Subatlantikum:** Auf Melchsee-Frutt gibt es einen Wald. Darauf deutet der Fund des Braunbären in der Karsthöhle auf der Bettenalp (1839 m ü.M.). Dessen Knochen wurden auf 2'783-2'377 v.h. (783-377 v. Chr.) datiert³⁰.

Fazit:

Die Wälder der subalpinen Stufe der Nordalpen entwickelten sich anders als die Wälder der subalpinen Stufe der Voralpen. Dies kann erklären, warum es auf der nahe bei Obwalden gelegenen Engstlenalp einen Arvenwald gibt. Vielleicht könnte es sich bei dem Wald, der vermutlich bis ins Hochmittelalter auf der Melchsee-Frutt stockte auch um einen Arvenwald gehandelt haben.

²⁸ Gobet et al. 2010, S. 109.

²⁹ Gobet et al. 2010, S. 110.

³⁰ Trüssel, Morel 1997, S. 82ff

7 Reliktstandorte der nacheiszeitlichen Wälder

Birken

Im Kanton Obwalden gibt es keine Föhren-Birkenbruchwälder. Die Hochmoorstandorte liegen alle in der obermontanen bis subalpinen Stufe, wo die Birke heute nicht vorkommt. Die Birke begleitet hingegen diverse Waldgesellschaften, ist aber nirgends dominierend.

Föhrenwälder

Die nacheiszeitlichen Föhrenwälder sind als kleinere Relikte im Pilatusgebiet, am Giswilerstock und ob Hüttstett (Lungern) erhalten.

Eichenmischwälder

Die Eichenlaubmischwälder, wie sie sich ab dem Präboreal entwickelten, scheint ausgestorben.³¹ Als nacheiszeitliches Relikt gilt jedoch der Turinermeister-Lindenmischwald, wie es ihn im unwegsamen Gelände gibt. Er könnte dieser sehr artenreichen Waldgesellschaft ähnlich sein. Im Kanton Obwalden kommt er am Landenberg, bei Alpnachstad, unterhalb von Kaiserstuhl und am linken Lungernerseeufer vor.

Weisstannen-Buchen-Mischwälder

Die Weisstannen-Buchen-Mischwälder wären vermutlich die natürlichen Waldgemeinschaften in der montanen Stufe. Das hohe Vorkommen der Fichte, welche heute die Wälder in weiten Teilen von Obwalden prägt, ist auf den Menschen zurückzuführen. Die Weisstanne ist ausgesprochen störungsanfällig und wurde durch die Fichte in tiefere Lagen verdrängt.

Arven

Ebenfalls ausgestorben sind die Arvenwälder im Kanton, die es womöglich in der subalpinen Stufe einmal gab. Der Arvenwald auf der nahe der Kantonsgrenze gelegenen Engstlenalp kann ein Hinweis darauf sein, dass auf der Melchsee-Frutt einmal ein Arvenwald stand.

³¹ Gobet et al. 2010, 108

8 Verzeichnisse

8.1 Tabellen

Tabelle 1: Die Blytt-Sernander-Klassifikation	7
Tabelle 2: Archäologische Funde in Obwalden und ihre Bedeutung für Vegetationsgeschichte	8
Tabelle 3: Einteilung der Höhenstufen in Obwalden	9

8.2 Abbildungen

Abbildung 1: Pollendiagramm aus dem Soppensee bei Luzern, 596 m ü.M.	6
Abbildung 2: Geologische Übersicht über den Kanton Obwalden	9
Abbildung 3: Vergletscherung während der letzten grossen Eiszeit	11
Abbildung 4: Hänge-Birke	13
Abbildung 5: Föhrenwald	14
Abbildung 6: Hasel des Haselstrauchs	16
Abbildung 7: Archäologische Funde in Obwalden 6'000 v.h. bis zur römischen Zeit	17
Abbildung 8: Weisstanne	18
Abbildung 9: Nord-Süd-Transekt durch die Westalpen	19
Abbildung 10: Fichtenzweig	20
Abbildung 11: Buchenwald	21

8.3 Literatur

- Burga, C.A.: Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter. Ott-Verlag + Druck AG Thun, Thun 1998.
- Ellenberg, H.; Klötzli, F., 1972: Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitteil. Schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen, 48.4, 587 – 930.
- Fäh, Josef: Vegetationsgeschichtliche und Vegetationskundliche Untersuchungen im Gebiet Glauenberg (OW). Lizentiatsarbeit am Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Bern. November 1984.
- Flüeler, Elsbeth: Berge entstehen – Berge vergehen, Wanderungen zu Bergstürzen entlang der Alpen. hep-verlag, Bern 2011.
- Garovi, Angelo: Obwaldner Geschichte. Staatsarchiv des Kantons Obwalden, Sarnen 2000.
- Gobet, Erika; Vescovi, Elisa; Tinner, Willy: Ein paläoökologischer Beitrag zum besseren Verständnis der natürlichen Vegetation der Schweiz. In: Botanica Helvetica (2010) 102: S. 105-115.
- Gobet, Erika; Tinner, Willy: Von der Ur- zur Kulturlandschaft. In: Zeiten und Räume. Frühzeit bis 1350. Geschichte des Kantons Schwyz – Band 1. Hrsg. v. Historischer Verein des Kantons Schwyz. Chronos, Zürich 2012.
- Pestalozzi, G.: Entdeckung von subfossilem Wald erweitert Forschungsperspektiven. In: Mitteilung WSL vom 21.05.2013.
- Kaltenrieder, P.; Belis, C. A.; Hofstetter, S.; Ammann, B.; Ravazzi, C.; Tinner, W.; Environmental and climatic conditions at a potential Glacial refugial site of tree species near the Southern Alpine glaciers, New Insights from multiproxy sedimentary studies at Lago della Costa (Euganean Hills, Northeastern Italy), Quaternary Sci. Rev., 28, 2647-2662, 2009.

- Kantonales Oberforstamt OW, Sarnen (Hg.): Die Pflanzenwelt in Obwalden. Ökologie, Flora, Karten und Tabellen. Sarnen 1982.
- Keller, Beat: So entstand der Vierwaldstättersee. In: Stadelmann, Pius: Vierwaldstättersee: Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Menschen. Brunner, Kriens 2007.
- Mathieu, J. (Hg.), Geschichte der Landschaft in der Schweiz – Von der Eiszeit bis zur Gegenwart. Orell Füssli, Zürich 2016.
- Naturforschende Gesellschaft Uri (Hg.): Geologie des Kantons Uri. Altdorf 2011.
- Rey, Fabian, et al.: Die Vegetationsgeschichte der letzten 14 000 Jahre am Lauenensee. Institut für Pflanzenwissenschaften und Oeschger-Zentrum für Klimaforschung, Universität Bern, 2014.
- Rogger, Daniel: Zur Klimageschichte Obwaldens seit 11700 vor heute. Ein Diskussionsbeitrag Stand 16.10.2016. (www.kulturlandschaft-ow.ch aufgerufen am 23. Oktober 2016.)
- Roshardt, Aurelian, Pater: Der Weisstannenfindling im Drachenried. In: «Nidwaldner Stubli» / Beilage zum Nidwaldner Volksblatt. Nummer 7 / 1948.
- Tinner, Willy; Vescovi, Elisa; van Leeuwen, Jacqueline F. N.; et al.: Holocene vegetation and fire history of the mountains of Northern Sicily (Italy). In: Vegetation History and Archaeobotany, 25 (5): 499-519, 2016.
- Trüssel, Martin; Morel, Philippe: Holozäne Braunbären (*Ursus arctos*) in Höhlen der Melchsee-Frutt, Kerns OW: Neue Funde, aktueller Stand der Forschung. In: Karst- und Höhlenforschung in Ob- und Nidwalden, hrsg. v. Naturforschende Gesellschaft Ob- und Nidwalden, Band 1. Grafenort, 1997.
- Wanner, H.: Klima und Mensch. Eine 12000-jährige Geschichte. Haupt Verlag, Bern 2016.
- Zwahlen, Peter: Entstehung der Naturlandschaft. In: Zeiten und Räume. Frühzeit bis 1350. Geschichte des Kantons Schwyz – Band 1. Hrsg. v. Historischer Verein des Kantons Schwyz. Chronos, Zürich 2012.

8.4 Internetseiten

www.infoflora.ch
www.map.geo.admin.ch
www.waldwissen.net