

# WALD-WASSER-WEINviertel – Projektbeschreibung

## Forschungsziele

### 1. Rekonstruktion der jährlichen Variabilität von Niederschlag und Trockenheitsphasen im niederösterreichischen Weinviertel

In Trockengebieten wie dem Weinviertel wird der jährliche Zuwachs eines Baums hauptsächlich durch den Niederschlag bzw. die Wasserverfügbarkeit limitiert. Die Breite des Jahrrings variiert mit der Niederschlagsmenge (FRITTS, 1976). Auf Grund dieses Zusammenhangs können Jahrringchronologien zur Niederschlagsrekonstruktion herangezogen werden (z. B. STRUMIA, 1999; GRABNER und HOLAWE, 2009; KARANITSCH-ACKERL, 2010). Die Probennahme von lebenden Bäumen und verbautem Holz ermöglicht – abhängig von der Verfügbarkeit und vom Alter des Materials – den Aufbau von Chronologien über den Zeitraum instrumenteller Klimaaufzeichnungen hinaus.

Zur Kalibration der Rekonstruktion soll das Jahrringwachstum mit dem HISTALP-Niederschlagsdatensatz der ZAMG verglichen werden. Es handelt sich dabei um einen Datensatz mit 1/6 Grad Auflösung beginnend mit 1800, der in Zusammenarbeit mit der Climatic Research Unit der University of East Anglia geschaffen wurde. (<http://www.zamg.ac.at/forschung/klimatologie/klimawandel/histalp/>)

Durch umfangreiche Beprobungen mehrerer Standorte können kleinräumige Aussagen getroffen werden; d. h.: man kann die räumliche Verteilung des Niederschlages nachvollziehen.

Weinlesedaten haben sich laut HOLAWE (2009) als zur Temperaturrekonstruktion geeignetes Proxy erwiesen, da der Wein eine „vieljährige, wärmeliebende Kultur“ ist, die in zahlreichen historischen Quellen Erwähnung findet.

Auch historische Aufzeichnungen (z. B. aus Klöstern, Gemeindechroniken, Zeitungen, Privatarchive usw.) sind als Quellen, klimatische Gegebenheiten der Vergangenheit zu rekonstruieren, geeignet (HOLAWE, 2009). Für das vorliegende Projekt von Vorteil ist, dass sie generell auf Extreme und deren Auswirkungen fokussieren, „weil diese sich wesentlich öfter in derartigen Aufzeichnungen auffinden lassen als der „normale“ Gang der Witterung“ (HOLAWE, 2009) Allerdings ist dabei mit zeitlichen Einschränkungen zu rechnen, die durch die Verfügbarkeit der Quellen bestimmt werden.

Der Innovationsgehalt des Forschungsziels liegt darin, mit Hilfe von drei unterschiedlichen Proxies (Jahrringe, Weinerntedaten und historische Aufzeichnungen), über die Dauer instrumenteller meteorologischer Aufzeichnungen hinaus in jahrgenauer Auflösung Informationen über die Variabilität des Niederschlags und somit von Trockenphasen im Weinviertel zu gewinnen. Durch die Analyse vieler Standorte werden Aussagen über die räumliche Niederschlagsverteilung möglich.

## **2. Analyse von einzelnen Trockenjahren und deren Auswirkung auf die Jahrringbildung verschiedener Baumarten und auch auf die Weinernte**

Die Auswirkungen von Trockenphasen auf den Zuwachs unterschiedlicher heimischer Baumarten sind bis heute nur ansatzweise erforscht (z. B. MEINING et al., 2008; LEXER, 2009). Vorangehende Untersuchungen (GRABNER et al., 2010) haben gezeigt, dass die Reaktionen der Bäume auf Wassermangel durchaus differenziert ausfallen können – die Jahresniederschlagssumme allein ist oft nicht ausschlaggebend. Zeitpunkt und Intensität der Niederschlagszufuhr und ihr Zusammenwirken mit der Temperatur sowie die pflanzenverfügbare Speicherung des Niederschlagswassers im Boden sind entscheidend. Auf Grund der erhöhten Jahresmitteltemperaturen rückt das Problem der „temperaturinduzierten Trockenheit“ immer stärker in den Vordergrund. Dieser Umstand wird von Trockenheitsindizes, wie z. B. dem PALMER Drought Severity Index – PDSI (PALMER, 1965), berücksichtigt. Zur Definition von Trockenphasen werden daher nicht nur Temperatur- und Niederschlagsdaten, sondern auch PDSI-Daten (Van der SCHRIER, 2006) herangezogen.

Die gemeinsame Auswertung der Trockenperioden und ihrer Auswirkungen auf Früh- und Spätholz-bildung verschiedener Baumarten – z. B. Eiche, Buche, Fichte, Kiefer – im Vergleich zu Ernteertrag und –qualität von Weinkulturen liefert neue Erkenntnisse über die unterschiedlichen Reaktionen bzw. die Vulnerabilität der untersuchten (vom Menschen geschaffenen) Ökosysteme.

## **3. Ausblick in die zukünftige regionale Trockenheits-Situation an Hand derzeitiger Modelle durch Analyse bisheriger Trockenperioden**

Wie wird sich das Klima im Weinviertel in den nächsten Jahren verändern und wie werden die Bäume darauf reagieren? Ausgehend von aktuellen Klimaszenarien des IPCC (IPCC, 2007) und ausgewählten regionalisierten Klimaszenarien werden Szenarien von Trockenperioden und Zuwächsen für die Region erstellt. Dabei wird analysiert, wie sich die veränderten Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse auf Bäume und Wein bis zum Ende des Jahrhunderts unter verschiedenen Rahmenbedingungen (z. B. verschiedenen Emissionsszenarien) auswirken können.

## Grundlagen und Hintergrundinformationen

### Klimatische Gegebenheiten im Weinviertel und deren Bedeutung für Land- und Forstwirtschaft

Das Weinviertel gehört zum pannonischen Klimaraum und damit zu den wärmsten und trockensten Gebieten in Österreich (HARLFINGER und KNEES, 1999). Die Jahresniederschlagssummen bewegen sich im langjährigen Durchschnitt bei ca. 500 mm (Retz 442 mm, Poysdorf 508 mm, Laa/Thaya 491 mm – Daten ZAMG 1971 bis 1990), die Jahresmitteltemperatur liegt über 9°C. Sommerliche Trockenperioden sind im pannonischen Tief- und Hügelland (Forstliches Wuchsgebiet 8.1) laut KILIAN, MÜLLER und STARLINGER (1994) häufiger als in allen anderen Wuchsgebieten.

Speziell im Weinbau, der im Untersuchungsgebiet dominant ist, ist es unumgänglich, angepasst an die klimatischen Gegebenheiten zu wirtschaften, da hier anders als bei einjährigen landwirtschaftlichen Kulturen mit dem Setzen neuer Weinstöcke eine langfristige Investition getätigt wird. Das Klima ist ein Faktor, der die Eigenheit – das „Terroir“ – des Weins beeinflusst. Im Untersuchungsgebiet wird z. B. seit mehreren Jahren der gebietstypische Weinviertel DAC, der „pfeffrigste Veltliner Österreichs“ beworben (<http://www.weinvierteldac.at/>). Klimatische Veränderungen – z. B. die Zunahme von Trockenphasen oder der Anstieg der Temperaturen – können die Charakteristik regionstypischer Weinsorten verändern bzw. ggf. auch eine Umstellung auf andere Sorten erzwingen (KERSEBAUM, EITZINGER und BAUER, 2009).

Im Weinviertel überwiegen die landwirtschaftlichen Nutzflächen die bewaldeten Flächen bei weitem. Neben den Auwäldern entlang von Thaya und March, die nicht Gegenstand der Untersuchung sind, sind v. a. Kiefer, Schwarzkiefer, Eiche, Buche, Fichte und Lärche zu finden. Andere Laubholzarten wie Ahorn und Esche sind nur eingesprengt vorhanden (KILIAN, MÜLLER und STARLINGER, 1994). Laut KERSEBAUM, EITZINGER und BAUER (2009) ist bei steigenden Jahresmitteltemperaturen und damit einhergehenden häufigeren bzw. längeren Trockenphasen v. a. bei Buche und Fichte mit zunehmendem Klimastress zu rechnen.

### Trockenperioden

Laut NOBILIS und GODINA (2006) ist „Trockenheit im Sinne von *drought* ein temporärer Zustand, der in Klimazonen auftritt, wo der Niederschlag gewöhnlich für alle Bedürfnisse ausreichend ist“ sowie ein „wiederkehrendes Phänomen und eine integrale, wenn auch irreguläre Komponente des gegenwärtigen Klimas“. Sie weisen aber auch darauf hin, dass es keine „überall gleich anwendbare Definition von *drought* gibt.“

In der jüngeren Vergangenheit sind vor allem das Jahr 2003, aber auch 1971, 1983 und 1992/1993 in Österreich als Trockenjahre bekannt (NOBILIS und GODINA, 2006).

Im Weinviertel gibt es Gebiete mit weniger als 80 Tagen pro Jahr mit zumindest 1 mm Niederschlag. Vergleichsweise hoch sind diese Werte für die nördlichen Kalkalpen mit 160 – 180 Tagen. AUER et al. (2004) versuchten erstmals, eine Erfassung von Trockenperioden durchzuführen. Sie verwendeten als Definition die Limits Niederschlag pro 24 Stunden unter 1 mm und eine Dauer von zumindest 10 Tagen. Hierfür wurden unter anderem die ZAMG-Stationen Retz, Laa an der Thaya, Hohenau an der March und Wien Hohe Warte herangezogen. Diese Analyse wird als „Startpunkt“ der Arbeiten dienen.

Klimamodelle sagen einen weiteren Anstieg der Lufttemperatur gemeinsam mit Veränderungen der Niederschlagshäufigkeit und –verteilung voraus (SOLOMON et al., 2007). Hohe Temperaturen können Trockenperioden auslösen (Van der SCHRIER et al., 2006) und Hitzewellen wie die des Jahres 2003 werden in Zukunft für alle paar Jahre erwartet (SCHÄR et al., 2004).

## **Klimainformationen aus Jahrringen**

Die Bäume in den gemäßigten Breiten bilden auf Grund der ausgeprägten Winterruhe eindeutig unterscheidbare Jahrringe. Das Wachstum der Bäume wird sehr stark durch das Klima während der Vegetationsperiode beeinflusst. Der jährliche Zuwachs variiert mit dem wachstumslimitierenden Faktor (FRITTS, 1976). In einem Trockengebiet wie dem Weinviertel kann man davon ausgehen, dass die Wasserverfügbarkeit – also der Niederschlag – für die Breite des Jahrrings ausschlaggebend ist. Daher kann in dieser Region ein Zusammenhang zwischen der Variabilität der Zuwächse und der Niederschlagsmenge hergestellt werden, der zur Rekonstruktion klimatischer Verhältnisse über den Zeitraum instrumenteller Aufzeichnungen hinaus herangezogen werden kann.

Während in Europa Jahrringe generell häufiger zur Rekonstruktion von Sommertemperaturen herangezogen werden (z. B. BÜNTGEN et al., 2005), sind auf Jahrringen basierende Niederschlagsrekonstruktionen eher rar. In Mitteleuropa außerhalb des alpinen Bereichs existieren jedoch bereits einige diesbezügliche Studien – z. B. WILSON und ELLING (2004) für Bayern, KERN et al. (2009) für Ungarn. Entsprechende Untersuchungen (z. B. GRABNER et al. 2010; KARANITSCH-ACKERL, 2010; GRABNER und HOLAWA, 2009; SCHAUPMANN, 2008; STRUMIA, 1999; STRUMIA, WIMMER und GRABNER, 1997) wurden bereits durchgeführt.

## Klimainformationen aus Weinlesedaten und historischen Aufzeichnungen

Von Menschen niedergeschriebene Beobachtungen oder Feststellungen mit direktem oder indirektem Bezug zu Wetter, Witterung oder Klima lassen sich in vielen Fällen einem genauen Datum zuordnen. Sie liefern also eine sehr hohe zeitliche Auflösung. Archive der landwirtschaftlichen Produktion stehen an der Basis des menschlichen Überlebens und waren in früheren Zeiten wesentliche Grundlagen des Steuersystems. Dabei eignen sich Phänologie, Erntemengen und Qualitätsangaben, wie diese für den Wein üblich sind, als Anzeiger für die Witterungsentwicklung im betreffenden Jahr. Wie bei Jahrringen lässt sich die Information auch hier auf das Jahr genau angeben. Beispielsweise liefert das Lesedatum des Weins im Osten Österreichs summarische Information über die Temperatur im Zeitfenster von Mai bis Juli (MAURER et al., 2009).

In den letzten Jahrzehnten häufen sich Untersuchungen direkter und/oder indirekter Angaben über Wetter, Witterung und/oder Klima aus natürlichen und/oder menschlichen Archiven und ihre klimatologische Deutung. Die Palette reicht von Analysen einzelner Tagebücher (BRÁZDIL und KOTYZA, 1995; STRÖMMER und HOLAWE, 2004) über die Zusammenfassungen derartiger Tagebuchinformationen (PFISTER et al., 1999; GLASER, 2008) zu Hauschroniken (GLASER et al., 1991) und zusammenfassenden Chroniken älteren Datums (WEINBERGER, 1948; LAUSCHER, 1985). Die umfangreichen Detailuntersuchungen führten zu räumlichen Vergleichen in einzelnen Regionen (GLASER 1991) und Ländern (BRÁZDIL und FRIEDMANNOVÁ, 1994; RACZ, 1999; KISS, 2009) und mündeten in ausführliche länderübergreifende Darstellungen der Klimaentwicklung der letzten Jahrhunderte (PFISTER, 1999; PFISTER et al., 1999; GLASER, 2008). Auf die spezifischen Vor- und Nachteile bzw. Einschränkungen der für die Klimarekonstruktion herangezogenen Informationen wird ebenfalls hingewiesen (PFISTER, 1984; PFISTER, 1999; BRÁZDIL et al., 2005; GLASER, 2008).

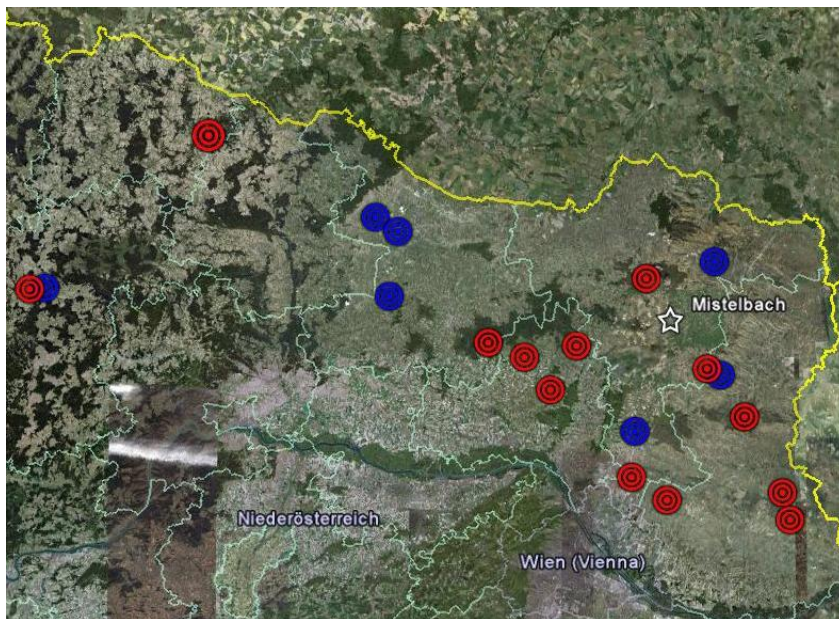
Auch für den Raum Wien und Umgebung liegt eine Darstellung der Klimaentwicklung auf der Basis von historischen Daten vor (STRÖMMER, 2003), die den Zeitraum 1700 bis 1830 umfasst. Es ist zu vermuten, dass es in der Region noch viele bislang unentdeckte archivarische Schätze gibt. Es soll daher auf das Wissen der lokal tätigen Menschen zurückgegriffen werden, um die klimatologisch interpretierbare Datenbasis im Weinviertel für die letzten 300 bis 400 Jahre zu verdichten.

## Datenbestand Jahrringlabor BOKU

Im Weinviertel und Umgebung sind bereits Probennahmen durchgeführt und die entsprechenden Datensätze generiert worden. Bei den datierten historischen Hölzern (blaue Symbole in der Karte – Abb. 1, Seite 6) ist die exakte Herkunft im Gegensatz zu Proben lebender Bäume (rote Symbole) nicht bekannt, die Verwendung regionaler Hölzer v. a. bei Eiche aber sehr wahrscheinlich.

**Datiertes historisches Holz:**

<i>Ort</i>	<i>Objekt</i>	<i>Datierung</i>
Niedersulz	Museumsdorf	
Schrattenthal	Schlosskapelle, altes Postgebäude	1444 bzw. 1862
Sitzendorf an der Schmida	Kirche	1743
Ulrichskirchen	Schloss	1323
Walterskirchen		1714
Zellerndorf	Kirche, Karner, Pfarrhof	1458
Zwettl		1477

**Standorte lebender Bäume:**

Deutsch Wagram  
 Ernstbrunn  
 Gänserndorf  
 Glasweiner Wald  
 Hörersdorf  
 Kollmitzdörfel  
 Markhof  
 Nexing  
 Oberweiden  
 Porrau  
 Praunsberg  
 Seyring  
 Zwettl

Abb. 1: Standorte bereits beprobter lebender Bäume (rot) und historischer Objekte (blau)

Karte erstellt mit Hilfe von Google Earth, 16. März 2010

**Ausblick auf die zukünftige klimatische Entwicklung**

Regionalsierte Klimamodelle (RCM) (reclip:more, LOIBL et al., 2007) zeigen, dass sich die Niederschlags- und Temperaturverhältnisse in Ostösterreich saisonal unterschiedlich entwickeln werden. Für die Wintermonate zeigt sich ein Temperaturanstieg von 1,3 bis 1,8 °C bis 2050, während für den Sommer bis zu 2,5 °C mehr zu erwarten sind und für den Herbst sogar bis zu 3 °C. Die Wintermonate werden niederschlagsreicher (plus 15 – 30%) und im Sommerhalbjahr wird es trockener werden. Die Sommertrockenheit ist insbesondere für die Fichte ein zunehmender Stressfaktor und auch die Gefahr des Auftretens von Borkenkäfern wird dadurch tendenziell größer (LOIBL et al., 2007). Klimaänderungen können für den Wein in kühleren Regionen auch positive Auswirkungen haben. Insgesamt wirkt sich aber die Tendenz zu einer früheren Reife und Lese auch auf die Qualität des Weines aus (KERSEBAUM, EITZINGER und BAUER, 2009).

## So wird's gemacht

### 1. Statistische Auswertung von Klimadaten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) und des Hydrographischen Zentralbüros (HZB) auf Tages- und Monatsbasis

#### Ausweisung von Trockenjahren und deren Analyse

Auf Grund verschiedener statistischer Parameter (z. B. Abweichung vom langjährigen Jahresniederschlagsmittelwert größer als die Standardabweichung) werden Trockenjahre ausgewiesen. Der Vergleich mehrerer Standorte wird die räumliche Variabilität zeigen. Bezüglich des Auffindens von Trockenperioden wird wie von AUER et al. (2004) vorgegangen. Die Ergebnisse sind eine Liste von trockenen Jahren im Zeitraum der instrumentellen Aufzeichnungen und deren Beschreibung hinsichtlich der jahreszeitlichen Niederschlagsverteilung.

### 2. Dendrochronologie

#### Aufarbeitung vorhandenen Datenmaterials

Die bereits vorhandenen Standortschronologien (siehe auch Datenbestand Jahrringlabor BOKU) werden überprüft und für die weitere Analyse aufgearbeitet.

#### Suche von geeigneten Standorten und Objekten zur Probennahme

Gemeinsam mit SchülerInnen, Forstorganen (Bezirksbauernkammer, Bezirksforstinspektorat) und WaldeigentümerInnen werden mögliche Beprobungsstandorte gesucht. Die Auswahlkriterien sind die räumliche Lage, das Alter der Bäume und die Bodenbeschaffenheit. Da mit abnehmender Bodenwasserverfügbarkeit die Signale der Jahrringe deutlicher werden, werden vor allem extrem trockene Standorte (z. B. nach Süden exponierte Hänge, felsiger oder schottriger Untergrund) beprobt. Als Holzarten kommen alle vorkommenden Nadelhölzer sowie Eiche und Rotbuche in Frage. Um die Jahrringchronologie zu verlängern, werden historische Holzbauteile beprobt. Die Objekte werden nach Hinweisen von SchülerInnen aufgesucht und beprobt.

#### Probennahme und Präparation von historischen Hölzern und lebenden Bäumen

Die Beprobungen sollen zumindest zu einem großen Teil gemeinsam mit den SchülerInnen durchgeführt werden. Die Erfahrung zeigt, dass vor allem bei den Arbeiten „im Feld“ das Verständnis für die klimatischen Gegebenheiten gestärkt werden kann.

Pro Standort werden 15 Bäume in Brusthöhe (1,4 m) jeweils mit zwei Bohrkernen mit Hilfe von Zuwachsbohrern (manuell) beprobt. Bei historischen Hölzern werden mit einem elektrisch betriebenen

Trockenholzbohrer Bohrkerne (üblicherweise 8 Proben pro Bauphase) entnommen. In beiden Fällen ist die extrahierte Probe ein zylindrischer Bohrkern mit 5 bzw. 7 mm Durchmesser. Die Proben werden in trockenem Zustand auf Holzleisten geleimt und dann geschliffen, bis alle einzelnen Holzzellen sichtbar werden.

#### Dendrochronologische Messungen

Die präparierten Proben werden mit Hilfe eines Auflichtmikroskops, eines Messtischs und der entsprechenden Software gemessen. Um zeitlich differenziertere Aussagen (Frühjahr, Frühsommer, Sommer) treffen zu können, wird die Messung in Frühholz-, Spätholz- und Gesamtjahrringbreite getrennt durchgeführt (Ausnahme: Rotbuche – Differenzierung in Früh- und Spätholz auf Grund der Holzanatomie visuell nicht möglich). Der Spätholzanteil (SHA) wird berechnet:  $SHA = (SH/JRB) * 100$  (SH = Spätholzbreite, JRB = Jahrringbreite).

#### Chronologien (Frühholz, Spätholz, Jahrringbreite, Spätholzanteil) aufbauen

Die durch die Messung gewonnenen Zeitreihen der lebenden Bäume werden mit dem entsprechenden Enddatum versehen und dann synchronisiert. D. h., es erfolgt eine Bereinigung um etwaige Messfehler bzw. fehlende oder falsche Jahrringe mit Hilfe der Software COFECHA (HOLMES, 1983) und anschließender visueller Überprüfung. Die historischen Proben werden ebenfalls synchronisiert und dann mit Hilfe der auf der BOKU vorhandenen Standardchronologien für Ostösterreich (GEIHOFFER et al., 2005) datiert. Aus den synchronisierten, datierten Messreihen werden dann Jahrringchronologien aufgebaut – Mittelwerte aus allen Proben eines Standorts/einer kleinen Region innerhalb des Weinviertels. Dies dient dazu, die individuellen Unterschiede der einzelnen Bäume bzw. Hölzer zu minimieren und deren gemeinsames Signal hervorzuheben.

Alle Messreihen werden mit der Software ARSTAN (COOK, 1985) standardisiert, um niederfrequente Variabilitäten wie den bei allen Bäumen vorkommenden Alterstrend, Bestandsentwicklung und lokale Störungen zu entfernen (COOK et al., 1990). Die Berechnung der Chronologien – Mittelwerte der standardisierten Proben – erfolgt im gleichen Arbeitsschritt mit demselben Programm.

#### Skeleton Plots

Mit den SchülerInnen soll auch eine alternative Methode der Synchronisation (ohne zu messen) vorgenommen werden, die v. a. bei US-amerikanischen dendroklimatologischen Studien angewandt wird – das Erstellen sog. Skeleton Plots. Beim Erstellen eines Skeleton Plots wird die Variabilität der Jahrringbreiten eines Bohrkerns auf einen Millimeterpapierstreifen übertragen. Jeder Millimeter repräsentiert dabei einen Jahrring. Jahrringe, die um ein Vielfaches schmaler sind als der vorhergehende Jahrring, werden mit einem Strich markiert – je größer die (negative) Abweichung zum letzten Jahrring ist, desto länger wird der Strich auf dem Millimeterpapier gemacht. Skeleton Plots eignen sich somit nicht nur zum Synchronisieren sondern auch zum Aufspüren von negativen Weiserjahren (Jahre, in denen der Großteil der Proben – meist aus klimatischen Gründen – einen sehr schmalen Jahrring aufweist). Als Ergebnis liegt dann ein sog. Master Plot vor. Dieser kann deskriptiv mit der Liste an Trockenjahren (siehe Punkt 1 und 4) verglichen werden.



### 3. Dendroklimatologie

#### Beziehung zwischen Jahrringparametern und Trockenperioden ermitteln

Um die Klima-Wachstums-Beziehungen zu analysieren, werden Jahrringparameter und Klimaelemente (z. B. Monatssumme des Niederschlags) in Beziehung gesetzt. Dies muss natürlich innerhalb der korrekten Kalenderjahre durchgeführt werden. Da über Reservestoffbildungen auch die Sommermonate des Vorjahres eine Rolle spielen, werden diese auch miteinbezogen; so verwendet man häufig den Zeitraum August des Vorjahres bis September des laufenden Jahres für die Response Function Analyse (FRITTS, 1976). Die Berechnungen werden mit der Software DendroClim 2002 (BIONDI und WAIKUL, 2004) durchgeführt.

Das Ergebnis ist die Beschreibung der Klima-Wachstums-Beziehungen der einzelnen Standorte oder Kleinregionen. Ein vorstellbares Ergebnis wäre z. B., dass der Niederschlag in den Monaten April bis Juni das Wachstum der Bäume positiv beeinflusst; d. h.: viel Niederschlag in dieser Periode führt zu einem breiten Jahrring.

### 4. Definition von Trockenphasen

#### Sind Trockenjahre (Ausweisung auf Grund von Klimadaten) auch Weiserjahre (Ausweisung auf Grund von dendrochronologischen Daten) oder nicht?

Die unter Punkt 1 aufgefundenen Trockenjahre können nun sowohl mit den Skeleton Plots als auch den Chronologien verglichen werden. Hierbei ist zu überprüfen, welche Trockenjahre ein Weiserjahr (schmaler Jahrring) verursachen. Nach diesem Vergleich muss die „Struktur“ der Trockenjahre untersucht werden: Wie lange dauerte die Trockenphase zu welchem Zeitpunkt an; wie war der Niederschlag davor?

Als Ergebnis wird eine modellhafte Trockenphase generiert, die sich in den Jahrringen widerspiegelt. Die Frage, wie lange und wie intensiv eine Trockenphase sein muss, um in der Jahrringchronologie sichtbar zu sein, wird somit beantwortet. Es kann somit eine „Chronologie“ an potenziellen Trockenjahren aus den Klimadaten ermittelt werden. Des Weiteren wird die räumliche Verteilung der Trockenperioden analysiert. Waren die Gebiete, die heute besonders unter Trockenheit leiden, schon immer trocken oder hat sich das räumliche Muster der Trockenperioden verändert?

### 5. Austriebsverhalten von Bäumen und Weingärten

#### Beobachtungen des Austriebsverhaltens von Bäumen und Weingärten an ausgewählten Standorten

Mit Hilfe der SchülerInnen soll über zwei Jahre das Austriebsverhalten verschiedener Baumarten an deren Heimatorten beobachtet werden. Wann brechen die Knospen auf und wann beginnt die Blattentfaltung? Innerhalb des Beobachtungszeitraums kann das Austriebsverhalten mit den (selbst ge-

messen – siehe Punkt 6) klimatischen Werten und mit der Jahrringbreite des neu zu bildenden Jahrringes verglichen werden. Bedeutet ein früher Austrieb (d. h. längere Vegetationsperiode) auch, dass der Jahrring breiter ist?

## 6. Meteorologische Messungen

### Eigenständige meteorologische Messungen der SchülerInnen von Luft- und Bodentemperatur, Niederschlag, Luft- und Bodenfeuchte

Es sollen an drei Standorten (Schule, Wald, Weingarten) Klimamessstationen aufgestellt und danach kontinuierlich betrieben werden. Diese liefern einerseits tatsächlich lokale Klimainformationen, die auch in die Auswertungen miteinbezogen werden, sollen den SchülerInnen aber auch die Variabilität des Wetters und der daraus generierten Daten aufzeigen – einerseits von Tag zu Tag aber auch räumlich (Unterschied zwischen den drei Standorten).

Aus den unter Punkt 5 und 6 beschriebenen Beobachtungen und Messungen können im Zeitrahmen dieses Projekts lediglich erste Informationen gewonnen werden. Sie könnten allerdings im Sinne einer längerfristigen Kooperation zwischen Antragsteller und Schule über die Projektlaufzeit hinaus weitergeführt werden, um eine Zeitreihe, die sich auch statistisch auswerten lässt, zu generieren.

## 7. Erntedaten und historische Wetteraufzeichnungen

### Recherche und Zusammentragen des Materials, Auswertung bzw. Quantifizierung

Bei dieser Projektaufgabe sind vor allem die SchülerInnen gefordert. Archive von Gemeinenden, Bezirken und Privatpersonen sollen auf verwertbare Klima- und Ernteinformationen durchforstet werden. Auch Aufzeichnungen der Landwirtschaftlichen Fachschule werden Eingang in die Analyse finden.

Je nach Datenniveau und –qualität erfolgt dann eine Auswertung bzw. Quantifizierung des Materials. Im Idealfall ergibt sich daraus eine Datenbank mit möglichst lückenlosen, jährlichen Informationen zur Weinernte – Zeitpunkt, Ertrag und Qualität – und Trockenperioden im Weinviertel über einen Zeitraum, der weiter in die Vergangenheit zurückreicht als die instrumentellen Klimaaufzeichnungen.

## 8. Beziehung zwischen Weinernte und Trockenperioden

### Sind Trockenjahre (Ausweisung auf Grund von Klimadaten) auch in den Ernteaufzeichnungen feststellbar?

Die unter Punkt 1 aufgefundenen Trockenjahre sollen zu den in Punkt 6 beschriebenen Erntedaten in Beziehung gesetzt und analysiert werden. Analog zu den in Punkt 3 beschriebenen Beziehungen

zwischen Klima und Jahringwachstum der Bäume soll auch eine Beziehung zwischen Klima und Weinernte hergestellt werden. Das dabei anwendbare statistische Instrumentarium richtet sich allerdings nach der Art und Weise der aufzufindenden Erntedaten und kann daher noch nicht beschrieben werden. Ergebnis der Analysen soll ein Vergleich zwischen Weinkulturen und den unterschiedlichen Baumarten in ihrer Reaktion auf Trockenperioden sein.

## 9. Zusammenführen der Ergebnisse

### Interpretation der gefundenen Ergebnisse, Schlussfolgerungen

Die durch die zuvor genannten Arbeitsschritte (1 bis 8) ermittelten Ergebnisse werden zusammengeführt und mit den SchülerInnen diskutiert. Für Ergebnisse, Interpretationen und Schlussfolgerungen werden geeignete Darstellungs- und Präsentationsformen (Karten, Grafiken, Diagramme, Schemata usw.) erarbeitet.

## 10. Szenarien für die zukünftige Entwicklung

### Berechnung verschiedener Szenarien des Wachstums von Wald und Wein

Für die im Projekt gefundenen Zusammenhänge zwischen meteorologischen Verhältnissen und Wachstum der Bäume und des Weins werden geeignete regionalisierte Klimaszenarien ausgewählt und Szenarien für die Entwicklung des Wachstums des Waldes und des Weines im Weinviertel bis Ende des Jahrhunderts berechnet. Ziel ist dabei, die künftige Entwicklung im Weinviertel besser einschätzen zu können und andererseits SchülerInnen mit der Anwendung und Interpretation von Klimaszenarien vertraut zu machen.

## Zitierte Literatur

- AUER, I., E. KORUS, R. BÖHM und W. SCHÖNER, 2004: Analyse von Hitze- und Dürreperioden in Österreich; Ausweitung des täglichen StartClim Datensatzes auf das Element Dampfdruck. Endbericht StartClim2004.a.
- BIONDI, F. und K. WAIKUL, 2004: DENDROCLIM 2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies. In: Computers & Geosciences 30: 303 – 311.
- BRÁZDIL, R. und L. FRIEDMANNOVÁ, 1994: Temperature Patterns in the Czech Lands in 1751-1850 – Comparison of Documentary Evidence and of Instrumental Data. In: BRÁZDIL, R. und M. KOLÁR (Hrsg.): Contemporary Climatology, Brünn: 82 – 91.

- BRÁZDIL, R. und O. KOTYZA, 1995: Daily meteorological observations of Charls Senior of Zerotín in the years 1588-1591. In: *Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis (Geography)* Vol. 25: 7 – 39.
- BRÁZDIL, R., C. PFISTER, H. WANNER, H. von STORCH und J. LUTERBACHER, 2005: Historical Climatology in Europe – The state of the art. In: *Climatic Change*, 70: 363 – 430.
- BÜNTGEN, U., J. ESPER, D. C. FRANK, K. NICOLUSSI und M. SCHMIDHALTER, 2005: A 1052-year tree-ring proxy for Alpine summer temperatures. In: *Climate Dynamics* 25 (2 – 3): 141 – 153.
- COOK, E. R., 1985: A time series analysis approach to tree-ring standardization. Dissertation an der University of Arizona, Tucson.
- COOK, E. R., K. BRIFFA, S. SHIYATOV und V. MAZEPA, 1990: Tree-ring standardization and growth trend estimation. In: COOK, E. R. und L. A. KAIRIUKSTIS (Hrsg.): *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 104 – 123.
- FRITTS, H. C., 1976: *Tree Rings and Climate*. The Blackburn Press, Caldwell. London, New York, San Francisco.
- GEIHOFFER, D., M. GRABNER, J. GELHART, R. WIMMER und H. FUCHSBERGER, 2005: New master chronologies from historical and archaeological timber in Eastern Austria. Konferenzbeitrag EuroDendro 2005, Viterbo.
- GLASER, R., 1991: Klimarekonstruktion für Mainfranken, Bauland und Odenwald anhand direkter und indirekter Witterungsdaten seit 1500. *Paläoklimaforschung* 5, Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Mainz, Stuttgart, New York: 175 S.
- GLASER, R., W. SCHENK und A. SCHRÖDER (Hrsg.), 1991: *Die Hauschronik der Wiesenbronner Familie Hüßner – Ihre Aufzeichnungen zu Wirtschaft, Geschichte, Klima und Geographie Mainfrankens von 1750-1894*. Materialien zur Erforschung früherer Umwelten 1; Sondheim v. d. Rhön: 60 S.
- GLASER, R., 2008: *Klimageschichte Mitteleuropas – 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen*. Primus Verlag: 264 S.
- GRABNER, M. und F. HOLAWE, 2009: Die Schwarzkiefer als Niederschlagsindikator für Ostösterreich. In: *alpine space – man & environment*. Vol. 6 (Klimawandel in Österreich). Innsbruck University Press: 105 – 114.
- GRABNER, M., S. KARANITSCH-ACKERL, H. KONRAD, M. GANEKIND, R. BÖHM, S. FLUCH und S. SCHÜLER, 2010: Die Auswirkungen von Trockenphasen auf die Holzqualität unterschiedlicher Fichtenherkünfte. Konferenzbeitrag Österreichischer Klimatag 2010, Wien.
- HARLFINGER, O. und G. KNEES, 1999: *Klimahandbuch der Österreichischen Bodenschätzung* Klimatographie Teil 1. Innsbruck.
- HOLAWE, F., 2009: Wie der Mensch das Klima erlebt. In: EITZINGER, J., K. C. KERSEBAUM und H. FORMAYER, 2009: *Landwirtschaft im Klimawandel. Auswirkungen und Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft in Mitteleuropa*. Wien: 67 – 82.
- HOLMES, R. L., 1983: Computer assisted quality control in tree-ring dating and measurements. *Tree Ring Bulletin* 43: 69 – 75.
- IPCC, 2007: *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge University Press. ISBN-13: 978-0521705967.

- KARANITSCH-ACKERL, S., 2010: Jahrringe von Schwarzkiefer und Eiche unterschiedlicher Standorte als Proxy für Seespiegelschwankungen des Neusiedler Sees. Diplomarbeit an der Universität Wien.
- KERN, Z., A. GRYNÆUS und A. MORGÓS, 2009: Reconstructed precipitation for southern Bakony Mountains (Transdanubia, Hungary) back to 1746 AD based on ring widths of oak trees. In: *Időjárás Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service* Vol. 113/4: 299 – 314.
- KERSEBAUM K. C., J. EITZINGER und K. BAUER, 2009: Dauerkulturen. In: EITZINGER, J., K. C. KERSEBAUM und H. FORMAYER, 2009: *Landwirtschaft im Klimawandel. Auswirkungen und Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft in Mitteleuropa*. Wien: 202 – 235.
- KILIAN, W., F. MÜLLER und F. STARLINGER, 1994: Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. Forstliche Bundesversuchsanstalt. Wien. <http://bfw.ac.at/300/pdf/1027.pdf>
- KISS, A., 2009: Historical Climatology in Hungary: Role of documentary evidence in the study of past climates and hydrometeorological extremes. In: *Időjárás Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, Vol. 113/4, 315 – 339.
- LAUSCHER, F., 1985: Beiträge zur Wetterchronik seit dem Mittelalter. In: *Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Math.-naturwiss. Klasse* 194, Heft 2: 93 – 131.
- LEXER, M., 2009: Waldbewirtschaftung im Klimawandel. In: EITZINGER, J., K. C. KERSEBAUM und H. FORMAYER, 2009: *Landwirtschaft im Klimawandel. Auswirkungen und Anpassungsstrategien für die Land- und Forstwirtschaft in Mitteleuropa*. Wien: 235 – 247.
- LEXER, W., J. BÜRCEL, M. KÖNIG, K. HASLINGER, W. SEHER und H. SCHWARZ, 2007: Regional climate modelling based on ECHAM5/REMO Emission Scenario A1B; Preliminary results of the Partner Umweltbundesamt GmbH within the workpackage 7 of the Interreg IIIb-Project „Climate Change, Impacts and Adaptation Strategies in the Alpine Space, ClimChAlp“ (unveröffentlichte Studie).
- LOIBL, W., A. BECK, M. DORNINGER, H. FORMAYER, A. GOBIENT und W. SCHÖNER, 2007: Research for Climate. In: NIEDERMAIR M., M. LEXER, G. PLATTNER, H. FORMAYER und R. SEIDL, 2008: *Klimawandel & Artenvielfalt. Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften?*
- MAURER, C., E. KOCH, C. HAMMERL, T. HAMMERL und E. POKORNY, 2009: BACCHUS temperature reconstruction for the period 16th to 18th centuries from Viennese and Klosterneuburg grape harvest dates. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 114, D22106.
- MEINING, S., K. von WILPERT, J. SCHÄFFER und H. SCHRÖTER, 2008: Waldzustandsbericht 2008 der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. FVA- Waldzustandsbericht. <http://www.fva-bw.de/publikationen/wzb/ws2008.pdf>
- NOBILIS, F. und R. GODINA, 2006: Extreme Trockenheit in Österreich. Extreme Dry Situation in Austria 2003. In: *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*. März/April 2006: 51 – 58.
- PALMER, W. C., 1965: Meteorological Drought. Research Paper No. 45. US Department of Commerce. Weather Bureau. Washington D. C.
- PFISTER, C., 1984: *Das Klima der Schweiz von 1525-1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft*, Bd. 1, 2. Bern, Stuttgart.

- PFISTER, C., 1999: Wetternachhersage. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen 1496-1995. Bern: 304 S.
- PFISTER, C., R. BRÁZDIL, R. GLASER, A. BOKWA, F. HOLAWA, D. LIMANKOWA, O. KOTYZA, J. MUNZAR, L. RACZ, E. STRÖMMER und G. SCHWARZ-ZANETTI, 1999: Daily Weather Observations in Sixteenth-Century Europe. In: Climatic Variability in Sixteenth-Century Europe and Its Social Dimension. Special Issue of Climatic Change, Vol. 43, No. 1: 111 – 150. Guest Editors: C. PFISTER, R. BRÁZDIL, R. GLASER.
- RACZ, L., 1999: Climate History of Hungary Since 16th Century: Past, Present and Future. Centre for Regional Studies of Hungarian Academy of Science, 28: 160 S.
- SCHÄR, C., P. L. VIDALE, D. LÜTHI, C. FREI, C. HÄBERLI, M. A. LINIGER und C. APPENZELLER, 2004: The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. In: Nature 427: 332 – 336.
- SCHAUPMANN, S., 2008: Niederschlagssensitivität verschiedener Baumarten in Ostösterreich. Diplomarbeit an der Universität Wien.
- SOLOMON, S. et al., 2007: Summary for policy makers. In: Climate change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working group I to the fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University press, Cambridge.
- STRÖMMER, E., 2003: Klima-Geschichte: Methoden zur Rekonstruktion und historischen Perspektive Ostösterreichs 1700 bis 1830. Forschungen und Beiträge zur Wiener Stadtgeschichte 39; Publikationsreihe des Vereins für Geschichte der Stadt Wien (Hrsg. S. C. PILS), Deuticke Verlag Wien.
- STRÖMMER, E. und F. HOLAWA, 2004: Das Tagebuch von Sebastian Mayr als klimahistorische Quelle der Frühen Neuzeit. In: Jahrbuch des Stiftes Klosterneuburg, Neue Folge, Bd. 19, Herausgegeben vom Chorherrenstift Klosterneuburg (Schriftleitung: K. HOLUBAR), Verlag Mayer & Comp. Klosterneuburg: S. 257 – 287.
- STRUMIA, G., R. WIMMER und M. GRABNER, 1997: Dendroclimatic sensitivity of *Pinus nigra* Arnold in Austria. In: Dendrochronologia, 15: 129 – 137.
- STRUMIA, G., 1999: Tree-ring based reconstruction of precipitation in Eastern Austria. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien.
- Van der SCHRIER, G., D. EFTHYMIADIS, K. BRIFFA und P. D. JONES, 2007: European Alpine moisture variability for 1800 – 2003. In: International Journal of Climatology 27: 415 – 427.
- WEINBERGER, L., 1948: Klimageschichte aus alten Chroniken. In: Wetter und Leben. Zeitschrift für angewandte Meteorologie 1: 363 – 364.
- WILSON, R. und W. ELLING, 2004: Temporal instability in tree-growth/climate response in the Lower Bavarian Forest region: Implications for dendroclimatic reconstruction. In: Trees – Structure and Function. Volume 18, Issue 1, January 2004: 19 – 28.