



Zusammenhang zwischen Jahrringen und Klima

Berechnung, Darstellung, Interpretation

Jasmin FIALA, Julia FLANDORFER, Monika FÖRSTER, Stephan FRANK, Carina HASITZKA,
Patrick HÖSS, Katrin LOIBL, Viktor NAWRATA, Raphaela REIMER
Sandra KARANITSCH-ACKERL, Michael GRABNER

1. Einleitung

Der WALD-WASSER-WEINviertel Workshop am 26. November 2010 mit der 8Cn des BORG, Sabine LAMPERT, Christine STRACUZZI, Ingeborg SCHWARZL, Franz HOLAWE und Sandra KARANITSCH-ACKERL sollte zwei Fragen beantworten:

- Wie berechnet man den Zusammenhang zwischen Jahrringen und Klima?
- Wie stark ist das Baumwachstum im Weinviertel von Niederschlag und Temperatur abhängig?

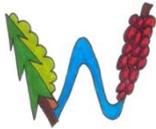
Diese Fragen wurden exemplarisch an Hand von Jahrringdaten (Frühholz- und Spätholzbreite) von Schwarzkiefern aus Gänserndorf und Klimadaten Station Retz, betrieben von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) untersucht. Die Untersuchung geht von der Hypothese aus, dass das Baumwachstum vom Klima – insbesondere von der Wasserverfügbarkeit – abhängt. Die Wasserverfügbarkeit wird der Temperatur und vom Niederschlag bestimmt:

- Viel/wenig Niederschlag führt zu einem breiten/schmalen Jahrring.
- Hohe/niedrige Temperaturen führen zu einem schmalen/breiten Jahrring.

2. Material und Methoden

2.1 JAHRRINGDATEN

Basis der Untersuchung bilden Messwerte für Früh- und Spätholzbreiten von 24 Bohrkernen von 12 Schwarzkiefern am Standort Gänserndorf. Die Daten wurden synchronisiert und mit Hilfe von Glättungskurven in Form negativer Exponentialfunktionen indexiert. Dieses in der Dendrochronologie übliche Verfahren der Standardisierung dient dazu, die Daten vom



natürlichen Alterstrend, dem das sekundäre Dickenwachstum von Bäumen unabhängig von den klimatischen Gegebenheiten unterliegt, zu befreien.

Aus den Indexwerten aller dieser Proben wurde jeweils ein Mittelwert – eine Chronologie – für Frühholz- und Spätholzindizes berechnet. Die Daten decken grundsätzlich die Jahre 1909 bis 2005 ab, auf Grund des unterschiedlichen Alters der Proben (siehe Abbildung 01) wurden für die weiteren Untersuchungsschritte allerdings nur die Jahre 1925 bis 2005 herangezogen.

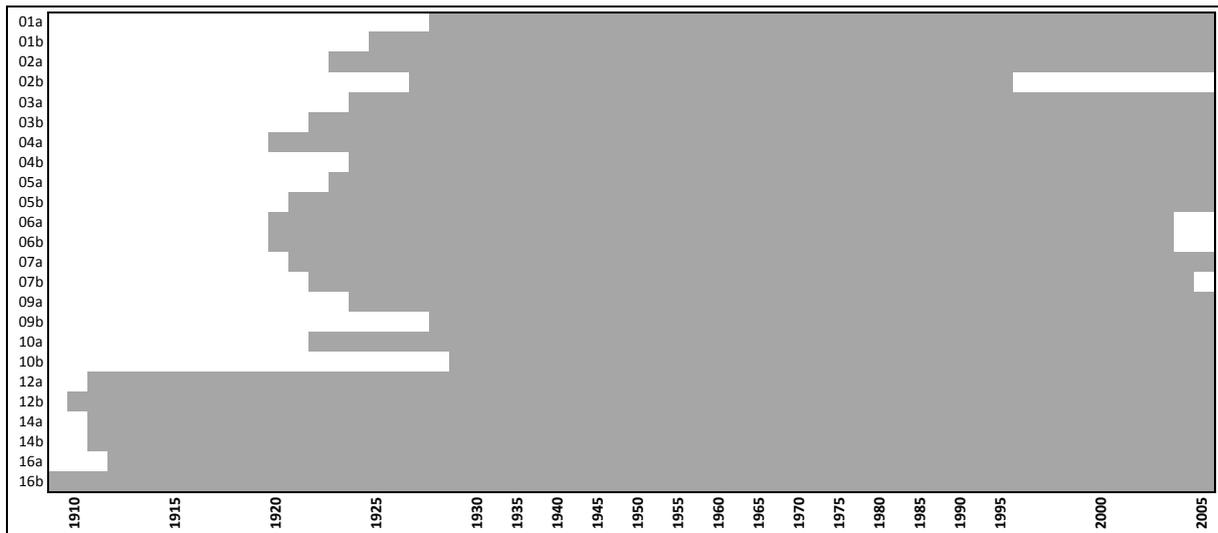


Abb. 01: Belegungsdichte der Früh- und Spätholzchronologie

2.2 KLIMADATEN

Die für die Untersuchung verwendeten Klimadaten stammen von der ZAMG-Station Retz. Es handelt sich um homogenisierte Monatsmittel der Lufttemperatur und Monatssummen des Niederschlags.

2.3 BERECHNUNG DER ZUSAMMENHÄNGE

Unter der Annahme, dass sowohl Jahring- als auch Klimadaten die Voraussetzung der Normalverteilung erfüllen und dass der Zusammenhang zwischen Jahring- und Klimadaten linear ist, wurden die in Tabelle 01 ersichtlichen Korrelationskoeffizienten mit der Open-Office-Software Calc berechnet.

Im Sinne einer explorativen Datenanalyse wurden zunächst Korrelationen zwischen den Temperaturmittelwerten bzw. den Niederschlagssummen einzelner Monate und der Frühholz- bzw. Spätholzchronologie berechnet. Der Zeitraum, der potenziell einen Einfluss auf die



Frühholzbildung hat, wurde mit Juni bis Oktober des vorangehenden und März bis Mai des laufenden Jahres festgelegt. Für die Spätholzbreite wurde der Zeitraum März bis Oktober des laufenden Jahres als relevant angenommen.

3. Ergebnisse

Tab. 01: Berechnete Korrelationskoeffizienten

A	Temperatur - Frühholz	Temperatur - Spätholz	Niederschlag - Frühholz	Niederschlag - Spätholz
Juni Vorjahr	-0,093		0,233	
Juli Vorjahr	-0,220		-0,006	
August Vorjahr	-0,325		0,173	
September Vorjahr	-0,233		0,143	
Oktober Vorjahr	0,083		-0,057	
März	0,094	0,057	0,156	0,163
April	-0,109	-0,106	0,155	0,105
Mai	-0,318	-0,047	0,179	0,027
Juni		-0,095		0,382
Juli		-0,264		0,399
August		-0,225		0,126
September		-0,057		-0,034
Oktober		0,084		-0,090
B	Temperatur - Frühholz	Temperatur - Spätholz	Niederschlag - Frühholz	Niederschlag - Spätholz
Juli-August Vorjahr	-0,326			
Aug.-Sep. Vorjahr	-0,361			
Jul.-Aug.-Sep. Vorjahr	-0,362			
Juni-Juli				0,513
Juli-August		-0,288		

A Korrelationskoeffizienten zwischen Jahrring-Chronologien und Temperaturmittelwerten bzw. Niederschlagssummen einzelner Monate vor und während der Vegetationsperiode (farbig hinterlegt sind alle Ergebnisse über $\pm 0,2$)

B Korrelationskoeffizienten zwischen Jahrring-Chronologien und Temperaturmittelwerten bzw. Niederschlagssummen mehrerer Monate (farbig hinterlegt – bei **A** und **B** – sind die jeweils besten Ergebnisse)

Eine erste explorative Datenanalyse hat gezeigt, dass Jahrringe und Temperatur negativ, Jahrringe und Niederschlag positiv korrelieren.



Beim Frühholz zeigt sich eine negative Korrelation mit den Mitteltemperaturen von Juli, August und September des Vorjahres sowie Mai des laufenden Jahres. Positiv ist die Korrelation mit der Juni-Niederschlagssumme des Vorjahres.

Die Spätholzbreitenindizes korrelieren negativ mit der Juli- und August-Mitteltemperatur und positiv mit der Juni- und Juli-Niederschlagssumme des laufenden Jahres.

In einem zweiten Schritt wurden Korrelationskoeffizienten für längere zusammenhängende Zeiträume berechnet (siehe in hellen Farben hinterlegte Werte in Tabelle 01A).

Laut obigen Berechnungen (Tabelle 01 – in dunklen Farben hinterlegte Werte) korreliert nun die Frühholzbreite am stärksten mit der Mitteltemperatur des Zeitraums Juli-August-September und mit dem Juni-Niederschlag des vorhergehenden Jahres. Die Spätholzbreite erreicht die höchsten Korrelationskoeffizienten mit der Juli-August-Mitteltemperatur und der Juni-Juli-Niederschlagssumme des laufenden Jahres.

Diese Ergebnisse werden nun in weiterer Folge grafisch dargestellt und interpretiert.

4. Diskussion

4.1 FRÜHHOLZBREITE – TEMPERATUR

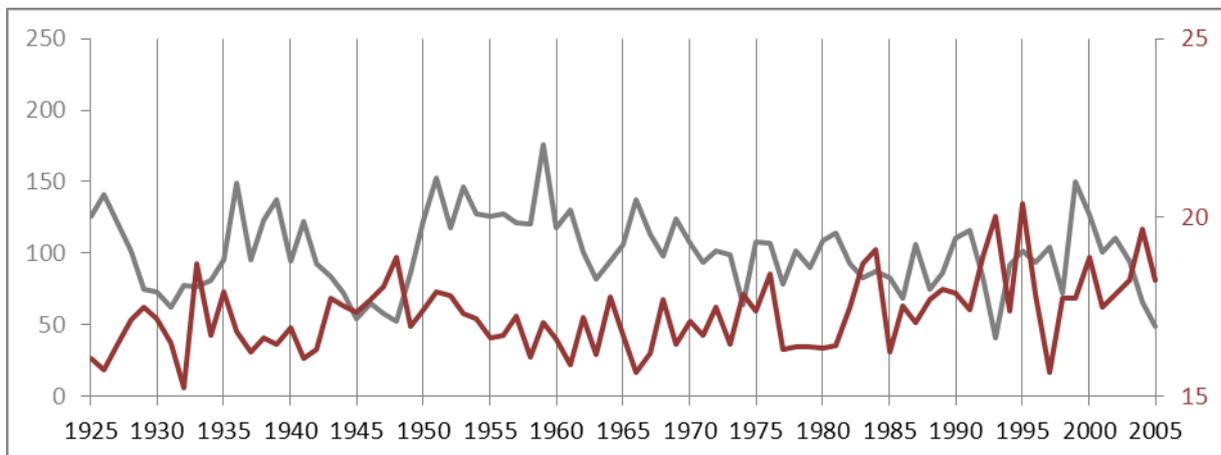


Abb. 02: Frühholzbreitenchronologie – Indizes, Mitteltemperatur (Juli-August-September des Vorjahres) [°C] 1925 bis 2005

In der Phase zwischen 1955 und 1970 waren die Sommertemperaturen tendenziell niedriger als in den Jahren danach – erkennbar an der „tiefer liegenden“ Temperaturkurve in Abbildung 02. Die wärmsten Sommer mit auffällig hohen Temperaturen der untersuchten Zeitspanne sind in den



frühen 1990er-Jahren zu finden. Auffällig niedrige Sommertemperaturen zeigt die Kurve für die Jahre 1932, 1966 und 1997.

Die Korrelationskoeffizienten und auch die grafische Darstellung zeigen, dass das mittlere Frühholzbreitenwachstum indirekt proportional zur Temperatur ist, was die Hypothese aus Kapitel 1 bestätigt.

4.2 FRÜHHOLZBREITE – NIEDERSCHLAG

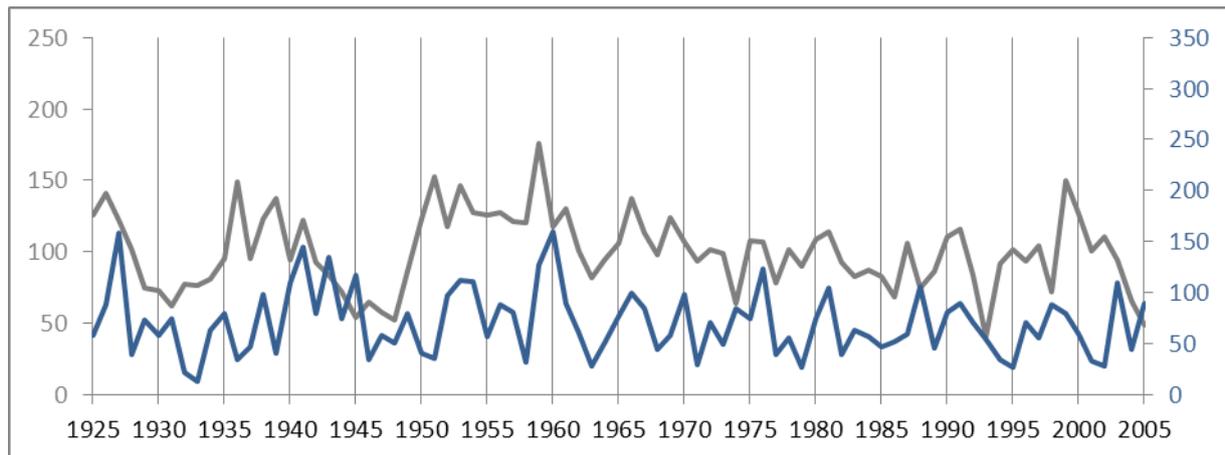


Abb. 03: Frühholzbreitenchronologie – Indizes, Niederschlagssumme (Juni des Vorjahres) [mm] 1925 bis 2005

Abbildung 03 zeigt den Zusammenhang zwischen Frühholzbreitenwachstum und Niederschlag vom Juni des Vorjahres von 1925 bis 2005. Die höchsten Juniniederschläge wurden in den Jahren 1959 und 1926 verzeichnet. Der trockenste Juni des Untersuchungszeitraums war im Sommer 1932, welcher auch zu den kältesten gehörte.

Im Allgemeinen ist erkennbar, dass das Frühholzbreitenwachstum direkt proportional zur Juni-Niederschlagssumme des Vorjahres ist. Die eingangs angeführte Hypothese ist also bestätigt. Die Frühholzbreite wird vom Sommerniederschlag des vorhergehenden Jahres beeinflusst.

4.3 SPÄTHOLZBREITE – TEMPERATUR

Anhand des Graphen (Abbildung 04) kann man erkennen, dass die Spätholzbreite und die Mitteltemperatur von Juli und August indirekt proportional zusammenhängen, das heißt: je höher die Temperatur, desto kleiner die Spätholzbreite und umgekehrt. Der Zusammenhang ist jedoch (wie auch in Tabelle 01B ersichtlich) weniger stark als bei der Frühholzbreite und der Sommertemperatur.

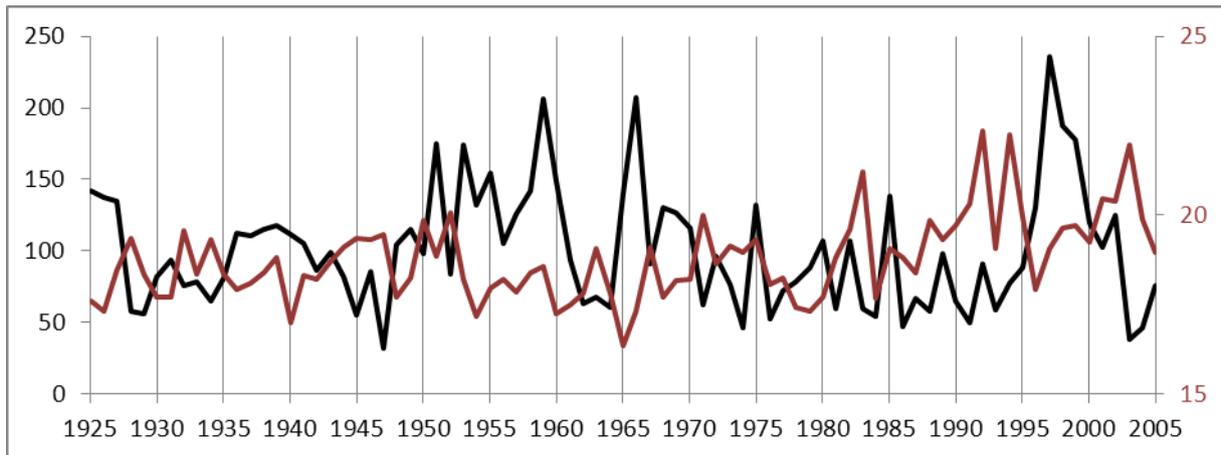


Abb. 04: Spätholzbreitenchronologie – Indizes, Mitteltemperatur (Juli-August) [°C] 1925 bis 2005

4.4 SPÄTHOLZBREITE – NIEDERSCHLAG

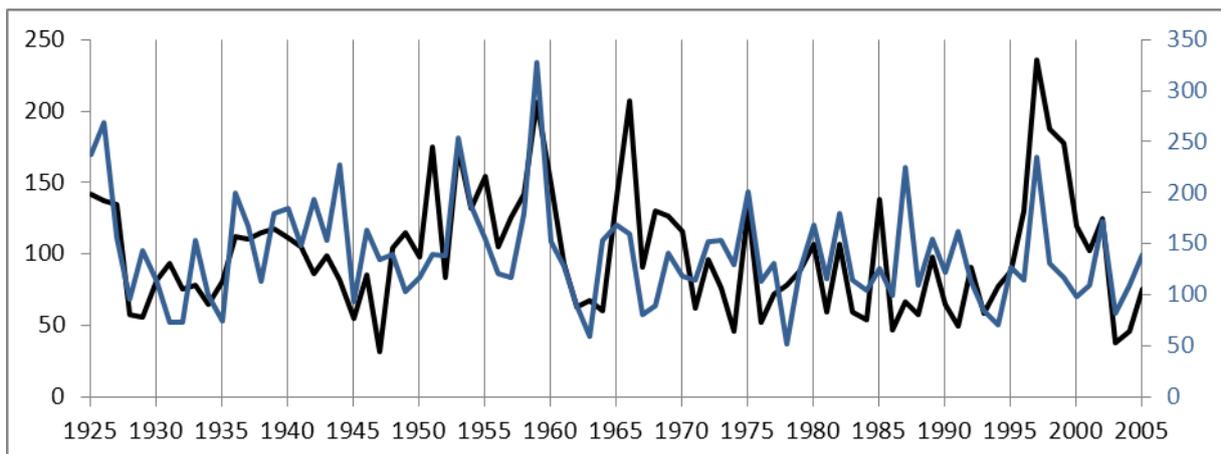


Abb. 05: Spätholzbreitenchronologie – Indizes, Niederschlagssumme (Juni-Juli) [mm] 1925 bis 2005

Abbildung 05 zeigt die Spätholzbreitenindizes und die Niederschlagssumme Juni-Juli für den Zeitraum 1925 bis 2005. Schon durch rein visuellen Vergleich mit den Abbildungen 02, 03 und 04 erkennt man, dass die Korrelation zwischen diesen beiden Parametern die höchste der untersuchten ist. Die Kurven sind weitestgehend gleichläufig und beschreiben eine direkte Proportionalität. Die Spätholzbreite ist also vom Frühsommerniederschlag abhängig.

5. Zusammenfassung

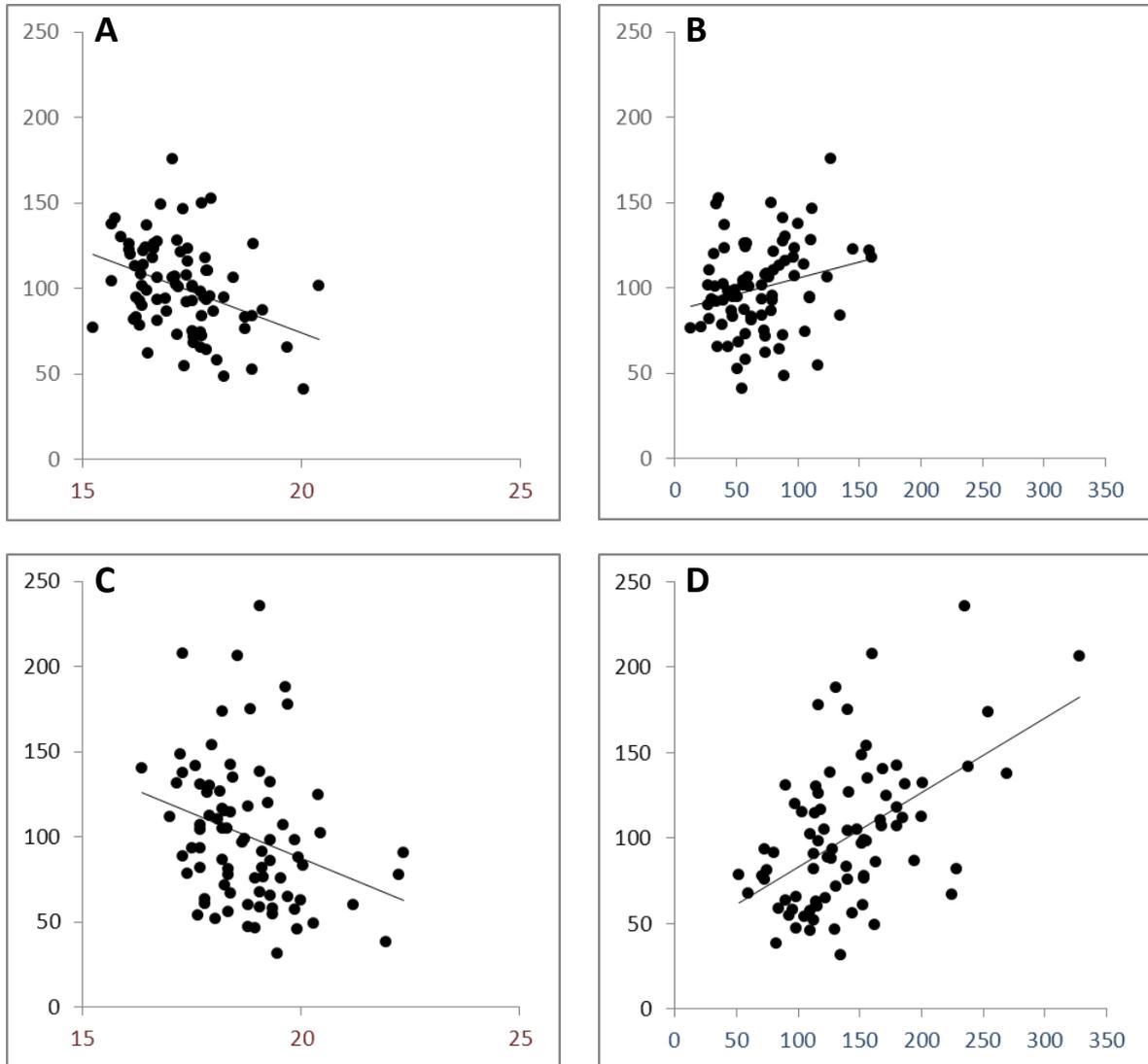
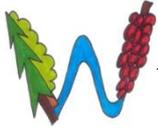


Abb. 06: Scatterplots der besten Ergebnisse, Zeitraum 1925 bis 2005

- | | | |
|----------|---|---|
| A | x | Mitteltemperatur (Juli-August-September des Vorjahres) [°C] |
| | y | Frühholzbreitenchronologie – Indizes |
| B | x | Niederschlagssumme (Juni des Vorjahres) [mm] |
| | y | Frühholzbreitenchronologie – Indizes |
| C | x | Mitteltemperatur (Juli-August) [°C] |
| | y | Spätholzbreitenchronologie – Indizes |
| D | x | Niederschlagssumme (Juni-Juli) [mm] |
| | y | Spätholzbreitenchronologie – Indizes |



Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Frühholzbreite am untersuchten Standort am stärksten auf die Sommertemperatur des Vorjahres reagiert (siehe auch Abbildung 06A) – je kühler der Spätsommer (Juli, August und September) gewesen ist, desto breiter ist im folgenden Jahrring das Frühholz.

Die Spätholzbreite weist die höchsten Korrelationskoeffizienten mit dem Niederschlag des Frühsommers der laufenden Vegetationsperiode (Juni und Juli) auf (siehe auch Abbildung 06D).

Die Hypothese, von der das Projekt WALD-WASSER-WEINviertel ausgeht – Abhängigkeit des Baumwachstums von der Wasserverfügbarkeit – wurden durch die hier beschriebenen, statistisch bewusst einfach gehaltenen, Untersuchungen bestätigt.

Die Jahrringe der Weinviertler Bäume sind laut den hier dargestellten Ergebnissen ein geeignetes Proxy für eine Rekonstruktion des Klimas über die Zeit meteorologischer Aufzeichnungen hinaus.