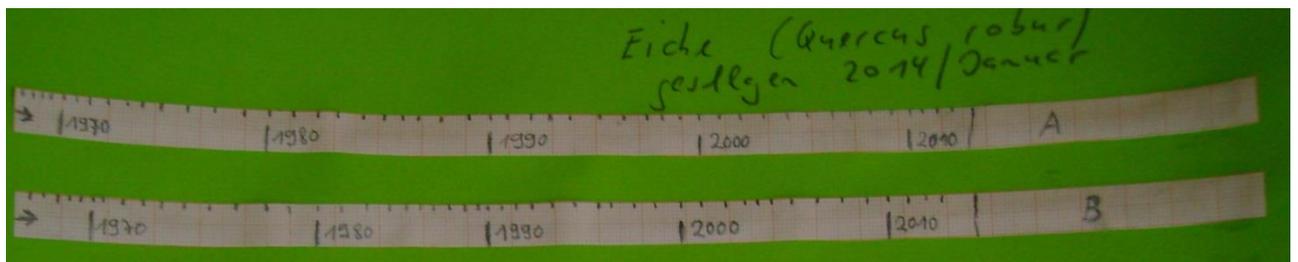
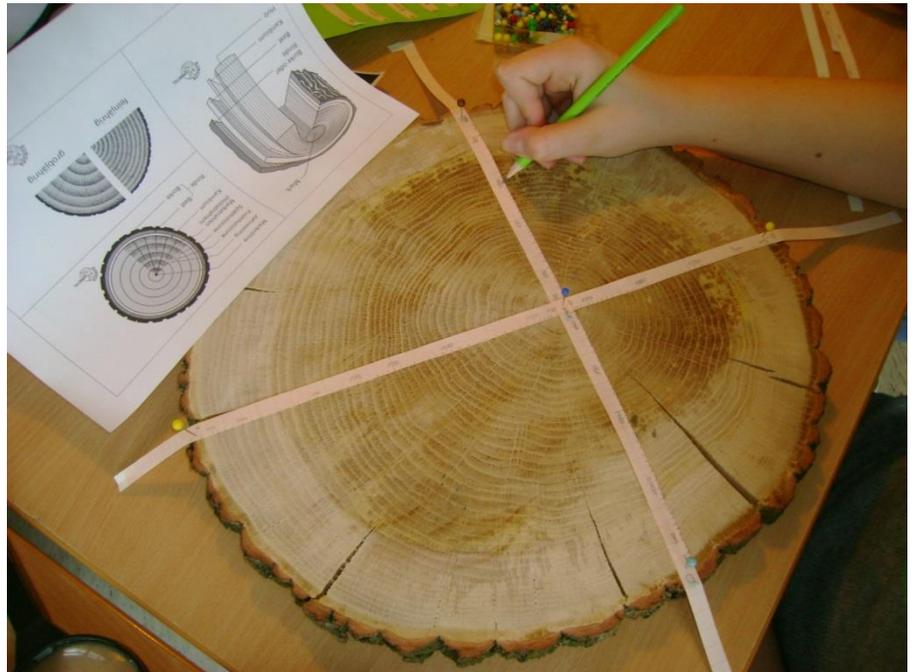
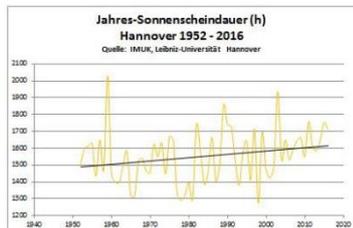
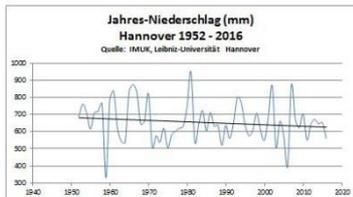
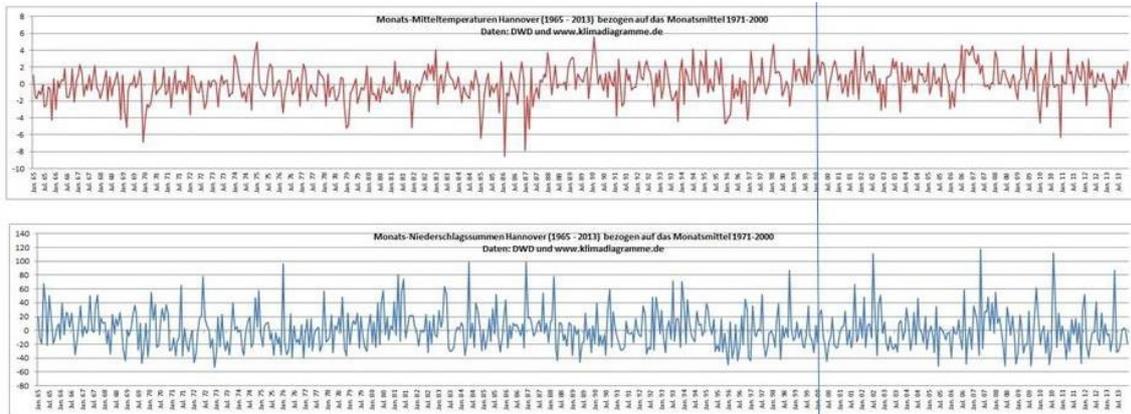


Landeshauptstadt Hannover



Lokales Klima und Baumwachstum Dendrochronologie in der Schule

November 2017



Jahresringprofil und Abweichungen von den langjährigen Monatsmitteln der Temperatur und des Niederschlags

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover
Schulbiologiezentrum Hannover

Titel: Lokales Klima und Baumwachstum
Dendrochronologie in der Schule

Fotos: Ingo Mennerich

Verfasser: Ingo Mennerich
November 2017

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover
Fachbereich Bibliothek und Schule
Schulbiologiezentrum
Vinnhorster Weg 2
30419 Hannover
Tel: 0511/168-47665
Fax: 0511/168-47352
E-Mail: schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de
Internet: www.schulbiologiezentrum.info

Inhalt

Altersbestimmung eines Baums und lokale Klimageschichte

"Wohlfühl-" und Stressfaktoren bei Bäumen

"INQUIRE": (Inquiry based scientific education)

Untersuchungsmaterial und Vorgehensweise

Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer in Hannover

Datenaufnahme (Bilddokumentation)

Arbeitsblätter: Verändert sich das Klima in Hannover?

Arbeitsblätter: Altersbestimmung und Jahresringweiten

Jahresringweiten, Zahlen und Diagramme

Vergleich der Wetterdaten mit den gemessenen Jahresringweiten

Eingecante Baumscheibe

Altersbestimmung eines Baums und lokale Klimageschichte

- Ist die "Luther-Eiche" im hannoverschen Tiergarten wirklich 500 Jahre alt?
- Ist die teure Stradivari-Geige überhaupt echt?
- Stimmt die Jahreszahl am Giebel des Fachwerkhauses?

Hilfe bei solchen Fragen gibt die Dendrochronologie (dendros = Baum, chronos = Zeit). Sie untersucht die Anzahl und Weiten der Jahresringe von Bäumen bzw. von Holz und ordnet sie durch Vergleich mit vielen anderen Proben zeitlich ein. Geht es Bäumen gut, nimmt ihr Stammumfang deutlicher zu als in mageren Zeiten.

"Gute Zeiten" erlebt ein Baum, wenn die Sonne scheint (Photosynthese), es für ihn nicht zu warm oder zu kalt ist und wenn er genug Wasser zur Verfügung hat. Das wiederum ist abhängig vom Niederschlag und der Temperatur:

- Je höher die Temperatur, desto größer die Verdunstung
- Je geringer der Niederschlag je höher die Temperatur, desto größer das Defizit

Hitze und Trockenheit schaffen zusätzlichen Stress, besonders dann, wenn das Grundwasser nicht durch vorhergehende Niederschläge aufgefüllt wurde.

Wind fördert die Verdunstung und zieht große Wassermengen aus den vielen Millionen von Spaltöffnungen.

Entscheidend ist die Zeit, in der der Baum Energie "tanken" kann: Seine Blätter bestehen aus biologischen Solarzellen die die Sonnenenergie in Nährstoffe (Zucker) umwandeln können. Eine durch sehr kalte Winter, Spätfröste und durch späten Austrieb verkürzte Vegetationsperiode bedeutet für den Baum, dass er von seinen früher angelegten Vorräten zehren muss.

Das Wetter rund um den Baum fördert den Baum und schränkt sein Wachstum ein. Das Auf und Ab des Wetters summiert sich im Laufe der Zeit zum Klima das wiederum Veränderungen zum Guten oder zum Schlechten zeigt.

Der Baum legt im Laufe seines Lebens ein Archiv der ihn beeinflussenden Wetterbedingungen an. Die unterschiedlich weiten Jahresringe eines gefällten oder erbohrten Baumes sind für Fachleute (Dendrochronologen und Klimatologen) wie ein Buch in dem sich die Klimaentwicklung vergangener Jahre widerspiegelt.

"Wohlfühl-" und Stressfaktoren bei Bäumen

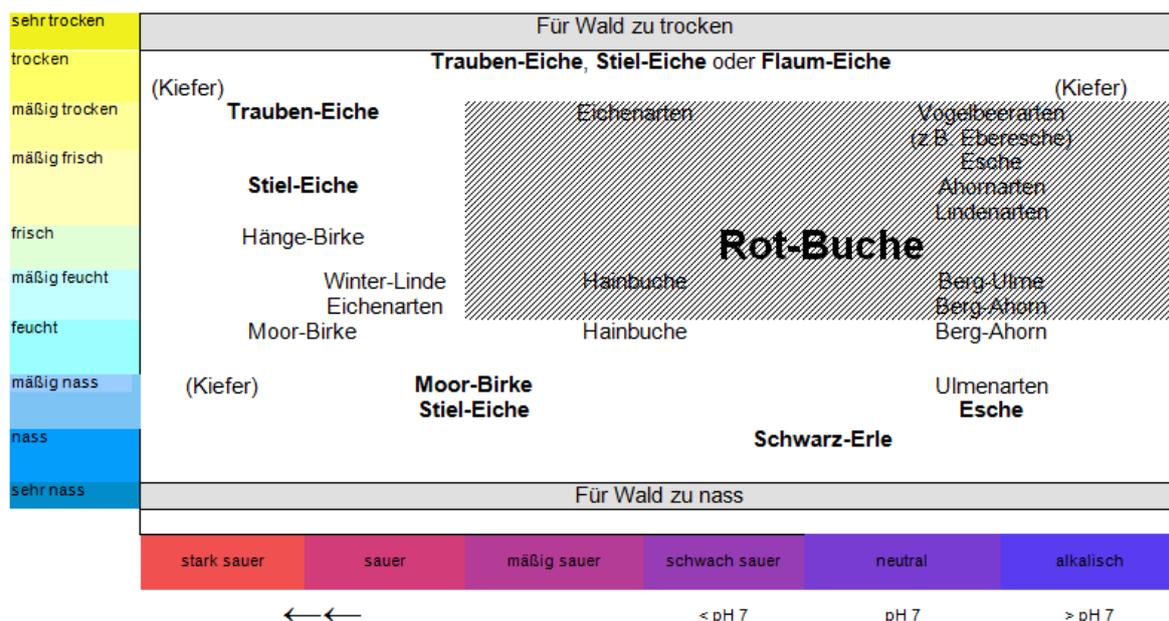
Bäume reagieren unterschiedlich auf abiotische Faktoren wie Licht, Feuchtigkeit und pH-Wert. Während die Rotbuchen zu den Schatthölzern zählen die mit relativ wenig Licht auskommt, sind Eichen Lichthölzer, die im Bestand mit anderen schnellwüchsigeren Bäumen leicht ins Hintertreffen kommen. Die Rotbuche hat in Bezug auf die Bodenfeuchtigkeit ein geringeres ökologisches Potenzial als die Eiche die sich daher sowohl auf trockeneren als auch nasseren Standorten behaupten kann in mittleren Lagen aber der Buche unterliegt.

Die Stiel-Eiche ist ein Tiefwurzler der sich aus tieferen Grundwasserspeichern versorgen kann und dadurch sommerliche Trockenphasen besser übersteht als die Rotbuche die als Herzwurzler mehrere aber nicht ganz so tief herabreichende Hauptwurzeln nach unten treibt. Schwankenden und tief fallenden Grundwasserspiegel erträgt die Eiche schlecht.

Die ökologischen Potenzen verbreiteter Waldbäume zeigt unsere Grafik die wir in unseren Kursen "Waldökologie" einsetzen:

Bäume als „Zeigerpflanzen“ für abiotische Faktoren

Feuchtigkeit und Bodenreaktion (pH-Wert)



Nach Heinrich Hofmeister: Lebensraum Wald, Paul Parey Verlag, Hamburg/Berlin 1983

Die Eiche ist mit ihrer dicken Rinde - deutlich frosthärter (24° bis -28°C) als die Rotbuche (bis -20°) ist aber bei lange andauernder Winterkälte durch Frostrisse gefährdet. Im Frühjahr können tiefe Temperaturen zu Embolien im Wassertransportsystem führen, besonders wenn das aufsteigende Wasser nicht ausreichend mit gefrierpunktabenkenden Kohlenhydraten angereichert ist. Dies wiederum kann ein Folgeschaden eines bereits stressigen Vorjahres sein.

Stressfaktoren bei der Stiel-Eiche (*Quercus robur*)

- Starke Frühjahres und/oder Sommertrockenheit besonders auf flachgründigen Boden
- Stark fallender und stark schwankender Grundwasserspiegel
- Starke und langanhaltende Winterfröste/Frühjahrsfröste
- Verkürzte Vegetationsperiode (geringe Speicherung von Assimilaten)
- Wiederkehrender Schädlingsbefall (z.B. Schmetterlingsraupen)

Insgesamt ist die Eiche recht stressresistent. Problematisch ist es, wenn mehrere Stressfaktoren gleichzeitig auftreten oder es zu Vorschäden gekommen ist.

Wahrscheinlich ist die Stiel-Eiche nicht die beste Wahl um die lokale Klimageschichte abzubilden.

Ihre markanten Jahresringe mit deutlicher Gliederung in weitporiges und helles Frühholz und engporiges dunkleres Spätholz erleichtert aber das Auszählen und Messen.

Die der Eiche in vieler Hinsicht überlegenere und in Deutschland daher flächenmäßig weit verbreitetere Rotbuche ist anfälliger für Kälte, Hitze und Trockenheit und daher wohl ein besserer Indikator.

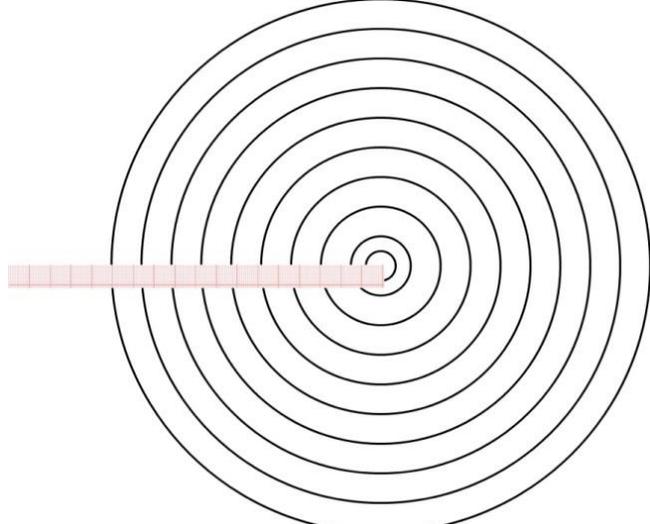
Auf die Altersbestimmung von Hölzern spezialisierte Fachfirmen vergleichen Proben mit den in Datenbanken abrufbaren Informationen. Die US-amerikanische Umweltbehörde NOAA bietet unter "<https://www.ncdc.noaa.gov/paleo-search/>" eine sehr umfangreiche Suchmaschine an.

Die International Tree-Ring Data Bank (ITRDB) stellt das weltweit größte öffentliche Archiv mit Jahresring-Daten zur Verfügung. Betrieben wird sie durch NCEI's Paleoclimatology Team und dem World Data Center for Paleoclimatology.

Für den Bereich rund um Hannover gibt es eine ganze Reihe Datensets. Im Anhang finden Sie eine kurze Anleitung zum Gebrauch der Datenbank und ein Auswertungsbeispiel aus dem Bereich Hannover.

"INQUIRE": (Inquiry based scientific education, Forschungs-basiertes Lernen)

Bilden die Jahresringe eines Baumes die Klimabedingungen während seines Lebens ab?

	<ul style="list-style-type: none">• Fragestellung• Hypothesen• Bildung von Teams• Aufstellung eines Arbeitsplans• Datenaufnahme (Alter, Jahresringweiten)• Darstellung in Diagrammen• Akquise von passenden Wetterdaten (z.B. www.DWD.de, Archiv)• Auswertung der Daten (z.B. mit Excel)• Darstellung in Diagrammen • Sichten zeitlicher Übereinstimmungen• Ausfiltern von Stressfaktoren• Rückbezug auf Hypothesen
---	--

Untersuchungsmaterial und Vorgehensweise

Im Januar 2014 wurde im Schulbiologiezentrum Hannover aus Sicherheitsgründen eine etwa 50 Jahre alte gesunde, aber durch Sturmwirkung stark aus der Vertikalen gekippte Stiel-Eiche gefällt. Zur gleichen Zeit fanden mehrere Kurse zum Thema "Klimawandel" bei uns statt.

Mit zwei sauber geschnittenen und glatt gefeilten Baumscheiben aus dem unteren Stammbereich (etwa 1 m Höhe) begannen wir zusammen mit einigen Schülerinnen und Schülern zu untersuchen, ob sich die Klimaentwicklung in Hannover der letzten 50 Jahre in den Weiten der Jahresringe niederschlägt.

Die Daten zur Temperatur, des Niederschlages und der Sonnenscheinstunden lieferte das Institut für Meteorologie und Klimatologie (IMUK) der Leibniz-Universität Hannover auf ihrer Webseite. Die Messstation steht auf dem Institutsgelände in Herrenhausen, also nur wenige hundert Meter vom Standort der Eiche entfernt.

Der Baum stand im Übergang zwischen einer Wiese im Westen und dem Wald der Freiluftschule im Osten auf vom Stöckener Bach bestimmten feuchtem bis nassen Grund. In der Vegetationsperiode wurde er vor allem ab späten Mittag bis weit in den Abend hinein besonnt. In etwa 100 Meter Entfernung wurde das Lichtprofil im Westen bis zum Einschlag (2017) durch eine Waldgesellschaft eingeschränkt die um 1960 als "Null-Parzelle" als Schau- und Forschungsobjekt einer Spontanbesiedlung begründet wurde. Ihre Schattenwirkung war aber auf die Abendstunden beschränkt.

Der am Standort der Eiche im Mittel nur einen Meter tiefe Grundwasserspiegel wird bestimmt durch die beiden, westlich und östlich gelegenen durch Rückstau künstlich erhaltenen Teiche. Das sie speisende Wasser fließt ihnen durch einen, z.T. als "Stöckener Bach" renaturierten Graben zu der das Oberflächenwasser der östlich gelegenen und stark versiegelten Rangieranlage der Deutschen Bahn abführt. Die Wasserführung dieses "Baches" ist daher extrem (!) abhängig vom Niederschlag. Der

sandige Boden gleicht die daraus folgenden Schwankungen des Grundwasserspiegels nur in geringem Maß aus.

Unsere Hypothese war, dass diese Eiche mit ihrem bekannten Alter und der nachzuverfolgenden "Geschichte" ihrer Umgebung besonders gut zur "Dendrochronologie" des lokalen Klimas geeignet ist. Bildet der nahe Stöckener "Bach" und seine Teiche durch völliges Austrocknen und "Hochwasserstände" das Auf- und Ab der Niederschläge gut ab. In niederschlagsarmen Jahren muss unser Angebot "Fließgewässerökologie" auf die glücklicherweise reichlich vorhandenen Stillgewässer ausweichen.

Die Baumscheiben zeigen eine starke Asymmetrie: Das Zentrum der Ringe liegt weit von der Mitte der ansonsten nahezu runden Scheibe entfernt, ein Zeichen für einstiges Wachstum. Dieses Stützholz zeigte nach Westen. Dieses deutet auf eine in der Jugendzeit nach Westen zeigende "Schieflage" die durch verstärktes Wachstum kompensiert wurde.

Wir legten fünf Jahresringprofile an (A - E), bestimmten das Alter des Baumes auf 49 Jahre und vermaßen die Ringweiten der Profile. Die Daten wurden in eine Excel-Tabelle eingegeben und in Diagrammen dargestellt.

Hier zeigt sich eine im Mittel der fünf Profile, vom "Geburtsjahr" 1965 bis in die späten siebziger Jahre aufsteigende Tendenz. Danach fallen die mittleren Weiten wieder ab.

Mit den Schülerinnen und Schülern beschränkten wir uns auf den Vergleich der Ringweiten mit den lokalen Jahresmittelwerten der Temperatur, des Niederschlags und der Sonnenscheindauer (IMUK, Leibniz Universität).

Hier zeigt sich, dass bei insgesamt steigender Temperatur und Besonnung der Niederschlag zurückgeht. Das könnte, so eine erste Vermutung, zu einem unzureichenden Wasserangebot führen.

Die Jahresmittelwerte des lokalen Klimas verbergen aber viele Stressfaktoren, z.B. Spätfröste, Hitzewellen oder Niederschlagsarmut in wichtigen Perioden des Baumwachstums. Schwankungen des "mittleren" Wetters spiegeln sich daher nur undeutlich oder gar nicht in der Jahresringweite.

In den jährlichen Klimadiagrammen des IMUK sind auch die Monatsmittel verzeichnet. Wir bieten Schulen die laminierten Diagramme als Leihgabe an. Der Übertrag vom Bildformat in eine Excel-Datei muss aber händisch geschehen was für ein Schulprojekt viel zu zeitraubend wäre.

Im Archiv des Deutschen Wetterdienstes (DWD) sind die Monats- und Tagesmittelwerte der vergangenen Jahrzehnte als Text-Dateien abrufbar und leicht in Excel-Dateien zu verwandeln.

Wir haben die Werte für Temperatur, Tiefst- und Höchsttemperaturen, Niederschlag, Sonnenscheindauer und Wind heruntergeladen

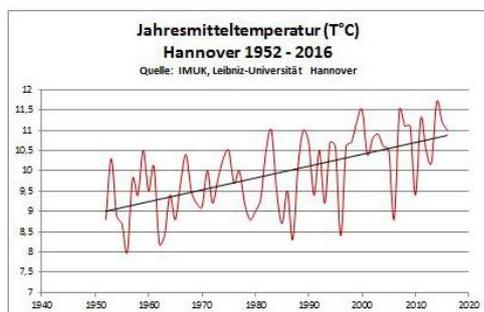
- Darstellung der Monatsmittelwerte (Temperatur, Minimal/Maximal-Temperaturen, Niederschlag, Sonnenscheindauer, Windgeschwindigkeit)
- Darstellung der Tagesmittelwerte (Temperatur, Minimal/Maximal-Temperaturen, Niederschlag, Sonnenscheindauer, Windgeschwindigkeit)

Diese Daten wurden in folgender Weise bearbeitet:

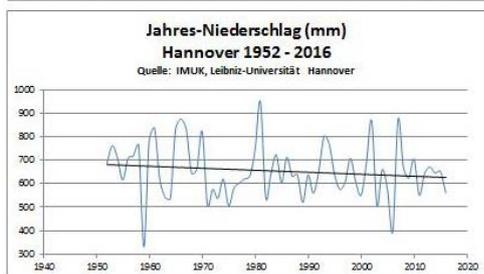
- Berechnung der Abweichungen vom Mittelwert:
Das Monatsmittel (1971 - 2000) des Klimadiagramms und der Klimataabelle für Hannover wurde mit den in der Zeit zwischen 1965 und 2013 gemessenen Monatswerten verglichen. Dadurch erhielten wir Perioden mit über- oder unterdurchschnittlichen Temperaturen und ausgeprägten Niederschlags- oder Trockenphasen.
- Berechnung der Aridität bzw. Humidität:
Grundlage der Bestimmung arider (trockener) bzw. humider(feuchter) Monate ist die Formel der "Trockengrenze". Die Trockengrenze ist definiert als die Niederschlagsmenge (N), die bei einer bestimmten Temperatur (T) verdunstet. Das für hannoversche Verhältnisse typische gemäßigte Klima mit etwa gleichmäßig über das Jahr verteilten Niederschlägen wird im in der Schule häufig benutzten Klassifikationssystem von Koeppen-Geiger mit Cfb bezeichnet. Hier gilt die Formel $N = 2 \cdot (T + 7)$. Liegt der Wert über 0, ist der Monat humid, liegt er darunter ist er arid. Stellt man nur die negativen Werte dar, ergibt sich ein gutes Bild des Stressfaktors Trockenheit.
- Berechnung der Abweichungen vom langjährigen Monatsmittel (1965 - 2013) der Sonnenstunden

Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer in Hannover

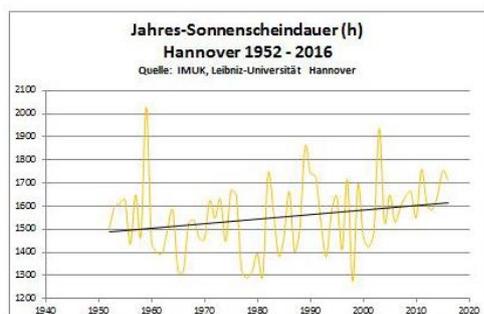
Zeitreihe der Jahresmittelwerte 1960 - 2016, Datenquelle: IMUK Leibniz Universität Hannover



- Die Jahresmittel der Temperaturen steigen
- Näher zu untersuchen:
Monats- und Tages Maxima und Minima



- Der Jahres-Niederschlag geht zurück
- Näher zu untersuchen:
Monats- und Tagessummen des Niederschlages



- Die Jahres-Sonnenscheindauer steigt
- Näher zu untersuchen:
Monats und Tagessummen

Datenaufnahme (Bilddokumentation)



Eiche
(*Quercus robur*)

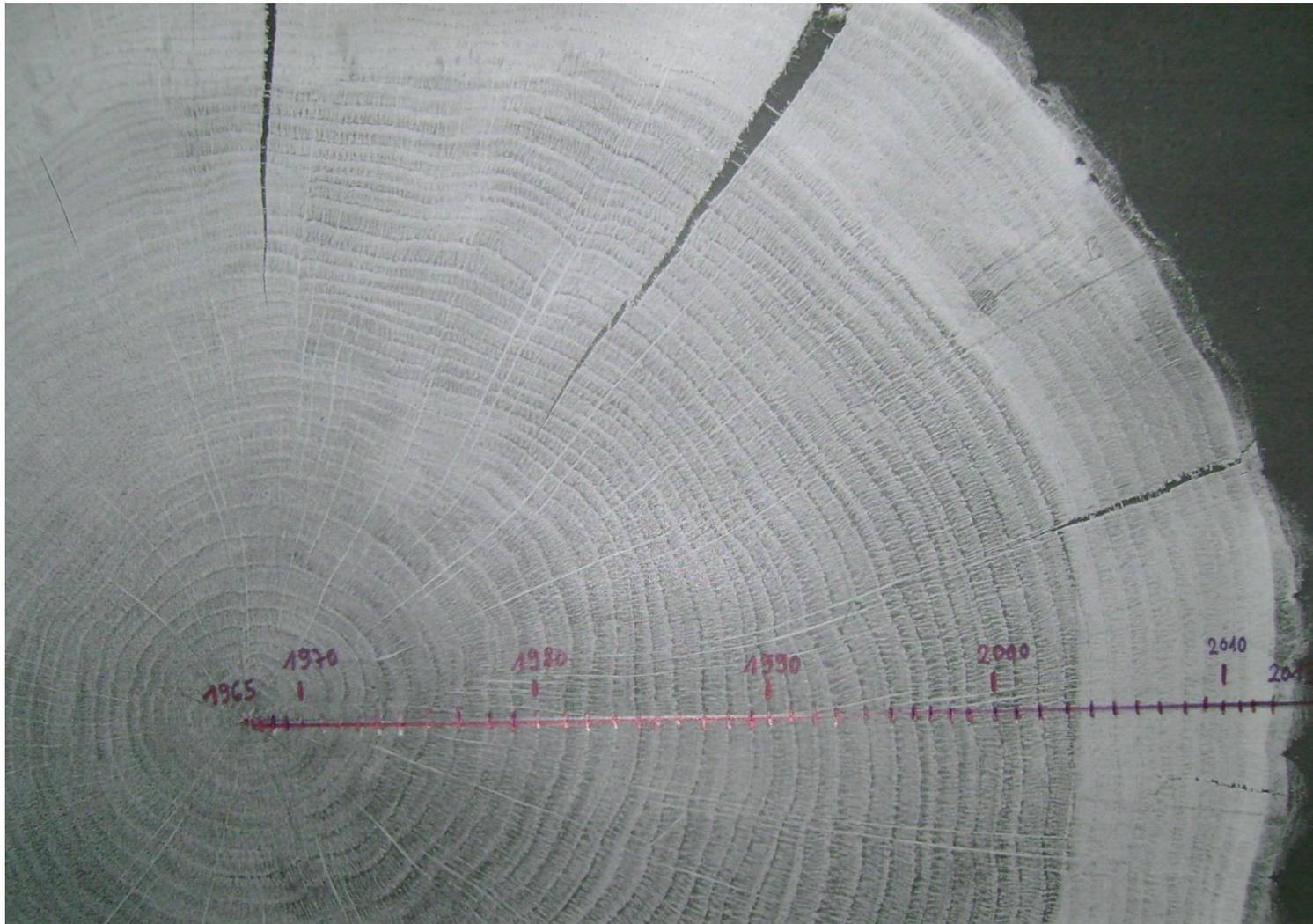
Standort
Schulbiologiezentrum,
Hannover (Burg)

Östlicher Rand der Wiese am Ausgang
Gutsweg

Gefällt Januar 2014

Alter: Etwa 50 Jahre

Altersbestimmung



Fotokopie eines Teils der
Baumscheibe

Auszählung der Jahresringe
per Hand

Bestimmung der Jahresringweiten



Material:

Millimeterpapier (Streifen)
Nadeln
Lupen
Bleistift

Methode

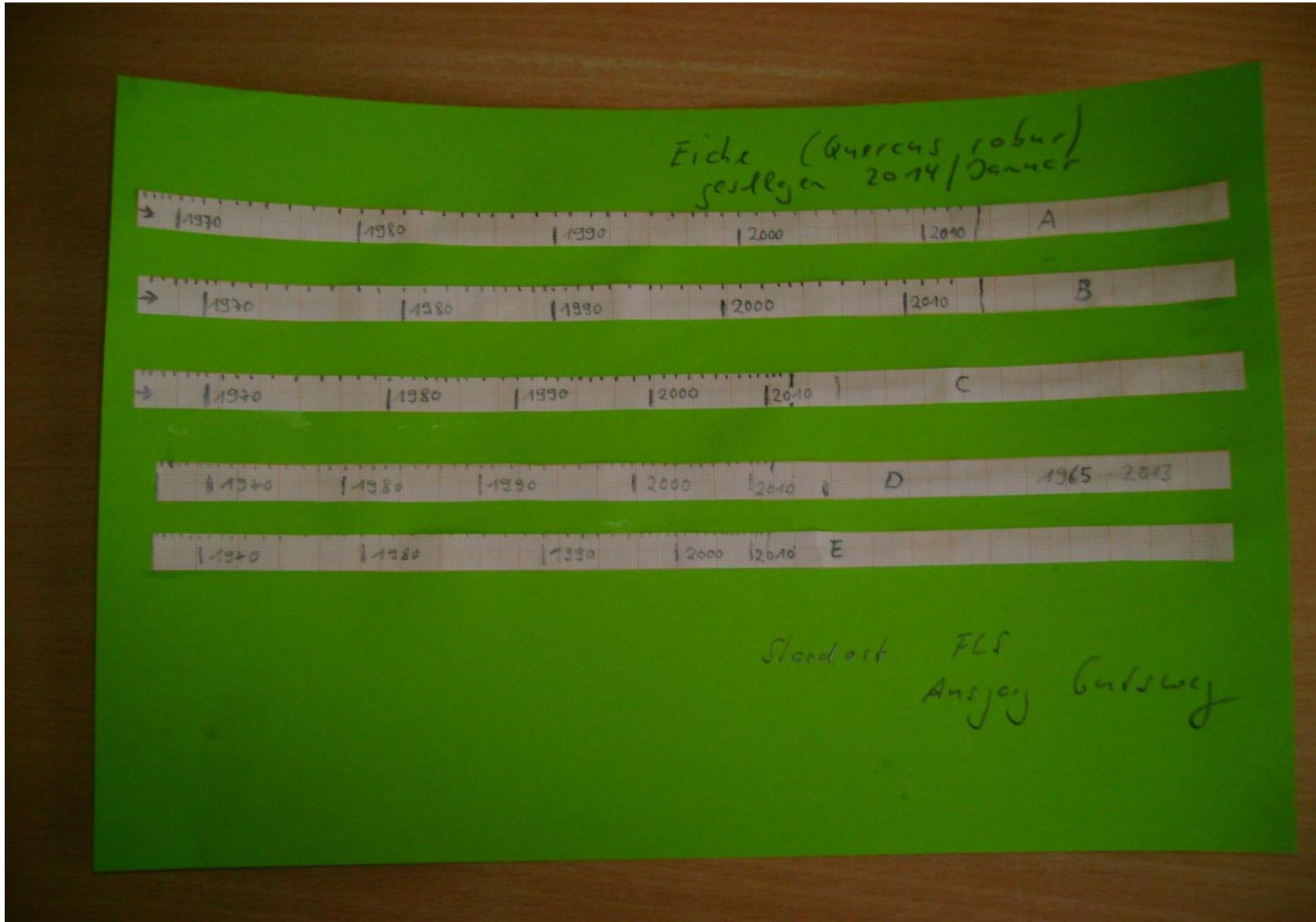
Geeignete Radien suchen
Mittelpunkt bestimmen
Jahresringe übertragen
Jahreszahlen hinzufügen

Lage der bei unserem Projekt untersuchten Radien

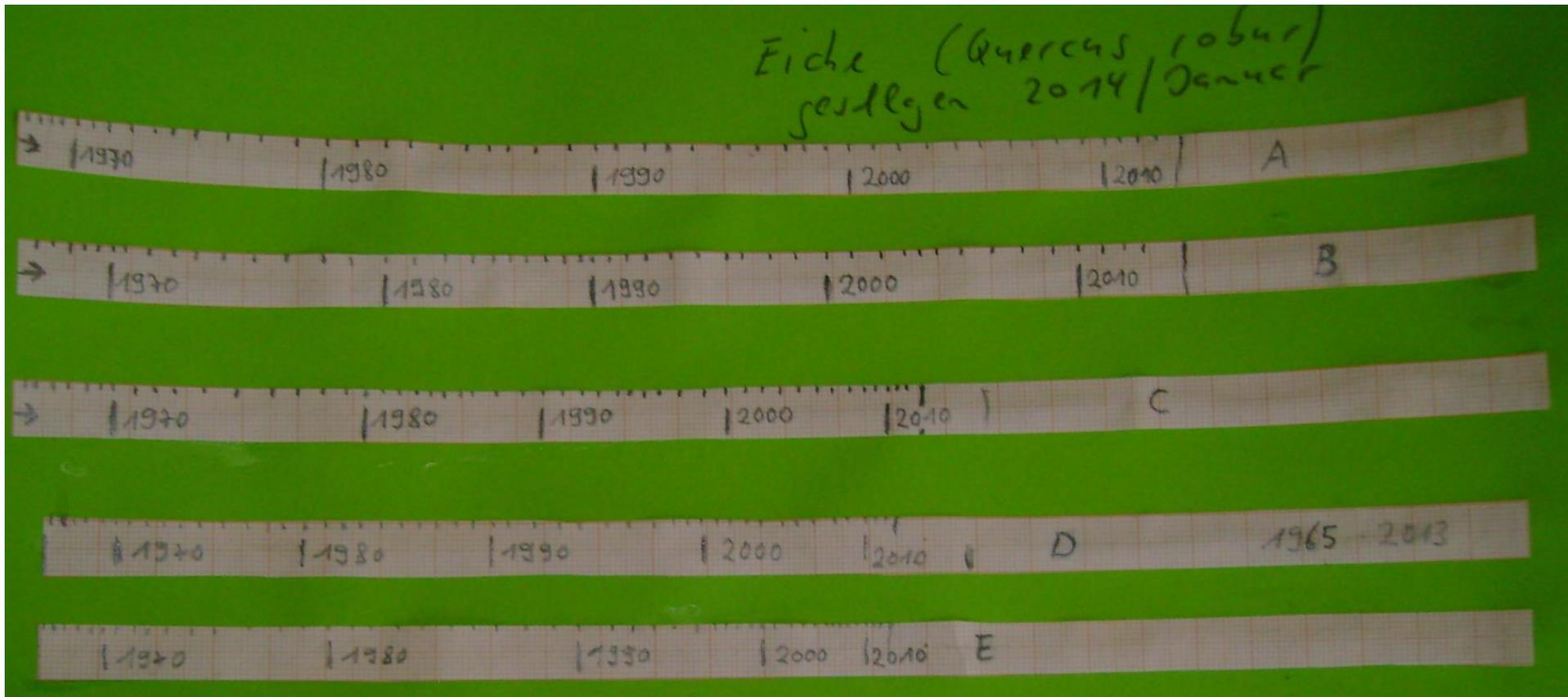


Der Baum wies im unteren Stammbereich eine Neigung nach Westen und oberhalb davon eine starke Krümmung auf. Durch verstärktes Wachstum auf der Westseite richtete er sich noch in jungen Jahren wieder auf. Die Radien A und B zeigten ursprünglich nach Westen, C nach Süden und D und E in östliche Richtung.

Ergebnis sichern und dokumentieren



Papierstreifen
untereinander
aufkleben

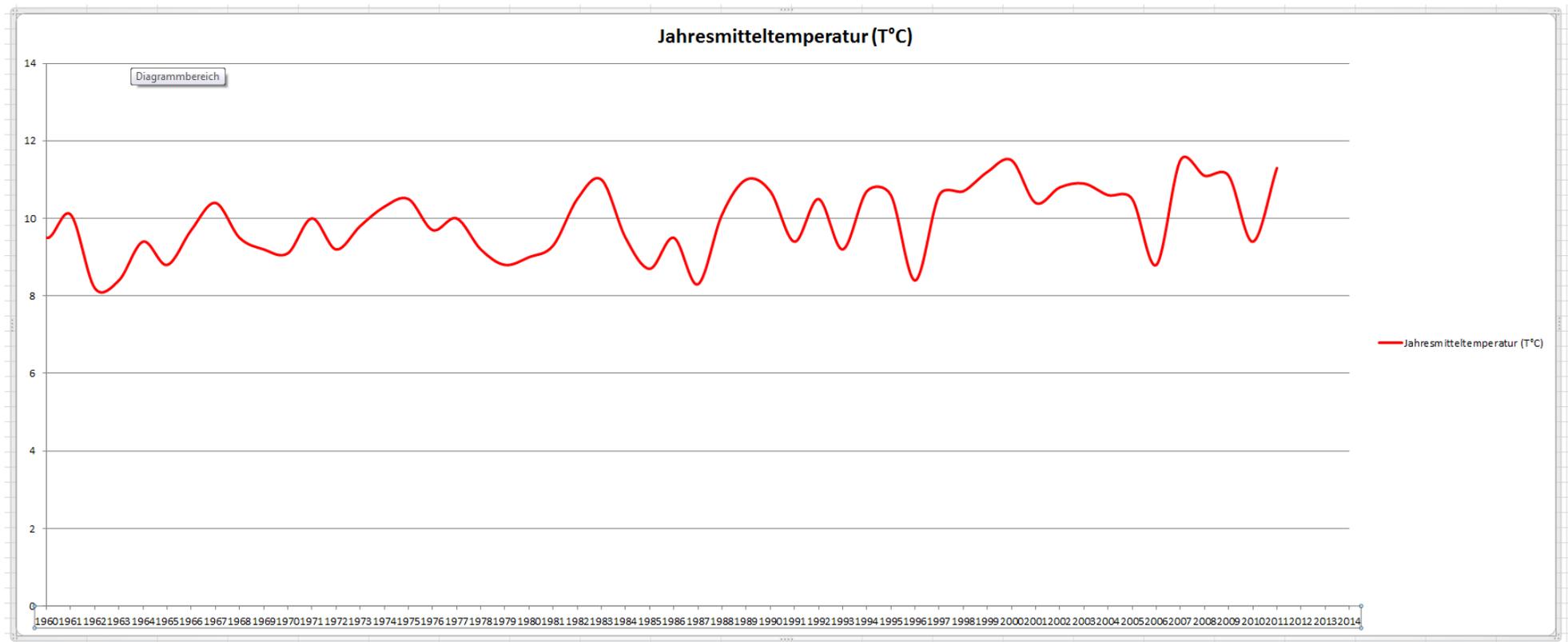


Die Messstreifen der fünf erfassten Radien wurden untereinander geklebt.

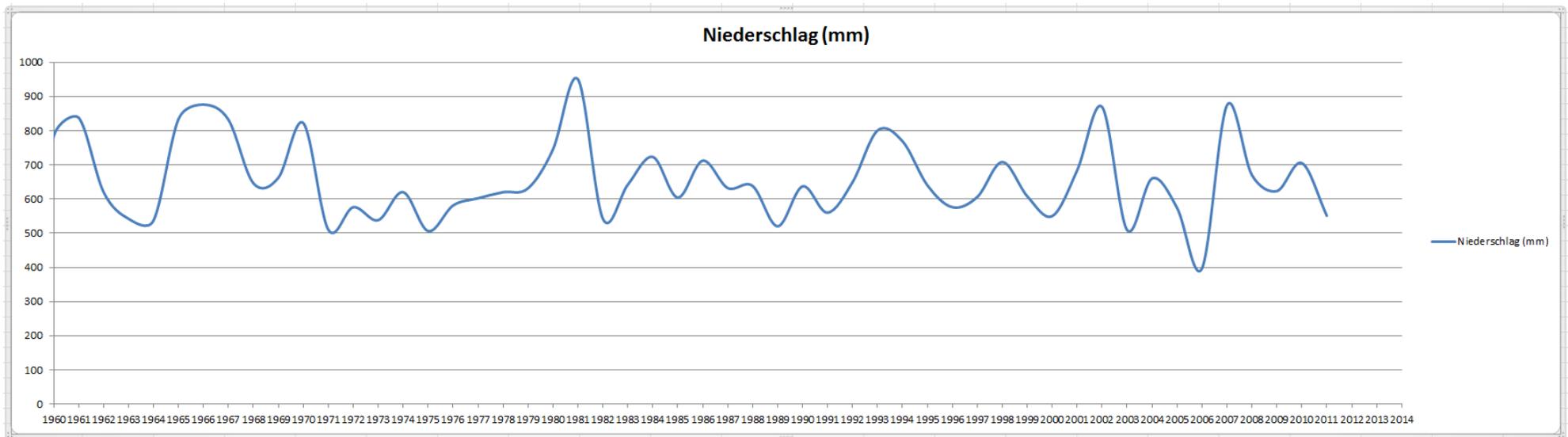
Die Werte wurden zur Dokumentation und Weiterverarbeitung in eine Excel-Tabelle überführt.

Verändert sich das Klima in Hannover?

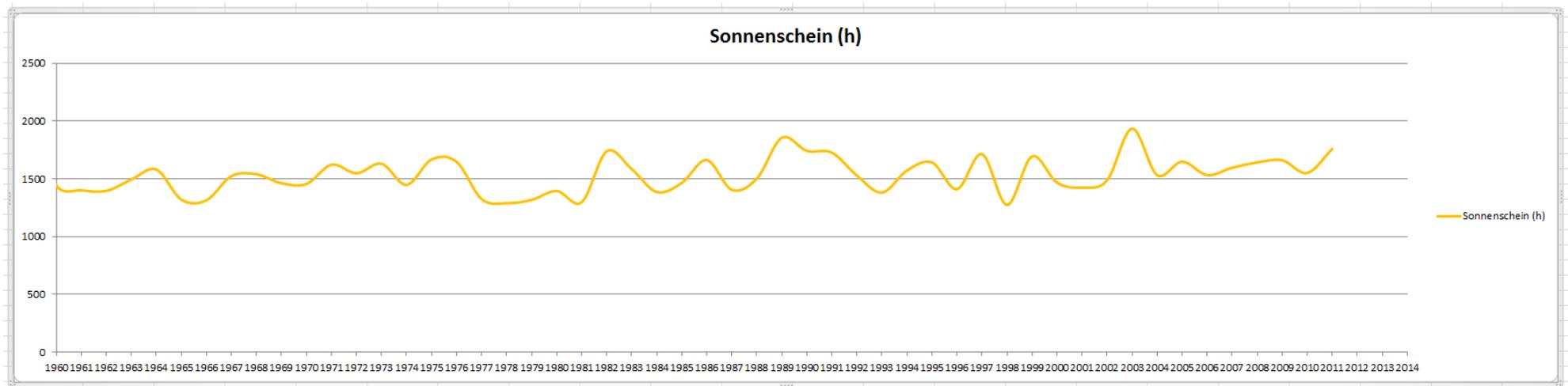
Vergleiche Temperaturen, Niederschläge und Sonnenstunden der letzten 50 Jahre in Hannover mit der Weite der Baumringe einer 2014 im Schulbiologiezentrum gefällten Eiche



Jahresmitteltemperaturen in Hannover 1960 - 2012, Datenquelle: Leibniz-Universität Hannover, Institut für Meteorologie und Klimatologie (IMUK)



Niederschlagssummen in Hannover 1960 - 2012, Datenquelle: Leibniz-Universität Hannover, Institut für Meteorologie und Klimatologie (MUK)



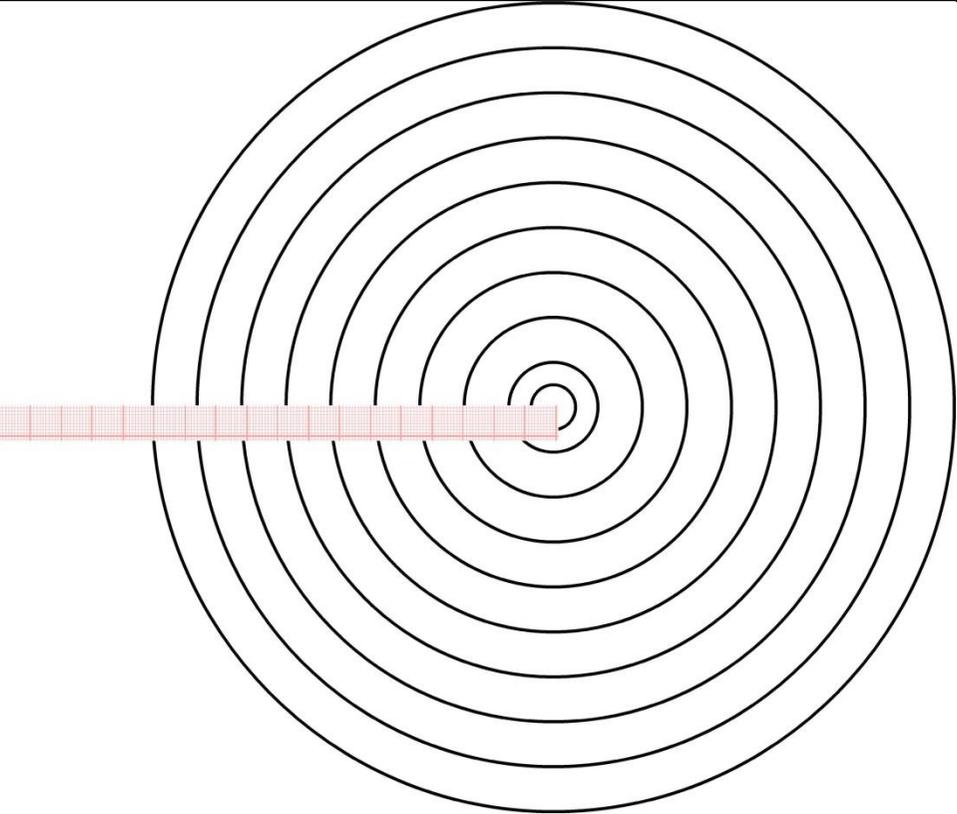
Sonnenstunden in Hannover 1960 - 2012, Datenquelle: Leibniz-Universität Hannover, Institut für Meteorologie und Klimatologie (IMUK)

Ingo Mennerich, Schulbiologiezentrum Hannover, Februar 2014

Arbeitsaufgaben:

- 1) Lege einen langen Streifen **Millimeterpapier** auf die Baumscheibe so dass das Zentrum (das Mark) mit dem äußeren Ende des jüngsten Jahresrings (dem Kambium) verbunden ist.
- 2) Zähle die **Jahresringe** und bestimme das **Alter** und das "**Geburtsjahr**" des Baumes.
- 3) Markiere das Ende jedes Jahresringes mit Bleistift auf dem Millimeterpapier und notiere die **Weite** des Rings so genau wie möglich.
- 4) Ordne den Jahresring einem Jahr zu.

Trage die Werte in eine Tabelle ein:

	Jahr	Weite (mm)						
	2014		2009		1989		1969	
	2013		2008		1988		1968	
	2012		2007		1987		1967	
	2011		2006		1986		1966	
	2010		2005		1985		1965	
			2004		1984		1964	
			2003		1983		1963	
			2002		1982		1962	
			2001		1981		1961	
			2000		1980		1960	
			1999		1979		1959	
			1998		1978		1958	
			1997		1977		1957	
			1996		1976		1956	
			1995		1975		1955	
			1994		1974		1954	
			1993		1973		1953	
			1992		1972		1952	
			1991		1971		1951	
Bestimmung der Weite der Jahresringe mit einem Millimeterpapierstreifen			1990		1970		1950	



Jahresringe in Baumstämmen

Ein **Baumstamm** wird von Jahr zu Jahr dicker. Verantwortlich dafür ist das **Kambium**, eine ringförmige Zone aus lebenden und zur Teilung fähigen Zellen. Das Kambium gibt viele Zellen nach innen ab. Sie werden als **Holz** bezeichnet. Nach außen hin werden nur wenige Zellen erzeugt. Sie werden **Bast** genannt. Der äußere Teil des Basts verholzt zur **Rinde**.

Im **Winter** macht das Kambium eine **Ruhephase** durch.

Im **Frühjahr** und Fröhsommer erzeugt es viel **Frühholz** mit großen und dünnwandigen Zellen. Die Zellwände enthalten mehr **Cellulose** und sind daher **heller**.

Im Spätsommer und **Herbst** erzeugt es wenig **Spätholz** mit kleinen dickwandigeren Zellen. Die Zellwände enthalten mehr **Lignin** und sind daher meistens **dunkler**.

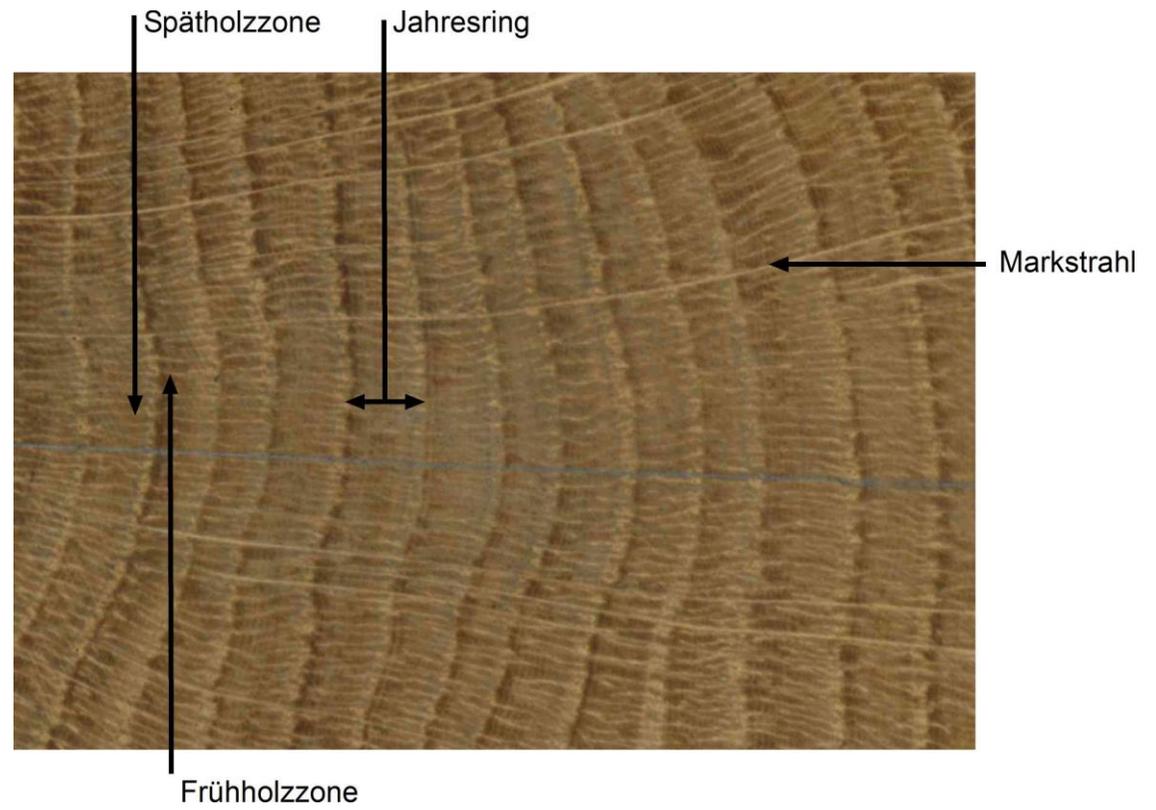
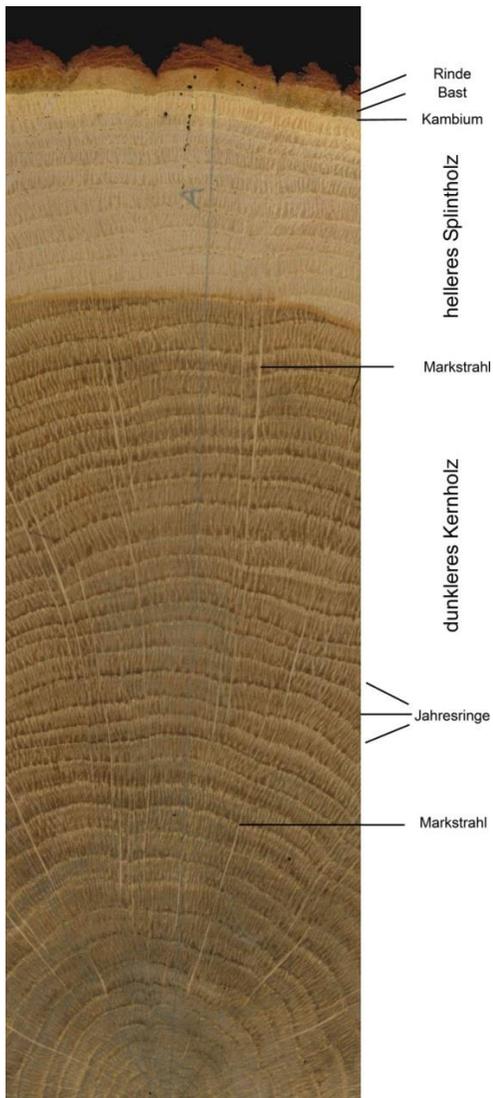
Durch dieses rhythmische Wachstum entsteht das Muster das man "Jahresringe" nennt.

Die **Anzahl der Jahresringe** eines frisch gefällten Baumes, von innen nach außen gezählt, zeigt uns das **Alter**, von außen nach innen gezählt das "**Geburtsjahr**" des Baumes.

Die Jahresringe haben von Jahr zu Jahr **unterschiedliche Weiten**.

Dafür können **klimatische Gründe** (Temperatur, Niederschlag, Sonnenstunden) verantwortlich sein.

Überlege, **welche anderen Faktoren** zu schmalen bzw. zu weiten Jahresringen führen könnten.



Jahresringe, Fröhholz, Spätholz und Markstrahlen
(Stiel-Eiche, *Quercus robur*, gefällt Januar 2014)

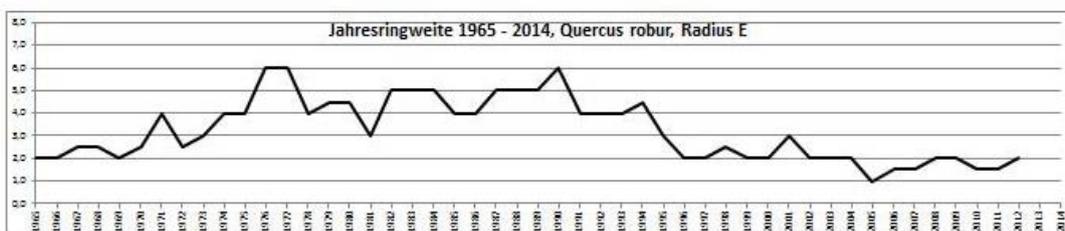
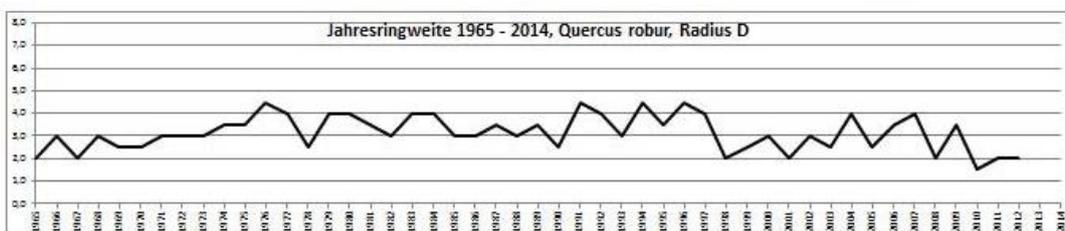
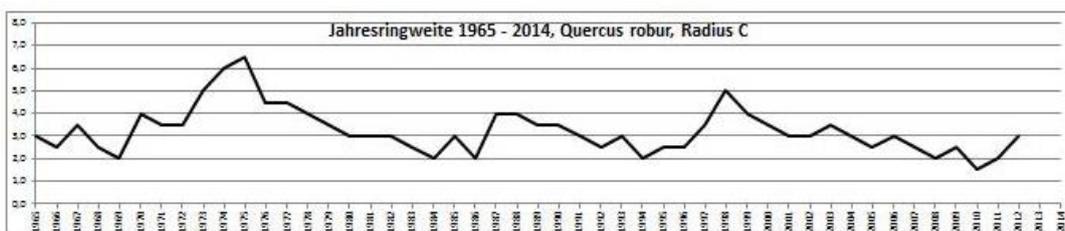
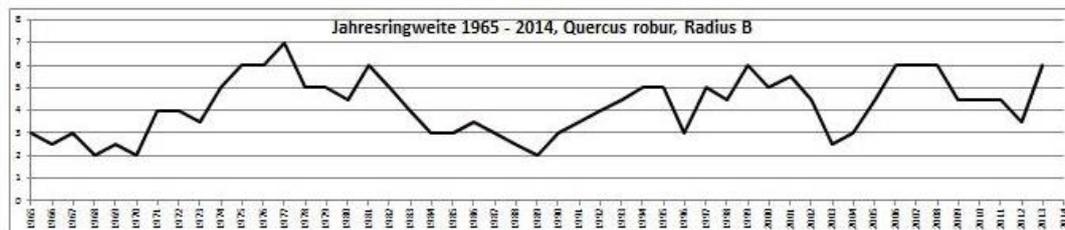
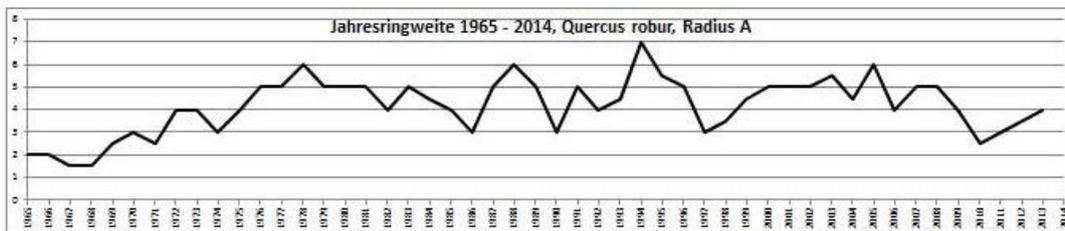
Jahresringweiten, manuell ausgemessen und in Excel-Tabelle eingetragen

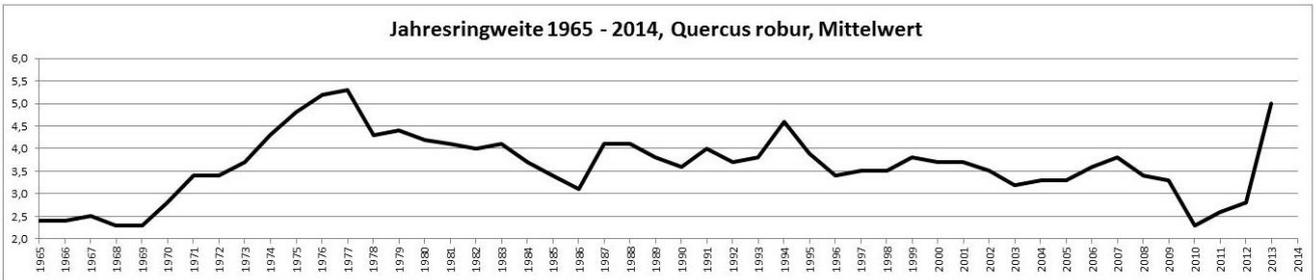
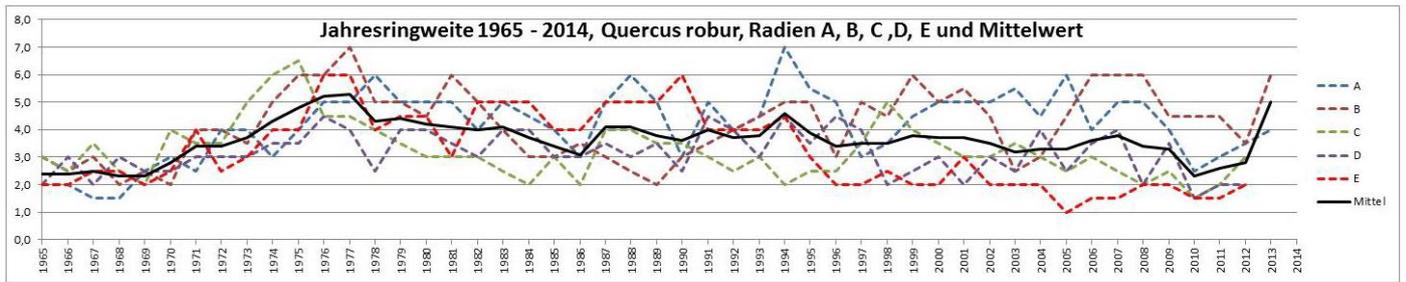
	A	B	C	D	E	Mittel	
1965	2,0		3	3,0	2,0	2,0	2,4
1966	2,0		2,5	2,5	3,0	2,0	2,4
1967	1,5		3	3,5	2,0	2,5	2,5
1968	1,5		2	2,5	3,0	2,5	2,3
1969	2,5		2,5	2,0	2,5	2,0	2,3
1970	3,0		2	4,0	2,5	2,5	2,8
1971	2,5		4	3,5	3,0	4,0	3,4
1972	4,0		4	3,5	3,0	2,5	3,4
1973	4,0		3,5	5,0	3,0	3,0	3,7
1974	3,0		5	6,0	3,5	4,0	4,3
1975	4,0		6	6,5	3,5	4,0	4,8
1976	5,0		6	4,5	4,5	6,0	5,2
1977	5,0		7	4,5	4,0	6,0	5,3
1978	6,0		5	4,0	2,5	4,0	4,3
1979	5,0		5	3,5	4,0	4,5	4,4
1980	5,0		4,5	3,0	4,0	4,5	4,2
1981	5,0		6	3,0	3,5	3,0	4,1
1982	4,0		5	3,0	3,0	5,0	4,0
1983	5,0		4	2,5	4,0	5,0	4,1
1984	4,5		3	2,0	4,0	5,0	3,7
1985	4,0		3	3,0	3,0	4,0	3,4
1986	3,0		3,5	2,0	3,0	4,0	3,1
1987	5,0		3	4,0	3,5	5,0	4,1
1988	6,0		2,5	4,0	3,0	5,0	4,1
1989	5,0		2	3,5	3,5	5,0	3,8
1990	3,0		3	3,5	2,5	6,0	3,6
1991	5,0		3,5	3,0	4,5	4,0	4,0
1992	4,0		4	2,5	4,0	4,0	3,7
1993	4,5		4,5	3,0	3,0	4,0	3,8
1994	7,0		5	2,0	4,5	4,5	4,6
1995	5,5		5	2,5	3,5	3,0	3,9
1996	5,0		3	2,5	4,5	2,0	3,4
1997	3,0		5	3,5	4,0	2,0	3,5
1998	3,5		4,5	5,0	2,0	2,5	3,5
1999	4,5		6	4,0	2,5	2,0	3,8
2000	5,0		5	3,5	3,0	2,0	3,7
2001	5,0		5,5	3,0	2,0	3,0	3,7
2002	5,0		4,5	3,0	3,0	2,0	3,5
2003	5,5		2,5	3,5	2,5	2,0	3,2
2004	4,5		3	3,0	4,0	2,0	3,3
2005	6,0		4,5	2,5	2,5	1,0	3,3
2006	4,0		6	3,0	3,5	1,5	3,6

2007	5,0	6	2,5	4,0	1,5	3,8
2008	5,0	6	2,0	2,0	2,0	3,4
2009	4,0	4,5	2,5	3,5	2,0	3,3
2010	2,5	4,5	1,5	1,5	1,5	2,3
2011	3,0	4,5	2,0	2,0	1,5	2,6
2012	3,5	3,5	3,0	2,0	2,0	2,8
2013	4,0	6				5,0
2014						

SUMME 204,5 206,5 155,0 151,0 155,0 177,4

Werte in Diagrammen dargestellt (Excel)





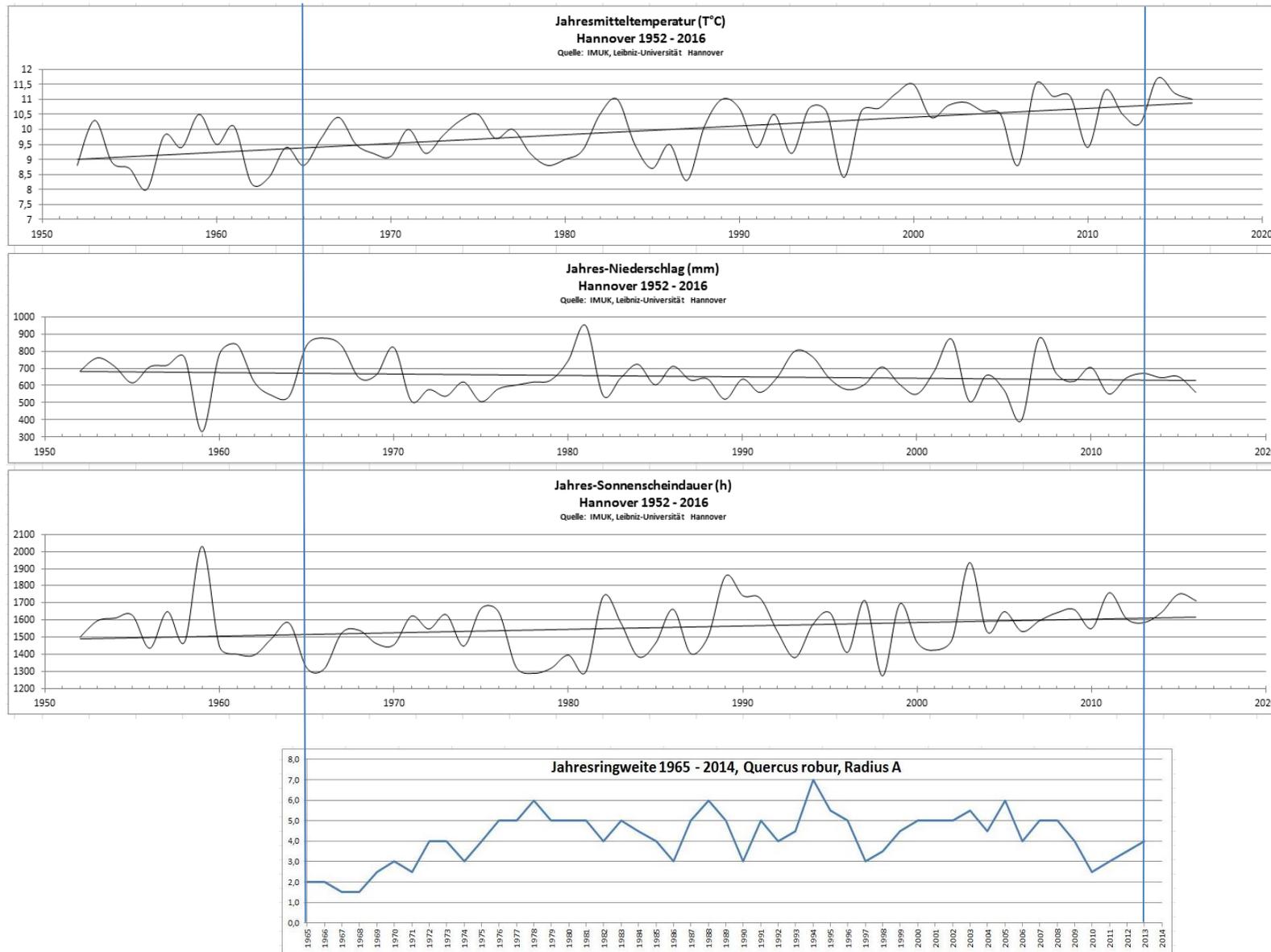
Vergleich der Wetterdaten mit den gemessenen Jahresringweiten Mögliche Interpretationen

Der Zuwachs auf der westlichen und damit zum Licht zeigende Seite (A / B) scheint deutlich zu Lasten der östlichen (D / E) zu gehen. Im Mittel nimmt das Wachstum nach einem steilen Anstieg und einem Optimum Ende der 70er Jahre ab. Eine Mögliche Interpretation ist die nachlassende Jahresniederschlagssumme bei zugleich steigenden Temperaturen.

Eine genauere Analyse liefern die Aufzeichnungender Monats- oder Tageswerte. Damit lassen sich wachstumsfördernde und - hemmende Effekte innerhalb der Vegetationsperioden untersuchen. Dazu gehören:

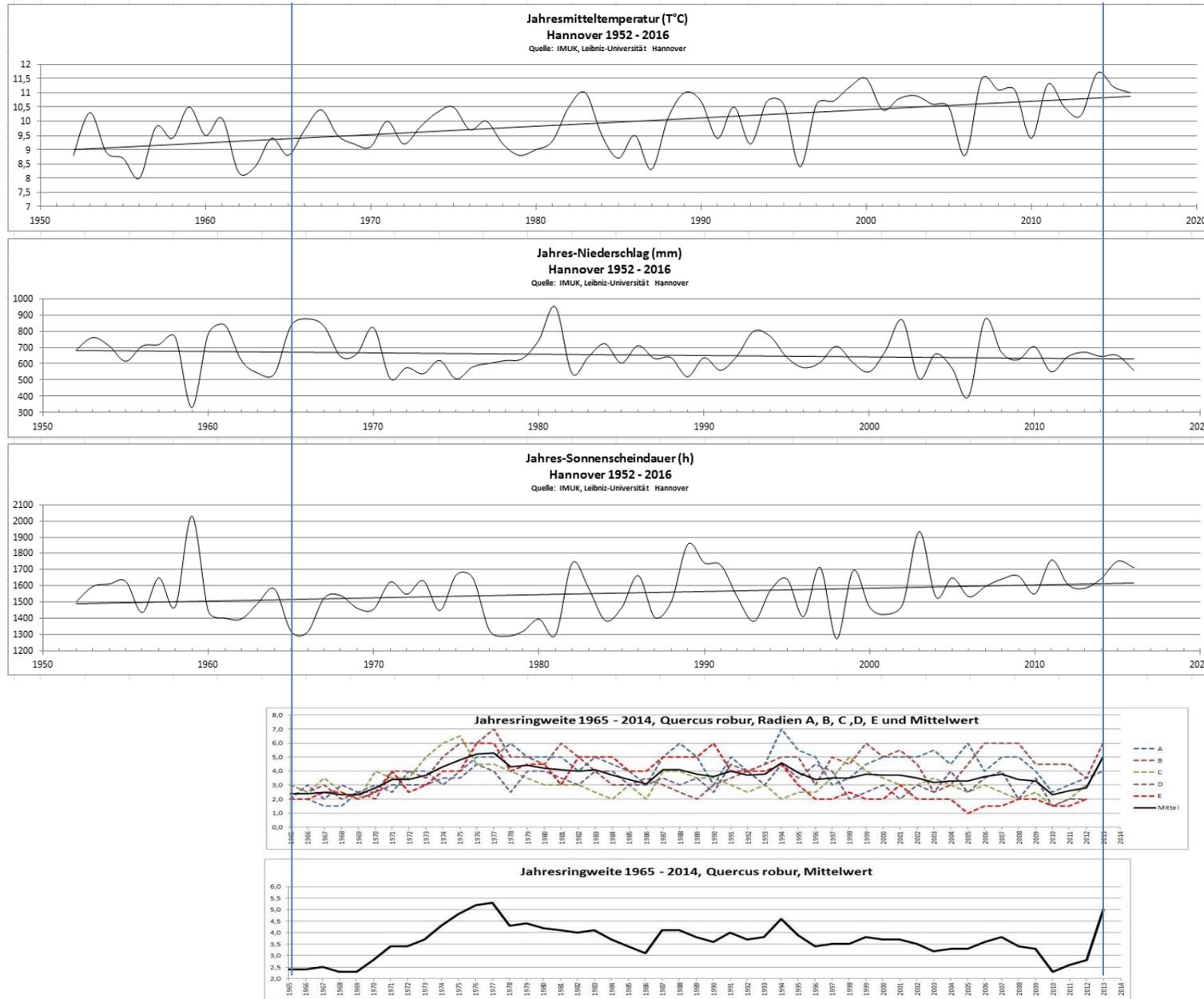
- Spätfröste
- Später Austrieb (Verkürzung der Vegetationsperiode)
- Kältephasen
- Trockenphasen
- Bedeckung
- Heiße Tage (Hitzestress)
- Wind (Verdunstung)
- Starkregenfälle (schneller Abfluss ohne Grundwasserneubildung)
- Anhaltende Regenfälle mit hohem Grundwasserstand

Jahresmittel Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer (IMUK Hannover) und Jahresringweiten

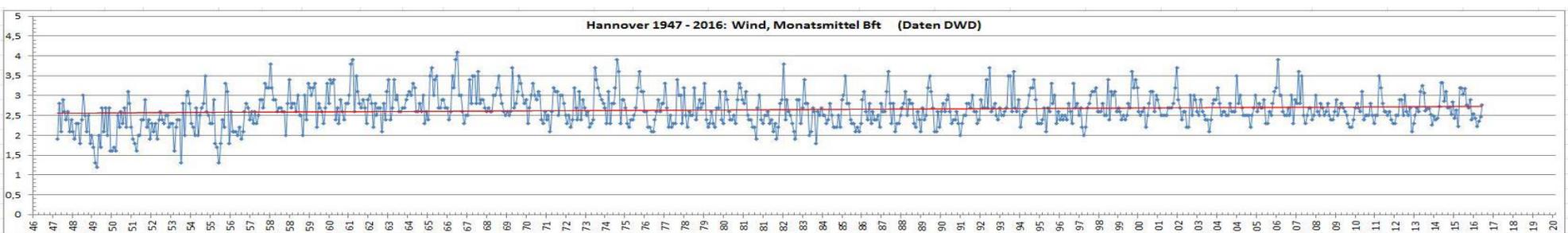
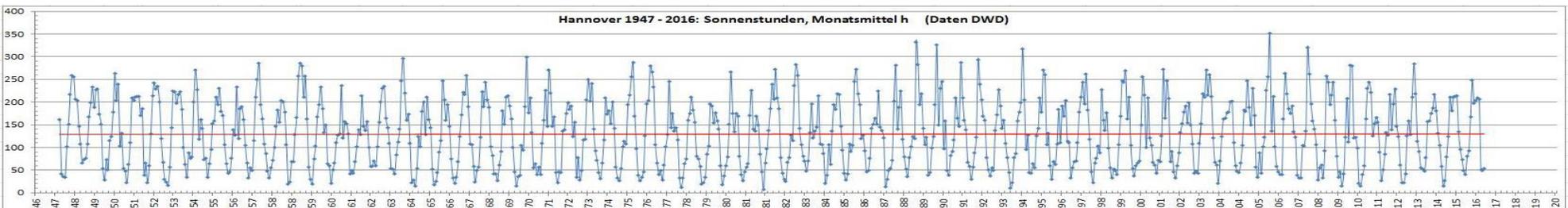
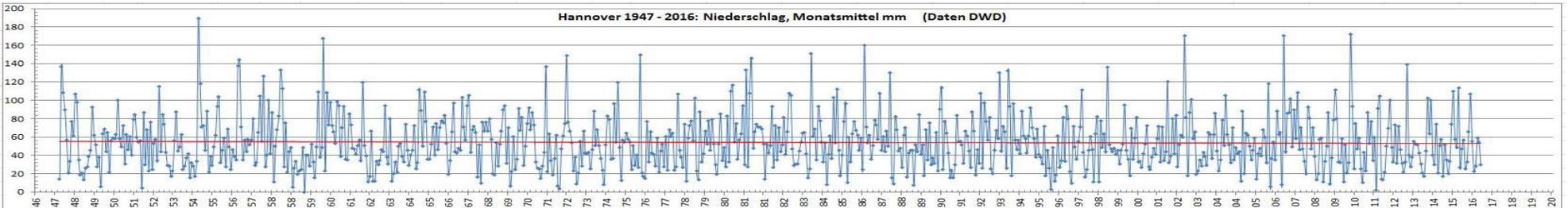
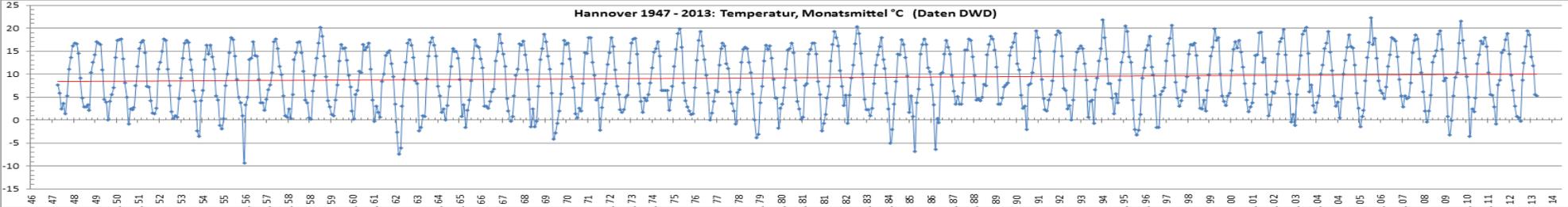


Eine mögliche Interpretation: Die Jahresringweiten des Radius A scheinen mit Verzögerung der Sonnenscheindauer zu folgen (Lichtabhängigkeit der Photosynthese). Sie gehen nach einem Optimum in den 90ern wieder zurück (Anstieg der Temperaturen, dabei aber zurückgehende Jahresniederschläge).

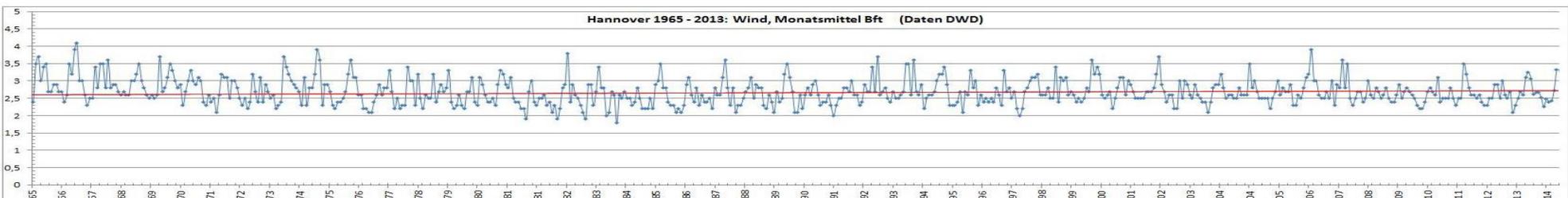
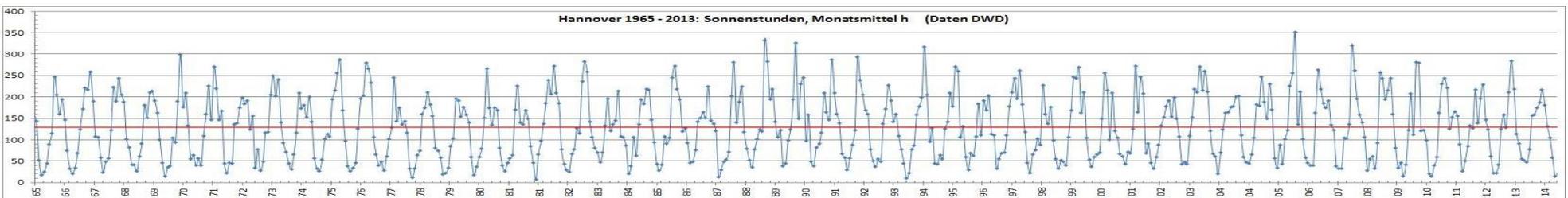
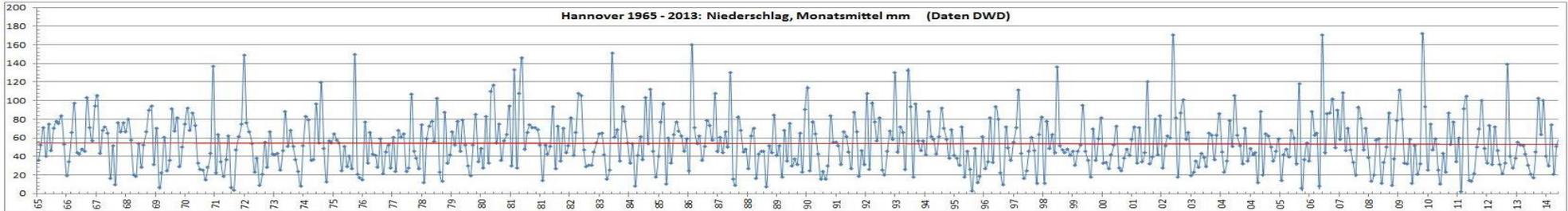
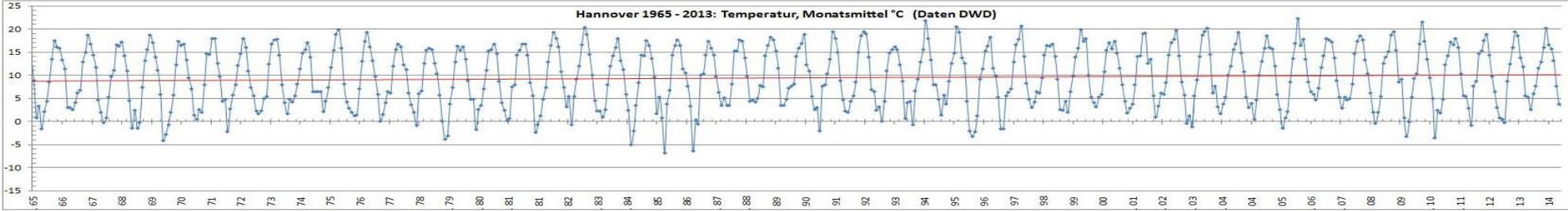
Legt man die Ringweiten aller fünf erfassten Radien zugrunde ergibt sich ein sehr komplexes und widersprüchliches Bild, das wohl in erster Linie auf die Asymmetrie des Wachstums zurückgeht. Der Mittelwert entspricht dem in der Jugendphase positiven, dann rückläufigen Gesamtzuwachs pro Jahr.



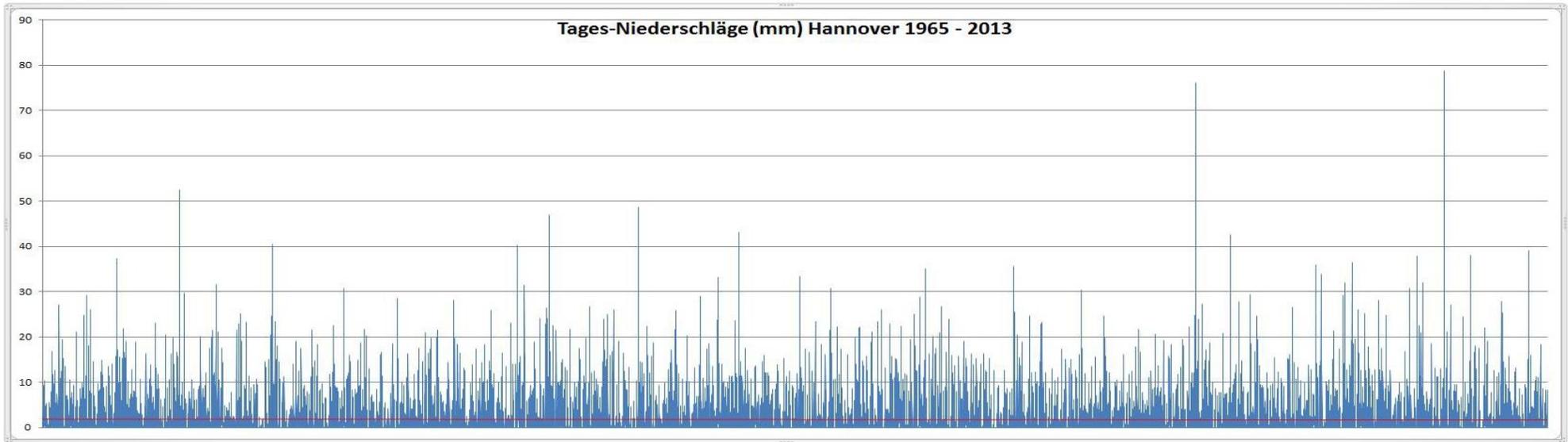
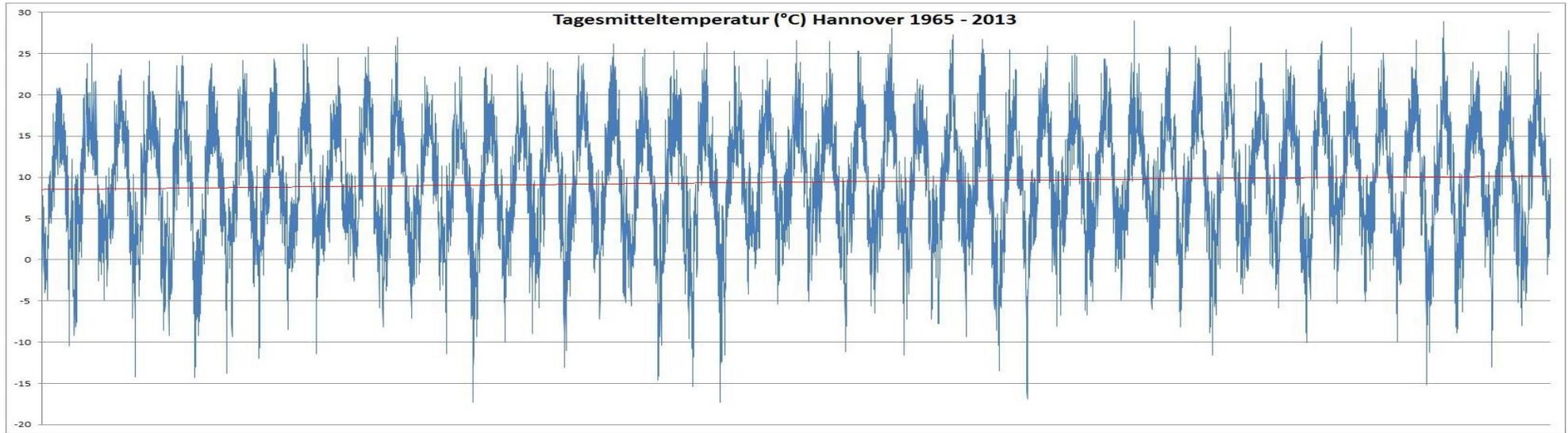
DWD Monatsmittel Temperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer und Windgeschwindigkeit Hannover 1947 - 2013

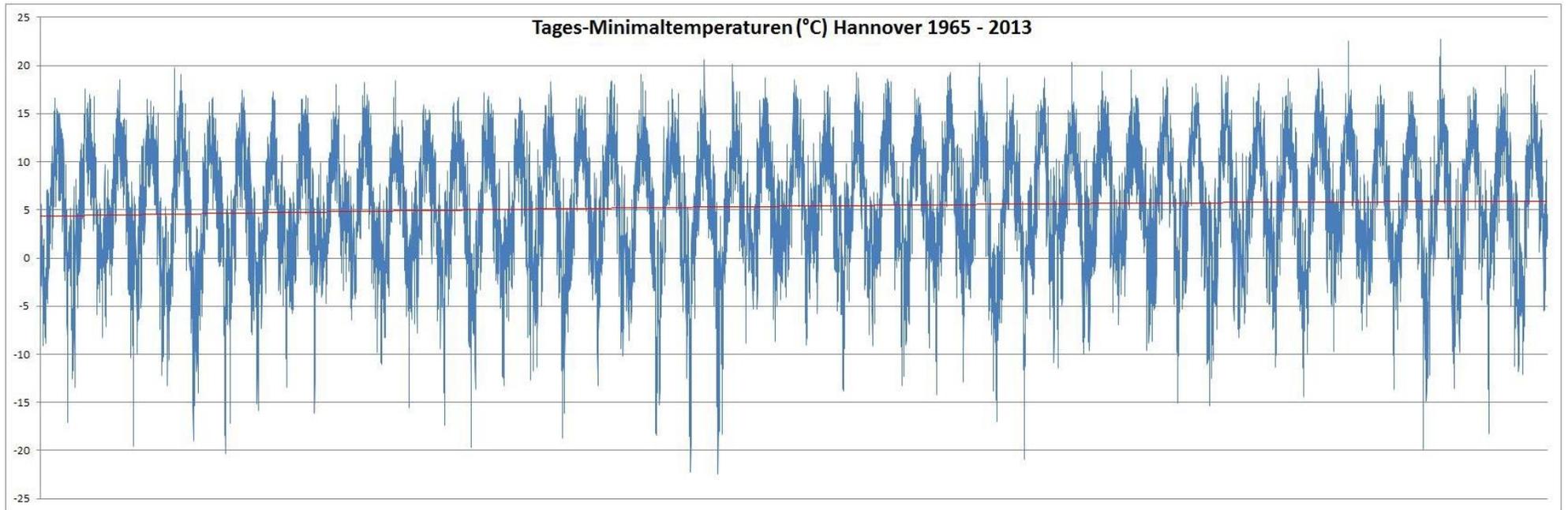
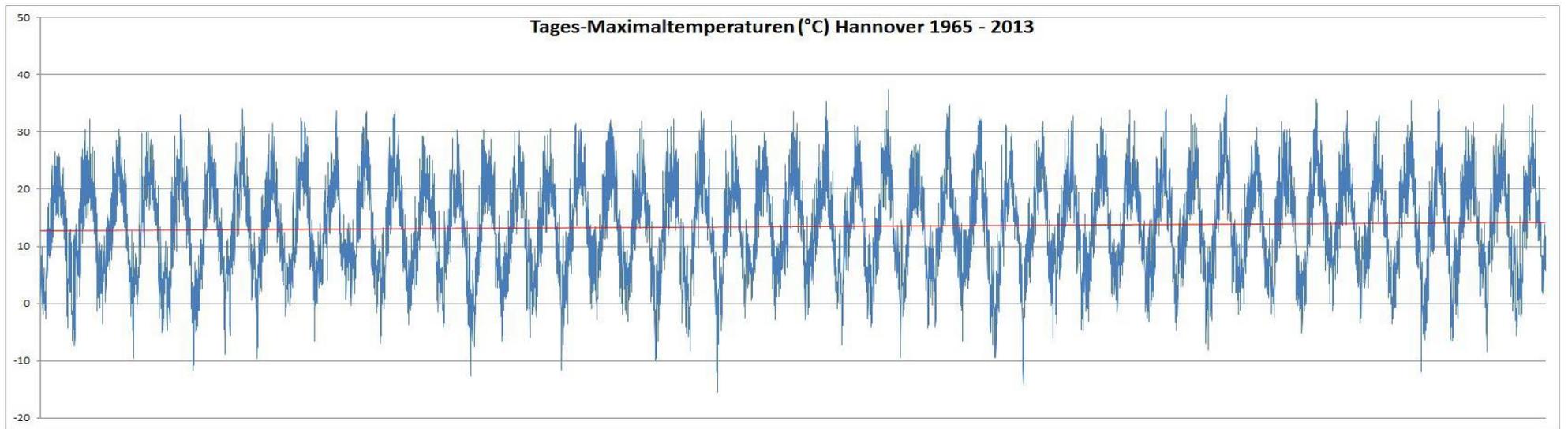


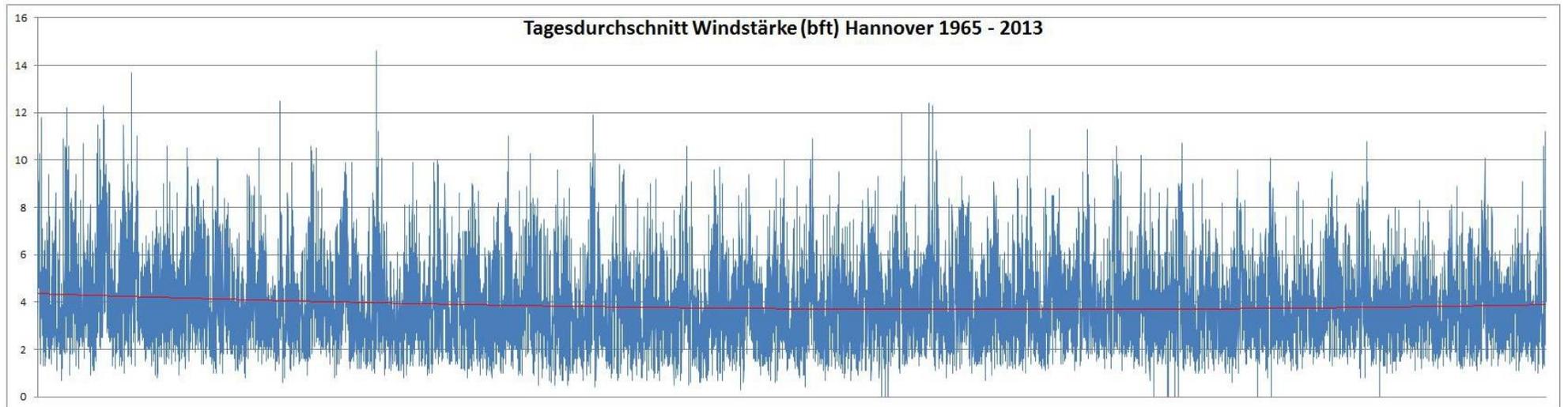
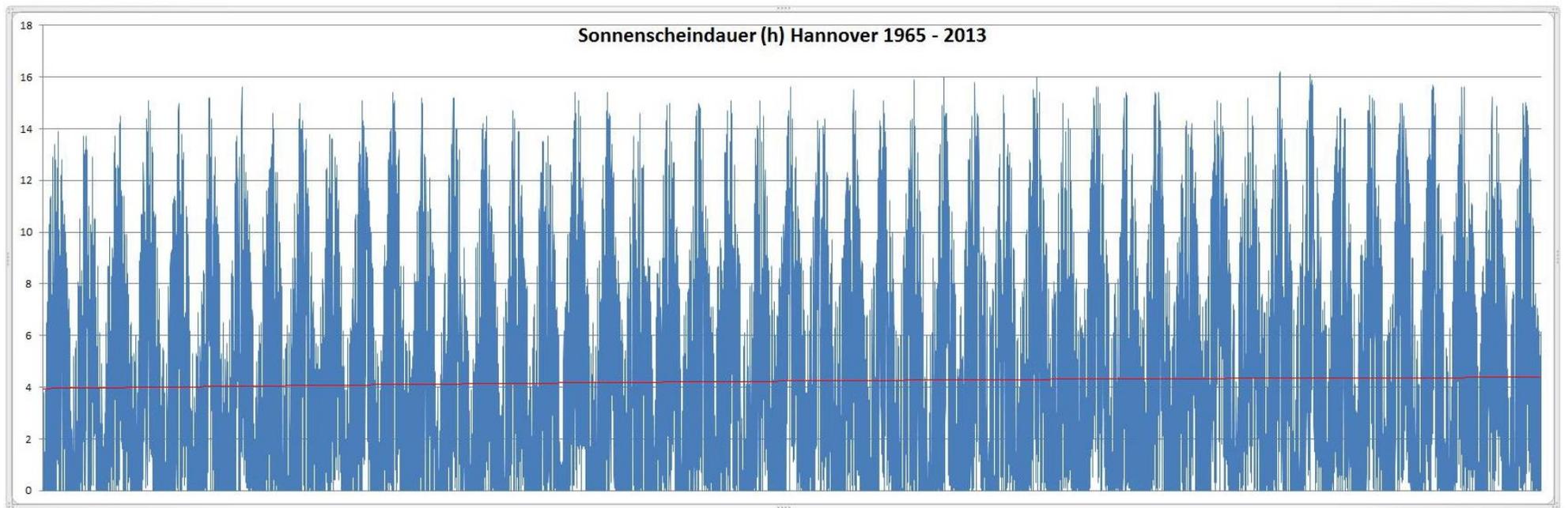
DWD Monatsmittel Temperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer und Windgeschwindigkeit Hannover 1965 - 2013



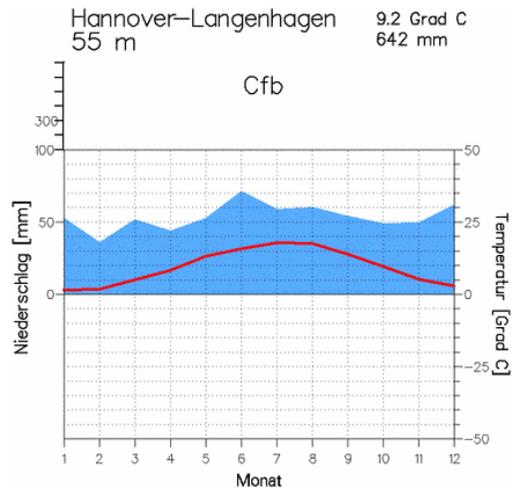
Hannover DWD Tagesmittel Temperatur und Niederschlag 1965 - 2013







Aridität und Humidität in Hannover 1965 - 2013



Vorwiegend Winterregen (Cs)

Trockengrenze (Formel)
N = Niederschlag (mm)
T = Temperatur (°C)

$$N = 2 * T$$

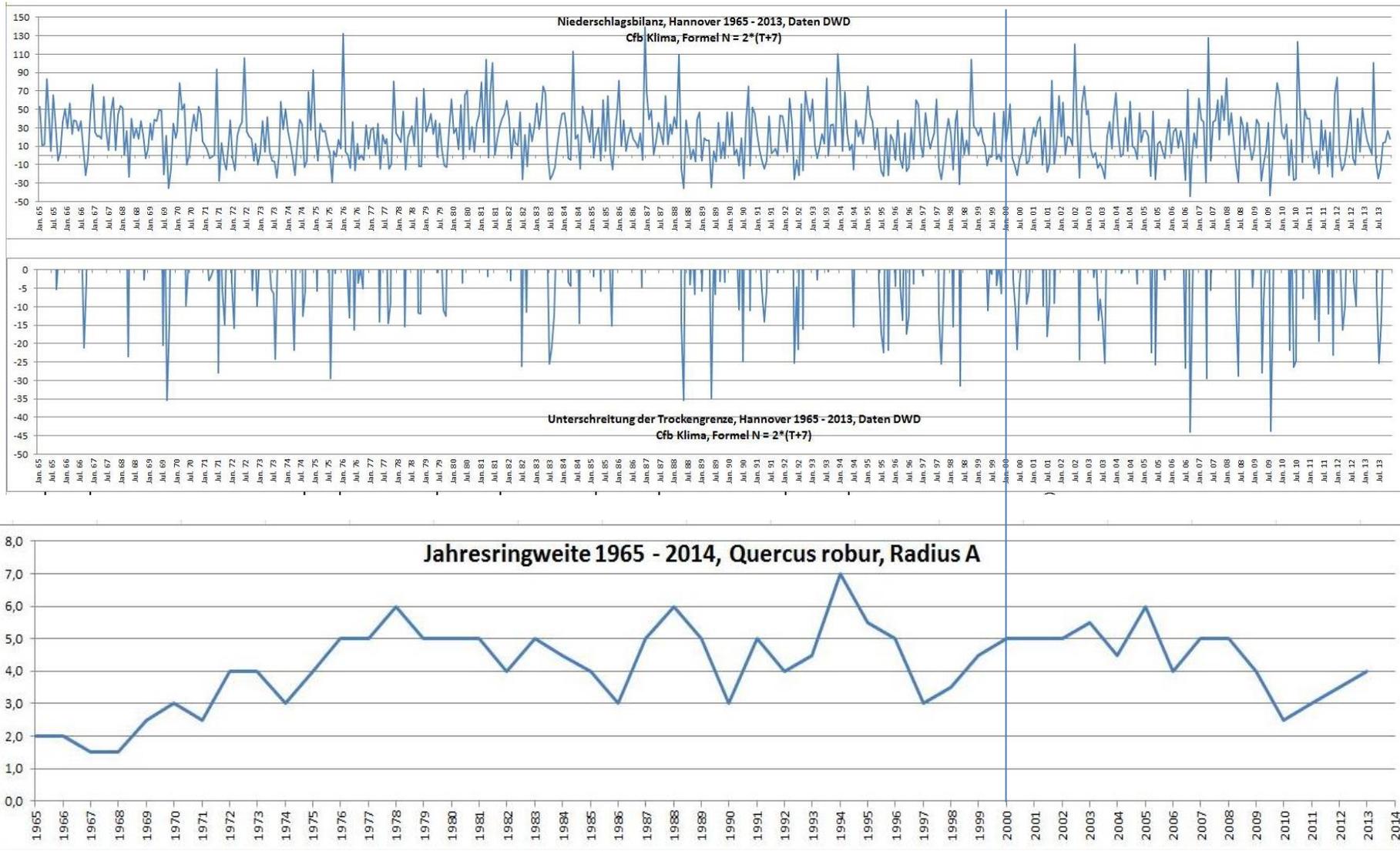
Regen zu allen Jahreszeiten (Cf)

$$N = 2 * (T + 7)$$

Vorwiegend Sommerregen (Cw)

$$N = 2 * (T + 14)$$

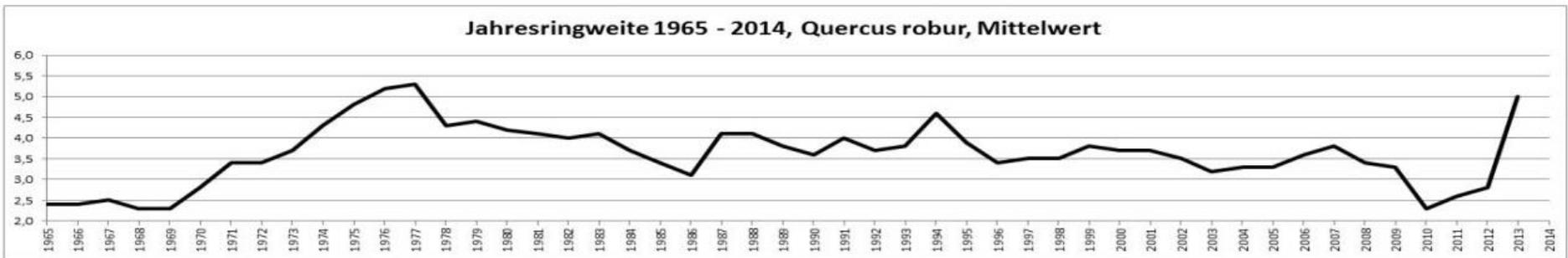
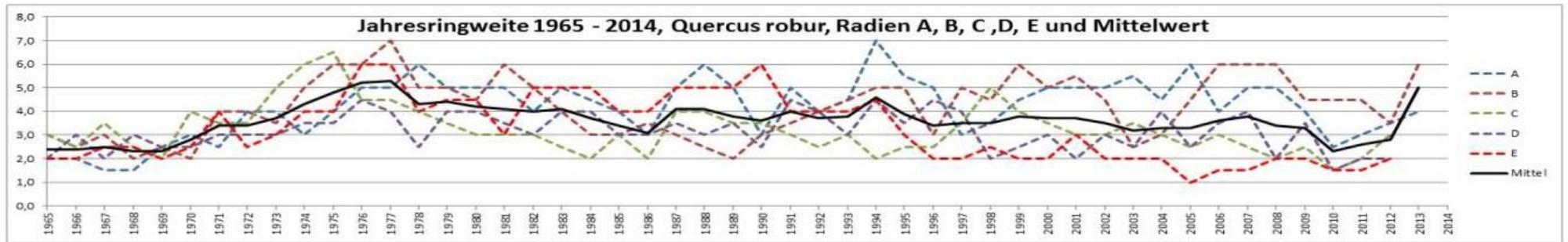
Humidität und Aridität in Hannover 1965 - 2013



Datenquelle: Niederschlagssummen (Monatsmittel), Deutscher Wetterdienst

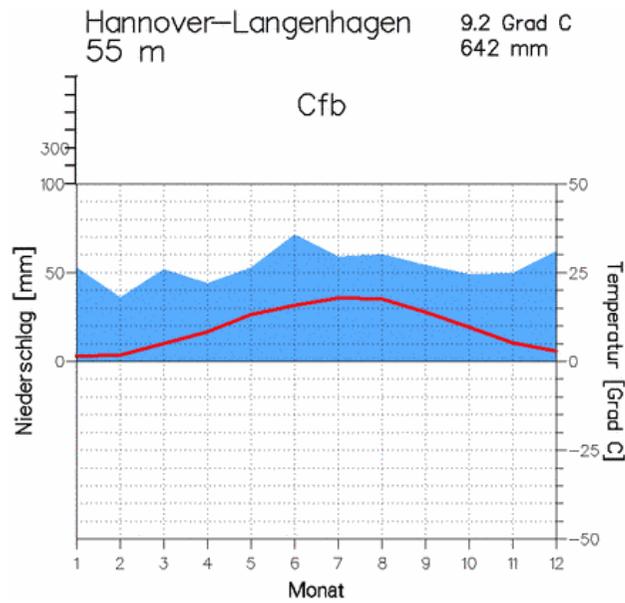
Niederschlagsbilanz berechnet nach Formel für Trockengrenze (Cfb-Klima, $N = 2 \cdot (T+7)$)

Jahresringweiten Quercus robur (gefällt Januar 2014)



Monatliche Temperatur- und Niederschlagsbilanz in Hannover 1965 - 2013, bezogen auf das jeweilige Monatsmittel zwischen 1971 und 2000

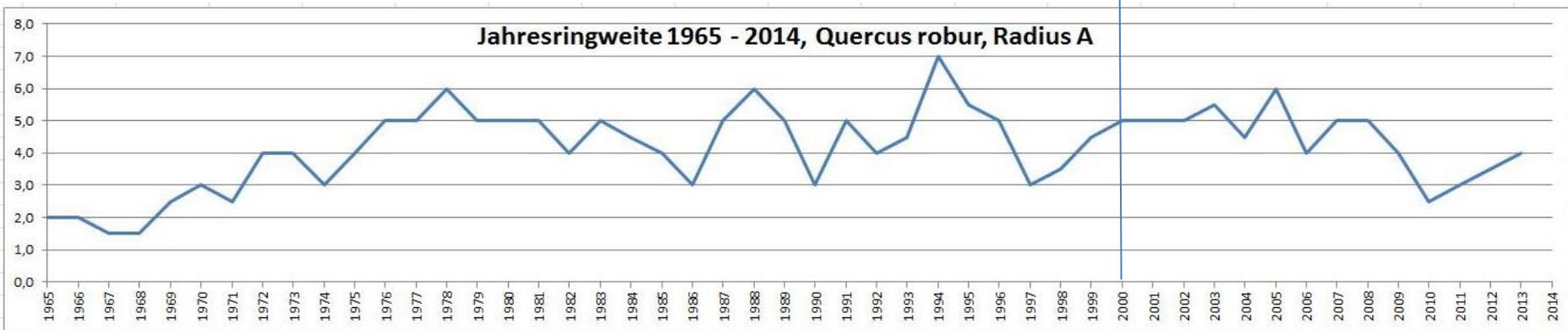
Quelle: www.klimadiagramme.de



Hannover Mittel 1971 - 2000

Monat	[mm]	[° C]
Jan	53	1.4
Feb	36	1.7
Mar	52	4.8
Apr	44	8.1
Mai	53	13.0
Jun	71	15.7
Jul	59	17.7
Aug	60	17.5
Sep	54	13.8
Okt	49	9.5
Nov	50	5.1
Dez	62	2.7
Jahr	642	9.2

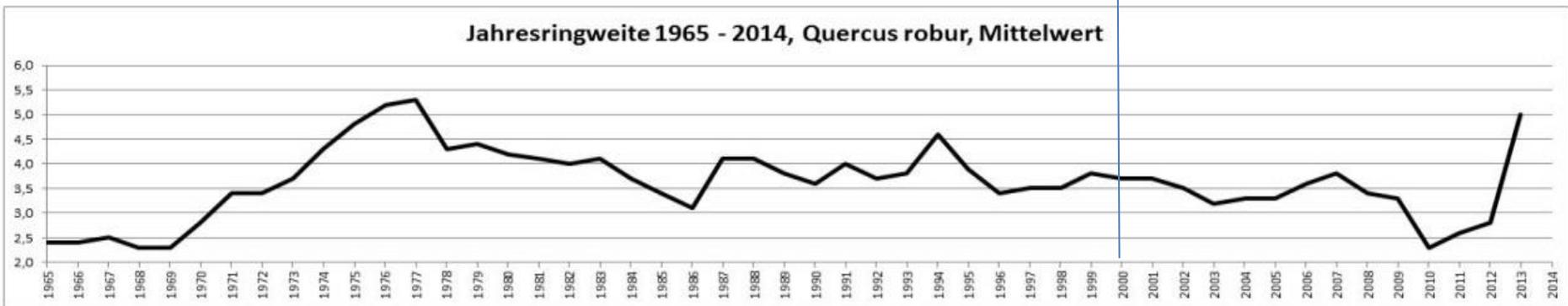
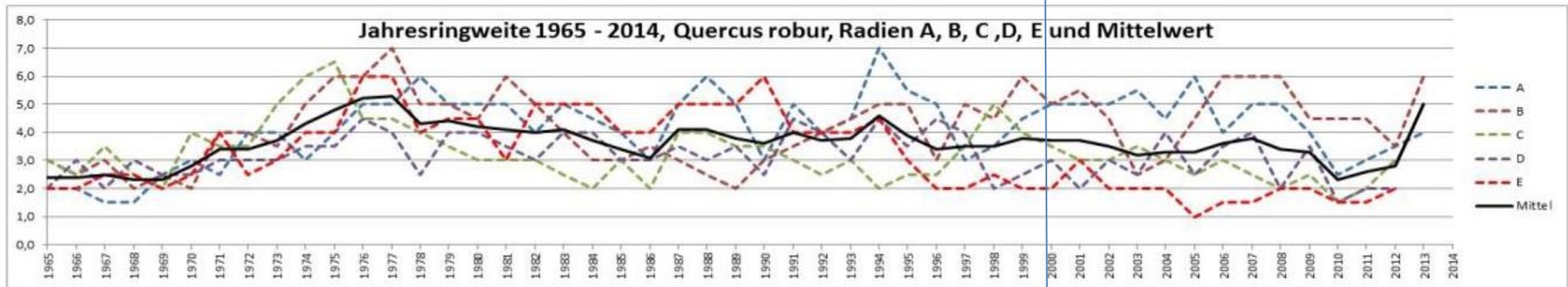
Abweichungen der Monatsmittel (Temperatur / Niederschlag) vom langjährigen Mittel (1971 - 2000)



Datengrundlage: Jahresringweiten (mm) einer im Januar 2014 auf dem Gelände des Schulbiologiezentrums gefällten etwa 50jährigen Stiel-Eiche (Quercus robur)

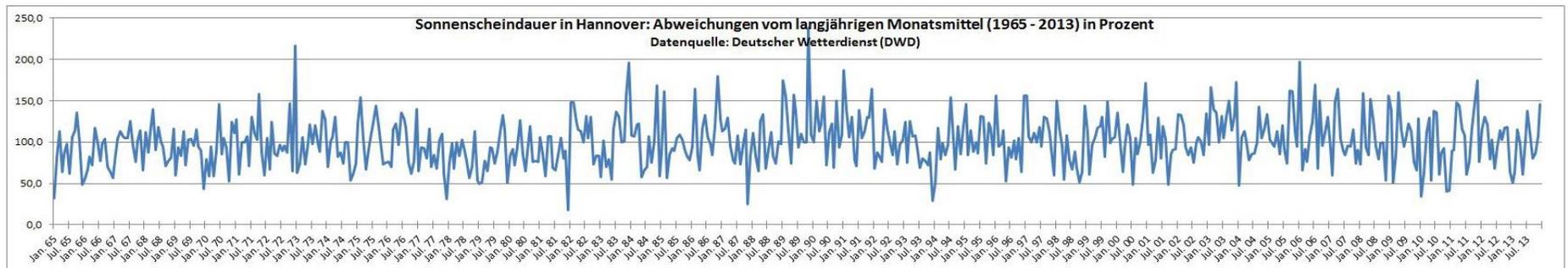
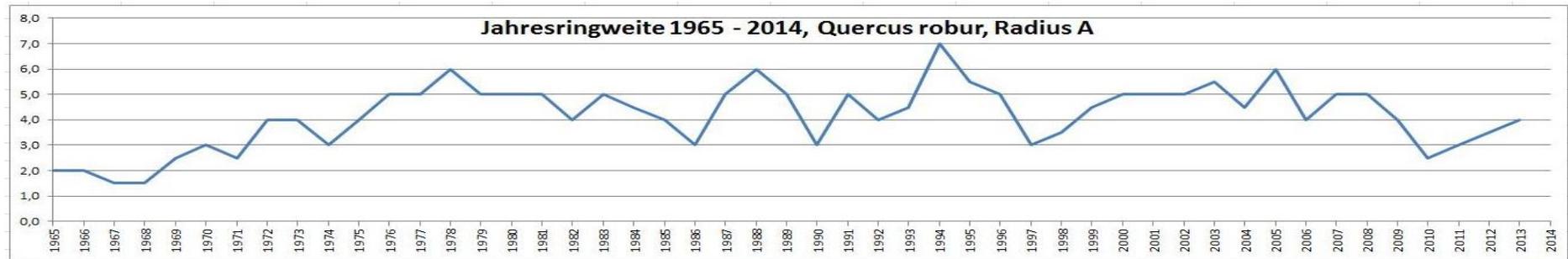
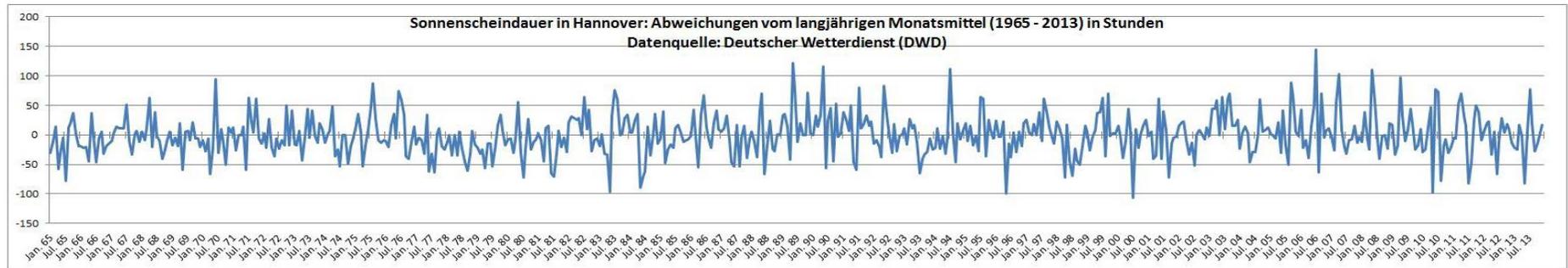
Monatsmittel Temperatur und Niederschlag Hannover 1965 - 2013 (DWD)

Durchschnittliche Monatswerte Temperatur und Niederschlag Hannover 1971 - 2000 (www.klimadiagramme.de)



Sonnenscheindauer: Abweichungen vom langjährigen Monats-Mittelwert (Hannover, 1965 - 2013)

Monat	Monatsmittel 1965 - 2013 (h)	Monat	Monatsmittel 1965 - 2013 (h)
JAN	44,2	JUL	206,7
FEB	65,7	AUG	199,6
MRZ	109,7	SEP	141,8
APR	160,4	OKT	106,0
MAI	210,6	NOV	51,6
JUN	205,5	DEZ	35,7







PALÄO DATA SEARCH

Kurzanleitung

<https://www.ncdc.noaa.gov/paleo-search/>



Suche eingrenzen:

- Treering
- Gebiet (z.B. Deutschland)
- Art (z.B. Quercus robur)

Suche starten

- Auswahl treffen
- Datei aufrufen (z.B. Rohdaten, *.rwl)

Schmidt - Schaumburg - QURO - ITRDB GERM009

Originator:

Schmidt, B.

NOAA Study Page:

<https://www.ncdc.noaa.gov/paleo/study/4291>

JSON Metadata:

<https://www.ncdc.noaa.gov/paleo-search/study/search.json?xmlid=6208>

DIF Metadata:

<http://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/metadata/published/paleo/dif/xml/noaa-tree-4291.xml>

Download Data:

Chronology	germ009.crn
Correlation Stats	germ009.txt
Raw Measurements	germ009.rwl



Year	Ring Width (mm)										
250-1	1	SCHAUMBURG									
250-1	2	W. GERMANY	QURO								
250-1	3	SCHMIDT									
250213	1819	99									
250213	1820	130	90	154	220	309	162	194	355	386	411
250213	1830	456	500	411	267	239	222	296	453	477	307
250213	1840	250	211	240	480	330	261	262	243	230	198
250213	1850	245	294	257	249	302	316	409	239	346	294
250213	1860	307	526	391	227	195	274	328	405	228	123
250213	1870	313	210	119	180	255	428	326	403	348	244
250213	1880	299	212	221	172	303	170	224	174	255	200
250213	1890	250	220	246	134	184	258	223	202	202	218
250213	1900	159	141	214	304	182	171	207	201	196	104
250213	1910	122	112	241	265	173	128	87	307	285	168
250213	1920	193	129	241	189	297	135	176	152	69	108
250213	1930	137	247	220	215	92	192	282	224	260	221
250213	1940	167	196	305	147	107	176	139	89	219	151
250213	1950	181	115	103	144	127	200	181	198	186	81
250213	1960	134	166	129	149	134	117	188	184	150	185
250213	1970	161	159	999							
250223	1827	552	484	400							
250223	1830	422	432	252	235	233	230	348	524	522	326
250223	1840	322	230	201	354	321	294	248	196	243	236
250223	1850	275	236	143	179	181	225	244	151	227	223
250223	1860	189	344	268	221	177	129	196	210	189	114
250223	1870	228	198	95	204	203	389	319	374	276	170
250223	1880	214	126	135	156	395	213	211	169	185	171

Rohdaten im *.rwl-Format

Ort: Schaumburg
Art: QURO (Quercus Robur)

Koordinaten: 52°20' Nord, 09°02' Ost
Ring-Profilnummer (z.B. 250213)

Zeitspanne: 1819 - 1972

Daten in Blöcken
(Eine Zeile jeweils 10 Jahre)

Jahresringweite in mm/100
(130 = 1,3 mm)

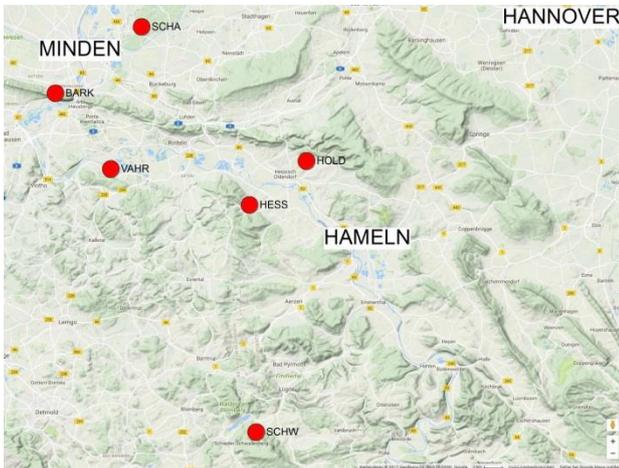
In EXCEL umwandeln und bearbeiten:

- Excel starten, Registerkarte "Daten" anklicken, "Externe Daten abrufen", "Aus Text"
- Konvertierprogramm startet, Umwandlung ausführen
- Daten passend umstrukturieren (Einfügeoption "Zeile in Spalte verwandeln")
- Spalten in Diagramm umwandeln

Das folgende Auswertungsbeispiel fußt auf der Arbeit von Burghart Schmidt

Dendrochronologische Untersuchungen an Eichen aus der Kölner Bucht und dem Weser-Werre-Gebiet. Arch. Korrb. 3, 1973, 155–158. (zit. Nach <http://dendrolabor.phil-fak.uni-koeln.de/8601.html?&L=4>)

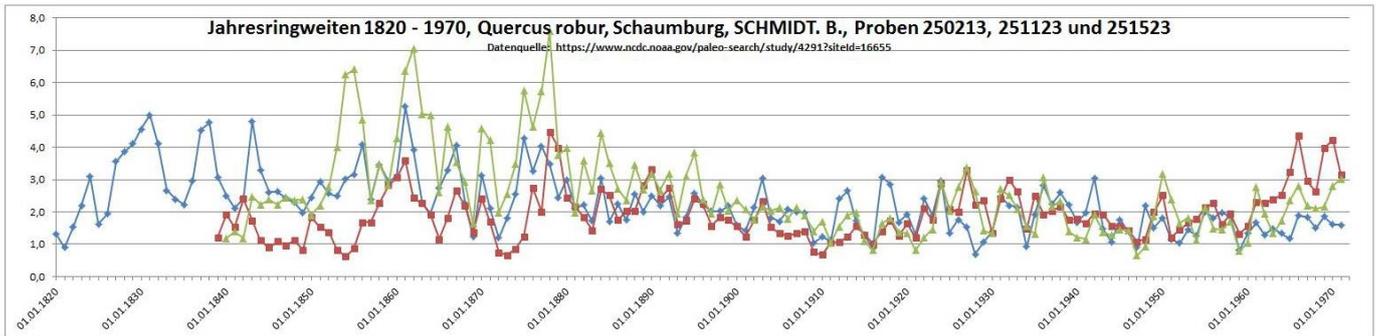
Untersucht wurden Stiel-Eichen an sechs Standorten im südwestlichen Hannover (siehe Karte). Alle Daten dazu finden Sie in der Datenbank.



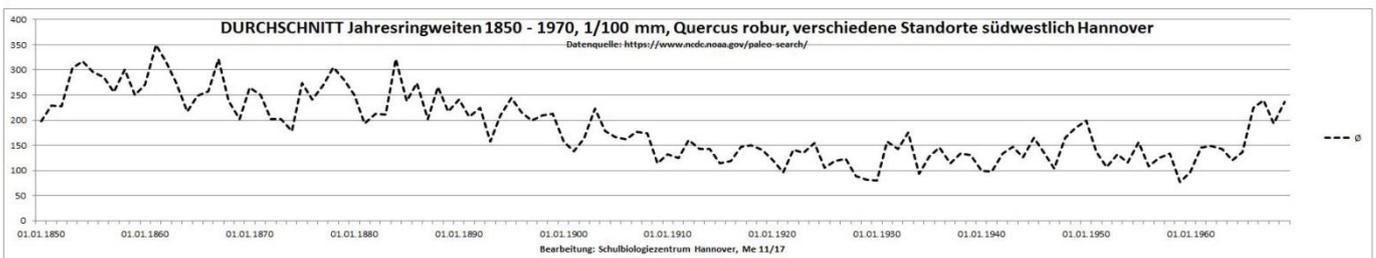
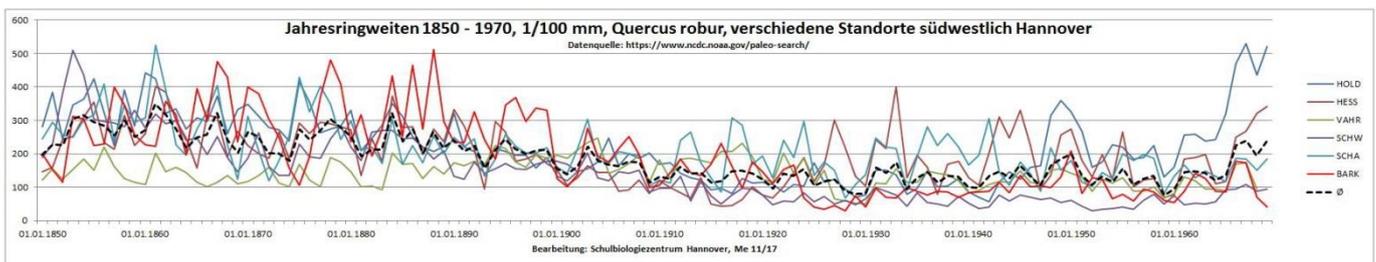
Verwendete Daten:

- Schmidt - Barkhausen - QURO - ITRDB GERM004 (Schmidt, B.)
- Schmidt - Hessisch-Oldendorf - QURO - ITRDB GERM005 (Schmidt, B.)
- Schmidt - Hesslingen - QURO - ITRDB GERM006 (Schmidt, B.)
- Schmidt - Varenholz - QURO - ITRDB GERM007 (Schmidt, B.)
- Schmidt - Schwalenberger Wald - QURO - ITRDB GERM008 (Schmidt, B.)
- Schmidt - Schaumburg - QURO - ITRDB GERM009 (Schmidt, B.)

Auswertungsbeispiel: Jahresringweiten dreier Proben am Standort Schaumburg (1820 - 1970)



Auswertungsbeispiel: Jahresringweiten von je einer Probe an sechs verschiedenen Standorten (1850 - 1970)



Zum Vergleich:

Aus Proxydaten rekonstruierter Temperaturverlauf in Mitteleuropa 1500 - 2007

Dobrovolný, P.; Moberg, A.; Brázdil, R.; Pfister, C.; Glaser, R.; Wilson, R.; van Engelen, A.; Limanówka, D.; Kiss, A.; Halícková, M.; Macková, J.; Riemann, D.; Luterbacher, J.; Böhm, R.

Monthly, seasonal and annual temperature reconstructions for Central Europe derived from documentary evidence and instrumental records since AD 1500
Climatic Change, Volume: 101, 1-2, Springer Science + Business Media B.V., Heidelberg 2009

ISBN: 0165-0009

<http://link.springer.com/article/10.1007/s10584-009-9724-x#page-2>

https://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/reconstructions/pages2k/euro-med2k/Dobrovolny_et_al_CC_2010.txt

