

# StartClim.3b

## Dokumentation von Auswirkungen extremer Wetterereignisse auf die landwirtschaftliche Produktion

**ARC Seibersdorf research**



**AUSTRIAN RESEARCH CENTERS**

Leitung des Teilprojekts StartClim 3b:

Dr. Gerhard Soja  
ARC Seibersdorf research  
Abt. Umweltforschung  
A-2444 Seibersdorf  
[gerhard.soja@arcs.ac.at](mailto:gerhard.soja@arcs.ac.at)

Autoren des Berichts:

Dr. Anna-Maria Soja und Dr. Gerhard Soja

Projektmitarbeiter:

Dr. Anna-Maria Soja, DI Susanne Razesberger und Dr. Gerhard Soja

Wien, November 2003

Teilprojekt von StartClim  
"Startprojekt Klimaschutz: Erste Analysen extremer Wetterereignisse  
und ihrer Auswirkungen in Österreich"

Projektleitung: Institut für Meteorologie und Physik  
der Universität für Bodenkultur Wien  
Türkenschanzstr. 18, 1180 Wien  
URL: <http://www.austroclim.at/startclim/>

## Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>7</b>
<b>Summary</b> .....	<b>9</b>
<b>3b-1 Einleitung</b> .....	<b>11</b>
<b>3b-2 Methodik</b> .....	<b>12</b>
<b>3b-2.1 Datengrundlagen und Untersuchungsparameter</b> .....	<b>12</b>
3b-2.1.1 <i>Auswahl der Untersuchungsgebiete</i> .....	12
3b-2.1.2 <i>Auswahl der untersuchten Fruchtarten</i> .....	13
3b-2.1.3 <i>Datenquellen</i> .....	15
3b-2.1.3.1 <i>Ertragsdaten</i> .....	15
3b-2.1.3.2 <i>Meteorologische Daten</i> .....	17
<b>3b-2.2 Datenauswertung und Darstellung</b> .....	<b>17</b>
3b-2.2.1 <i>Extremwertfindung</i> .....	17
3b-2.2.2 <i>Verknüpfung der landwirtschaftlichen mit den meteorologischen Daten</i> .....	20
3b-2.2.3 <i>Verbale Erklärungen von Missjahren</i> .....	20
<b>3b-3 Ergebnisse</b> .....	<b>21</b>
<b>3b-3.1 Auswirkungen auf die Weizenproduktion</b> .....	<b>21</b>
<b>3b-3.2 Auswirkungen auf die Gerstenproduktion</b> .....	<b>22</b>
<b>3b-3.3 Auswirkungen auf die Maisproduktion</b> .....	<b>23</b>
<b>3b-3.4 Auswirkungen auf die Kartoffelproduktion</b> .....	<b>24</b>
<b>3b-3.5 Auswirkungen auf die Zuckerrübenproduktion</b> .....	<b>25</b>
<b>3b-3.6 Auswirkungen auf die Weinproduktion</b> .....	<b>26</b>
<b>3b-3.7 Auswirkungen auf die Apfelproduktion</b> .....	<b>29</b>
<b>3b-3.8 Unterscheidung von Miss- und Superjahren</b> .....	<b>29</b>
<b>3b-3.9 Veränderungen der Empfindlichkeit gegen meteorologische Extreme während des Untersuchungszeitraumes</b> .....	<b>30</b>
<b>3b-4 Schlussfolgerung</b> .....	<b>33</b>
<b>3b-5 Literaturverzeichnis</b> .....	<b>35</b>
<b>3b-6 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>37</b>

**3b-7 Anhang .....39**

## Kurzfassung

Welche Art von extremem Wetter verursacht Missernten? Dieser Frage wurde bei 7 landwirtschaftlichen Kulturpflanzenarten in 3 Regionen Österreichs nachgegangen. Die Datenbasis bestand aus den agrarstatistischen Erhebungen der Flächenerträge sowie den Monatsmitteln der meteorologischen Parameter im Zeitraum 1869 bis 2002. Aus den ermittelten Zusammenhängen sind folgende Schlüsse für die Auswirkungen möglicher zukünftiger Klimaentwicklungen in Österreich zu ziehen:

- Milde Winter ohne Extremtemperaturen sind besonders im Februar vorteilhaft. Davon würden Wintergetreide und Wein profitieren.
- Trockene Frühjahrswitterung ist besonders nachteilig für Sommergetreide.
- Trockene Witterung in den Erntemonaten von Getreide vermeidet Verluste bei der Ernteeinbringung.
- Trockene, heiße Sommer sind ungünstig für Zuckerrübe und Mais, in geringerem Ausmaß für Kartoffel.
- Der Weinbau könnte bei Eintreten der wahrscheinlichsten klimatischen Veränderungen in Österreich zu den Gewinnern gehören.

Risikofaktoren für Missernten in drei Regionen Österreichs 1869 - 2002							
	Winterweizen	Sommergerste	Mais	Kartoffel	Zuckerrübe	Wein	Apfel
Jänner							
Februar							
März							
April							
Mai							
Juni							
Juli							
August							
September							
Oktober							

## Abstract

Which kind of extreme weather causes bad harvests? This question was analysed for 7 agricultural crop species in 3 regions of Austria. The data base consisted of the area-based agro-statistical surveys and the monthly means of meteorological parameters from 1869 to 2002. The resulting relations are summarised in the following conclusions about the effects of future possible climatic developments in Austria:

- Milder winters will be especially advantageous if no extreme temperatures occur in February. This would be beneficial mainly for winter cereals and grapevine.
- Dry weather in spring is especially disadvantageous for spring cereals.
- Cereals require dry weather in the harvest months to avoid yield losses.
- Dry, hot summers are unfavourable for sugar beet and corn, to a lesser extent for potato.
- Viniculture could be among the winners if the most probable climatic shifts for Austria set in.

Risc factors for bad harvests in three regions of Austria 1869 - 2002							
	Winter wheat	Spring barley	Corn	Potato	Sugar beet	Grape-vine	Apple
January							
February							
March							
April							
May							
June							
July							
August							
September							
October							

## Zusammenfassung

Bei sieben landwirtschaftlichen Kulturen (Winterweizen, Sommergerste, Körnermais, Zuckerrübe, Kartoffel, Wein, Apfel) in drei Regionen (Ostösterreich, Südoststeiermark, oberösterreichisches Alpenvorland) wurden auf Bezirks- und Bundeslandebene die Erträge im Zeitraum 1869 – 2002 erhoben. Die Erträge der Bundesländer wurden auf ein gleitendes Mittel normalisiert und die relativen sowie absoluten Abweichungen berechnet. Die deskriptive Auswertung der Abweichungen identifizierte jene Jahre als negative ("Missjahre") oder positive Extremjahre ("Superjahre"), deren Abweichungen im 5. bzw. 95. Perzentil lagen. Monatsweise Vergleiche der meteorologischen Parameter (Datenbasis: homogenisierte Daten aus ALOCLIM, Auer et al., 2001) in den negativen Extremjahren mit jenen in einer Referenzperiode (1961-1990) kennzeichneten parameter-, kulturarten- und regionsspezifisch jene Monate, welche sich in den Missjahren signifikant von der Referenzperiode unterschieden.

Jahre mit besonders geringem Winterweizenertrag zeichneten sich durch folgende Besonderheiten aus, die in allen drei untersuchten Bundesländern eine Rolle spielten: der Februar war besonders kalt und der Juli besonders feucht. Darüber hinaus hatten nur regional einzelne Parameter Bedeutung: in Oberösterreich waren die Temperaturen im Mai unterdurchschnittlich, in Oberösterreich und Steiermark waren April und Mai besonders niederschlagsreich.

Bei Sommergerste war eine relativ große Trockenheitsempfindlichkeit zu erkennen, was verbunden mit überdurchschnittlichen Temperaturen besonders im pannonischen Klimabereich zu Missjahren führte. Nachteilig waren weiters hohe Niederschläge im Erntemonat Juli.

Auch bei Mais war eine Empfindlichkeit gegen sommerliche Trockenperioden zu erkennen, vor allem im Osten des Bundesgebietes. Für Mais war wie bei den anderen Getreidearten Schlechtwetter im Erntemonat ein signifikanter Risikofaktor, dass sich ein Jahr zu einem negativen Extremjahr entwickelte.

Im Durchschnitt waren vor allem Jahre mit höheren Niederschlagsmengen schlechte Kartoffeljahre, was auf die große Infektions- und Ausbreitungsgefahr von Pilzkrankheiten bei feuchter Witterung zurückzuführen ist. Doch waren bei allen drei Bundesländern gerade die Missjahre des letzten Jahrzehnts auf zu große Trockenheit zurückzuführen, was auf eine allmähliche Verschiebung der Hauptauslösefaktoren für Missernten hinweist.

Für Zuckerrübe ist die Witterung im April als Anbaumonat eine sehr sensible Periode, die nicht zu nass sein darf. Die Jugendentwicklung verlangt ausreichend Wärme für ein schnelles Wachstum, im Sommer ist jedoch in allen drei, somit selbst in den feuchteren Regionen Trockenheit stark ertragsreduzierend.

Ein ertragsmäßig schlechtes Weinjahr wird hauptsächlich durch starken Frost im Februar und kühl-feuchte Witterung im ganzen Sommer (inklusive Blütezeit) hervorgerufen, weniger durch Trockenheit oder Hitze. Da in letzter Zeit eher Episoden mit Trockenheit zunehmen und weniger Frostschäden auftreten, so könnte dadurch der Weinbau zu den Gewinnern klimatischer Veränderungen gehören.

Risikofaktoren für die Apfelproduktion waren hohe Temperaturen im März und kalte Witterung im Februar und April. Zu viel Niederschlag schadete vor allem im April und Mai (Blütezeit) sowie Juli.

Für Aussagen über die Gefährdung der Landwirtschaft durch Witterungsextreme ist die Berücksichtigung des Produktionsgebietes, der Kultur und der Zeit, wann das Extrem auftritt, wichtig. Genauere Vorhersagen über die Auswirkungen klimatischer Veränderungen inklusive agrarökonomischer Abschätzungen sind dann zu erwarten, wenn die in diesem Teilprojekt vorgestellten Auswertungen auf alle wichtigen landwirtschaftlichen Kulturen und Produktionsgebiete ausgedehnt werden sowie mit zeitlich besser aufgelösten

meteorologischen Daten verknüpft werden, als es in StartClim 3b möglich war. Eine Fortsetzung von analogen Detailuntersuchungen der meteorologischen Bedingungen, die mitverantwortlich für das Auftreten von Höchstertagen sind, würde ebenfalls ein umfassenderes Bild über Risiken und Chancen durch zukünftige Klimaentwicklungen erlauben.

## Summary

Seven agricultural crops (winter wheat, spring barley, corn, sugar beet, potato, grapevine, apple) were analysed for their yields in three regions (Eastern Austria, Southeast-Styria, pre-alpine region of Upper Austria) on province and on district base from 1869 to 2002. The yield data of the provinces were normalised with the running mean, then the relative and absolute differences from these means were calculated. The identification of extreme years in both directions (very low and very high yields) was based on the descriptive statistics (5<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentile) of these differences. The monthly comparisons of the meteorological parameters (database: homogenised data from ALOCLIM; Auer et al., 2001) of the negatively extreme years with the same parameters of the standard reference period (1961–1990) earmarked those months specifically for each parameter, crop species and region, when the negatively extreme years differed significantly from the reference period.

Years with very low winter wheat yields showed two distinct signals which were common for all three regions: February temperatures were significantly below average and the precipitation sum in July was especially high. Additionally, individual parameters were only in one or two of the regions important: in Upper Austria the May temperatures were lower than average, in both Styria and Upper Austria April and May were very humid.

Spring barley showed high sensitivity to drought. Especially in the Pannonian region (Eastern Austria) this led to bad harvests if temperatures were above average, too. Much rain in the harvest month July was disadvantageous.

Also corn was sensitive to drought periods in summer, especially in Eastern Austria. In the harvest month of October bad weather was a risk factor for a year to develop into a negatively extreme year.

Bad years for potato generally were years with high precipitation sums. This will have been caused by increased infection and rapid propagation of fungal diseases in moist years. However, in recent decades negatively extreme years were sometimes also caused by drought, giving evidence for a gradual shift in the main reasons for low yields.

Sugar beet was especially sensitive to wet periods in April when most of the sowing is done. Seedling development required sufficient warmth for rapid growth. In summer, however, drought in all three regions, including the more humid ones, reduced yield significantly.

Grapevine productivity suffered most from very cold temperatures in February and from moist and cool conditions during the summer months, including the month of anthesis (June). Heat and drought were of negligible importance. Recently the years with drought periods and less frost damage have become more frequent; it is suggested to consider grapevine as a possible winner when climatic conditions in Austria change.

Apple production was adversely affected by high temperatures in March and by low temperatures in February and April. Additional risk factors were too wet conditions in April and May (during anthesis) and in July.

Predictions of the risk of agricultural yield losses caused by weather extremes require the consideration of geographic region, species and timing of extremes. Better forecasts of the effects of climatic changes including economic assessments will be possible if the analyses presented in this project can be expanded to all important crop species and production areas and if such results can be related to meteorological data which are temporally better resolved than those presently available for Startclim 3b. An extension of the analyses to the meteorological conditions of years with extremely high yields would also allow for a more comprehensive understanding of the chances and risks of future climatic developments.



## **3b-1 Einleitung**

### Allgemeines

Dieses Projekt wurde auf Basis des Werkvertrages im Rahmen des Startprojekts Klimaschutz (StartClim) zwischen dem Institut für Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur und der ARC Seibersdorf research GmbH vom 8.4.2003 durchgeführt.

### Hintergrund

Extreme meteorologische Bedingungen haben die Entwicklung der Landwirtschaft seit jeher begleitet. Aus der Notwendigkeit der Stressanpassung ist bei vielen landwirtschaftlich nutzbaren Arten zwar ein breites Spektrum an Sorten mit unterschiedlicher ökologischer Valenz hervorgegangen, dennoch können extreme Wetterereignisse das biologische Anpassungsvermögen weit übersteigen und zu katastrophalen Missernten mit darauffolgenden Hungersnöten und weitreichenden sozioökonomischen Folgewirkungen führen.

### Problemstellung

Auch in Österreich ist die landwirtschaftliche Produktion witterungsbedingten Schwankungen unterworfen. Wie groß dieser Einfluss auf Ertrag und Rentabilität der Hauptkulturen ist, wurde jedoch bisher nicht systematisch untersucht. Die Kenntnis des Ausmaßes der Verwundbarkeit landwirtschaftlicher Produktion in der Vergangenheit wird die Genauigkeit der Wirkungsabschätzung meteorologischer Zukunftsszenarien erhöhen.

### Beitrag des Projekts zur Problemlösung

Im Rahmen von StartClim soll das Teilprojekt 3b durch die historische Aufarbeitung außergewöhnlicher landwirtschaftlicher Ertragsschwankungen zur Ereignisdatenbank des UBA beitragen. Der Beitrag zur gemeinsamen Datenbank besteht hauptsächlich aus bis ins 19. Jahrhundert zurückreichenden Dokumentationen solcher entsprechend quantifizierten landwirtschaftlichen Ertragsdaten.

Unsere Auswertungen sollen untersuchen, inwieweit die meteorologische Situation in Jahren mit besonders geringen Erträgen zur Erklärung der Ursachen dieser Missernten beitragen kann. Der Beitrag beschäftigt sich konkret mit Ackerkulturen am Beispiel des Getreide- und Hackfruchtbaus, sowie mit Obst- und Weinbau. Dabei werden verschiedene landwirtschaftliche Hauptanbaugebiete dieser Kulturen exemplarisch untersucht (Getreide- und Hackfruchtbau in Ostösterreich, im Alpenvorland und in der Steiermark, Weinbau in der Steiermark und im Raum Niederösterreich bzw. Wien, Obstbau in der Steiermark), da gerade in Österreich zwischen verschiedenen Anbaugebieten große klimatische Unterschiede bestehen.

### Anwendung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Auswertungen und die darauf basierenden Schlussfolgerungen sollen eine bessere Beurteilungsbasis bilden, welche Kulturen durch wann auftretende meteorologische Extreme am meisten gefährdet sind. In Zusammenschau mit den in Österreich möglicherweise auftretenden Klimaveränderungen soll abgeschätzt werden, welche der untersuchten Kulturen in Zukunft von den Veränderungen profitieren und bei welchen die Bedingungen für Missernten häufiger auftreten könnten.

## 3b-2 Methodik

### 3b-2.1 Datengrundlagen und Untersuchungsparameter

#### 3b-2.1.1 Auswahl der Untersuchungsgebiete

Das kleinräumig gegliederte Österreich besitzt topografisch und klimatisch sehr unterschiedliche landwirtschaftliche Produktionsgebiete. Im begrenzten Rahmen dieses Projektes war es nur möglich, einige wenige beispielhaft für die geplanten Auswertungen des Zusammenhanges zwischen Extremereignissen in Agrarproduktion und Klimaereignissen auszuwählen. Die getroffene Auswahl richtete sich daher nach der Verfügbarkeit einer guten Datenbasis sowohl der Historie der landwirtschaftlichen Erträge als auch der meteorologischen Aufzeichnungen.

Die Untersuchungsgebiete wurden daher sowohl nach der Verfügbarkeit langer Mess-Zeitreihen bei den meteorologischen Stationen als auch nach der Repräsentativität als charakteristisches landwirtschaftliches Produktionsgebiet selektiert. Unsere Analysen fokussierten wir auf Ackerland, regional ergänzt durch ausdauernde Kulturen wie Wein und Obstbau. Bewusst ausgeklammert waren daher die Grünlandwirtschaft sowie die gesamte Tierproduktion. Eine Berücksichtigung dieser Aspekte der Landwirtschaft würde weitere Untersuchungen erfordern, die den Rahmen des vorliegenden Projektes deutlich übersteigen.

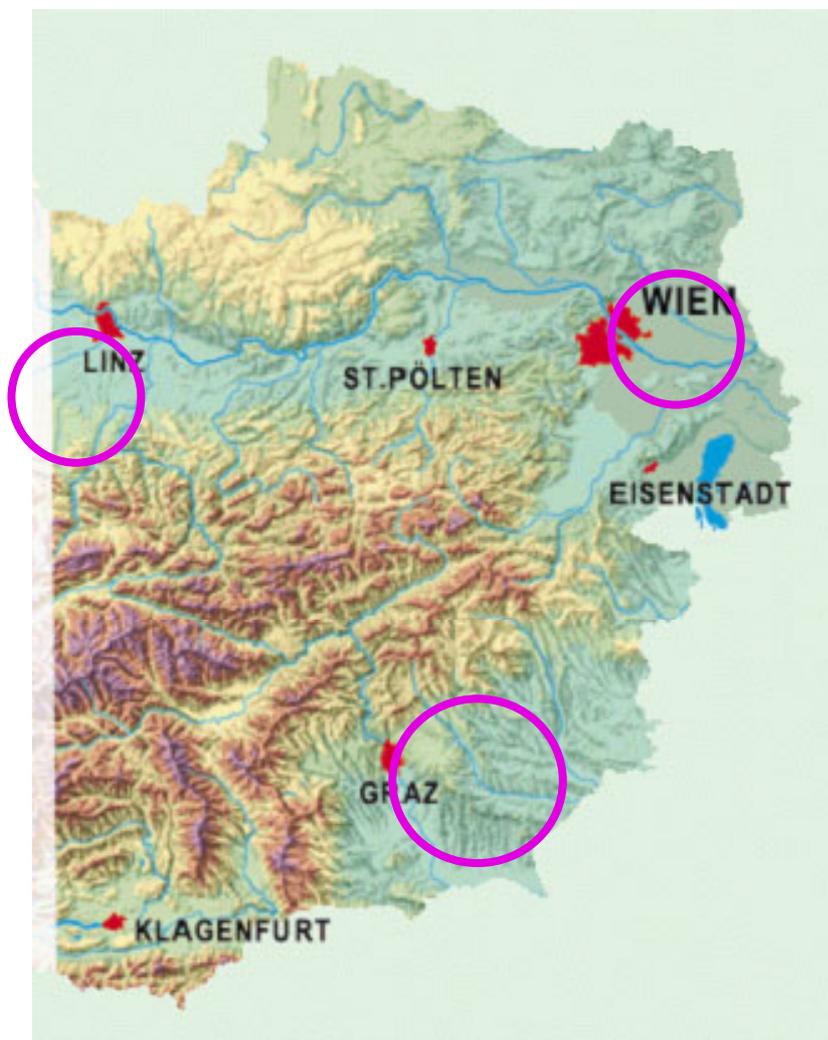


Abbildung 1: Überblick über die Lage der selektierten Untersuchungsgebiete.

Die auch heute noch wichtige Bedeutung des Feldbaues mit charakteristischen Schwerpunktkulturen war ein weiteres Selektionskriterium für die zu analysierenden Anbauggebiete. Schließlich wurden folgende drei landwirtschaftlich bedeutsame Hauptproduktionsgebiete (Einteilung nach Richtlinien der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft) nordöstliches Flach- und Hügelland, südöstliches Flach- und Hügelland, und Alpenvorland mit dem oberösterreichischen Zentralraum (siehe Abb. 1):

- der Osten Österreichs mit dem Schwerpunkt Wiener Becken,
- die Südost-Steiermark
- das oberösterreichische Alpenvorland.

Ein weiteres wichtiges Kriterium war die Verfügbarkeit von meteorologischen Stationen, die für diese drei Anbauggebiete als repräsentativ anzusehen waren. Die Auswahl dieser Stationen erfolgte nach Auer et al. (2001) sowie in Abstimmung mit anderen StartClim-Teilprojekten. Aus Tab. 1 ist ersichtlich, ab welchem Zeitpunkt bei den ausgewählten Stationen die Aufzeichnungen der monatlichen Durchschnitts- bzw. Summenwerte Temperaturminimum, Temperaturmaximum, Niederschlagssummen, Sonnenscheindauer begannen.

*Tabelle 1: Mess- bzw. Aufzeichnungsbeginn verschiedener meteorologischer Parameter bei den ausgewählten Klimastationen*

Station	See- höhe (m)	Erstes Aufzeichnungsjahr für		
		Mittl. tägl. Tempera- turmin- bzw. maximum	Monats- Niederschlagssumme	Monatliche Sonnenscheindauer
Graz-Universität	366	1881	1864	1922
Kremsmünster	383	1836	1820	1884
Wien – H. Warte	203	1836	1845	1881

Diesen Klimastationen entsprechen die Anbauggebiete in der Südoststeiermark (Graz-Universität), im oberösterreichischen Alpenvorland (Kremsmünster) und in Ostösterreich (Wien – Hohe Warte).

### **3b-2.1.2 Auswahl der untersuchten Fruchtarten**

Bei den auszuwählenden Fruchtarten sollte es sich um im jeweiligen Untersuchungsgebiet in signifikantem Umfang angebaute Arten handeln, außerdem sollten möglichst lange Zeitreihen der Erträge vorhanden sein. Die Arten sollten weiters möglichst verschiedene Anbau- und Erntetermine (z.B. Winter- und Sommergetreide; Hackfrüchte) bzw. unterschiedlich lange am Feld stehen (einjährig: Getreide, Hackfrüchte; mehrjährig: Obst- oder Weinbau). Ein weiteres Kriterium stellte die Empfindlichkeit der Arten gegenüber Witterungseinflüssen dar. Aus diesen Überlegungen ergab sich die Wahl folgender Fruchtarten:

- Winterweizen und Sommergerste als je ein Winter- und Sommergetreide
- Körnermais als spätfrostempfindliche Hackfrucht
- Kartoffel und Zuckerrübe als weitere Hackfrüchte

- die mehrjährigen frostempfindlichen Kulturen Wein (nur Niederösterreich und Steiermark) und Apfel (nur Steiermark).

Im Verlauf unserer sich über 100 Jahre erstreckenden Untersuchungen ergaben sich natürlich Verschiebungen in der flächenmäßigen Bedeutung verschiedener Kulturen. Während in früheren Zeiten auf den Höfen eine hohe Artenvielfalt an genutzten Feldkulturen durch die unterschiedlichen Ernährungsgewohnheiten sowie durch Produktions-Mischformen mit Viehhaltung anzutreffen waren, konzentriert sich heutzutage die Pflanzenproduktion auf weniger Arten. In vielen heutigen Intensiv-Agrargebieten wurde die Viehhaltung aufgegeben und hat der Feldfutterbau keine Bedeutung mehr. Eine weitere Verschiebung ergab sich durch die Fortschritte in der Züchtung, wodurch der Anbau von Mais und Zuckerrübe erst im 20. Jahrhundert entsprechende Bedeutung gewann. Die in Abb. 2 dargestellte Verteilung der agrarischen Nutzfläche auf die von uns untersuchten Getreide- und Hackfruchtarten sowie auf andere Kulturen („Rest“) zeigt einen Rückgang der alternativen Anbauflächen von 60 bis 70 % auf oft weniger als die Hälfte der Ackerfläche. Meist waren die von uns untersuchten Hauptkulturen Weizen und Gerste in Nieder- und Oberösterreich sowie Mais in der Steiermark die Gewinner dieser Verschiebungen.

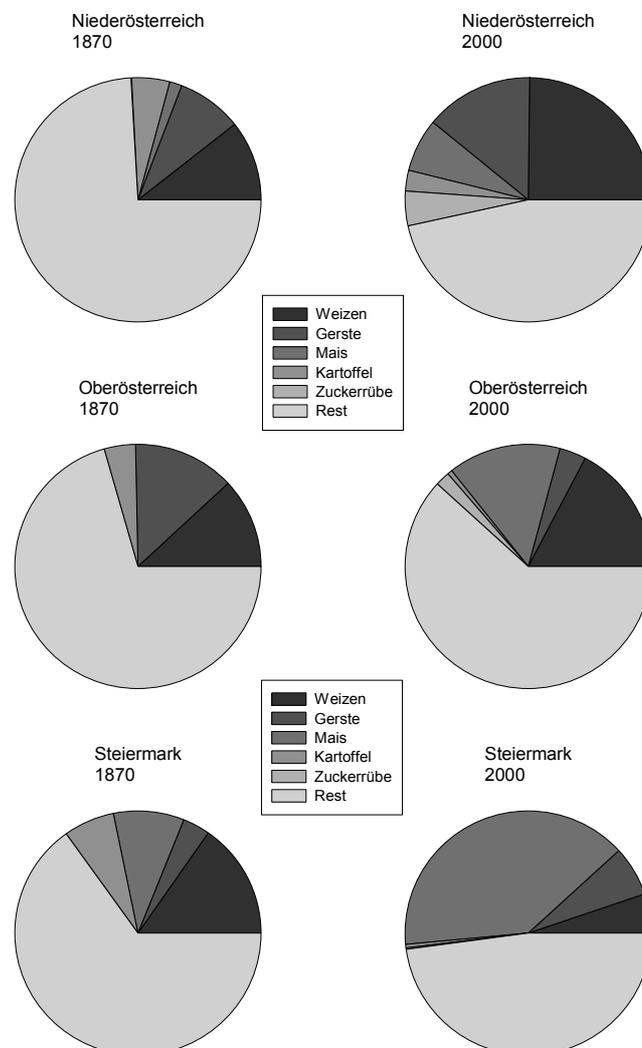


Abbildung 2: Gegenüberstellung der Anbauflächen in % der Gesamtackerfläche der ausgewählten Fruchtarten in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark im Jahr 1870 und 2000.

### **3b-2.1.3 Datenquellen**

#### **3b-2.1.3.1 Ertragsdaten**

Aufzeichnungen über die Erträge der einzelnen Kulturen waren in sehr unterschiedlichen Quellen enthalten und konnten nicht ohne kritische Prüfung für die Auswertungen herangezogen werden. Die Datentiefe, –verlässlichkeit und -aufzeichnungskonstanz variierte in den verschiedenen Quellen beträchtlich, sodass eine sorgfältige Selektion und fallweise Korrektur von Daten erforderlich war. Verwendet wurden nur auf die Flächeneinheit bezogene Ertragsangaben, da die Höhe der Gesamternte eines Produkts in einer Region vom Durchschnittsertrag pro Fläche sowie der angebauten Fläche abhängt – erforderliche Angaben, die je nach Quelle nicht immer verfügbar waren.

Hauptstütze der Erhebungen waren die amtlichen statistischen Publikationen. 1828 wurde mit der Veröffentlichung jährlicher statistischer Handbücher begonnen, bei den landwirtschaftlichen Daten fanden jedoch in den ersten Jahren leider nur für unsere Zwecke unbrauchbare und schlecht nachvollziehbare Mittelwerte Eingang (Versuch einer Darstellung der Österreichischen Monarchie in statistischen Tafeln 1828, 1829). Jährliche Werte auf der Basis tatsächlicher Erhebungen kennt man erst seit 1869 (Landwirtschaftliches Wochenblatt des K.-K. Ackerbauministeriums, Mitteilungen des K.-K. Ackerbauministeriums). Versuche, mittels entsprechender Deduktion der von den Steuerkatastern festgestellten Durchschnitts- oder Mindestzahlen auch vor 1869 zu Angaben über jährliche Ernteergebnisse zu kommen, haben in Österreich zu keinen befriedigenden Resultaten geführt (Sandgruber, 1978). Ab dem Jahre 1874 bis 1918 gab es ein eigenes vom k.k. Ackerbauministerium herausgegebenes agrarstatistisches Jahrbuch (Statistisches Jahrbuch des K.K. Ackerbau-Ministeriums für 1874-1913, Anbauflächen und Ernteergebnisse der landwirtschaftlichen Bodenprodukte ... im Jahre 1914-1917). Anschließend wurde das statistische Material bis einschließlich 1936 vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft veröffentlicht (Anbauflächen und Ernteergebnisse in der Republik Österreich im Jahre 1918-1923, 1924, Statistik der Ernte in der Republik Österreich im Jahre 1925-1936). Ab dem Jahr 1937 ist das Statistische Zentralamt, später Statistik Austria, für die Erstellung der amtlichen Landwirtschaftsstatistiken verantwortlich (Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik im Jahre 1937/44, 1946/49, 1950-1999, Statistik der Landwirtschaft 2000-1).

Bis in die neunziger Jahre des 19. Jahrhunderts arbeitete die landwirtschaftliche Produktionsstatistik fast ausschließlich mit Hohlmaßen:

1 niederösterreichischer Metzen für Getreide= 61,487 l, 1 Eimer zu 40 Maß = 56,589 l

Dann erfolgte der Übergang zu Gewichtsangaben (zuerst 1 Wiener Zentner (100 Pfund) = 56,001 kg, hierauf metrische Zentner und Tonnen). Zur Vergleichbarkeit mit den späteren Daten musste umgerechnet werden. Die dazu erforderlichen spezifischen Gewichte wurden, wenn nicht jahres- und gebietsspezifische Werte angegeben waren, aus Durchschnittswerten übernommen. Auch die Flächenbezugsgrößen erforderten eine Umrechnung:

1 Joch = 0,575 ha, 1 Quadratklafter = 3,597 m<sup>2</sup> nach Sandgruber (1978).

So findet man die Ertragswerte von Weizen, Gerste, Mais und Kartoffel ab 1869 in Metzen/Joch, ab 1875 in hl/ha und ab den 90iger Jahren des 19. Jahrhunderts in metrischen Centnern pro ha. Bei den Zuckerrüben wurden vom Anfang der amtlichen Statistik an Gewichtsmaße verwendet, der Flächenbezug erfolgte zuerst in Joch, dann ab 1875 in Hektar.

Die Unterscheidung von Winter- und Sommergetreide wurde im 19. Jahrhundert auf Bundesland- und Bezirksebene bzw. in einzelnen Jahren nicht einheitlich vorgenommen, erst ab 1922 handelt es sich durchwegs um Winterweizen bzw. Sommergerste. Ab 1995 wird nicht mehr zwischen Winter- und Sommerweizen, sondern zwischen Weich- und Hartweizen unterschieden, wobei jedoch die Menge an Sommerweichweizen zu vernachlässigen ist. Kartoffeln teilte man ab 1922 in Früh- (bzw. ab 1960 in früh- und mittelfrühe Sorten) und Spätsorten. Bei der Zuckerrübe waren in den ersten Jahren der amtlichen Statistik noch die Futterrüben miteinbezogen.

Die Bundesländer waren ab Beginn der Amtsstatistik für Feldfrüchte in Wirtschaftsgebiete eingeteilt, ab Mitte der 90iger Jahre des 19. Jahrhunderts bis zum 1. Weltkrieg wurden zusätzlich bezirksweise die Erträge angegeben. Während des ersten Weltkriegs waren die Bundesländer die kleinste Einheit. Anschließend wurden für wenige Jahre "natürliche Gebiete" eingeführt. Für die Jahre ab 1929 bis 1974 kann man mit Ausnahme von 1945 durchwegs auf Erntedaten der politischen Bezirke zurückgreifen. Sofern keine Vollerhebung (Bodennutzungserhebung) des Österreichischen Statistischen Zentralamtes vorlag, wurden Schätzungen der Landes- bzw. Bezirksbauernkammern, bei Zuckerrübe auch Angaben des Rübenaubauernbundes in der amtlichen Statistik verwendet. 1975 fand zum ersten Mal eine Erhebung des Anbaus auf Stichprobenbasis (in ca. 9% aller Betriebe mit Ackerland) statt, dadurch wurde allerdings eine Ausweisung der Ernteergebnisse nach Bezirken unmöglich. Bezirksdaten ab 1975 waren nur mehr in Einzelfällen bei der Statistik Austria vorhanden, auch bei den Landwirtschaftskammern, sowohl auf Landes- als auch auf Bezirksebene, müssen diese Daten als verloren gelten bzw. wurden gar nicht aufgezeichnet. Auf Grund dieser Lücken wurde eine jährliche Bewertung, wie sie bei Aussagen über Extremereignisse unumgänglich ist, mit einer besseren Auflösung als auf Bundeslandebene verunmöglich.

Wein ist bis 1936 im eigentlichen Sinn des Wortes zu verstehen, also nach vollständiger Gärung, wobei bei der Gärung generell ein Verlust von ca. 20% anzunehmen ist (Sandgruber, 1978). Erst ab 1946 erfolgte die Angabe des Ertrages als Most. Leider fanden in den amtlichen Statistiken die Qualitätsangaben, die besonders beim Wein zur Charakterisierung des Produkts unerlässlich sind, überhaupt keinen Niederschlag. Von Anfang an erfolgte eine Untergliederung der Bundesländer in Regionen: zuerst in Wirtschaftsgebiete bis zum 1. Weltkrieg, zusätzlich in den 90iger Jahren des 19. Jahrhunderts wegen der Reblaus in Gerichtsbezirke, nach dem 1. Weltkrieg für 4 Jahre in natürliche Gebiete, ab 1930 bis heute zuerst in Gerichtsbezirke, dann in Verwaltungsbezirke. Während des 2. Weltkrieges fehlen alle Ertragsangaben für Wein. Die in Abb. A-52 und 53 verwendeten Daten sind bei Wien folgende: 1870 – 89 und 1898 – 1913 Berggebiet des Wiener Waldes, 1890 – 97 16.–19. Bezirk, 1920 – 26 Wien gesamt, 1927 – 1930 1., 3-19. Bezirk, 1931 – 1936 16.-19. Bezirk, ab 1946 Wien gesamt. Bei Klosterneuburg kamen folgende Daten zur Auswertung: 1870 – 1899 Berggebiet des Wiener Waldes, 1890 – 1897 Klosterneuburg, 1897 – 1913 und 1927 – 1930 Berggebiet des Wiener Waldes, 1930 – 1936 Klosterneuburg, 1946 – 1854 Wien West, 1955 – 2002 Wien Umgebung.

Bis 1874 wurden bei Obst keine Arten unterschieden, danach fand eine Trennung in Kern- und Steinobst statt, wobei Erträge ohne Flächen- oder Baumbezug für Wirtschaftsgebiete angegeben wurden. Bis zum 1. Weltkrieg war die Steiermark in Ober-, Mittel- und Unterland unterteilt, wobei die beiden ersteren in etwa die heutige Steiermark bilden. Erst nach 1923 kann man in den amtlichen Statistiken den Apfel finden, wobei ab 1930 eine Unterscheidung von Tafel- und Mostäpfeln vorgenommen wurde. Nach dem 2. Weltkrieg wurde auch die Baumzahl als Bezugsgröße eingeführt, und ab den 50iger Jahren ist der Apfel in Sommer-, Winter- und Mostapfel unterteilt. Die fortschreitende Intensivierung der Produktion führte ab 1975 zu einer Gliederung der Statistik in Intensiv- und Extensivobstbau. Für die jährlichen amtlichen Statistiken gibt es nach dem 1. Weltkrieg nur Ertragswerte für die einzelnen Bundesländer und keine weitere Gebietsunterteilung.

Neben diesen amtlichen Quellen wurde versucht, auch Ertragsdaten bei großen Einzelbetrieben z.B. Klöstern, Versuchsgütern, und Privaten zu ermitteln. Diese Bemühungen waren leider von wenig Erfolg begleitet. Zum Teil wurde eine Zusammenarbeit

aus Gründen des Datenschutzes abgelehnt, in anderen Fällen fehlten länger durchgehende Datenreihen komplett. Nur bei Wein war in Archiven und in der Literatur ab Mitte des 16. Jahrhunderts Material zu finden (Anonym, 1803; Bittmann, 1879; Löschnig und Stefl, 1935; Strömmer, 2003). Es handelt sich dabei aber um rein verbale Beschreibungen des Ertrages und der Güte des Weins und nicht um quantifizierbare Daten.

### **3b-2.1.3.2 Meteorologische Daten**

Die Witterungsdaten der ausgewählten Klimastationen Wien- Hohe Warte, Kremsmünster, Graz-Universität stammen von der ZAMG. Es wurden die homogenisierten Monatswerte von Auer et al. (2001) verwendet. Eine kleinere zeitliche Auflösung der meteorologischen Daten (Wochen oder Tage) war mit den zur Verfügung stehenden Daten für den Untersuchungszeitraum nicht möglich.

## **3b-2.2 Datenauswertung und Darstellung**

Die aus den amtlichen Quellen erhobenen Daten wurden einerseits in die Ereignisdatenbank des UBA eingespeist, andererseits als Grundlage für unsere Auswertungen verwendet.

### **3b-2.2.1 Extremwertfindung**

Wie aus der nachstehenden Tab. 2 für das Bundesland Steiermark hervorgeht, stiegen die Erträge aller Feldfruchtarten während des Untersuchungszeitraums sehr stark an, am wenigsten ausgeprägt war diese Tendenz bei Wein und Apfel (siehe auch Abb. A-1, A-7, A-13, A-19, A-25, A-31, A-37).

*Tabelle 2: Anstieg des Ertrages pro Flächeneinheit im Bundesland Steiermark bei den untersuchten Fruchtarten von 1870 bis 2000 (Zuckerrübe ab 1914, Apfel Ertrag pro Baum ab 1946).*

Fruchtart	Ertragsanstieg (in % vom Basisjahr)
Weizen	630
Gerste	580
Körnermais	650
Kartoffel	680
Zuckerrübe	910
Wein	230
Apfel	140

Aus der Tatsache des starken Ertragsanstiegs würden sich bei der direkten Verwendung der Absoluterträge Probleme ergeben, witterungsbedingte Einflüsse von anderen Ursachen für Ertragsschwankungen auseinander zu halten. Dieser eindeutige, über die Jahrzehnte nicht linear verlaufende Trend würde sowohl klimabedingte Trends als auch Extremwerte weitaus überdecken. Die höheren Erträge in der Zeitabfolge sind auf verschiedene Ursachen zurückzuführen:

- Pflanzenzüchtung
- Mechanisierung

- Erhöhung des Betriebsmitteleinsatzes (Mineraldünger, Pestizide)
- Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse im Pflanzenbau

Durch Normalisierung auf kurz- bis mittelfristige gleitende Mittel wurde ein Weg gefunden, den langfristigen Trend der Ertragszunahmen aus der Zeitreihe zu eliminieren, ohne die besonders großen Abweichungen nach oben oder unten auf Jahresbasis zu verlieren. Zu diesen jährlichen Schwankungen nach Eliminierung des Langzeittrends können verschiedene Ursachen beitragen:

- Historische Fehler in der Erhebung der Erntedaten
- Lokales Auftreten von Krankheiten und Schädlingen
- Unterschiedliche Witterungsbedingungen.

Unsere Auswertungen beruhen auf der Hypothese, dass die meteorologisch bedingten Einflüsse die Hauptursache der jährlichen Ertragsschwankungen darstellen. Die im Wesentlichen fehlenden verlässlichen Aufzeichnungen über die möglichen Nebenursachen von variierenden Erträgen machten eine Quantifizierung dieser zusätzlichen Einflüsse unmöglich. Es ist uns zwar bewusst, dass die vollständige Zuordnung der annuellen Ertragsvariationen zu den meteorologischen Bedingungen die tatsächlichen Verhältnisse simplifiziert, auf Grund der Datenlage bot sich jedoch mit den zur Verfügungen stehenden Zeit- und Personalressourcen keine andere Vorgangsweise an. Die in den weiteren Auswertungen ersichtlichen Schwankungsbreiten und Unsicherheiten von Ergebnissen weisen auf die Existenz solcher zusätzlicher Einflussfaktoren hin, lassen jedoch trotzdem nachvollziehbare Schlussfolgerungen zu.

Als weiterer Schritt wurde untersucht, welche Normalisierungsmethode sich am besten für die Zwecke der Studie eignete. Das 20jährige gleitende Mittel schied wegen des zu großen zeitlichen Trends durch züchterische Fortschritte aus; z.B. ändert sich zumindest in den letzten Jahrzehnten das vorherrschend angebaute Sortenspektrum bereits etwa alle 5-10 Jahre. Ein 3jähriges Mittel kam deswegen nicht in Frage, weil es zwei aufeinander folgende Extremjahre nicht als solche erkennen würde. Daher wurden die Untersuchungen auf die parallele Verwendung des 5- und 10jährigen gleitenden Mittels aufgebaut.

Wie Abb. A-2, A-8, A-14, A-20, A-26, A-32 und A-38 zeigen, wurde durch die große absolute Zunahme der Erträge (besonders in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts) die relative Abweichung vom Mittelwert immer kleiner, und es ergaben sich in den letzten Jahrzehnten vor der Gegenwart deutlich geringere relative Abweichungen vom gleitenden Mittel als in früheren Jahrzehnten. Die Folge war ein scheinbar immer selteneres Auftreten von Extremjahren, wenn diese auf Basis der relativen Abweichungen selektiert wurden. Um ausgleichend entgegenzuwirken, wurden auch die absoluten Abweichungen vom gleitenden 5- und 10jährigen Mittel in die Untersuchungen miteinbezogen. Ein derartiges Beispiel zeigt die Abb. A-41, bei der die relativen und absoluten Abweichungen der Winterweizenerträge in Niederösterreich einander gegenübergestellt werden.

Als Datenbasis für die weiteren Untersuchungen wurden also die relativen und absoluten Abweichungen vom 5- und 10jährigen gleitenden Mittel verwendet. Für die Identifikation der extremen positiven und negativen Ertragsabweichungen gab es mehrere Möglichkeiten:

- Perzentile (1., 5., 10. bzw. 99., 95., 90.)
- Streuungsmaße (Mittelwert  $\pm$  1.5, 2 oder 3 Standardabweichungen)

Am Beispiel Winterweizenerträge in Niederösterreich soll dargestellt werden, welche Auswirkungen die Verwendung der verschiedenen Filtermöglichkeiten auf die Selektion negativer Extremjahre hat (Tab. 3). Vergleiche auch Abb. A-1 bzw. A-41 für die Grenzen bei 5. und 95.Perzentil bzw. 90., 10. Perzentil, sowie die 1.5fache Standardabweichung vom Mittelwert.

*Tabelle 3: Verwendung verschiedener Perzentile und Standardabweichungen (s.d.) zur Selektion von Missjahren bei Winterweizen in Niederösterreich zwischen 1869 und 2002 auf der Basis der relativen und absoluten Abweichungen vom 5- und 10jährigen gleitenden Mittel.*

Ausgewählte Missjahre	1.Perzentil	5.Perzentil	10.Perzentil	MW-1.5 s.d.	MW-2 s.d.	MW-3 s.d.
1873						
1875						
1879						
1886						
1889						
1897						
1910						
1916						
1918						
1931						
1940						
1946						
1947						
1948						
1965						
1970						
1972						
1975						
1979						
1981						
1986						
1993						
2000						

Von den 133 untersuchten Jahren wurden bei Verwendung des 10. Perzentils 23 Jahre, des 5. Perzentils 15 Jahre und des 1. Perzentils 4 Jahre als Missjahre identifiziert (Datenbasis: relative und absolute Abweichungen vom 5- und 10-jährigen gleitenden Mittel). Bei Verwendung der 1.5-fachen, 2-fachen und 3-fachen Standardabweichungen würden 21, 10 bzw. 2 Missjahre selektiert.

Für die Selektion eines Extremwertabgrenzungsindices war aber auch zu berücksichtigen, wie sich seine Anwendung bei anderen Fruchtarten auswirkte. Bei Wein mit seiner viel größeren Streuung der relativen Ertragswerte innerhalb des Untersuchungszeitraumes ergab sich folgendes Bild: von den 124 untersuchten Jahren wurden beim 10. Perzentil 20 Jahre, beim 5. Perzentil 11 Jahre, beim 1. Perzentil 2 Jahre ausgewählt, und weitaus weniger Jahre bei Abgrenzung durch Standardabweichungen - 11 Jahre bei 1.5-facher, 3 Jahre bei 2-facher und 0 Jahre bei 3facher Standardabweichung.

Da die Perzentilgrenze eine von der Streuung unabhängige Zahl von Jahren liefert, die einen bestimmten Prozentsatz von der Ausgangszahl der Jahre darstellt, ist sie besser für die Abgrenzung der Extremwerte geeignet als die Streuungsmaße, die von der spezifischen Varianz im Untersuchungszeitraum bei einer bestimmten Kulturart abhängen. Für unseren Ansatz war das 5. Perzentil am geeignetsten, bei dessen Verwendung ca. 10% der Jahre als Missjahre interpretiert werden. Dass es nicht 5 % sind, erklärt sich dadurch, dass 5- sowie 10jährige gleitende Mittel und sowohl relative als auch absolute Abweichungen einbezogen wurden. Die in dieser Weise gewonnenen Jahre sind im Anhang unter Tab. A-1, A-3, A-5, A-7, A-8, A-10, A-12 und A-14 für die verschiedenen Kulturen und Standorte aufgelistet, darin findet sich auch die schärfere Abgrenzung – das 1. Perzentil – wiedergegeben. Das 10. Perzentil wurde nur angewendet, wenn für bestimmte Auswertungen eine größere Datenbasis erforderlich war.

### **3b-2.2.2 Verknüpfung der landwirtschaftlichen mit den meteorologischen Daten**

Nach der in Kap. 2.2.1 erklärten Identifikation von Extremjahren wurde mit dem nächsten Auswertungsschritt bezweckt, verschiedene Witterungsparameter daraufhin zu untersuchen, ob sie zur Erklärung der jährlichen Ertragsschwankungen beitragen können. Für diese Verknüpfungen der ertragsmäßigen Miss- und auch Superjahre wurden die schon vorher erwähnten monatlichen Mittelwerte von Temperaturminimum, -maximum, sowie Summen von Niederschlag und Sonnenscheindauer verwendet.

Für jedes ertragsmäßig negative Extremjahr (5. Perzentil) wurden pro Kulturart und Region die meteorologischen Parameter der einzelnen Monate in ihrer Abweichung von einer von der WMO empfohlenen Standard-Referenzperiode 1961-1990 geprüft. Bei den Temperaturwerten wurden die absoluten Differenzen vom Standard in °C, bei den Summenwerten Niederschlag und Sonnenscheindauer die relativen Abweichungen vom Standard ermittelt. Für die Prüfung der Signifikanz der Abweichungen von den Werten der Referenzperioden wurden die Mittel der Extremjahre mit dem jeweiligen  $\pm 95\%$  Konfidenzintervall verglichen und grafisch dargestellt (Abb. A-3 bis A-6 für Winterweizen, Abb. A-9 bis A-12 für Sommergerste, Abb. A-15 bis A-18 für Körnermais, Abb. A-21 bis A-24 für Kartoffel, Abb. A-27 bis A-30 für Zuckerrübe, Abb. A-33 bis A-36 für Wein, Abb. A-39 und A-40 für Apfel).

Für Zusatzauswertungen spezieller Fragestellungen dienten die niederösterreichischen Ertragsdaten von Winterweizen und Wein. Dabei wurden auch die Missjahre mit den Superjahren unter Verwendung des 5., 10. 90. und 95. Perzentils bezüglich der meteorologischen Monatswerte verglichen (Abb. A-42 und A-43, Abb. A-46 bis A-49). Zusätzlich interessierte auch die Frage einer Unterteilung des Untersuchungszeitraum in 2 Perioden (1869 - 1959 und 1960 - 2002) oder 3 Perioden (1869 - 1914, 1915 - 1959 und 1969 - 2002). Dabei wurde von der Frage ausgegangen, ob sich die Empfindlichkeit der Pflanzen gegenüber Witterungseinflüssen langfristig (zwischen den Perioden) geändert hatte (Abb. A-44 und A-45, Abb. A-50 und A-51). Diese Auswertungen erforderten die Einbeziehung des 10. Perzentils zur Gewinnung einer breiteren Datenbasis.

### **3b-2.2.3 Verbale Erklärungen von Missjahren**

Besonders in der älteren Literatur und in Fachzeitschriften für Laien finden sich öfters verbale Beschreibungen des Jahresverlaufes aus landwirtschaftlicher Sicht. Dabei wird immer wieder auf das Witterungsgeschehen und auf mögliche Auswirkungen auf den Ertrag eingegangen. Hauptproblem bei diesen Darstellungen ist die subjektive Sicht von möglicherweise nur lokal wirkenden Ereignissen ohne Quantifizierungsmöglichkeiten.

Wir wollten diese Quellen jedoch nicht vollständig vernachlässigen und nahmen ergänzende Abklärungen für Ursachen von Missjahren anhand der fallweise vorhandenen Beschreibungen der Jahre in den amtlichen statistischen Jahrbüchern oder anderen Quellen vor. Vor allem in landwirtschaftlichen Zeitungen und Zeitschriften (Agrostärke, Agrozucker, Allgemeine Weinzeitung, Die Weinlaube, Der Winzer, Der Bauer, Der Bauernbündler, Neues Land, Wiener landwirtschaftliche Zeitung), in Berichten der Landwirtschaftskammern (Die Landwirtschaft, Marktbericht, Landwirtschaftliche Mitteilungen), der Landes-Buchführungsgesellschaften oder Landesregierungen (Grüne Berichte) fanden sich Aussagen über den Ertrag des jeweiligen Jahres und dessen Beeinträchtigung durch diverse Faktoren. Eine kurze Zusammenfassung über mögliche Ursachen für Ertragsminderungen bei den einzelnen Pflanzen in den jeweiligen Missjahren ist in den Tab. A-2, A-4, A-6, A-9, A-11, A-13 und A-15 enthalten.

## 3b-3 Ergebnisse

### 3b-3.1 Auswirkungen auf die Weizenproduktion

In der Zeit vor dem ersten Weltkrieg blieb der Kornertrag von Weizen jahrzehntelang konstant auf einem Niveau von 1000 bis 1500 kg/ha. In der Zwischenkriegszeit machten sich erste Fortschritte in der Züchtung und Technisierung der Landwirtschaft bemerkbar und hoben die Durchschnittserträge auf ein Niveau von 1500 bis 2000 kg/ha an. Die zunehmende Verbreitung mineralischen Düngers, von Pflanzenschutzmitteln, Halmverkürzern sowie ertragreicheren Sorten steigerte ab den 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts die Kornproduktivität in bisher nicht da gewesenen Ausmaß auf ein derzeitiges Durchschnittsniveau von 5000 bis 6000 kg/ha (Abb. A-1). Die Durchgängigkeit dieser Reihe ist auf Bundeslandebene am besten gegeben, während auf Bezirksebene immer wieder Brüche und Datenlücken auftraten (siehe Kap. 2.1.3.1). Aus diesem Grund wird bei den folgenden Auswertungen primär auf die Verhältnisse auf Bundeslandebene eingegangen, während die Vergleiche mit den Auswirkungen auf Bezirksebene Inhalt separater Auswertungen sind.

Die gesonderte Auswertung der einzelnen Bundesländer basierte auf der Annahme unterschiedlicher regionaler Klimaverhältnisse, welche die landwirtschaftliche Produktion auch entsprechend unterschiedlich beeinflussen würde. Ein Vergleich der Regionen, welche Jahre nach den von uns gewählten Kriterien (siehe Kap. 2.2.1) jeweils als Missjahre identifiziert würden (Tab. A-1), rechtfertigt diese Annahme: von den maximal 14 als Missjahre erkannten Jahren erfüllte ein einziges (1979) dieses Kriterium in allen 3 Bundesländern. Bei paarweisen Vergleichen zeigt sich eine größere Ähnlichkeit der Selektionen in Nieder- und Oberösterreich (4 Jahre gemeinsam als Missjahre selektiert) als zwischen Niederösterreich und Steiermark bzw. Oberösterreich und Steiermark (2 bzw. 1 Jahr in beiden Bundesländern als Missjahr identifiziert). Jedoch war der Überschneidungsanteil der Selektionen in Ober- und Niederösterreich mit nur etwa einem Drittel gering genug, um die Auswertungen getrennt durchzuführen.

In den selektierten Missjahren machten sich in den einzelnen Monaten und Bundesländern durchaus unterschiedliche Abweichungen von den Monatsmitteln bemerkbar (Abb. A-3 bis A-6). Die deutlichsten Abweichungen von der Referenzperiode 1961-1990 wies der Februar mit durchschnittlich 1 bis 1.5 °C tieferen Monatsmitteln auf (sowohl bei den Monatsminima als auch –maxima). Ein besonders kalter Februar bedeutet eine Verlangsamung der Bodenerwärmung im Frühjahr, unter Umständen auch eine längere Dauer der Schneedecke. Dies kann eine Verkürzung der für Wachstum und Biomasseakkumulation zur Verfügung stehenden Vegetationsperiode bedeuten. Da bei manchen Entwicklungsvorgängen nicht nur die Temperatursumme, sondern auch die Tageslänge eine steuernde Rolle spielt, kann ein verspäteter Vegetationsbeginn nicht einfach durch ein späteres Erreichen aller nachgeschalteten Wachstums- und Entwicklungsstadien ausgeglichen werden. Es steht in solchen Fällen weniger Zeit für die Trockenmasseproduktion bis zum davon unabhängigen Seneszenzbeginn und Abreifen zur Verfügung. Auch aus den verbalen Beschreibungen der jährlichen Vegetationsverläufe (Tab. A-2) wird öfters auf lange Schneelage oder spätes Frühjahr verwiesen, was sich für Winterweizen üblicherweise ungünstig auswirkt. Die Jännertemperaturen sind im Gegensatz zum Februar nicht für die Entwicklung eines Jahres zum Missjahr relevant. Sofern nicht Kahlfrostbedingungen herrschen, schützt die Schneedecke die kälteadaptierten Kulturen hinreichend.

In Oberösterreich, dem Bundesland mit den für Mai ohnehin schon niedrigsten Durchschnittstemperaturen (im Vergleich der drei für die jeweiligen Bundesländer als repräsentativ herangezogenen Stationen, siehe Tab. 1), waren die Missjahre durch eine zusätzliche Verringerung um etwa 1 Grad gekennzeichnet (Abb. A-3, A-4). Offenbar ist der Wärmebedarf von Weizen im Schossstadium ein für den Kornertrag so wichtiges Kriterium, dass ein kühlerer Mai in einer ohnehin schon kühleren Region sich negativer auswirkt als in

den anderen beiden, insbesondere bei den mittleren Temperaturmaxima um 2 °C wärmeren Bundesland-Stationen.

Obwohl sich extreme Trockenperioden auf die Produktivität jeglicher Agrarkulturen naturgemäß negativ auswirken, bestehen in der Empfindlichkeit gegen zu hohe Niederschläge durchaus artspezifische Unterschiede. Dass Missjahre sich zumindest in Niederösterreich durch hohe Februarniederschläge auszeichnen, hängt wohl mit der längeren Dauer der Schneeschmelze und dadurch verlangsamten Bodenerwärmung im Frühjahr zusammen. Besonders hohe Niederschläge im April und Mai wirkten sich nur in den ohnehin schon feuchteren Bundesländern Oberösterreich und Steiermark negativ auf, nicht aber im trockenheitsgefährdeten Niederösterreich. Im Erntemonat sind jedoch überall hohe Niederschläge ungünstig, da sie verzögerte Ernteeinbringung sowie die Gefahr von Lagerung und Auswuchs mit sich bringen (Abb. A-5).

Die Abweichungen der Sonnenscheindauer war in den Missjahren generell geringfügig. Die Sonnenscheindauer ist eher als nicht wirklich unabhängiger Begleitparameter der Niederschlagssummen zu sehen, dessen Variabilität nicht an sich einen großen Einfluss auf die Weizenproduktion ausübt. Schließlich hat Weizen als C3-Pflanze einen bereits bei weniger als 50 % der maximalen Sonneneinstrahlung einsetzenden Lichtsättigungsbereich, sodass sich geringe Bewölkung noch nicht negativ auf die Kohlenstoff-Fixierung auswirken muss. In diesem Sinne sind auch die negativen Abweichungen der Sonnenscheindauer im Erntemonat zu sehen – hier hatten ausschließlich die überdurchschnittlichen Niederschläge eine negative Auswirkung. Der Blattflächenindex nähert sich bei Weizen schließlich bereits in den ersten beiden Juliwochen null.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sich Jahre mit extrem geringem Winterweizenertrag durch folgende Besonderheiten auszeichneten, die in allen drei untersuchten Bundesländern eine Rolle spielten:

- besonders tiefe Monatsmittel der Februartemperaturen
- besonders hohe Niederschläge im Erntemonat Juli.

Darüber hinaus hatten in einzelnen Bundesländern folgende Parameter besondere Bedeutung:

- Oberösterreich: tiefere Temperaturmittel im Mai
- Oberösterreich und Steiermark: überdurchschnittliche Niederschlagsmengen in April und Mai (gilt für Oberösterreich auch im Juni).

### **3b-3.2 Auswirkungen auf die Gerstenproduktion**

Der Fortschritt der Landwirtschaft steigerte auch bei der Gerstenproduktion die Erträge während des Untersuchungszeitraumes beträchtlich. Während sich das Ertragsniveau vor dem ersten Weltkrieg ähnlich wie bei Weizen im Bereich von 1000 bis 1500 kg/ha bewegte (Abb. A-7), wurden in der Zwischenkriegszeit bereits vereinzelt fast 2000 kg/ha erreicht. In den Nachkriegsjahren setzte ein starker Anstieg auf derzeit 4000 bis 5000 kg/ha ein. Im Vergleich zu Winterweizen ist dieser Anstieg etwas geringer. Einerseits kann es als Artspezifikum der Gerste gelten, dass trotz der züchterischen Bemühungen die Assimilat-Senkenstärke der Ähre nicht so stark wie bei Weizen zu erhöhen war. Andererseits fällt im Mittelfrist-Vergleich auf, dass der steigende Trend seit etwa 1990 unterbrochen ist. Eine Extrapolation des Trends von 1950 bis 1990 auf 2000 hätte zur Jahrtausendwende ein ähnliches Ertragsniveau der Sommergerste wie bei Winterweizen ergeben.

Generell fiel bei den Gerstenerträgen eine größere Übereinstimmung zwischen den drei Untersuchungsgebieten als bei den Weizenerträgen auf. So wurden 2 Jahre in allen drei Bundesländern als Missjahre identifiziert (1979 und 1987). Diese Extreme machten deutlich, wie notwendig für das Erkennen von Missjahren eine Normalisierung der

Ertragsschwankungen war: trotz des strengen Selektionskriteriums für Missjahre war der Ertrag im Schnitt noch immer etwa 2,5fach so hoch wie in den Jahrzehnten vor dem ersten Weltkrieg. Auch das parallele Auftreten von Missjahren in je 2 Bundesländern trat bei Gerste häufiger auf als bei Weizen: 4 solcher Jahre waren sowohl in Niederösterreich als auch in Oberösterreich und der Steiermark ein Missjahr, 3 Jahre unterschritten sowohl in Oberösterreich als auch in der Steiermark das 5. Perzentil der Abweichungen Tab. A-3).

Die Untersuchung der meteorologischen Parameter in den negativen Extremjahren wies für Niederösterreich sowohl für Temperaturminima als auch –maxima von Mai und Juni Erhöhungen von 1 bis 2 °C gegenüber der Referenzperiode nach (Abb. A-9, A-10). In der Steiermark waren diese Unterschiede schwächer ausgeprägt, aber im Mai ebenfalls noch signifikant. Nur in Oberösterreich war dieser Trend nicht zu erkennen, was mit den im Durchschnitt ohnehin etwas kühleren Temperaturen zusammenhängen könnte. Obwohl in den verbalen Beschreibungen der Witterungsbedingungen in den jeweiligen Missjahren öfters der Verweis auf ein kaltes Frühjahr auftaucht (Tab. A-4), ist aus unseren Auswertungen keine besondere Kälteempfindlichkeit von Sommergerste herauszulesen. Eine von feuchtkalter Witterung im März verursachte Verschiebung des Anbautermins, um günstige Bedingungen abzuwarten, spielte offenbar für Gerste wenig Rolle für die Ausschöpfung des Ertragspotentials.

Trockenheit im Frühjahr hat für Gerste in Niederösterreich ein höheres Gefährdungspotential als in Oberösterreich und der Steiermark. Eine Sommerung kann nicht so schnell ein tiefreichendes Wurzelsystem ausbilden wie Wintergetreide – die Folge ist eine höhere Trockenheitsempfindlichkeit bei gleichen Niederschlägen. Dies wirkt sich in Ostösterreich mit von Haus aus trockeneren Klimabedingungen stärker aus als in den niederschlagsreicheren oberösterreichischen und steirischen Gebieten. Die Empfindlichkeit gegen hohe Niederschläge im Erntemonat (Abb. A-11) ist ebenso wie bei Weizen mit der vermehrten Ausfall-, Lagerungs- und Auswuchsfahr in Verbindung zu bringen. Niederschläge im Juli können von Getreide auch bei vorherigem Defizit nicht mehr ertragsmäßig wirksam verwertet werden. Die Abweichungen der Sonnenscheindauer von den Mittelwerten zeigt teilweise Gegenläufigkeiten zu den Niederschlagstendenzen. So ist trendmäßig sonniges Wetter im Frühjahr mit der Gefahr von zu geringen und Sonnenscheindefizite im Juli mit zu hohen Niederschlägen in Verbindung zu bringen (Abb. A-12).

Zusammenfassend ist auf die relativ große Trockenheitsempfindlichkeit, verbunden mit überdurchschnittlichen Temperaturen bei Sommergerste im pannonischen Klimabereich hinzuweisen. Nachteilig sind weiters hohe Niederschläge im Erntemonat Juli, welche Schwierigkeiten bei der Ernteeinbringung verursachen können.

### **3b-3.3 Auswirkungen auf die Maisproduktion**

Mit Mais wurde eine Getreideart in die Untersuchungen einbezogen, deren Hauptvegetationsperiode sich über den Sommer erstreckt und die als C4-Pflanze gänzlich unterschiedliche Temperatur- und Lichtansprüche zu Weizen und Gerste stellt. Diese Ansprüche kommen auch in der unterschiedlichen Verbreitung von Mais in den drei Untersuchungsgebieten zum Ausdruck. In Oberösterreich wurde Mais erst in den 1930er Jahren zum ersten Mal in die Ernteerhebungen aufgenommen, während er zumindest in einigen Bezirken von Niederösterreich und der Steiermark schon vor dem ersten Weltkrieg bis zu 10 % der Anbaufläche einnahm (Abb. A-13). Die Ertragszunahmen über den Untersuchungszeitraum waren bei Mais noch höher als bei den anderen Kulturen: in der Zeit der Monarchie war mit 1.5 bis 2 t Kornertrag zu rechnen, heutzutage sind hingegen Durchschnittserträge von 10 t keine Seltenheit.

Die spezifischen Klimaansprüche von Mais ließen nur ein einziges Jahr (1992) übereinstimmend bei allen drei Regionen als Missjahr identifizieren. Die Übereinstimmungen zwischen jeweils zwei Bundesländern beschränkten sich auf 1 (NÖ und OÖ), 2 (NÖ und St.) bzw. 3 Jahre (OÖ und St.). Durch die nur etwa halb so lange Zeitreihe in Oberösterreich

waren allerdings weniger Möglichkeiten für Überschneidungen mit dieser Region gegeben, sodass Mais diesbezüglich mit den anderen Kulturen nur bedingt zu vergleichen ist.

Trotz der Wärmebedürftigkeit von Mais waren insbesondere in Niederösterreich, bei den Minimumtemperaturen auch in der Steiermark in den schlechtesten Maisjahren die Temperaturen im Sommer um 1 bis 1.5 °C höher als in der Referenzperiode. Nur in Oberösterreich mit seinem etwas kühleren Klima war im Sommer keine auffällige Abweichung der Temperatur vom langjährigen Durchschnitt zu erkennen – hier waren eben andere Faktoren Auslöser für Missernten. In dieser Region spielte beispielsweise ein unterdurchschnittlich warmer Mai eine größere Rolle als in den anderen Bundesländern (Abb. A-16). Auf Grund der Wärmebedürftigkeit können Kälteperioden tatsächlich die Jugendentwicklung von Mais deutlich verzögern. Dies wirkte sich in der lagebedingt kühleren Region deutlicher aus als in den anderen, etwas wärmeren Regionen. Weitgehende Übereinstimmung bestand bei den drei Bundesländern in der Identifikation von Temperaturdefiziten im Oktober als Begleiterscheinung von Fehlernten (Abb. A-15, A-16). Da ein kühler Herbst oft auch mit überdurchschnittlichen Niederschlägen einhergeht, ist ein problemloses Einbringen der Ernte behindert und kann Verluste bedeuten, nicht zuletzt durch eine stärkere Verbreitung von Pilzinfektionen. Die Analyse der Niederschlagsverhältnisse im Oktober belegt diesen Zusammenhang (Abb. A-17). Trockenperioden sind vor allem im Osten im Juni und Juli ungünstig, was allerdings nur trendmäßig erkennbar ist. Die feuchteren Regionen sind diesbezüglich weniger gefährdet.

Die Sonnenscheindauer lässt noch deutlicher als die Niederschlagsverhältnisse erkennen, dass im Trockengebiet des Ostens ein überdurchschnittlich sonniger Sommer oft mit schlechten Ernten einhergeht (Abb. A-18). Das dadurch bedingte Niederschlagsdefizit wirkt sich jedenfalls stärker aus als die für Mais eigentlich günstige hohe Sonneneinstrahlung, die er besser als andere Kulturpflanzen verwerten kann. Geringe Sonnenscheindauer im Oktober ist ebenfalls als Begleiterscheinung von Schlechtwetterperioden aufzufassen, welche noch am Ende der Vegetationsperiode den Ernteerfolg schmälern.

Zusammenfassend ist Mais trotz seiner besseren Wassernutzungseffizienz im Vergleich zu anderen Kulturen als empfindlich gegen sommerliche Trockenperioden zu kennzeichnen. Dies ist vor allem für seinen Anbau im Osten des Bundesgebietes zu beachten. Auch bei Mais ist wie bei den anderen Getreidearten Schlechtwetter im Erntemonat ein signifikanter Risikofaktor, dass sich ein Jahr zu einem negativen Extremjahr entwickeln könnte.

### **3b-3.4 Auswirkungen auf die Kartoffelproduktion**

Die Kartoffelerträge lagen zu Beginn der Untersuchungsperiode um 5 t/ha und stiegen in der Zeit vor dem ersten Weltkrieg vor allem in Oberösterreich im Durchschnitt auf 20 t/ha an. In der Zwischenkriegszeit, als die Unterteilung in Früh- und Spätsorten eingeführt wurde, gab es dann auch in der Steiermark bei Spätkartoffel Durchschnittserträge um 20 t/ha. Nach dem Ertragseinbruch durch den zweiten Weltkrieg war in der Folge eine rapide Zunahme der Erträge auf das heutige Niveau von ca. 40 (Oberösterreich, Steiermark) und 35 t/ha (Niederösterreich) festzustellen (Abb. A-19).

Bei der Auswertung der Missjahre zeigte sich, dass nur im Jahr 1926 in allen drei untersuchten Bundesländern extrem geringe Erträge eingefahren wurden (Tab. A-7). Die Witterung dieses Jahres war generell kühler und feuchter als der Durchschnitt gewesen. Bei Kartoffel treten unter diesen Umständen vermehrt Pilzkrankheiten auf, außerdem soll der Ertrag in diesem Jahr auch besonders unter Schädlingen gelitten haben (Tab. A-9). In Nieder- und Oberösterreich bzw. Steiermark traten in 2 bzw. 4 Jahren gleichzeitig Missernten auf. In Oberösterreich und der Steiermark war in 2 Jahren gemeinsam eine unterdurchschnittliche Spätkartoffelernte zu verzeichnen.

In den selektierten Missjahren waren vor allem in Niederösterreich tiefere Temperaturminima und – maxima als im Durchschnitt der Standardjahre zu verzeichnen (Abb. A-21 und A-22).

Besonders im April und Mai waren die Kartoffeln gegen zu niedrige Temperaturen empfindlich, da Aufgang und Jugendwachstum verzögert wurden. In den beiden anderen Bundesländern war eine zu hohe Märztemperatur kritisch, wenn gleichzeitige Trockenheit den Aufgang verzögerte (Abb. A-23). Hier stellte erst ein zu kühler und feuchter Sommer ein Problem dar. Übermäßige Niederschläge reduzierten in Niederösterreich und der Steiermark den Ertrag, doch konnten zu geringe Niederschläge im März für die Erntemenge in Oberösterreich und Steiermark nachteilig werden. In schlechten Spätkartoffeljahren gab es in Niederösterreich im April und Juni, in Oberösterreich im Juni und September und in der Steiermark im Mai und Juli zu wenig Sonnenschein, was als Begleiterscheinung von niederschlagsreicherem Wetter zu werten ist (Abb. A-24).

Im Durchschnitt waren vor allem Jahre mit höheren Niederschlagsmengen schlechte Kartoffeljahre, doch sind bei allen drei Bundesländern gerade die Missjahre des letzten Jahrzehnts auf zu große Trockenheit zurückzuführen (Tab. A-9). Diese allmähliche Verschiebung der Hauptauslösefaktoren spiegelt auch die zurückgehende Bedeutung der Pilzprobleme auf Grund der standardmäßig intensiven Fungizidanwendung wieder.

Der Klimafaktor Niederschlag war auch bei Frühkartoffel am bedeutendsten. In Niederösterreich und Steiermark handelt es sich bei den Missjahren (Tab. A-8) im Durchschnitt um Jahre mit mehr Niederschlag im Frühjahr und/oder Sommer. Die Periode März bis August wies einen um ca. 100 mm höhere Niederschlagssumme aus als der Standard von 1961 – 1990. In Oberösterreich gab es sowohl trockene als auch feuchte Missjahre.

### **3b-3.5 Auswirkungen auf die Zuckerrübenproduktion**

Zuckerrübe wurde im 19. Jahrhundert in größerem Umfang nur in Niederösterreich mit einem Ertrag von durchschnittlich 10 bis 20 t/ha angebaut (Abb. A-25). Erst nach dem 1. bzw. 2. Weltkrieg wurde auch in Oberösterreich bzw. in der Steiermark Zuckerrübenproduktion betrieben. Die Erträge erreichten in den letzten Jahren in allen Bundesländern im Durchschnitt um die 70 t/ha.

In keinem der Missjahre (Tab. A-10) waren alle drei Bundesländer gleichzeitig betroffen. Dies lag vermutlich auch daran, dass der gemeinsame Beobachtungszeitraum kürzer war. Niederösterreich hatte nur je einmal mit Oberösterreich bzw. mit der Steiermark ein gemeinsames Missjahr zu verzeichnen. Hingegen kamen bei Oberösterreich und Steiermark dreimal besonders schlechte Erntejahre gleichzeitig vor.

Unterdurchschnittliche Temperaturminima waren in Niederösterreich vor allem von April bis Juli, in der Steiermark von Juli bis Oktober hinderlich für ein gutes Gedeihen der Zuckerrüben (Abb. A-27). In Oberösterreich konnte man keinen Einfluss der durchschnittlichen Temperaturminima oder –maxima erkennen. In Niederösterreich hingegen waren Temperaturmaxima in der ersten Vegetationshälfte von Missjahren eher zu gering, ab August aber in schlechten Rübenjahren zu hoch (Abb. A-28). In der Steiermark ließ sich ein entgegengesetzter Trend ab August bis Oktober finden, wobei die Temperaturmaxima um 1 bis 2 °C zu niedrig ausfielen. Diese Temperaturabhängigkeiten der Zuckerrüben weisen auf einen entsprechenden Wärmebedarf dieser Kultur hin, der ansonsten die Jugendentwicklung zu sehr verzögert.

Bezüglich des Niederschlags war in allen drei Bundesländern bei Missjahren der April zu feucht, d.h. der Anbaumonat ungünstig (Abb. A-29) und der Anbau dadurch verzögert bzw. das Auflaufen der Sämlinge durch Verschlammung behindert. In Nieder- und Oberösterreich gab es im August und September zu wenig Niederschlag, in der Steiermark war nur der August betroffen. Trockenperioden zu dieser Zeit treffen die Zuckerrübe jedenfalls empfindlich, da diese die Periode der stärksten Biomassezunahme des Rübenkörpers ist. In der Steiermark machten sich stärker als in den anderen Regionen zu hohe Niederschlagssummen im Juli in Missjahren negativ bemerkbar. Die Sonnenscheindauer war

in Niederösterreich bei Missjahren im Mai zu gering (schlechte Bedingungen für das Jugendwachstum) und im August und September zu hoch (Begleiterscheinungen von langdauernden Hochdrucklagen mit Trockenperioden).

Zusammenfassend fällt bei Zuckerrübe der April als sehr sensibler Anbaumonat auf, der nicht zu nass sein darf. Die Jugendentwicklung verlangt ausreichend Wärme für ein schnelles Wachstum, im Sommer ist jedoch in allen drei, somit selbst in den feuchteren Regionen Trockenheit stark ertragsreduzierend. Allerdings muss nicht in gleicher Weise der Zuckerertrag reduziert werden, da bei trockengestressten Rüben der frischmassebezogene Zuckergehalt meist steigt. Für diesen qualitätsbezogenen Parameter besteht aber keine ausreichend lange Datenreihe für eine entsprechende Auswertung.

### **3b-3.6 Auswirkungen auf die Weinproduktion**

Bei Wein konnten wir in den amtlichen Statistiken nur auf quantitative Ernteergebnisse zurückgreifen, qualitative Bewertungen des Erntegutes fehlen. Eine konsequente Erfassung von Inhaltsstoffparametern zur Charakterisierung der Traubenqualität ist erst seit wenigen Jahrzehnten eingeführt; die für unsere Auswertungen erforderlichen längerfristigen Datenreihen sind daher nicht verfügbar. Dass beim Wein die geerntete Menge nicht von vorrangiger Bedeutung und kein generelles Zuchtziel ist, kann man an dem viel geringeren Ertragsanstieg (verglichen mit den Feldfrüchten) im Lauf der untersuchten Jahre feststellen. Im Durchschnitt der Jahre lag die Produktion in Niederösterreich vor dem 2. Weltkrieg bei ca. 31 hl/ha Most, nach dem 2. Weltkrieg bei durchschnittlich 48 hl/ha. In der Steiermark ergab sich immerhin ein Anstieg von 22 auf 43 hl/ha Most (Abb. A-31).

Die Jahre 1876, 1907, 1910 und 1981 wurden in beiden Bundesländern als Missjahre identifiziert (Tab. A-12). Bei drei von diesen Jahren wird in den verbalen Erklärungen (Tab. A-13) als Grund für den schlechten Ertrag Frostschaden angegeben, im Jahr 1910 sollen schlechte Witterung während der Blüte und ein nasser Sommer schuld an dem Missjahr sein.

Missjahre waren im Durchschnitt in beiden Bundesländern zu kühle und feuchte Jahre. Besonders im Monat Februar waren die Weinreben in Niederösterreich durch Fröste gefährdet (Abb. A-33). Darüber hinaus wiesen in diesem Bundesland die Monate Mai bis Oktober zu niedrige Temperaturminima und –maxima auf (Abb. A-34). In der Steiermark war dieser Trend nur tendenziell zu beobachten. Überdurchschnittliche Niederschläge ab April bis zur Ernte führten zu geringen Erträgen in Niederösterreich, in der Steiermark war zu viel Niederschlag im April und Mai (vor der Blüte) und im September ungünstig (Abb. A-35). Zuwenig Sonne schadete am meisten im Juni, da in diesen Monat die Blüte fällt und daher Juni eine besonders empfindliche Entwicklungsperiode darstellt (Abb. A-36). Sonnenscheidefzite wirken sich für eine so wärmebedürftige Kultur wie den Wein besonders deutlich aus.

Wein ist eine Kultur, die auf Grund klimatischer Gegebenheiten in Niederösterreich schon nahe ihrer nördlichen Ausbreitungsgrenze ist und daher anfällig für witterungsbedingte Ertragsschwankungen ist. Indizien aus dem Bereich des Weinbaus (Lesedatum, Ertragsfluktuationen) werden daher als Indikatoren für mögliche klimatische Veränderungen verwendet (Landsteiner, 1990). Unter Verwendung von weit zurückreichenden Quellen (Anonym, 1803; Bittmann, 1879; Löschnig und Stefl, 1935; Strömmer, 2003) wurde versucht, für Niederösterreich die Häufigkeit des Auftretens von Missjahren über einen längeren Zeitraum wiederzugeben. In Abb. 3 sind die extremen Missjahre aufgezeichnet, d.h. Jahre mit einer Beschreibung in der Chronik als "sehr schlecht", "sehr gering", "Fehljahr", "Missjahr" bzw. im quantifizierbaren Bereich (ab 1870) ein Jahr mit einer Abweichung im 5. Perzentil. Eine gewisse Häufung von sehr schlechten Jahren ist im Bereich zwischen 1811 bis 1920 zu verzeichnen, dies kann jedoch auf die bessere Quellenlage für diesen Bereich zurückzuführen sein. Außerdem traten 1850 Oidium, 1872 die Reblaus und 1878 Peronospora als existenzbedrohende neue Krankheiten bzw. Schädlinge auf (Svejda, 1948).

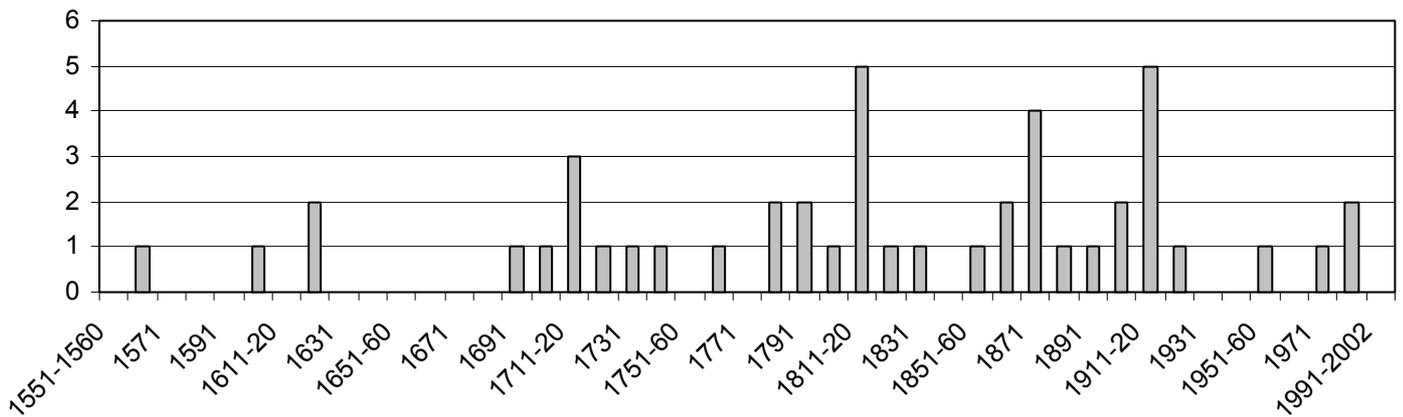


Abbildung 3: Häufigkeit des Auftretens von extremen Weinmissjahren ("sehr wenig" im verbal beschriebenen Abschnitt und 5. Perzentil im quantifizierbaren Abschnitt (ab 1870)) innerhalb von 10 Jahren zwischen 1551 und 2002 in Niederösterreich.

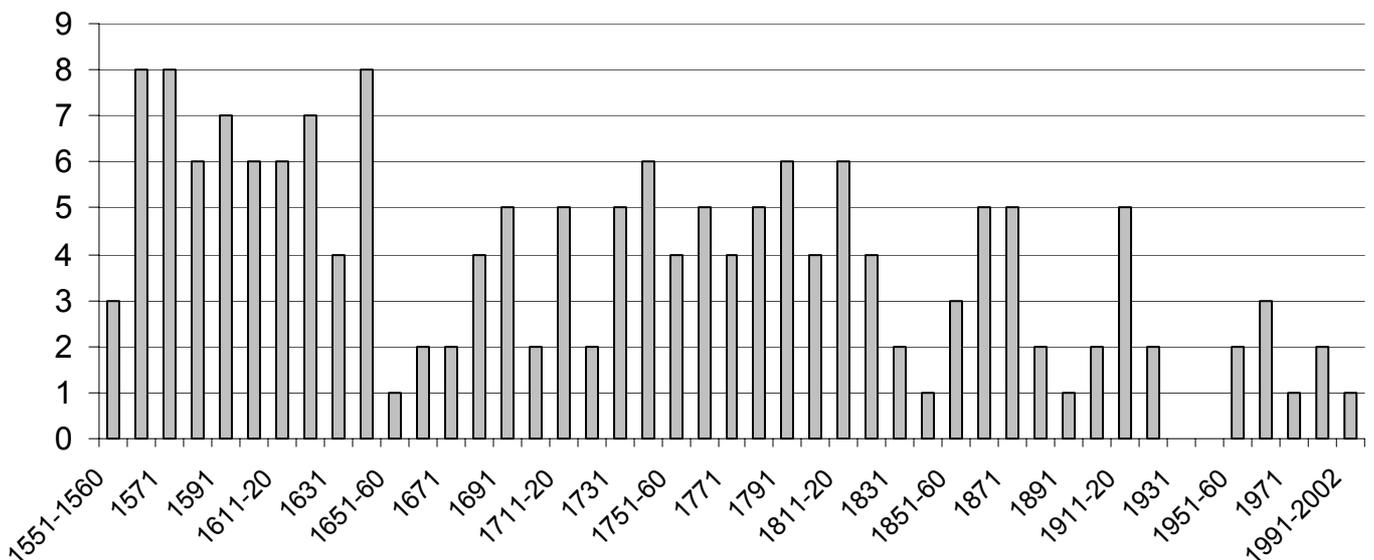


Abbildung 4: Häufigkeit des Auftretens von Weinmissjahren ("wenig im verbal beschriebenen Abschnitt und 10. Perzentil im quantifizierbaren Abschnitt (ab 1870)) innerhalb von 10 Jahren zwischen 1551 und 2002 in Niederösterreich

Außerdem wurde eine Darstellung (Abb. 4) der Jahre mit "wenig" oder "geringem" Ertrag vorgenommen (bzw. ab der Periode der amtlichen statistischen Aufzeichnungen mit jenen Jahren, deren Ertragsabweichung vom gleitenden 5- und 10jährigen Mittel im 10. Perzentil lag). Hier ist deutlich zu sehen, dass die Zahl der Jahre mit nur geringem oder schlechtem Ertrag pro Dekade sehr stark zurückgegangen ist. Am höchsten, nämlich bei sieben pro 10 Jahren, lag die Zahl der schlechten Weinertragsjahre im Durchschnitt zwischen 1560 und 1650. Zwischen 1680 bis 1880 traten nur noch durchschnittlich 4 Missjahre pro Dekade auf. Im jüngsten Bereich ab 1880 bis heute sind nur mehr durchschnittlich 2 Jahre von 10 als schlechte Ertragsjahre zu bezeichnen. Dass die Zahl der Missjahre zurückgegangen ist, lag jedoch nicht an der unterschiedlichen Abgrenzungsmethodik im nur verbal beschriebenen gegenüber den mit Daten versehenen Bereich, denn im überlappenden Abschnitt von 1870

bis 1933 war eine hohe Übereinstimmung zu finden. Nur drei von 15 Jahren mit geringem Ertrag waren mit der Methode des 10. Perzentils nicht identifiziert worden, das sind von den insgesamt 63 sich überschneidenden Jahren nur 5%. In den Zeitraum 1911 bis 1920 fiel der erste Weltkrieg, für den zweiten Weltkrieg fehlen alle Ertragsdaten beim Wein, dieser Umstand schlug sich ebenfalls in der Häufigkeitsverteilung nieder.

Wenn man die verbalen Erklärungen aus Tab.4 heranzieht, wird ein ertragsmäßig extrem schlechtes Weinjahr hauptsächlich durch Frost, Kälte, kühl-feuchte Witterung (80% der Jahre mit Erklärung) hervorgerufen, weniger durch Trockenheit oder Hitze (10% der Jahre). Da in letzter Zeit eher Episoden mit Trockenheit zunehmen und weniger Frostschäden auftreten, so konnte dadurch der Weinbau eindeutig profitieren. Daneben sind natürlich verschiedene andere Faktoren, die zu größerer Ertragssicherheit führen, wie z.B. Pflanzenschutz, Züchtungserfolge oder Bewässerung, anzuführen.

*Tabelle 4: Erklärungen für extreme Missjahre des Weinertrages (Abgrenzung wie bei Abb. 3) in Niederösterreich zwischen 1551 und 2002*

Jahr	Ursache für Missjahr
1564	
1602	
1627	
1628	Reif
1700	W. sehr kalt, Herbstnd., Mai bis Juni gr. Trocknis
1709	seit 1608 der härteste, neben 1740 der kälteste Winter des Jh.s
1713	große Kälte im W., Käferplage, kühlfeuchter S., Frühfrost
1714	W. trocken, S. kühl u. feucht
1716	kühlfeuchter S.
1721	Anfang März sehr kalt, Reif im April
1740	außergewöhnlich kalter, langer W. und Frost Mitte September
1741	Schnee und Kälte bis weit ins F.
1763	Spätfrost im März
1782	Trockenheit Juni bis September
1789	Trockenheit Mai bis Ende Juni, Hagel
1792	Frühjahrsfröste, kühler S.r
1799	W. ao. kalt und lang, genannt der "ohnegleichen", S. u. H. feucht
1805	F. u. S. kühl, feucht
1813	Spätfrost, S. kühl, feucht
1814	Spätfrost, S. kühl, feucht
1815	Spätfrost, S. meist kühl, feucht, Hagel
1816	Spätfrost, S. meist kühl, feucht, Hagel
1817	Schnee bis Ende April, Unwetter
1830	sehr kalter W., Überschwemmungen
1837	
1854	
1866	Frost
1867	
1872	Überwinterung gut, Traubenansatz durch Dürre spärlich, Hitze Juli- Beerenfall
1873	Frühfrost, Hagel
1876	Fröste
1880	Frost
1886	guter Ansatz, dann zurückgegangen wegen Witterung
1894	Peronospora, Oidium
1907	Kälte im Jänner
1910	Frost April, Engerling, Reblaus, Peronospora, Oidium, Hagel, Dauerregen im S.
1912	Engerling, Chlorose, Peronospora, Frühfrost
1913	April u. Mai Spätfrost, Chlorose, Frühfrost
1914	Chlorose, Peronospora, Oidium durch Nässe, Hagel Juli
1916	Krieg, Peronospora
1919	Krieg
1920	Pilzkrankheiten
1927	Frost Mai, Maikäferjahr
1956	Frost

1974	geringer Ansatz Blüte schlechte Witterung lange Trockenheit Krankheiten
1981	Spätfrost
1985	Frostschäden

Da nicht nur auf Bundeslandebene sondern auch auf Bezirksebene durchgehende Datenreihen vorhanden waren, konnte bei dieser Kultur verglichen werden, wie kleinräumige Ergebnisse zu den Daten auf Bundeslandebene passen (Abb. A-52). Bei den Bezirks ertragsdaten wurden wegen des Fehlens der Jahre während des ersten Weltkrieges insgesamt weniger Jahre im 5. Perzentil als Missjahre erfasst (Abb. A-53). Gegenüber ganz Niederösterreich fehlten die Jahre 1914, 1916 und bei Wien 1974 und 1981. Dafür kamen bei Wien die Jahre 1920 und 1965, bei Klosterneuburg die Jahre 1962 und 1966 dazu. Man kann aus diesen Ergebnissen schließen, dass sich keine großen Verschiebungen in der Aussage ergeben, ob das gesamte Bundesland oder nur eine kleinere Region bearbeitet wird. Die maßgeblich den Ertrag beeinflussenden Faktoren wirken eher großräumig.

### 3b-3.7 Auswirkungen auf die Apfelproduktion

Von allen untersuchten Kulturen zeigte der Apfel im Extensivobstbau die geringsten Ertragssteigerungen, was auch daran liegen mag, dass der Beobachtungszeitraum ein kürzerer war als bei den anderen Arten (Abb. A-37). Um einen größeren Zeitraum bearbeiten zu können, wurden für die Jahre bis in die Zwischenkriegszeit auch die Kernobstdaten der amtlichen Statistik herangezogen. Aus Tab. A-14 kann man ersehen, dass es in den letzten 30 Jahren bei Apfel kein extremes Missjahr (Grenze 5. Perzentil) gegeben hat. Viele der in Tab. A-15 angeführten Ursachen für geringe Erträge wurden durch verbesserte Kulturmaßnahmen oder Sortenwahl in den Griff bekommen.

Für den Apfel sind zu hohe Temperaturen und zu viel Sonne im März ungünstig (Abb. A-39, A-40), dagegen sollen die Temperaturmaxima im Februar, April und September nicht unterdurchschnittlich sein. Zu viel Niederschlag schadete vor allem im April und Mai (Blütezeit) sowie Juli (möglicherweise durch größere Hagelwahrscheinlichkeit bei höheren Niederschlagssummen).

### 3b-3.8 Unterscheidung von Miss- und Superjahren

Als spezielle Zusatzuntersuchung wurde am Beispiel Winterweizen analysiert, wie sich die meteorologischen Parameter von besonders schlechten Ertragsjahren von den besonders guten unterscheiden. Die standardmäßigen Vergleiche in den Kapiteln 3.1 bis 3.7 hatten sich jeweils auf die von der WMO empfohlene Standard-Referenzperiode 1961-1990 bezogen. Die Unterscheidung der so genannten Miss- und Superjahren zeigte beim Winterweizen für Niederösterreich deutlich, dass die durchschnittlichen Temperaturminima guter Jahre im Jänner und Februar über denen von schlechten Jahren lagen (Abb. A-42). Im Mai und Juni hingegen waren die Temperaturminima guter Jahre geringer als in schlechten Jahren, was möglicherweise mit geringerem Atmungsverlust von Assimilaten in kühleren Nächten zusammenhängt. In der Nachblütephase waren die guten Ertragsjahre generell trockener als die Missjahre (Abb. A-43). Die Vergleiche von 10. und 90. Perzentil waren durchwegs aussagekräftiger als die Vergleiche von 5. und 95. Perzentil, da bei letzterer Methode die Fallzahlen relativ gering und die Streuungen dadurch deutlich höher waren. Die über die Vegetationsperiode von Jänner bis Juli gemittelten bzw. summierten Werte waren bei Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer nicht dazu geeignet, deutliche Unterschiede zwischen den zwei Gruppen von Extremjahren erkennen zu lassen.

Zu Vergleichszwecken wurde auch bei Wein ein Vergleich von Miss- und Superjahren in Niederösterreich vorgenommen (Abb. A-46 bis A-49). Die größten Unterschiede bei den durchschnittlichen monatlichen Temperaturminima traten im Frühjahr auf; im Mai und Juni

waren höhere Temperaturminima günstiger. Dieser Trend zeigte sich verstärkt bei den Temperaturmaxima, wo im Mai und Juni in Superjahren signifikant höhere Temperaturmaxima geherrscht hatten. Die Witterung um die Zeit der Blüte ist für die Entwicklung des Ertrages einer der bedeutendsten Faktoren. Bei den Niederschlägen war eine weniger starke Differenzierung zu erkennen. Wieder war es der Mai der besonders auffiel – er durfte nicht zu feucht sein. Viel Sonne im Juni war ebenfalls für höhere Erträge günstig.

Die Unterschiede in der Witterung zwischen den Jahren mit extrem hohen und extrem niedrigen Erträgen kamen nur durch Unterschiede zu kritischen Perioden zustande, die Durchschnittswerte dieser Jahre waren jedoch sehr ähnlich. Dies belegt die Wichtigkeit einer engeren zeitlichen Auflösung von Witterungsdaten zumindest auf Monatsbasis bei der Aufklärung der Zusammenhänge zwischen Ertrag und meteorologischen Bedingungen.

### 3b-3.9 Veränderungen der Empfindlichkeit gegen meteorologische Extreme während des Untersuchungszeitraumes

Bei Winterweizen in Niederösterreich wurde durch die zeitliche Differenzierung der Auswertung, wie sie in Kap. 2.2.2 dargestellt ist, in zwei bzw. drei Perioden untersucht, ob in den verschiedenen zeitlichen Perioden bei jeweils anderen meteorologischen Parametern eine besonders große Abweichung von den Mittelwerten aufgetreten wäre (Tab. 5).

Bei Differenzierung in drei etwa gleich lange Perioden (siehe Tab. 5) waren im Durchschnitt die Temperaturen der Missjahre der 2. Periode (1915 – 1959) am niedrigsten. Die Niederschläge waren hingegen bei schlechten Jahren von 1869 bis 1914 am höchsten. Bei der Sonnenscheindauer war die Anzahl der Jahre mit Daten in der 1. Periode zu gering um eine eigen Auswertung durchzuführen.

*Tabelle 5: Durchschnittliche Temperaturminima, -maxima, Niederschlagssummen und Sonnenscheindauer in Missjahren von 1869 bis 1914 (1. Periode,) von 1915 bis 1959 (2. Periode) und von Missjahren von 1960 bis 2002 (3. Periode) bei Winterweizen in Niederösterreich von Jänner bis Juli*

	1. Periode	2. Periode	3. Periode
Temperaturminimum (°C)	5.9	5.5	6.2
Temperaturmaximum (°C)	14.2	14.0	14.4
Niederschlagssumme (mm)	473	404	414
Sonnenscheindauer (h)	1182		1160

Beim Vergleich der Temperaturminima (Abb. A-44 und A-45) der einzelnen Monate fiel der März mit deutlich geringeren Temperaturen in den früheren Jahren auf. Im April, Mai und Juni waren die Niederschläge der Missjahre der ersten Gruppe der Missjahre bedeutend höher als in der letzten Gruppe. Im März fiel der Unterschied zwischen der 1. und 3. Periode besonders groß aus. Generell ist das Erkennen einer Tendenz beim Vergleich von nur 2 Gruppen (die ersten 90 und die letzten 40 Jahre) auf Grund der höheren Fallzahlen und kleineren Streuungen einfacher (jeweils die oberen Teilgrafiken in Abb. A-44 und A-45).

Analog zu Winterweizen wurde auch bei Wein an Missjahren des 10. Perzentils untersucht, ob sich eine Differenzierung in zwei Perioden (Abb. A-50 und 51) auf die jeweiligen Abweichungen der Witterungsdaten von der Referenzperiode auswirkt. Hier ergaben sich schon bei der Betrachtung des Durchschnitts der Missjahre auffallende Unterschiede (Tab. 6).

*Tabelle 6: Durchschnittliche Temperaturminima, -maxima, Niederschlagssummen und Sonnenscheindauer in Missjahren von 1869 bis 1959 (1. Periode) und Missjahren von 1960 bis 2002 (2. Periode) bei Wein in Niederösterreich von Jänner bis Oktober*

	1. Periode	2. Periode
Temperaturminimum (°C)	6.8	7.3
Temperaturmaximum (°C)	15.0	15.7
Niederschlagssumme (mm)	622	539
Sonnenscheindauer (h)	1617	1655

Im Durchschnitt waren Missjahre früher kälter und feuchter. Dies passt auch zu der genaueren Betrachtung auf Monatsebene: vor allem im Februar, Mai sowie August und September waren die Temperaturen der früheren Missjahre geringer. Monate mit höheren Niederschlagssummen waren in der ersten Periode der Untersuchung besonders April, Mai und September.

Diese Verschiebung in der Charakteristik der Missjahre ab 1960 ergab sich nicht nur durch eine geringere Häufigkeit des Auftretens schädlicher tiefer Temperaturen und öfter vorkommender Dürreperioden. Es ist auch zu berücksichtigen, dass im Untersuchungszeitraum auch eine Verschiebung des Sortenspektrums auftrat (Tab. 7). In den letzten Jahrzehnten wurden vermehrt Rotweinsorten kultiviert, die ein höheres Temperaturoptimum als Weißwein aufweisen. Auch Veränderungen der landwirtschaftlichen Praxis könnten sich in dieser Weise ausgewirkt haben.

*Tabelle 7: Anteil des Rot- und Roséweins in % der gesamten Erntemenge in ausgewählten Jahren in Niederösterreich*

Jahr	1878	1900	1930	1960	1980	1999
Anteil in %	1	5	12	8	13	20



### 3b-4 Schlussfolgerung

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass bei der Empfindlichkeit landwirtschaftlicher Kulturen gegen meteorologische Extremsituationen sehr spezifische Abhängigkeiten zu beobachten sind:

- Während der Entwicklung einer Agrarkultur wechselt die Empfindlichkeit gegen extreme Abweichungen meteorologischer Parameter vom Optimalbereich.
- Je nach Kultur und Entwicklungsstadium limitieren unterschiedliche Klimaparameter die Ausschöpfung des Ertragspotentials.
- In verschiedenen Regionen sind die Empfindlichkeiten unterschiedlich ausgeprägt.

In dem beobachteten Zeitraum von über 130 Jahren machten sich bereits Änderungen der Klimaparameter bemerkbar, die sich nicht nur auf den Durchschnitt der Jahre, sondern auch auf die Jahre mit besonders schlechten Ertragsbedingungen erstreckten. Daher werden sich die beobachteten Empfindlichkeiten einzelner Kulturen in dem Maße verändern, wie sich die Klimaverschiebung auf die meteorologischen Bedingungen auswirkt. Auf Basis der beobachteten Empfindlichkeiten sind folgende Vor- und Nachteile für die untersuchten Kulturen zu erwarten:

- Weniger strenge Winter sind nur dann für überwinternde Kulturen (Winterweizen, Wein) von Vorteil, wenn insbesondere im Spätwinter (Februar) keine extremen Fröste mehr auftreten und ein früherer Vegetationsbeginn ermöglicht wird.
- Wenn die Frühjahrsmonate zunehmend trocken werden, hat Sommergetreide einen größeren Nachteil als Wintergetreide.
- Trockenere Sommer sind vor allem für die erst im Herbst geernteten Hackfrüchte von Nachteil bzw. erhöhen den Bewässerungsbedarf zur Ertragssicherung.
- Einen Vorteil bedeuten trockenere Sommer für die bereits im Juli / August geernteten Getreidearten sowie für Wein. Bei Kartoffel ist zu erwarten, dass in trockeneren Vegetationsperioden seltener ertragsreduzierende Pilzkrankheiten auftreten bzw. die Ansprüche an den Pflanzenschutz sinken.
- Die am wahrscheinlichsten auftretenden langfristigen Klimaverschiebungen kommen im Vergleich der 7 untersuchten Kulturarten am ehesten der Weinproduktion entgegen.

Diese Schlussfolgerungen sind nicht in jedem Fall statistisch eindeutig abzusichern und haben sich oft nur trendmäßig angedeutet. Die Auswertungen haben gezeigt, dass Auswirkungen von Extremereignissen immer pflanzenartenspezifisch und regionsspezifisch gesehen werden müssen und man nicht ohne unzulässige Simplifizierungen von einer allgemeinen „Auswirkung auf die Landwirtschaft“ sprechen kann. Besser abgesicherte und umfassendere Ergebnisse erfordern daher die Berücksichtigung folgender Aspekte:

- Höhere zeitliche Auflösung der meteorologischen Daten (zumindest Wochen oder Dekaden) würde die Berechnung von Trocken-, Hitze- oder Kältestressindices erlauben.
- Um ein besseres Bild in die Auswirkungen auf die Landwirtschaft zu gewinnen, wäre die Ausdehnung der Untersuchungen auf nicht berücksichtigte Getreidearten ebenso wie auf Eiweiß-, Öl- und Futterpflanzen erforderlich. Der gesamte Komplex der Grünlandwirtschaft müsste inklusive der davon abhängigen Tierproduktion analysiert werden (Zusammenführung mit dem bereits fertig gestellten Projekt Grünland).
- Der Vergleich der negativen ertragsmäßigen Extremjahre mit den positiven Rekordjahren ist auf weitere Kulturen auszudehnen.

- Die Bedeutung der räumlichen Auflösung (Bezirks- vs. Bundeslanddaten) konnte nur ansatzweise untersucht werden und erfordert tiefergehende Analysen, um die Bedeutung kleinräumiger Vorkommnisse wie Hagel besser abschätzen zu können.
- Eine Ausweitung der Untersuchungen auf weitere landwirtschaftliche Produktionsgebiete Österreichs würde ein kompletteres Bild der nationalen "agronomic vulnerability" ermöglichen.

Zukünftige Untersuchungen des Themenkomplexes unter Einbeziehung der erwähnten Gesichtspunkte würden die Datenbasis ausreichend erweitern, um die Auswirkungen von Klimaveränderungen in Österreich auch agrarökonomisch abschätzen zu können. Schlussfolgerungen für zukünftige Entwicklungen werden bei Berücksichtigung dieser Lehren aus dem vorliegenden Projekt exakter und mit geringeren Unsicherheiten abzuleiten sein.

### 3b-5 Literaturverzeichnis

- Anonym: Versuch einer hundertjährigen Weinfechtungsgeschichte Österreichs: von 1700 bis 1800. Aus Urquellen. Schmidbauer, Wien, 1803.
- Auer, I., R: Böhm und W. Schöner: Austrian long-term climate 1767-2000. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik 25, ZAMG, 2001.
- Bittmann, J.: Gedenkbuch und Weinchronik 1540 – 1879, Stiftsarchiv Klosterneuburg Hs.121.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: Anbauflächen und Ernteergebnisse im Gebiete der Republik Österreich im Jahre 1918 ... -1923. Österreichische Staatsdruckerei, Wien, 1919 - 1924.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: Erntestatistik. Anbauflächen und Ernteergebnisse in der Republik Österreich im Jahre 1924. Österreichische Staatsdruckerei, Wien, 1925.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: Statistik der Ernte in der Republik (im Bundesstaate ab 1934) Österreich im Jahre 1925 ... -1936. Österreichische Staatsdruckerei, Wien, 1926 - 1937.
- K.-K. Ackerbauministerium: Anbauflächen und Ernteergebnisse der landwirtschaftlichen Bodenprodukte in den im Reichsrate vertretenen Königreichen und Ländern mit Ausnahme Galiziens und der Bukowina im Jahre 1914 ... 1917. k.k. Hof- und Staatsdruckerei, Wien, 1915 - 1918.
- K.-K. Ackerbauministerium: Landwirtschaftliches Wochenblatt des K.-K. Ackerbauministeriums in Wien, 1.1869 – 2.1870. Gerold, Wien.
- K.-K. Ackerbauministerium: Mittheilungen des k.k. Ackerbau-Ministeriums. Jahrgang 1-3. 1871. Wien.
- K.-K. Ackerbauministerium: Statistisches Jahrbuch des k.k. Ackerbau-Ministeriums für 1873 ... 1913. Verlag von Faesy & Frick / k.k. Hof- und Staatsdruckerei. 1874 – 1914.
- K.-K. Statistische Centralcommission: Versuch einer Darstellung der österreichischen Monarchie in statistischen Tafeln, Gerold, Wien, 1828, 1829.
- Landsteiner, E.: Weinbau und Gesellschaft in Mitteleuropa – ein Interpretationsversuch am Beispiel des Retzer Gebietes (16.-18. Jahrhundert), S.99-139, in: Probleme des niederösterreichischen Weinbaus in Vergangenheit und Gegenwart, Studien u. Forschungen aus d. NÖ Inst. f. Landeskunde Bd. 13, Wien: Selbstverlag NÖ Inst. f. Landeskunde, 1990.
- Löschnig, J. und L. Stefl: Geschichtliche Aufzeichnungen über die Weinjahre von 1551 bis 1933. Österreichischer Wein- und Obstbau-Kalender: 149-180, 1935.
- Sandgruber, R.: Wirtschafts- und Sozialstatistik Österreich-Ungarns. Teil 2: Österreichische Agrarstatistik 1750-1918. Hrg.: Hoffmann, A., H. Mathis und M. Mitterbauer: Materialien zur Wirtschafts- und Sozialgeschichte, Bd.2. Verlag für Geschichte und Politik, Wien, 1978.
- Statistik Austria: Statistik der Landwirtschaft 2000 ... 2001. Verlag Österreich, Wien, 2001, 2002.
- Statistik Österreich, bis 1998 Statistisches Zentralamt: Ergebnisse der landwirtschaftlichen Statistik im Jahre 1937/44, 1946/49, 1950-1999. Österreichische Staatsdruckerei bis 1998, Verl. Österreich, Wien, 1999.

Strömmer, E.: Klima-Geschichte – Methoden der Rekonstruktion und historische Perspektive. Ostösterreich 1700 bis 1830. Hrsg.: Pils, S.C., Verein für Geschichte der Stadt Wien. Forschungen und Beiträge zur Wiener Stadtgeschichte, Bd. 39. Deutike, Wien, 2003.

Svejda, F.: Untersuchungen über den Rückgang des Weinbaus in Wien und Niederösterreich seit 1900. Dissertation Hochschule für Bodenkultur, Wien, 1948.

### 3b-6 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Überblick über die Lage der selektierten Untersuchungsgebiete.....	12
Abbildung 2 Gegenüberstellung der Anbauflächen in % der Gesamtackerfläche der ausgewählten Fruchtarten in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark im Jahr 1870 und 2000.....	14
Abbildung 3: Häufigkeit des Auftretens von extremen Weinmissjahren ("sehr wenig" im verbal beschriebenen Abschnitt und 5. Perzentil im quantifizierbaren Abschnitt (ab 1870)) innerhalb von 10 Jahren zwischen 1551 und 2002 in Niederösterreich. ....	27
Abbildung 4: Häufigkeit des Auftretens von Weinmissjahren ("wenig im verbal beschriebenen Abschnitt und 10. Perzentil im quantifizierbaren Abschnitt (ab 1870)) innerhalb von 10 Jahren zwischen 1551 und 2002 in Niederösterreich .....	27
Tabelle 1: Mess- bzw. Aufzeichnungsbeginn verschiedener meteorologischer Parameter bei den ausgewählten Klimastationen .....	13
Tabelle 2: Anstieg des Ertrages pro Flächeneinheit im Bundesland Steiermark bei den untersuchten Fruchtarten von 1870 bis 2000 (Zuckerrübe ab 1914, Apfel Ertrag pro Baum ab 1946).....	17
Tabelle 3: Verwendung verschiedener Perzentile und Standardabweichungen (s.d.) zur Selektion von Missjahren bei Winterweizen in Niederösterreich zwischen 1869 und 2002 auf der Basis der relativen und absoluten Abweichungen vom 5- und 10jährigen gleitenden Mittel.....	19
Tabelle 4: Erklärungen für extreme Missjahre des Weinertrages (Abgrenzung wie bei Abb. 3) in Niederösterreich zwischen 1551 und 2002 .....	28
Tabelle 5: Durchschnittliche Temperaturminima, -maxima, Niederschlagssummen und Sonnenscheindauer in Missjahren von 1869 bis 1914 (1. Periode,) von 1915 bis 1959 (2. Periode) und von Missjahren von 1960 bis 2002 (2. Periode) bei Winterweizen in Niederösterreich von Jänner bis Juli.....	30
Tabelle 6: Durchschnittliche Temperaturminima, -maxima, Niederschlagssummen und Sonnenscheindauer in Missjahren von 1869 bis 1959 (1. Periode) und Missjahren von 1960 bis 2002 (2. Periode) bei Wein in Niederösterreich von Jänner bis Oktober .....	31
Tabelle 7: Anteil des Rot- und Roséweins in % der gesamten Erntemenge in ausgewählten Jahren in Niederösterreich .....	31



### 3b-7 Anhang

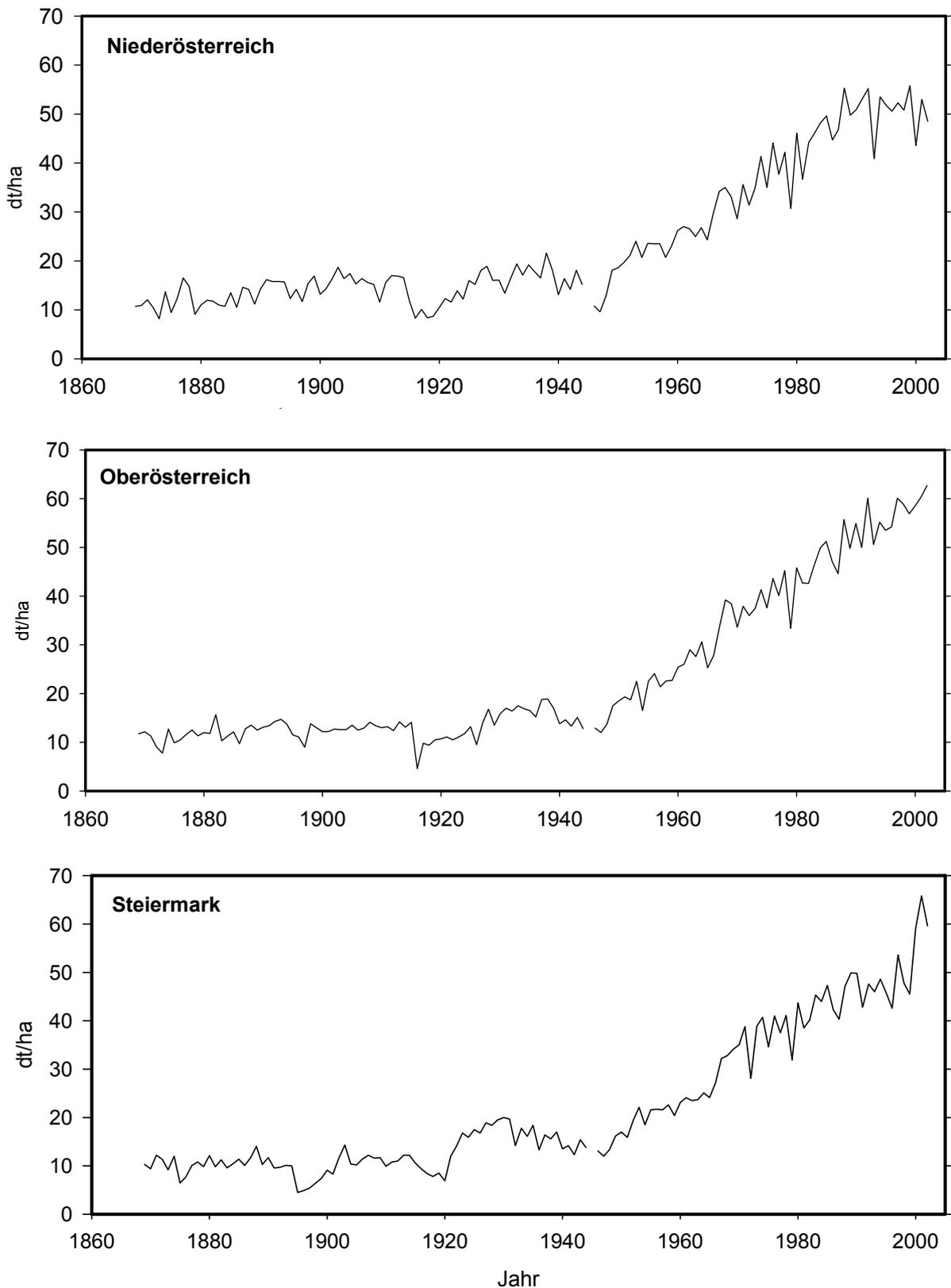


Abbildung A-1: Winterweizen. Absolute Erträge in dt/ha von 1869 bis 2002 in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark.

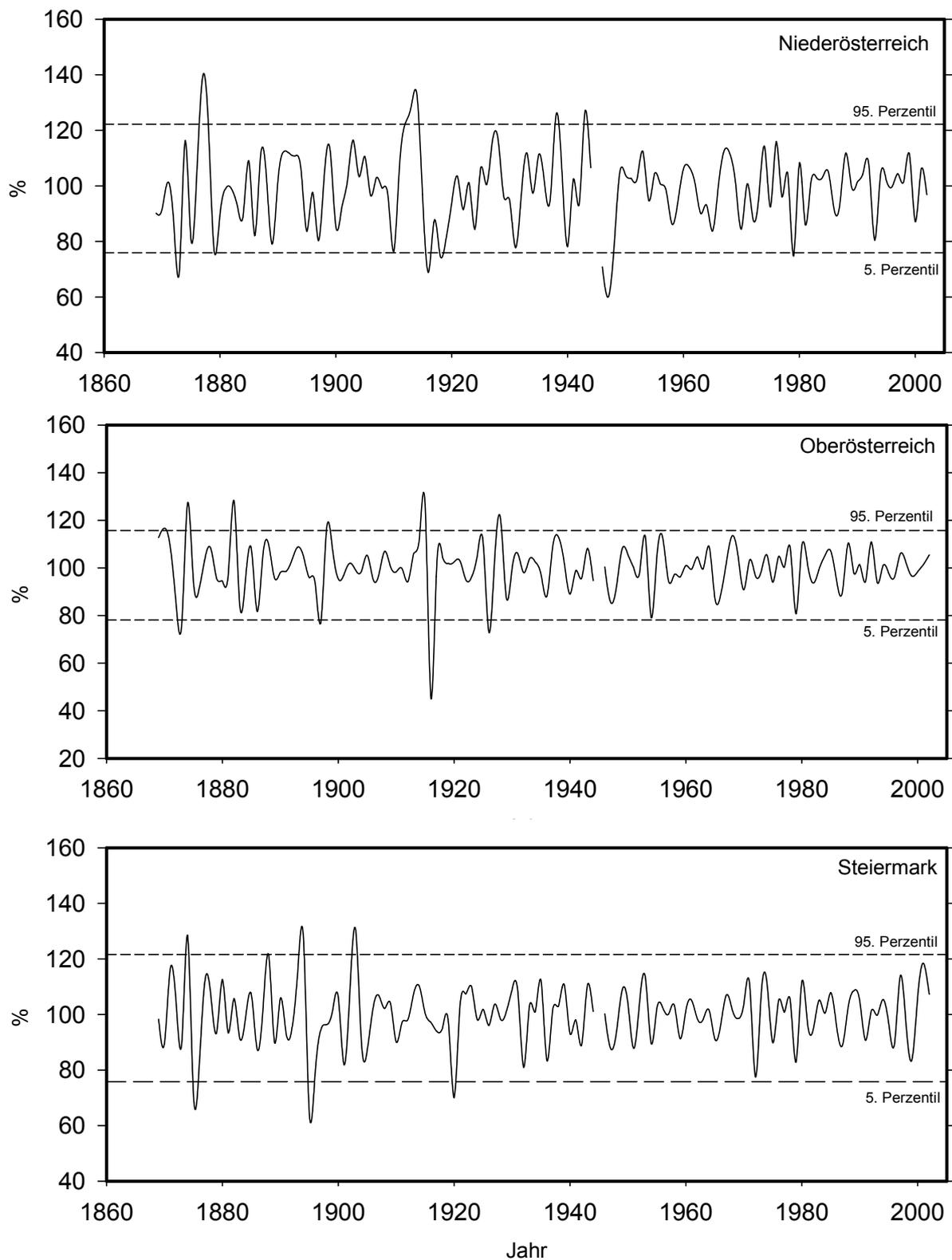


Abbildung A-2: Winterweizen. Relative Erträge in Prozent vom gleitenden 10– Jahresmittel der Hektarerträge von 1869 bis 2002 in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark.

*Tabelle A-1: Winterweizen. Missjahre des Winterweizenertrages in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark während der Periode 1869 – 2002. Als Missjahr gilt ein Jahr mit einem durchschnittlichen Hektarertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 5. Perzentil liegt (fett gedruckte Jahre 1. Perzentil).*

<b>NÖ</b>	relative	absolute
Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	
1873		
<b>1879</b>		
1910		
1916		
1918		
1940		
<b>1946</b>		
1947		
1970		
<b>1979</b>		
1981		
1986		
<b>1993</b>		
2000		

<b>OÖ</b>	relative	absolute
Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	
1873		
1886		
1897		
<b>1916</b>		
1926		
1947		
1954		
1965		
1966		
<b>1979</b>		
1987		

<b>ST</b>	relative	absolute
Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	
1875		
<b>1895</b>		
1896		
1897		
1918		
1920		
1932		
<b>1972</b>		
1979		
1987		
1991		
<b>1996</b>		
1999		

*Tabelle A-2: Winterweizen. Erklärungen für das Auftreten von Missjahren des Winterweizenertrages (siehe Tab. A-1) aus der Literatur (siehe Kapitel 3b-2.2.3). Abkürzungen: Fj=Frühjahr, So=Sommer, Wi=Winter*

Jahr	Erklärung		
	NÖ	OÖ	ST
1873	Nässe, Kälte, dann Trockenheit		
1875			Fröste, Auswinterung, Trockenheit, Hagel, Rost, Brand
1879	sehr feuchtes Wetter, Rost		
1886		Kälte, Trockenheit, Gewitter Hagel, zuviel Regen	
1895			lange Schneedecke, Hitze, Starkregen
1896			Nässe, Hagel
1897		Fröste	schlechtes Erntewetter
1910	Getreidehalmfliege, Hochwasser, Hagel		
1916	Krieg		
1918	Krieg, Feldfrevl, Trockenheit im Juni		Krieg
1920			Brand, Hagel, feuchtes Erntewetter
1926		Nässe, Krankheiten, Schädlinge	
1932			Kahlfröste, Spätfröste, Regen bei Blüte
1940	Krieg		
1946	Trockenheit		
1947	Trockenheit		
1954		warmtrock.März, kühlfeucht April, Mai Juni sehr feucht, Hochwasser	
1965		Lager, Verunkrautung, Katastrophenjahr	
1966			
1970	Auswinterung, langer Wi, kalt/nasses Fj		
1972			Hochwasser, Regen, Hagel, schlechtes Erntewetter
1979	Schnee April, feuchtes Erntewetter, Unwetter	Auswinterungsschäden, Schnee März, Mai Trockenheit	So feucht
1981	Trockenheit		
1986	lange Schneelage, Vegetationsrückstand		
1987		kaltes Fj, schlechtes Erntewetter	kaltes Fj, April u. Juni Trockenheit, schlechtes Erntewetter, Hagel
1991			kaltes Fj, Hagel, schlechtes Erntewetter
1993	anhaltende Dürre im Fj, übermäßiger Niederschlag im So		
1996			Auswinterung
1999			Hagel
2000	Trockenheit		

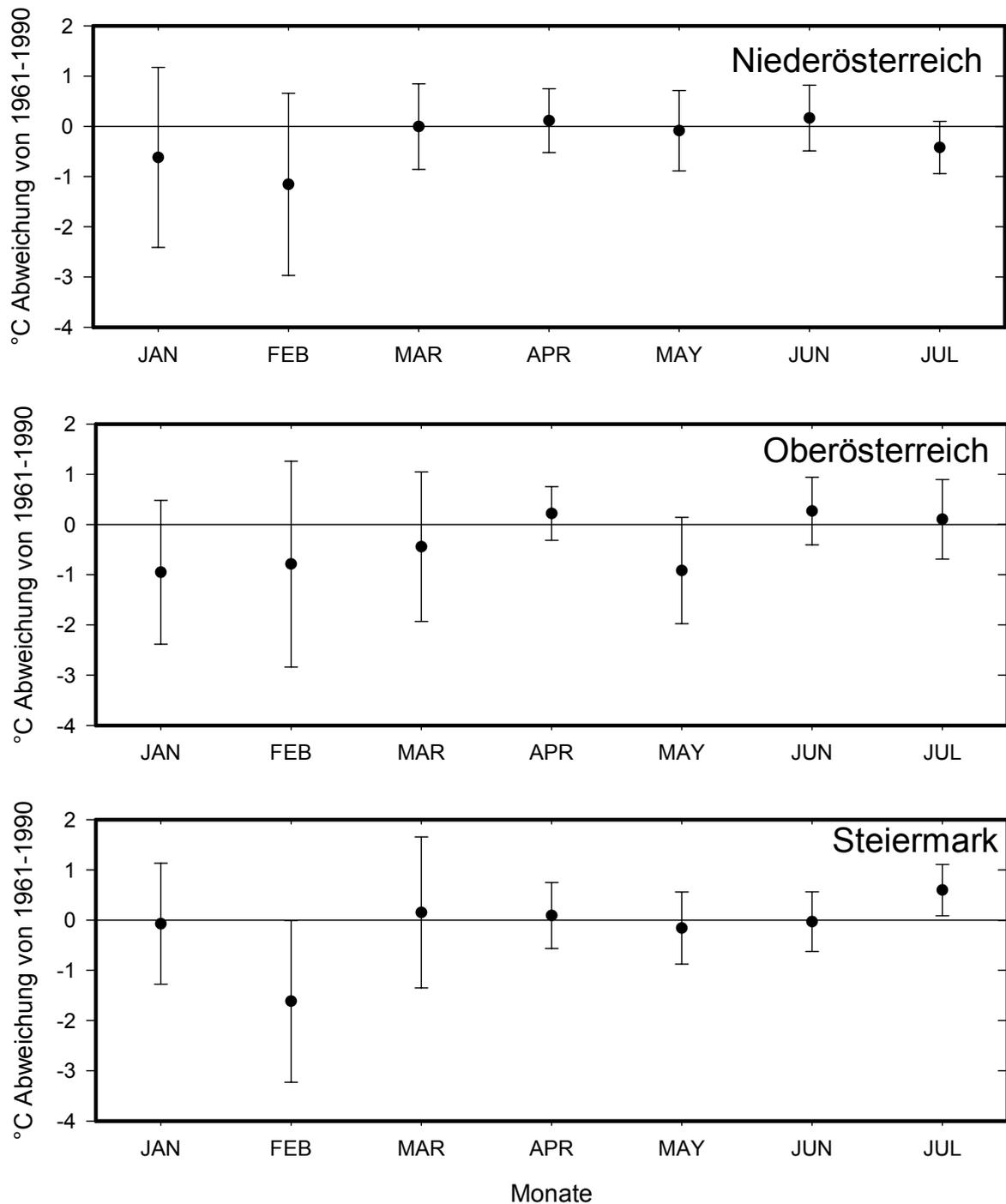


Abbildung A-3: Winterweizen. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturminima der Missjahre (siehe Tab. A-1) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

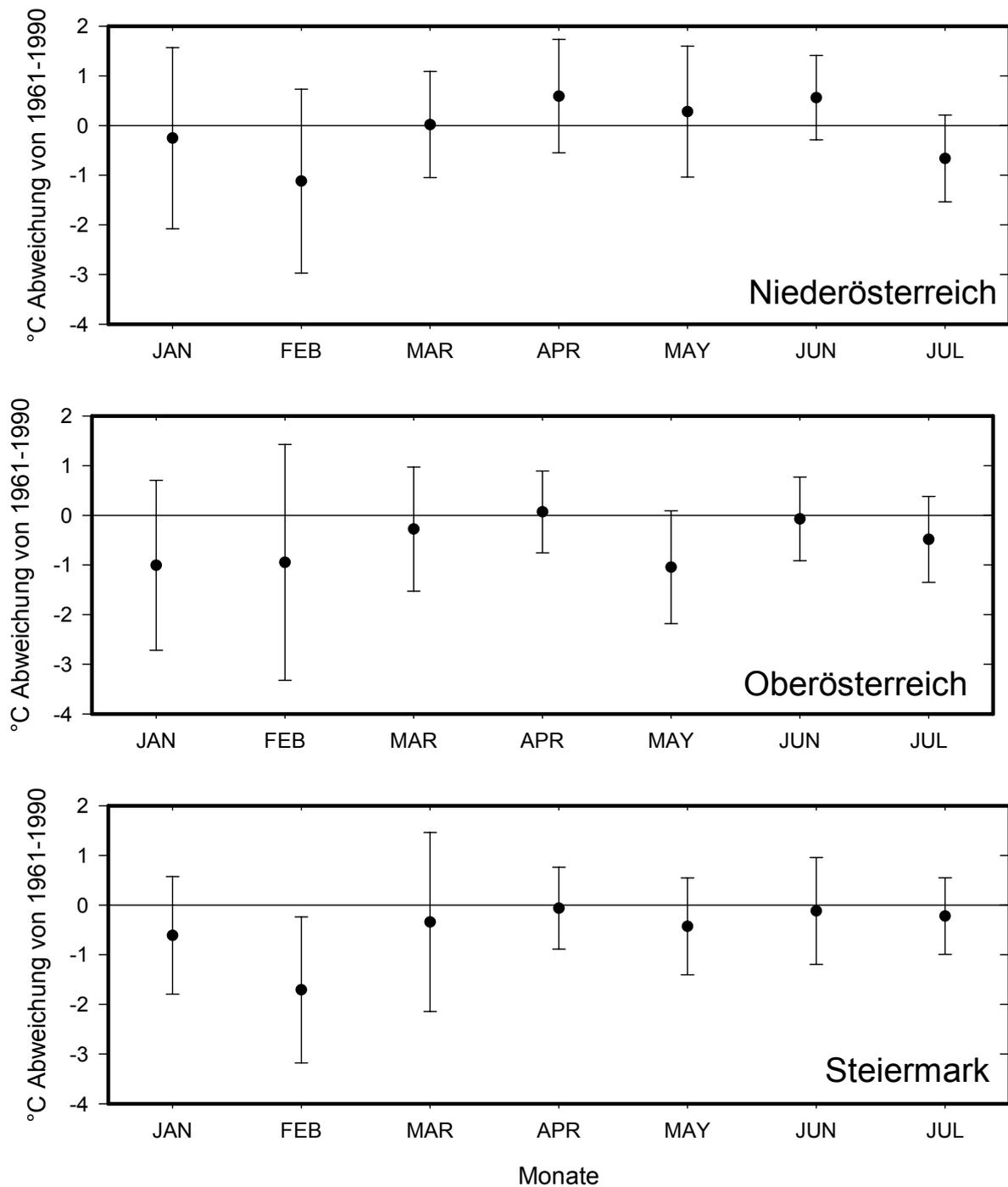


Abbildung A-4: Winterweizen. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturmaxima der Missjahre (siehe Tab. A-1) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

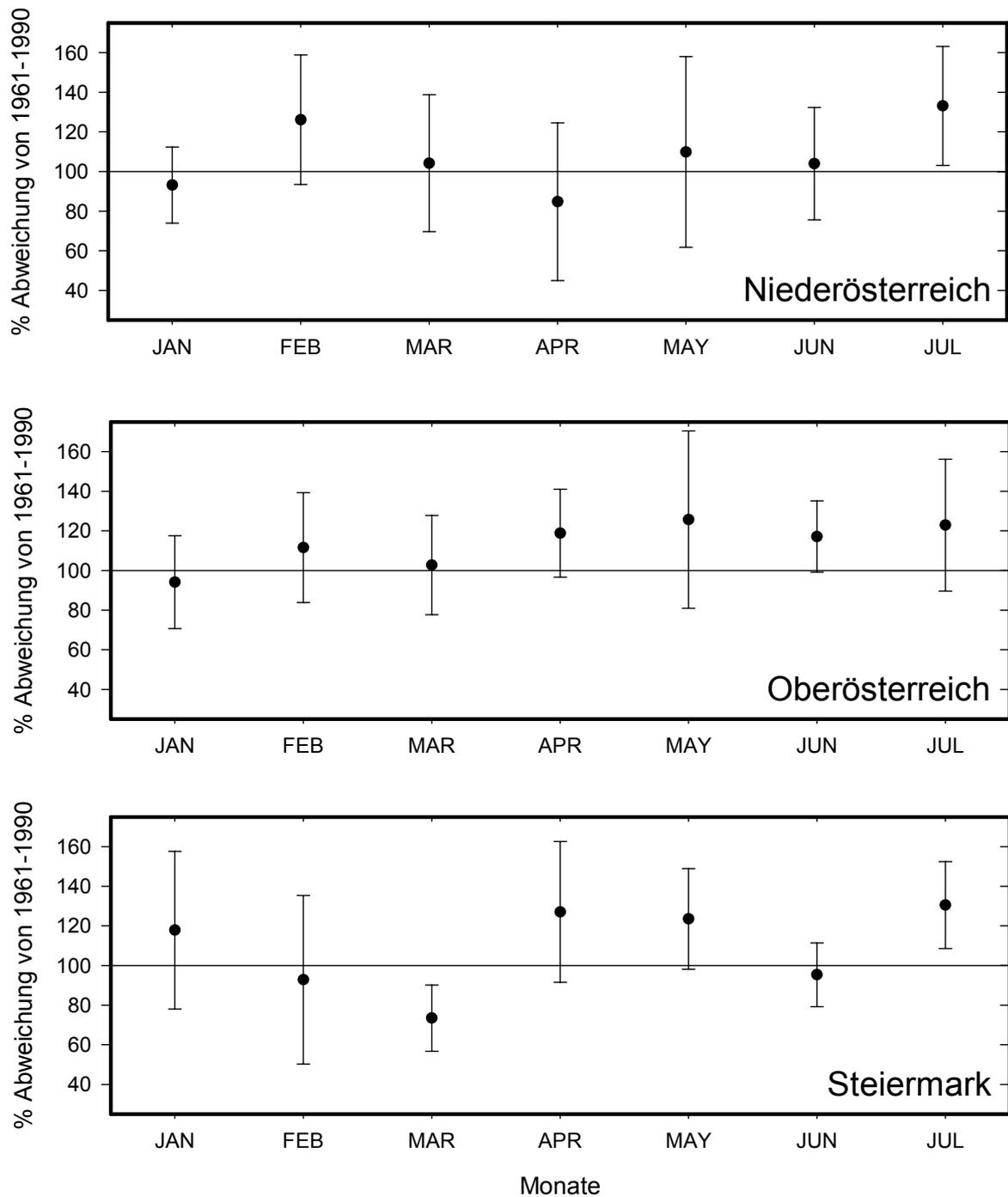


Abbildung A-5: Winterweizen. Abweichung der mittleren monatlichen Niederschlagssummen der Missjahre (siehe Tab. A-1) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

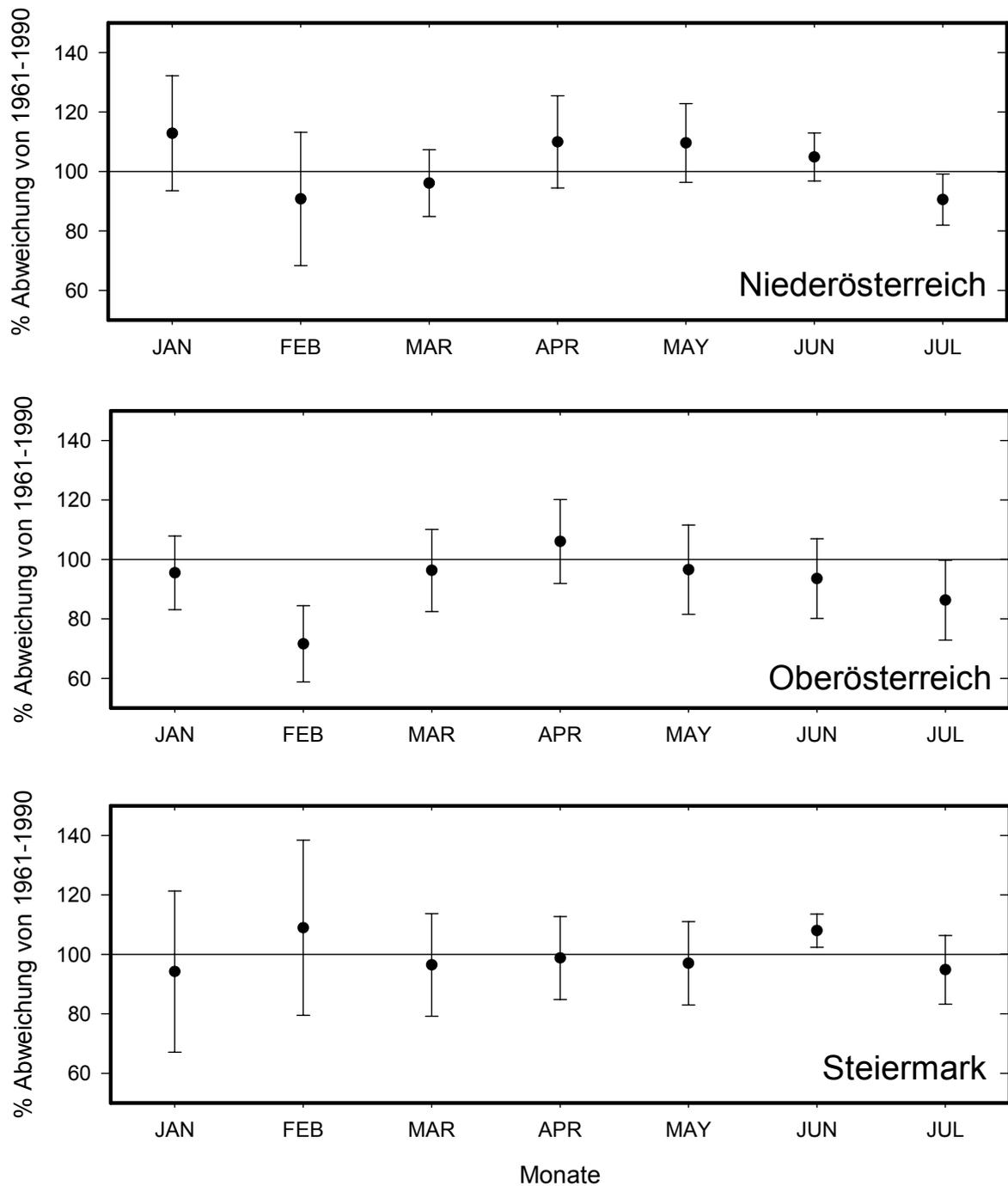


Abbildung A-6: Winterweizen. Abweichung der mittleren monatlichen Sonnenscheindauer der Missjahre (siehe Tab. A-1) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

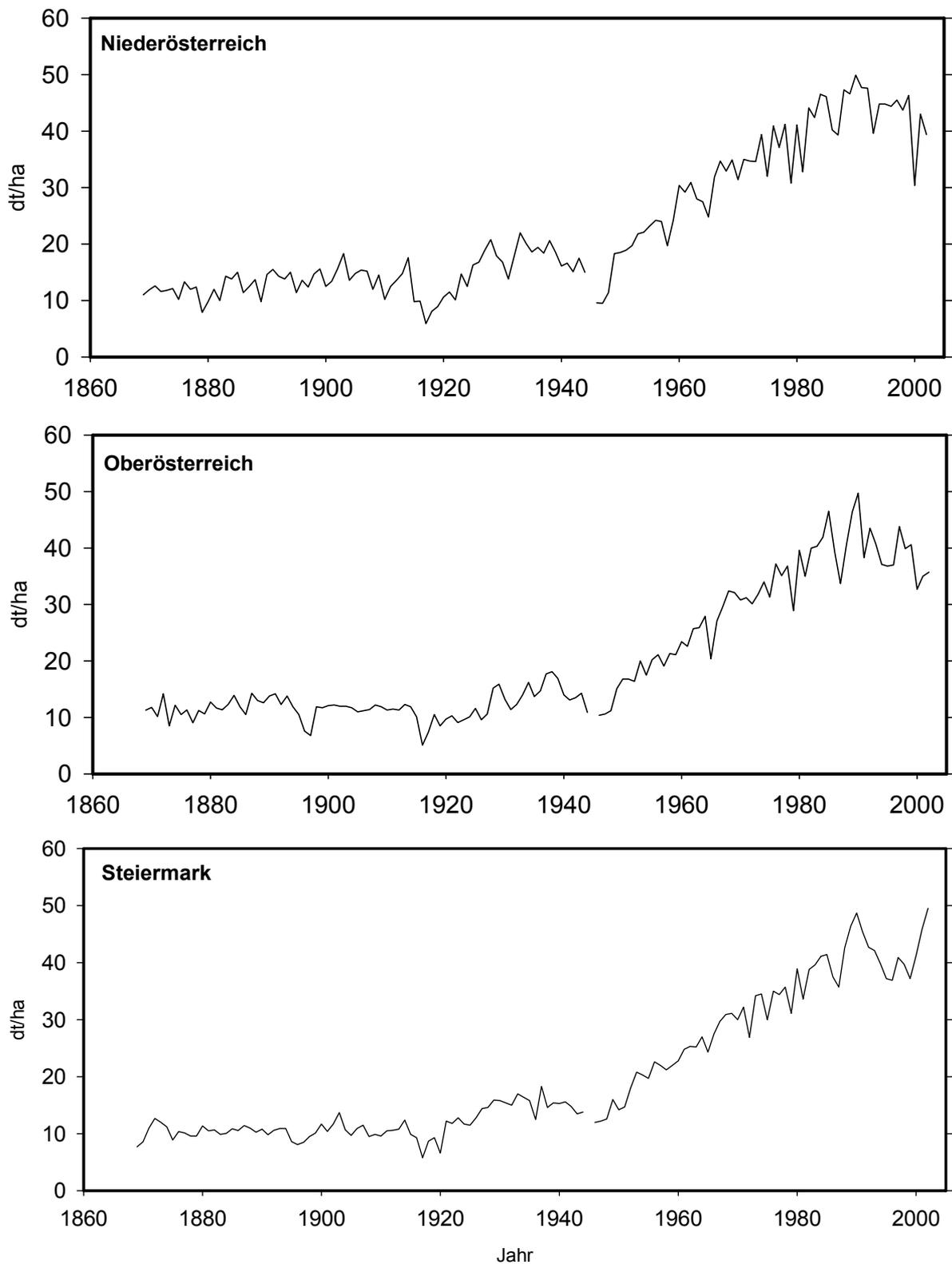


Abbildung A-7: Sommergerste. Absolute Erträge in dt/ha von 1869 bis 2002 in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark.

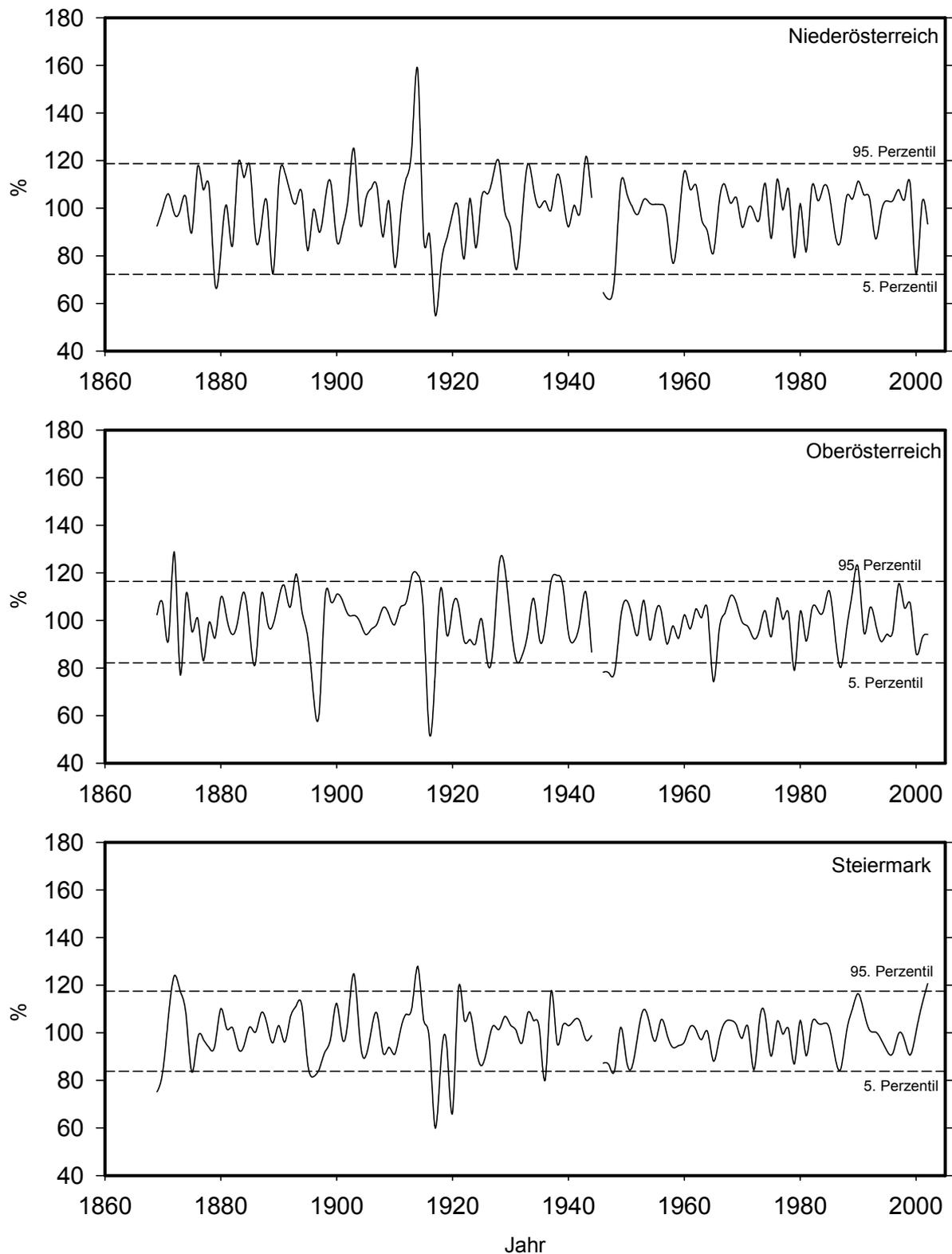


Abbildung A-8: Sommergerste. Relative Erträge in Prozent vom gleitenden 10-Jahresmittel der Hektarerträge von 1869 bis 2002 in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark.

*Tabelle A-3: Sommergerste. Missjahre des Sommergerstenertrages in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark während der Periode 1869 – 2002. Als Missjahr gilt ein Jahr mit einem durchschnittlichen Hektarertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 5. Perzentil liegt (fett gedruckte Jahre 1. Perzentil).*

<b>NÖ</b>	relative	absolute
Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	
1879		
1889		
<b>1917</b>		
1931		
1946		
1947		
1948		
1958		
1975		
1979		
1981		
1987		
1993		
<b>2000</b>		

<b>OÖ</b>	relative	absolute
Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	
1873		
1896		
1897		
<b>1916</b>		
1947		
1965		
1979		
<b>1987</b>		
1991		
2000		

<b>ST</b>	relative	absolute
Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	
1869		
1870		
1875		
1896		
<b>1917</b>		
1920		
1936		
1972		
1975		
1979		
1986		
<b>1987</b>		
1999		

*Tabelle A-4: Sommergerste. Erklärungen für das Auftreten von Missjahren des Sommergerstenertrages (siehe Tab. A-3) aus der Literatur (siehe Kapitel 3b-2.2.3). Abkürzungen: Fj=Frühjahr, So=Sommer, Wi=Winter*

Jahr	Erklärung		
	NÖ	OÖ	ST
1869			Trockenheit
1870			Nässe/Kälte, Trockenheit, Hagel
1873		Nässe, Kälte, dann Trockenheit	
1875			Trockenheit, Hagel, Rost, Brand
1879	Fj feuchtkalt, später Anbau		
1889	Trockenheit		
1896		Nässe, Hagel	Nässe, Hagel
1897		Fröste	
1916		Krieg	
1917	Krieg		Krieg
1920			Hagel, feuchtes Erntewetter
1931	Fj Trockenheit, Hagel		
1936			schlechtes Erntewetter
1946	Trockenheit		
1947	Trockenheit		
1948	Trockenheit		
1958	extreme Hitze u. Trockenheit im Mai		
1965		Katastrophenjahr	
1972			Hochwasser, Regen, Hagel, schlechtes Erntewetter
1975	Unwetter, Überschwemmungen		Unwetter, Überschwemmungen
1979	Schnee im April, feuchtes Erntewetter, Unwetter	Trockenheit im Mai	So feucht
1981	Trockenheit		
1986			Trockenheit
1987	Kälte im Fj, Nässe/Ernte	kaltes Fj, schlechtes Erntewetter	kaltes Fj, April u. Mai Trockenheit, schlechtes Erntewetter, Hagel
1991		kaltes Fj, Trockenheit, Juni nasskalt, Hagel	
1993	anhaltende Dürre im Fj, übermäßiger Niederschlag im So)		
1999			Hagel
2000	Trockenheit	T im Fj, Nässe in Spätdruschgebiet, Hagel	

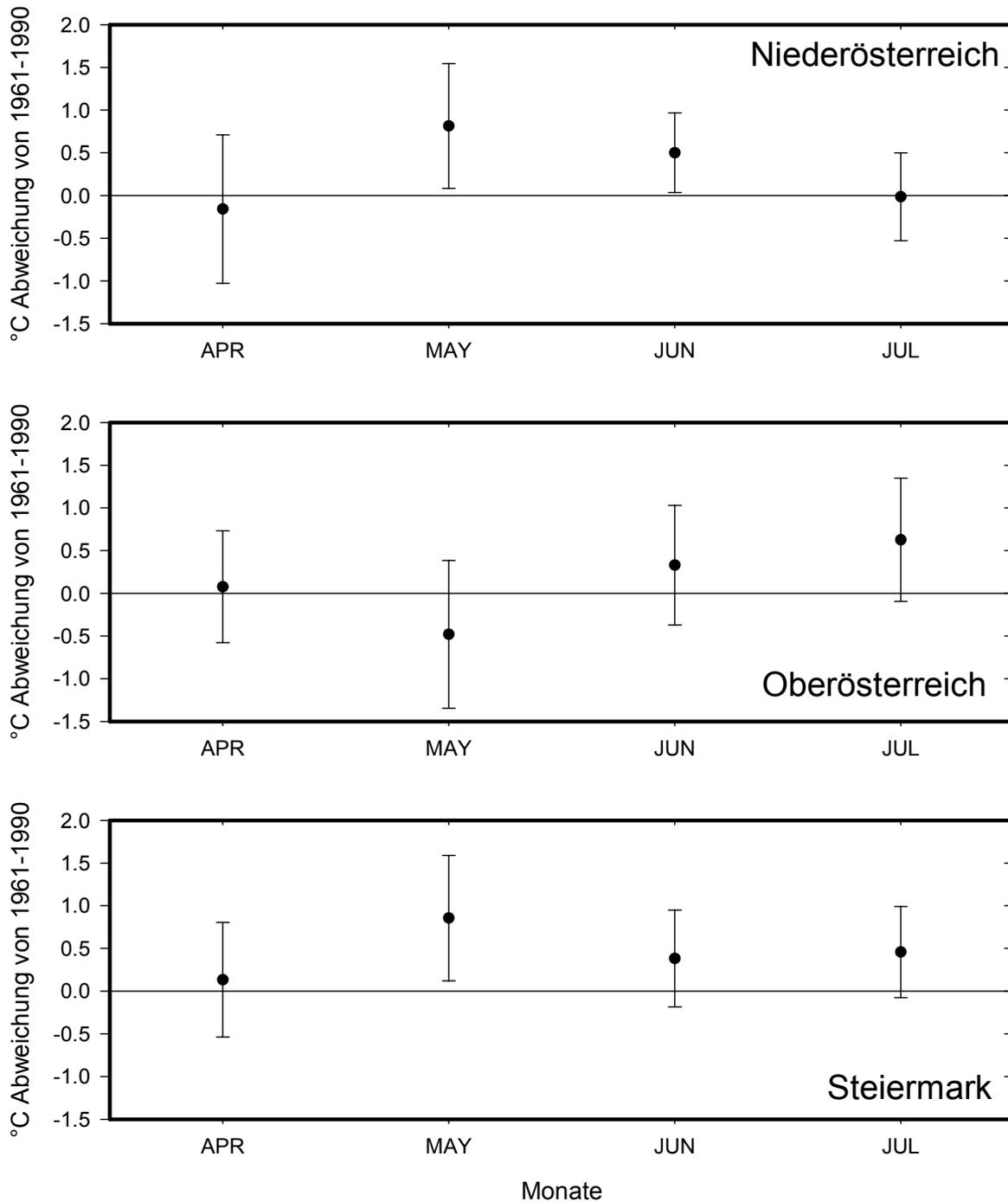


Abbildung A-9: Sommergerste. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturminima der Missjahre (siehe Tab. A-3) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

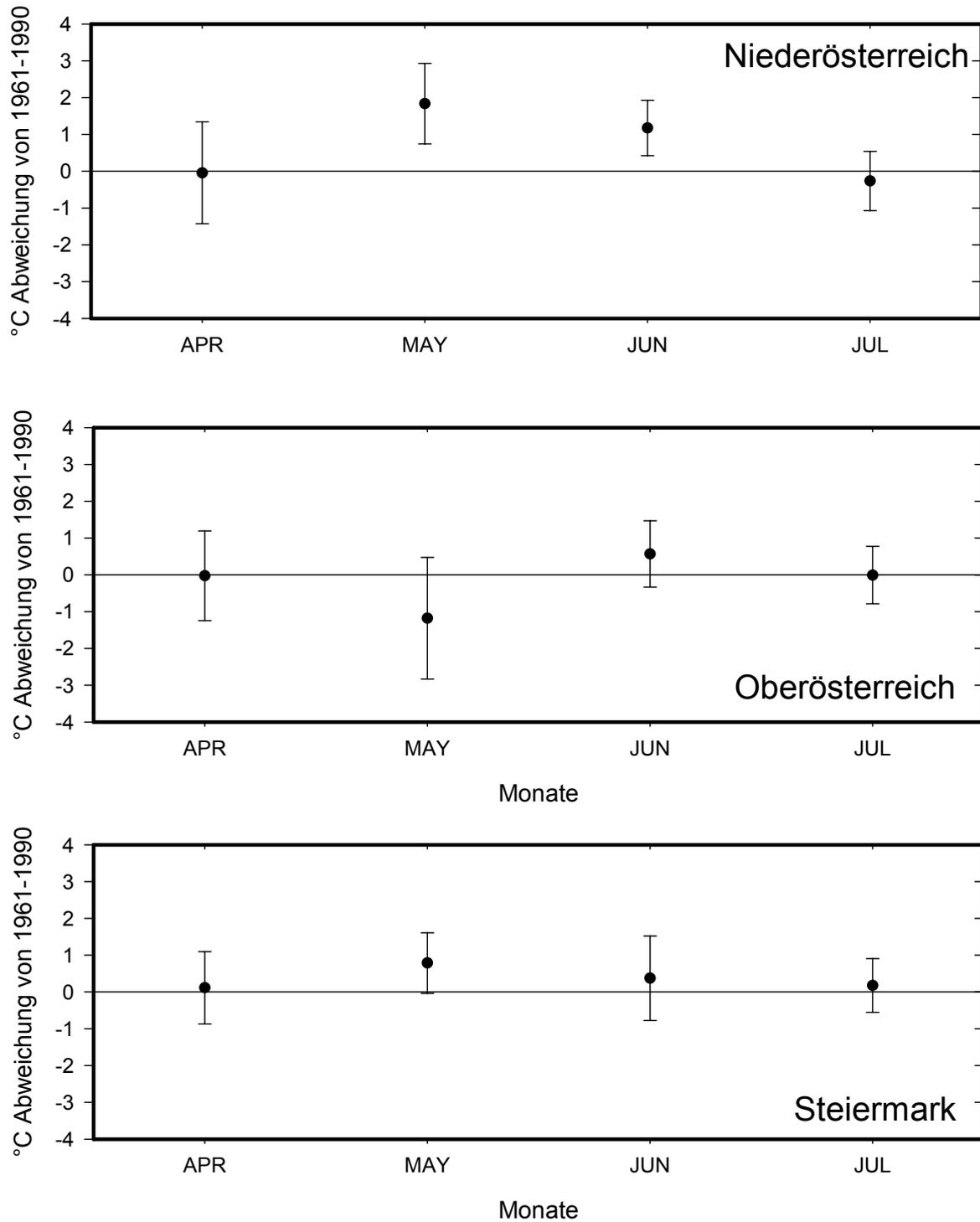


Abbildung A-10: Sommergerste. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturmaxima der Missjahre (siehe Tab. A-3) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

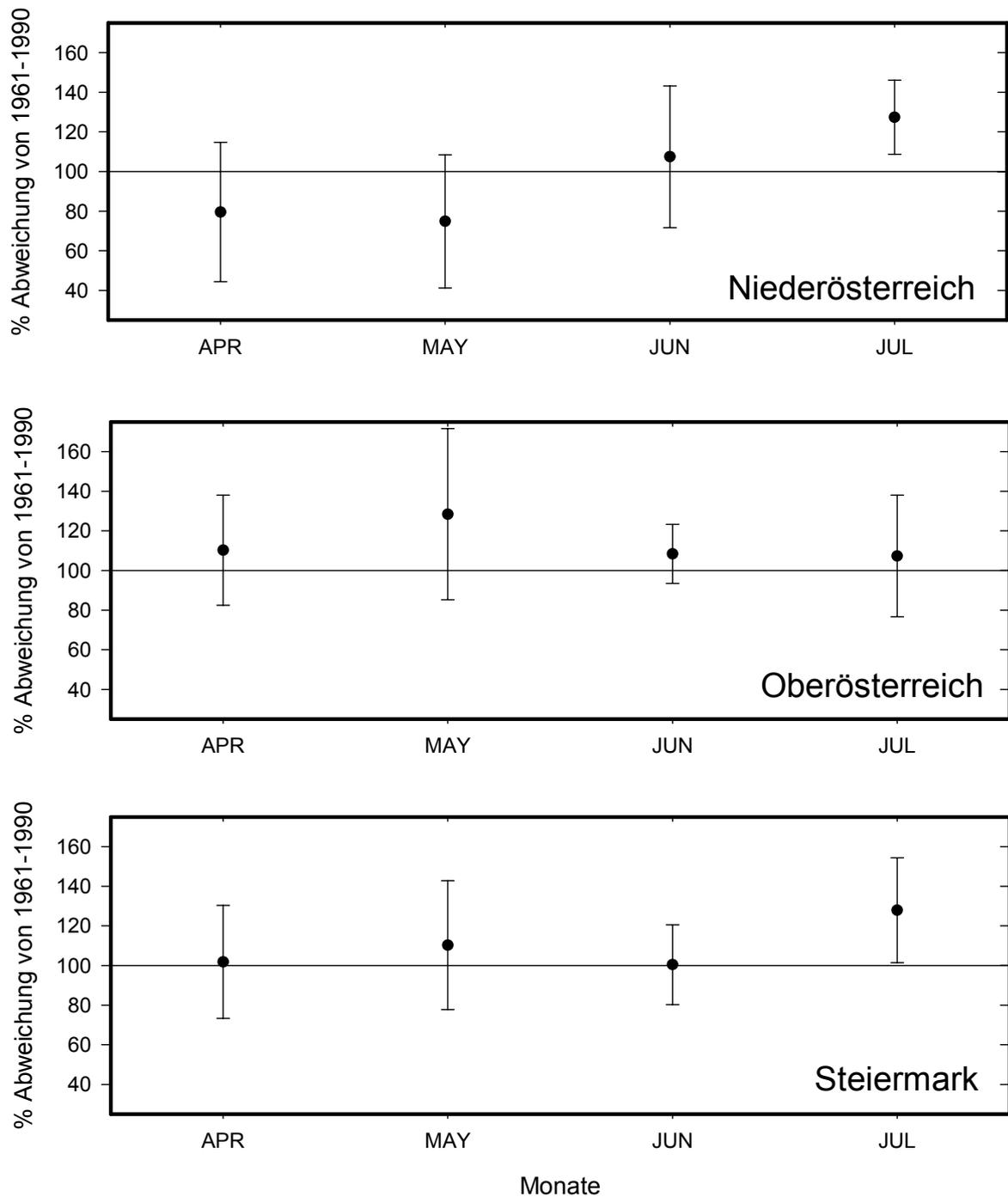


Abbildung A-11: Sommergerste. Abweichung der mittleren monatlichen Niederschlagssumme der Missjahre (siehe Tab. A-3) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

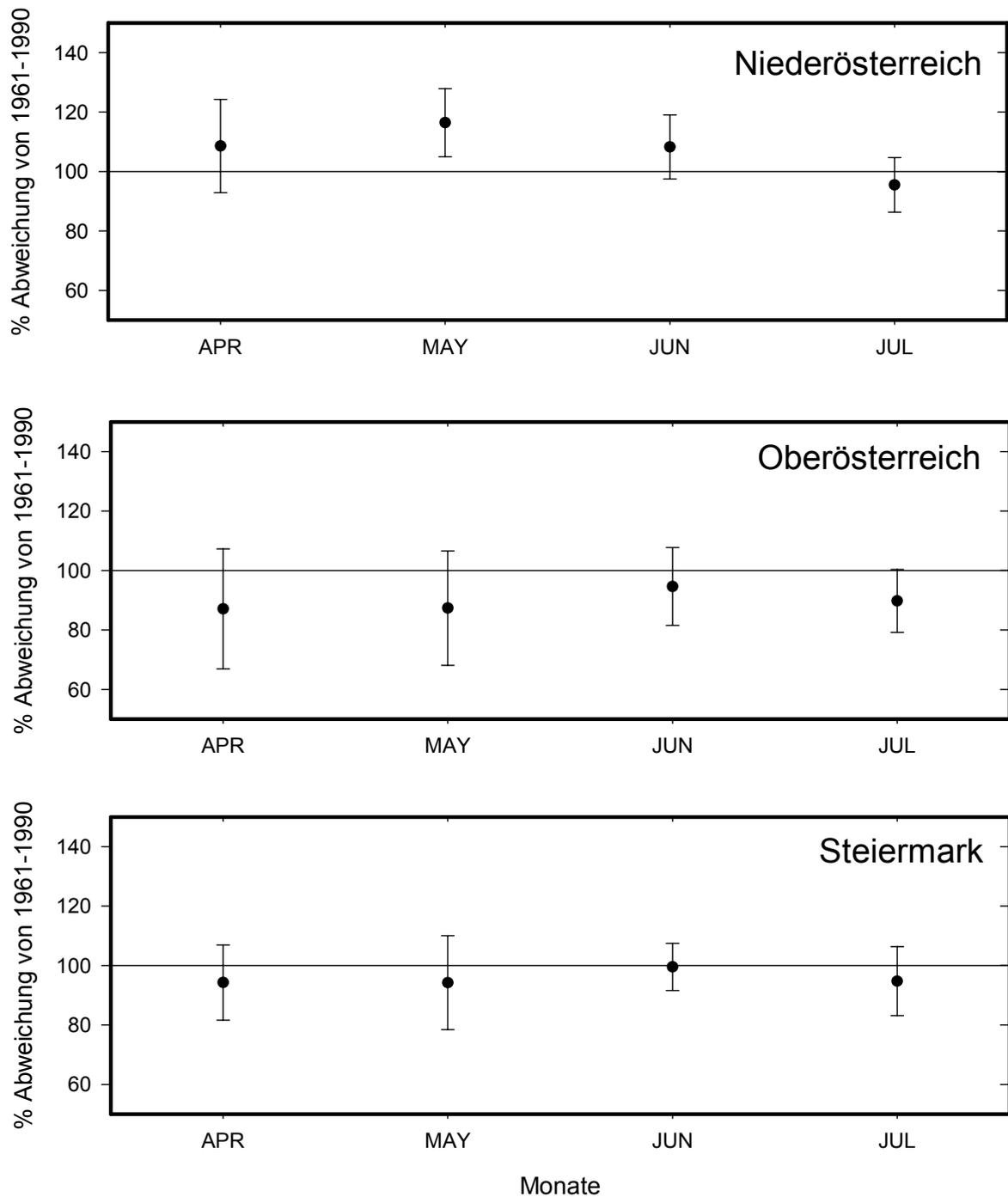


Abbildung A-12: Sommergerste. Abweichung der mittleren monatlichen Sonnenscheindauer der Missjahre (siehe Tab. A-3) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

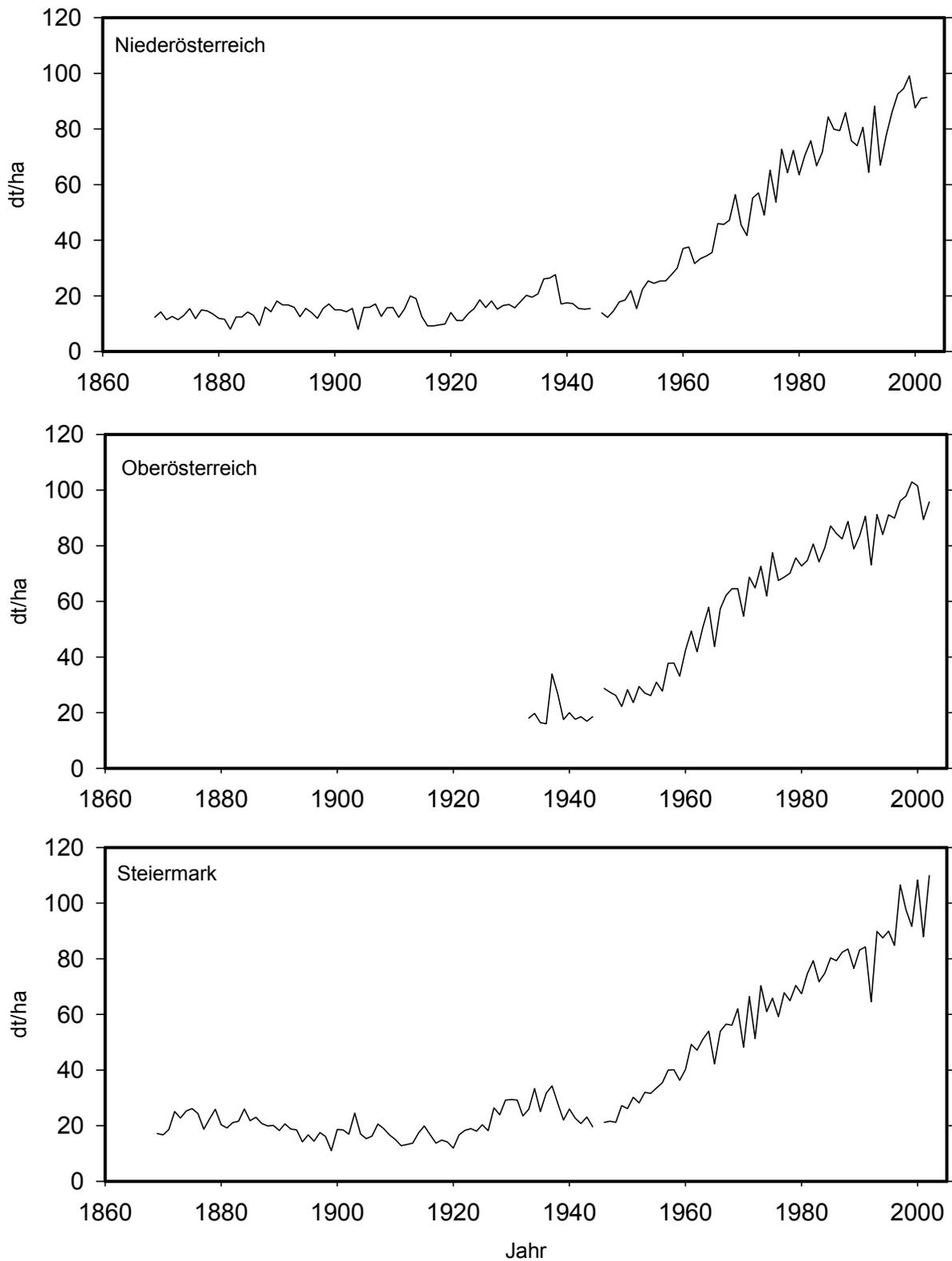


Abbildung A-13: Körnermais. Absolute Erträge in dt/ha von 1869 bis 2002 in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark.

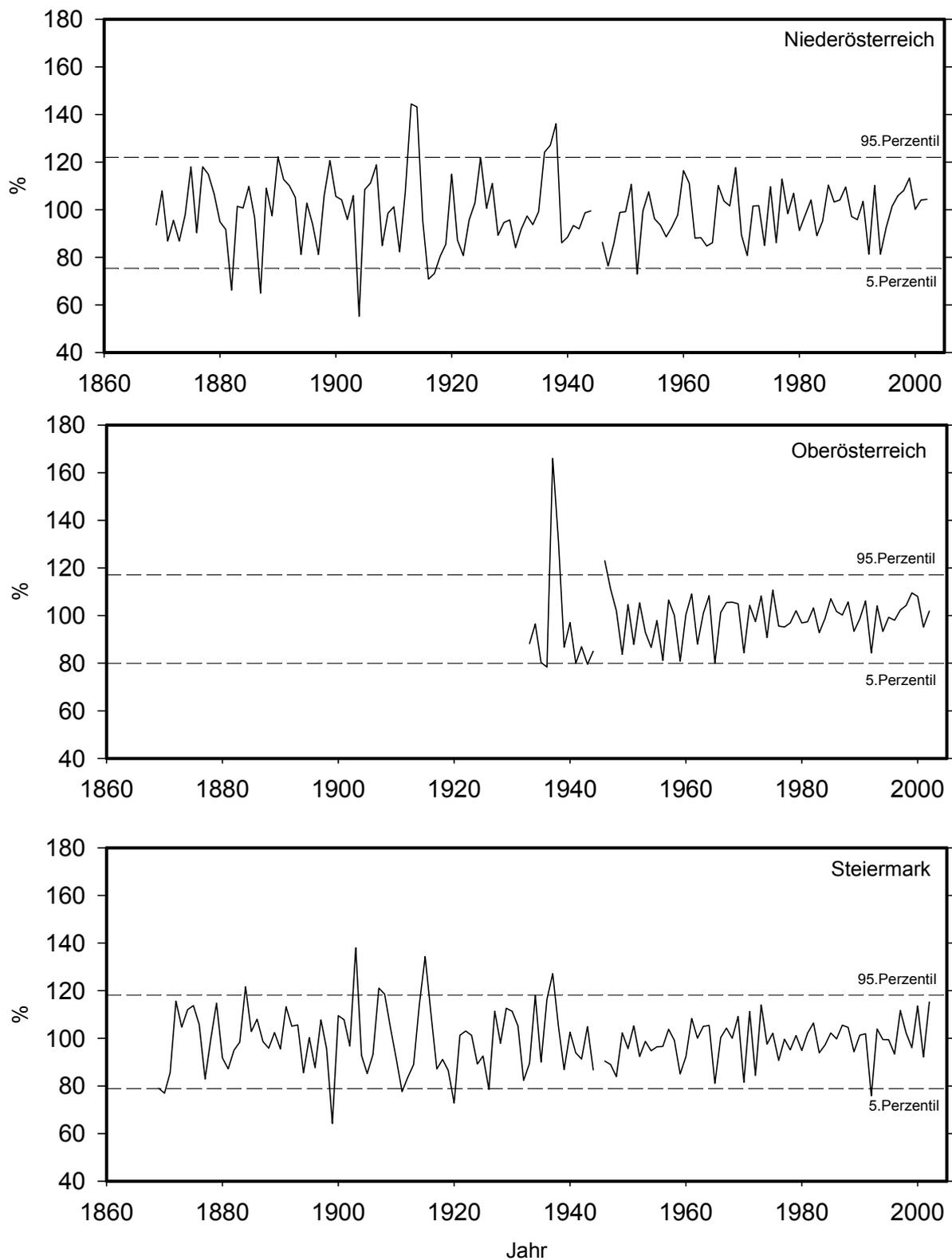


Abbildung A-14: Körnermais. Relative Erträge in Prozent vom gleitenden 10-Jahresmittel der Hektarerträge von 1869 bis 2002 in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark.

*Tabelle A-5: Körnermais. Missjahre des Körnermaisenertrages in den Bundesländern Niederösterreich und Steiermark während der Periode 1869 – 2002, sowie in Oberösterreich von 1933 - 2002. Als Missjahr gilt ein Jahr mit einem durchschnittlichen Hektarertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 5. Perzentil liegt (fett gedruckte Jahre 1. Perzentil).*

<b>NÖ</b>	relative	absolute	<b>OÖ</b>	relative	absolute	<b>ST</b>	relative	absolute
Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil		Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil		Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	
1882			1935			1870		
1887			1936			1877		
<b>1904</b>			1939			<b>1899</b>		
1911			1943			1905		
1916			1965			1911		
1917			1970			1920		
1952			1992			1926		
1971						1959		
1974						1965		
1976						1970		
1983						1972		
<b>1992</b>						<b>1992</b>		
<b>1994</b>						1996		
						2001		

*Tabelle A-6: Körnermais. Erklärungen für das Auftreten von Missjahren des Körnermaisenertrages (siehe Tab. A-5) aus der Literatur (siehe Kapitel 3b-2.2.3). Abkürzungen: Fj=Frühjahr, So=Sommer, Wi=Winter*

Jahr	Erklärung		
	NÖ	OÖ	ST
1870			Nässe/Kälte Juli - September, Trockenheit, Hagel
1877			Trockenheit
1882	Fj Trockenheit,kalt, Fröste, So Feuchte, nicht reif!		
1887	kalt Mai, Trockenheit Juni		
1899			Elementarschäden
1904	Trockenheit Mai bis August		
1905			Elementarschäden
1911	Trockenheit, Futternot		Trockenheit, Futternot
1916	Krieg		
1917	Trockenheit, Krieg		
1920			nasskalter So
1926			Unwetter, feuchter So, Hochwasser
1935		Maifröste,Trockenheit	
1936		Kälte, Nässe im Fj, Wind u. Regen, Beulenbrand	
1939		starker Nd., Krieg	
1943		Krieg	
1952	Trockenheit		
1959			Trockenheit
1965		Katastrophenjahr	
1970		spätes Fj, nasser September, Frühfrost	
1971	Trockenheit		
1972			Hochwasser, Regen, Sturm, Hagel
1974	Fj trocken		
1976	Kälte, Trockenheit, dann feucht-kühl		
1983	Trockenheit		
1992	Trockenheit	Trockenheit	Trockenheit
1994	Trockenheit		
1996			Regen
2001			Trockenheit

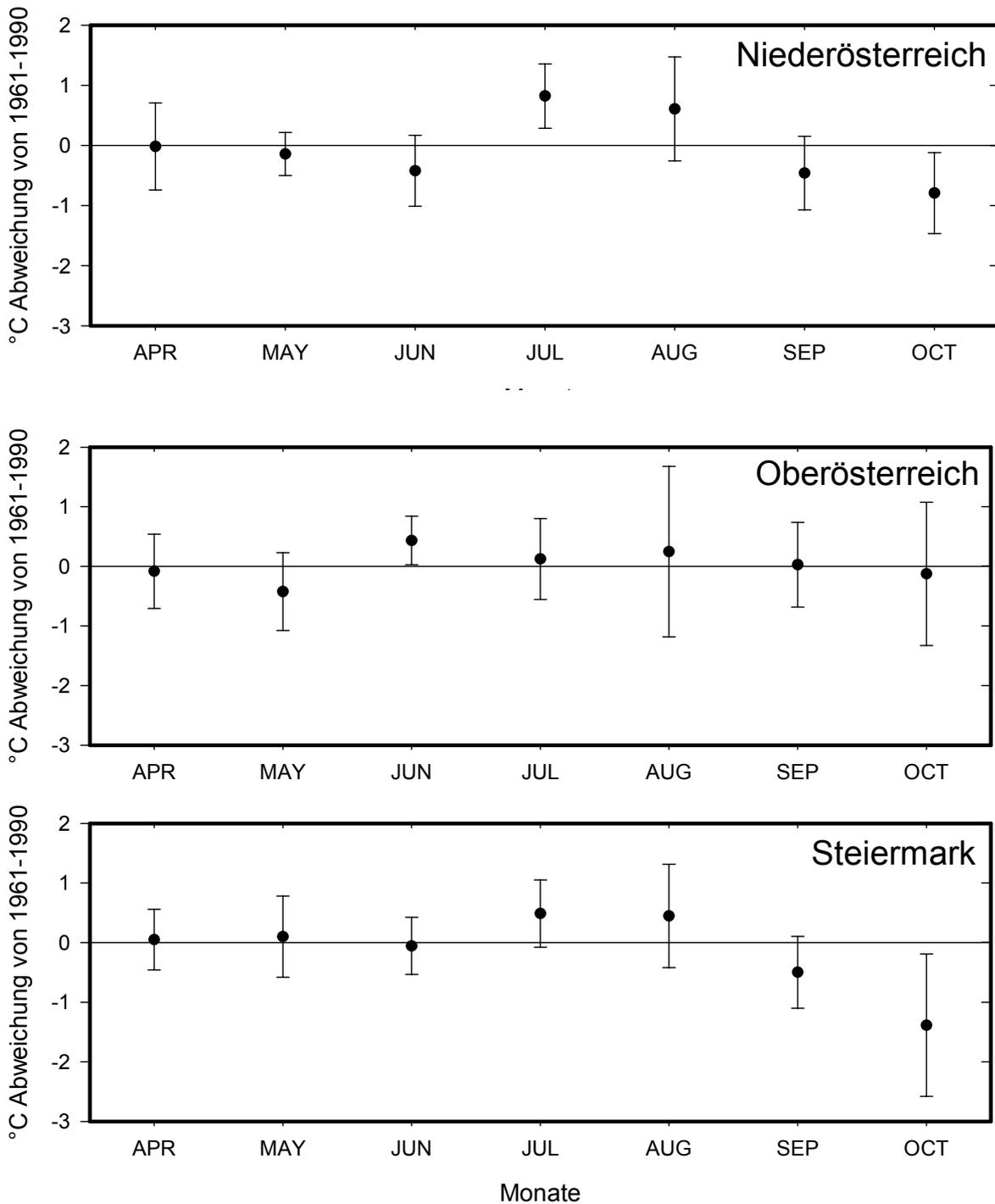


Abbildung A-15: Körnermais. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturminima der Missjahre (siehe Tab. A-5) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

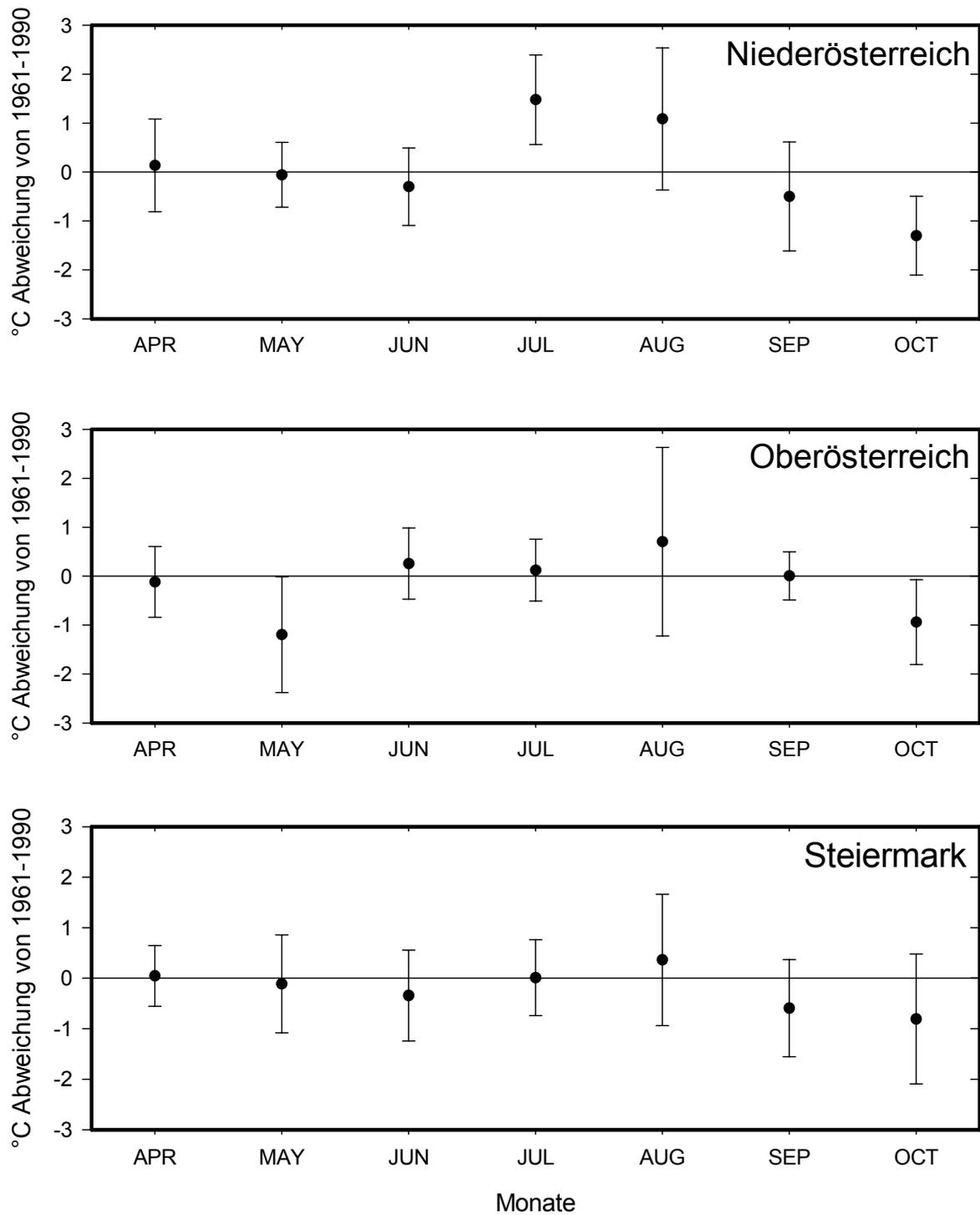


Abbildung A-16: Körnermais. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturmaxima der Missjahre (siehe Tab. A-5) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

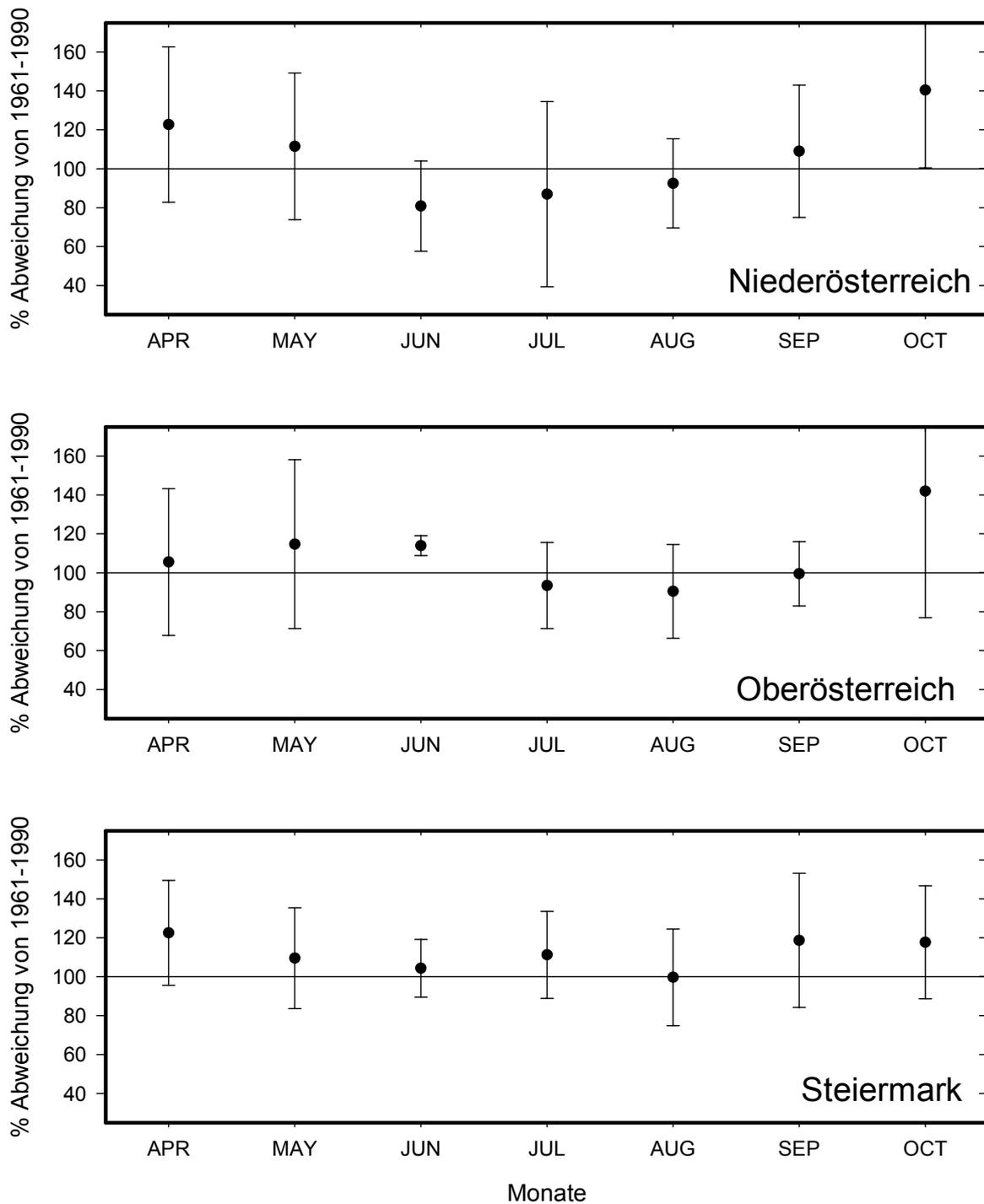


Abbildung A-17: Körnermais. Abweichung der mittleren monatlichen Niederschlagssumme der Missjahre (siehe Tab. A-5) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

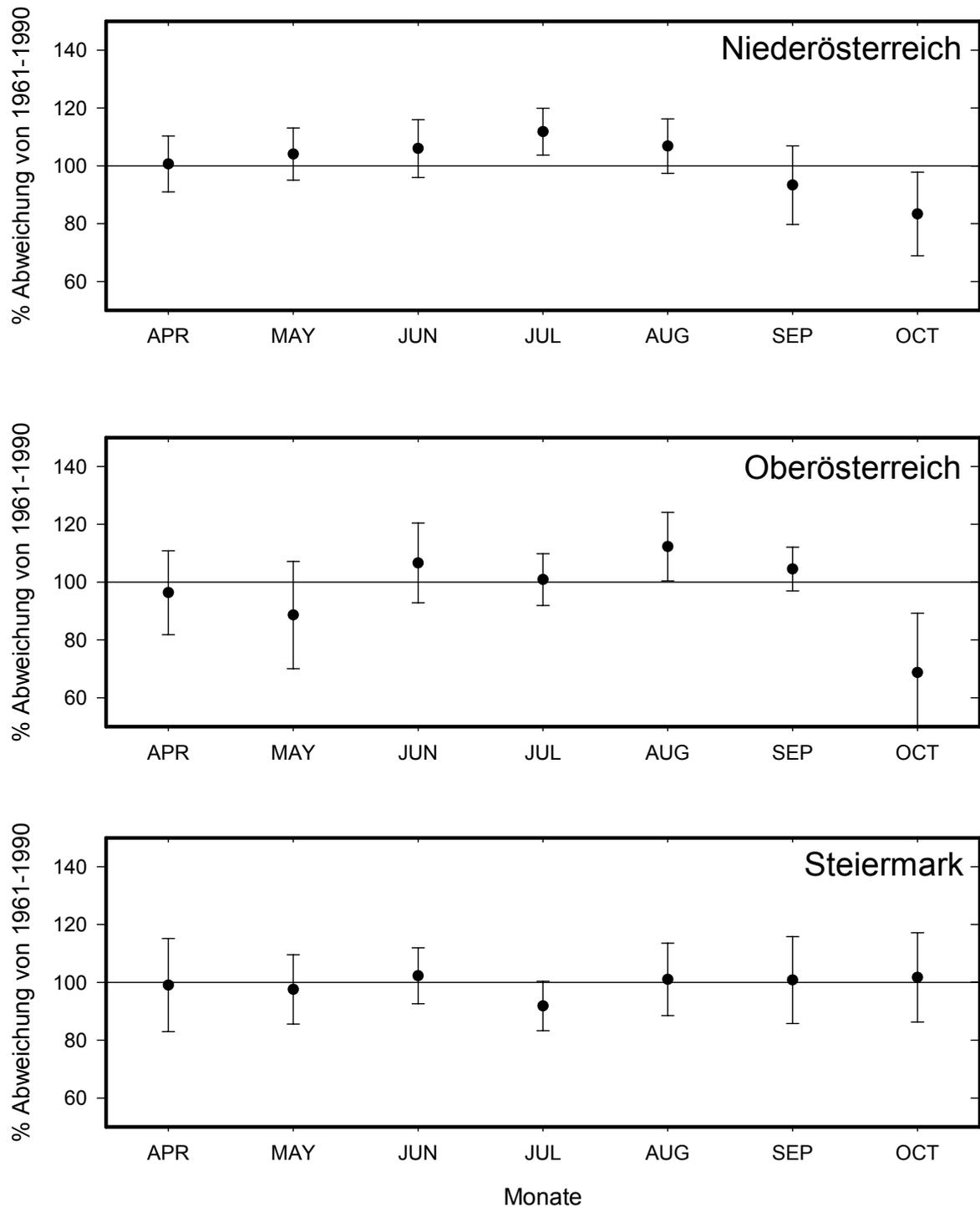


Abbildung A-18: Körnermais. Abweichung der mittleren monatlichen Sonnenscheindauer der Missjahre (siehe Tab. A-5) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

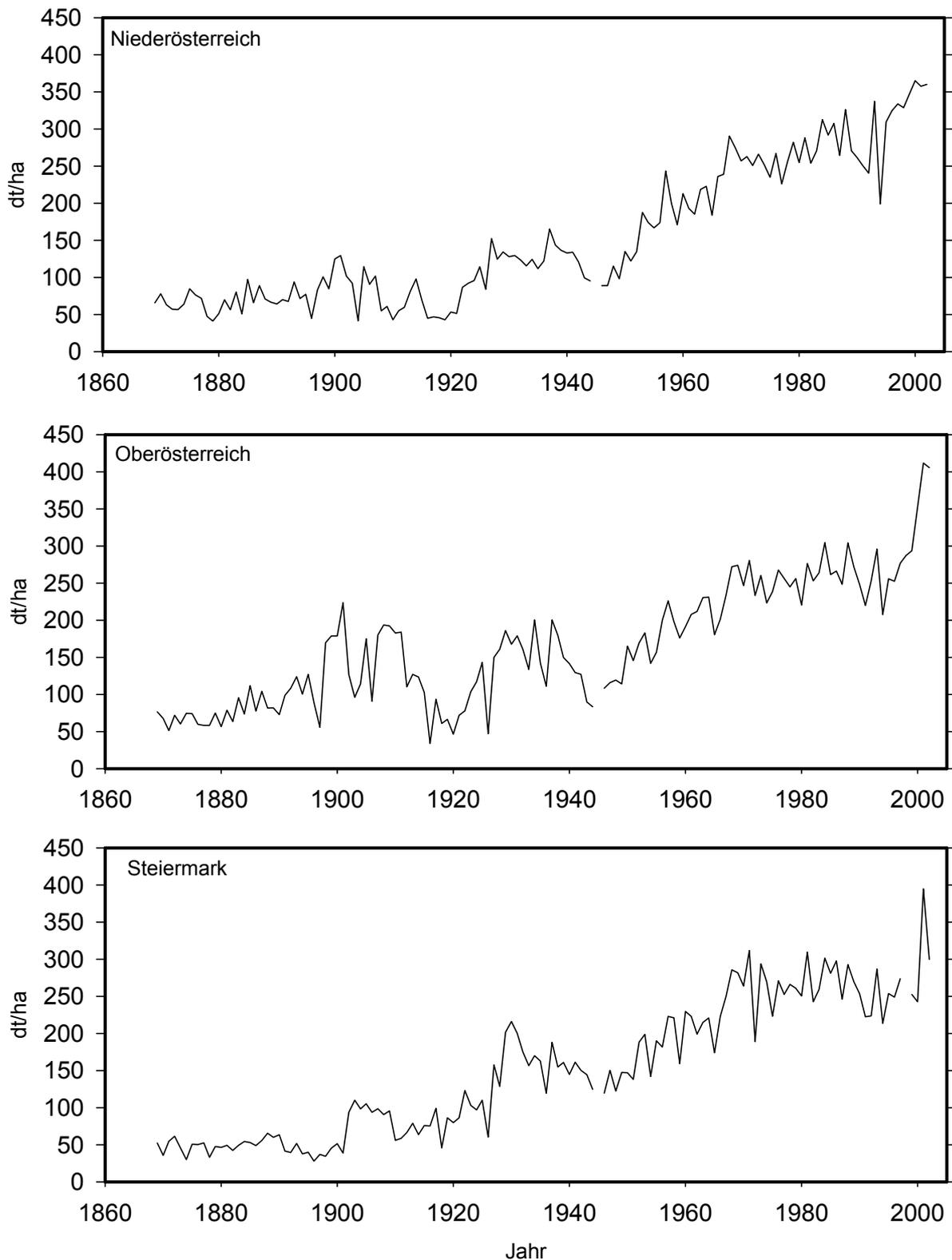


Abbildung A-19: Spätkartoffel. Absolute Erträge in dt/ha von 1869 bis 2002 in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark.

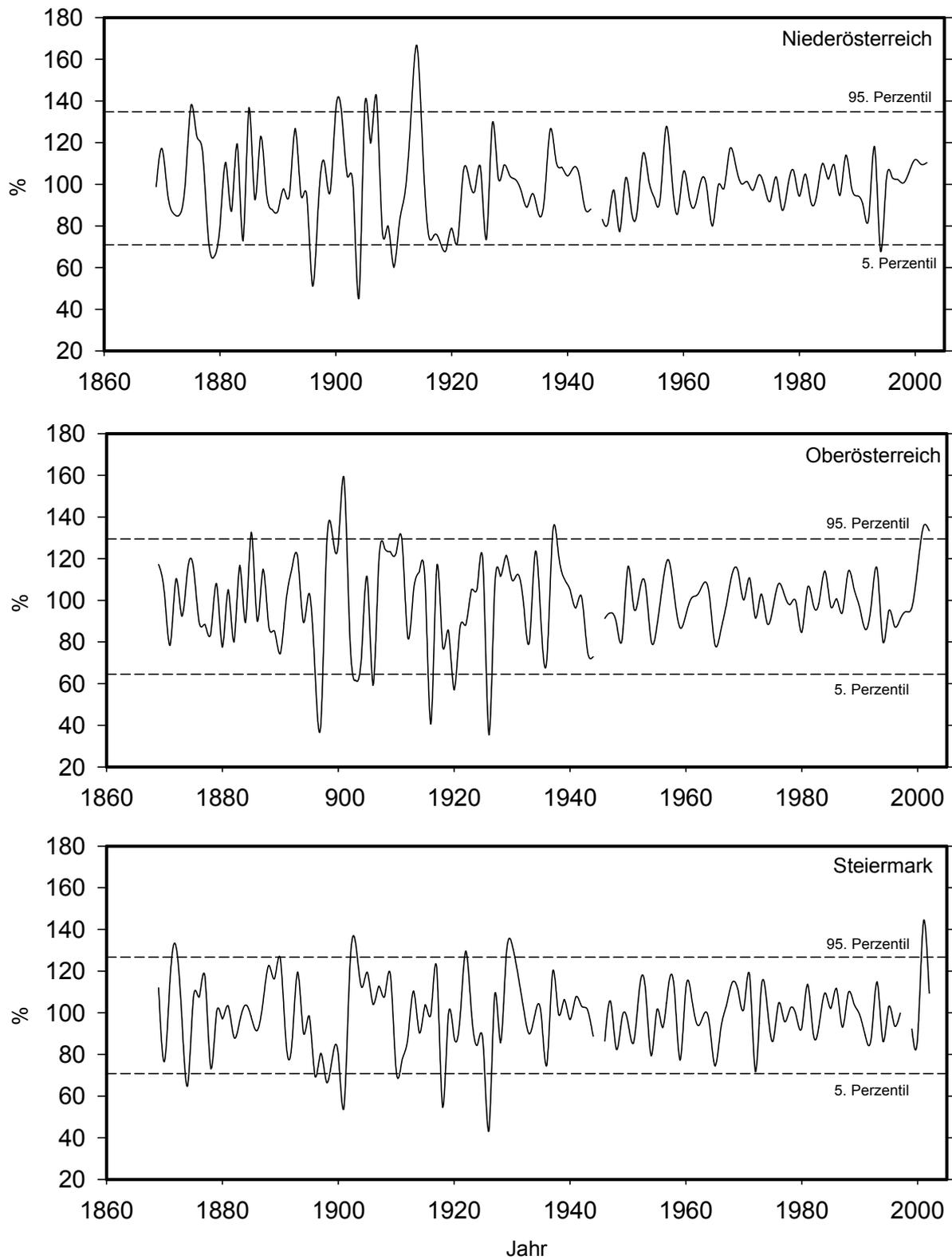


Abbildung A-20: Spätkartoffel. Relative Erträge in Prozent vom gleitenden 10-Jahresmittel der Hektarerträge von 1869 bis 2002 in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark.

Tabelle A-7: Spätkartoffel. Missjahre des Spätkartoffelertrages in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark während der Periode 1869 – 2002. Als Missjahr gilt ein Jahr mit einem durchschnittlichen Hektarertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10-jährigen gleitenden Mittel im 5. Perzentil liegt (fett gedruckte Jahre 1. Perzentil).

NÖ			OÖ			ST		
Jahr	relative Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	absolute	Jahr	relative Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	absolute	Jahr	relative Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	absolute
1879			1897			1870		
1884			1903			1874		
1896			1906			1896		
<b>1904</b>			1916			1898		
1910			1920			1901		
1919			<b>1926</b>			1918		
1926			1936			<b>1926</b>		
1959			1994			1936		
1965						1959		
1977						1965		
1992						<b>1972</b>		
<b>1994</b>						2000		

Tabelle A-8: Frühkartoffel. Missjahre des Spätkartoffelertrages in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark während der Periode 1922 – 2002. Als Missjahr gilt ein Jahr mit einem durchschnittlichen Hektarertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10-jährigen gleitenden Mittel im 5. Perzentil liegt (fett gedruckte Jahre 1. Perzentil).

NÖ			OÖ			ST		
Jahr	relative Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	absolute	Jahr	relative Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	absolute	Jahr	relative Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	absolute
1926			1926			1926		
1950			1935			1928		
1957			1950			1936		
1965			1965			1965		
1976			1976			1972		
1992			1991			1976		
1994			1992					
2000								

*Tabelle A-9: Spätkartoffel. Erklärungen für das Auftreten von Missjahren des Spätkartoffelertrages (siehe Tab. A-7) aus der Literatur (siehe Kapitel 3b-2.2.3). Abkürzungen: Fj=Frühjahr, So=Sommer, Wi=Winter*

Jahr	Erklärung		
	NÖ	OÖ	ST
1870			Nässe/Kälte Juli - September, Trockenheit, Hagel
1874			Nässe, Fäule
1879	Fäule		
1884	zuerst Trockenheit, dann Nässe		
1896	Nässe		Nässe, Hagel
1897		Nässe	
1898			Nässe, Trockenheit, Engerlinge
1901			Nässe
1903		Nässe	
1904	Trockenheit Mai bis August		
1906		nach dem Legen Trockenheit, dann Nässe	
1910	Überschwemmungen, Hagel, Maikäfer		
1916		Krieg	
1918			Krieg, Nachtfröste Juni
1919			
1920		Fj trocken, Nässe, Fäule	
1926	Krankheiten, Schädlinge		Unwetter, feuchter So, Schorf, Hochwasser, Engerlinge
1936		Kälte, Nässe	Nässe Unkraut, Krankheiten
1959	Trockenheit		Trockenheit
1965	verspäteter Anbau, Katastrophenjahr		Katastrophenjahr
1972			Hochwasser, Regen, Hagel, Fäulnis
1977	kaltes Jahr		
1992	Trockenheit		
1994	Trockenheit	Trockenheit	
2000			Trockenheit

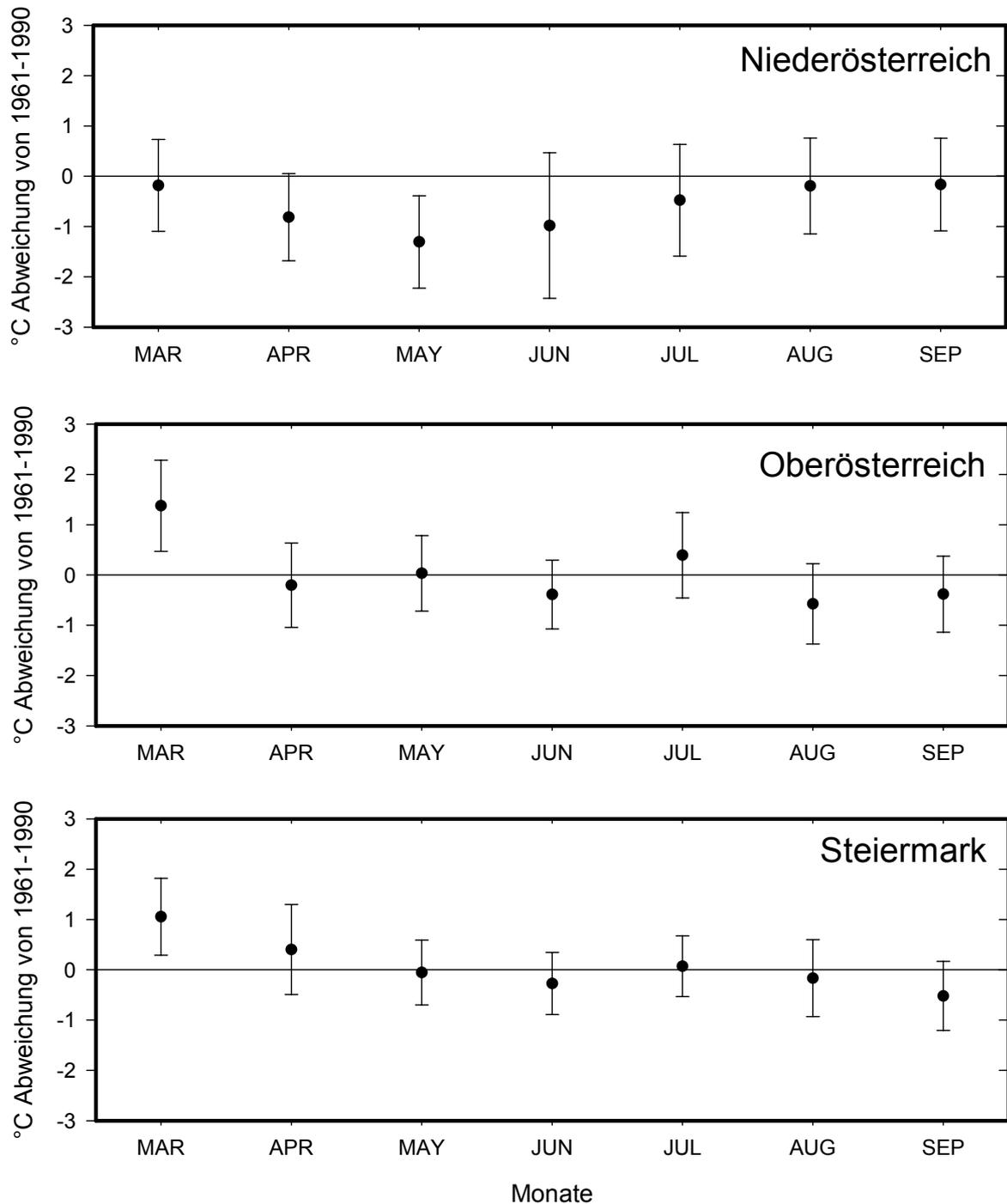


Abbildung A-21: Spätkartoffel. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturminima der Missjahre (siehe Tab. A-7) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

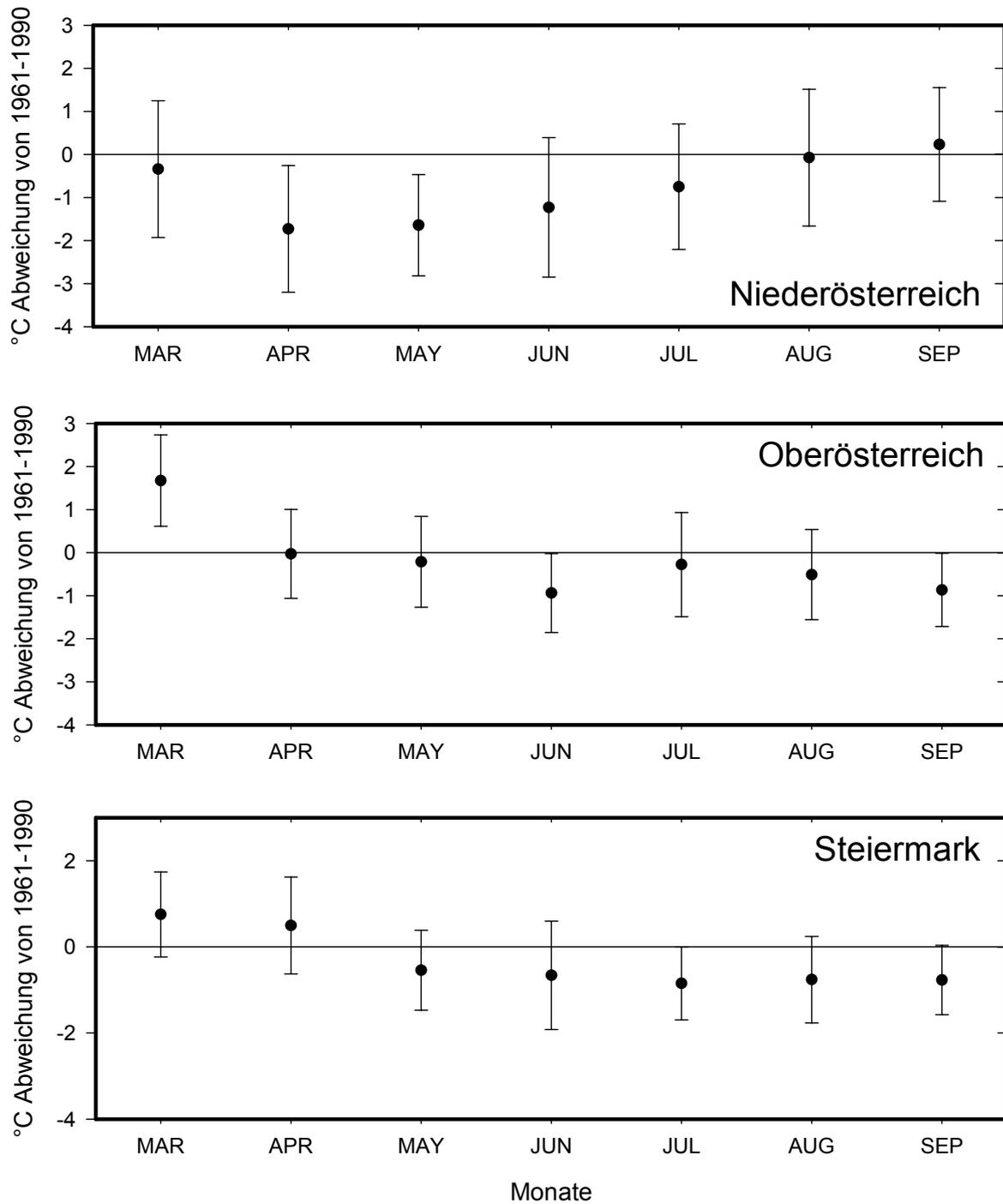


Abbildung A-22: Spätkartoffel. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturmaxima der Missjahre (siehe Tab. A-7) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre ± 95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

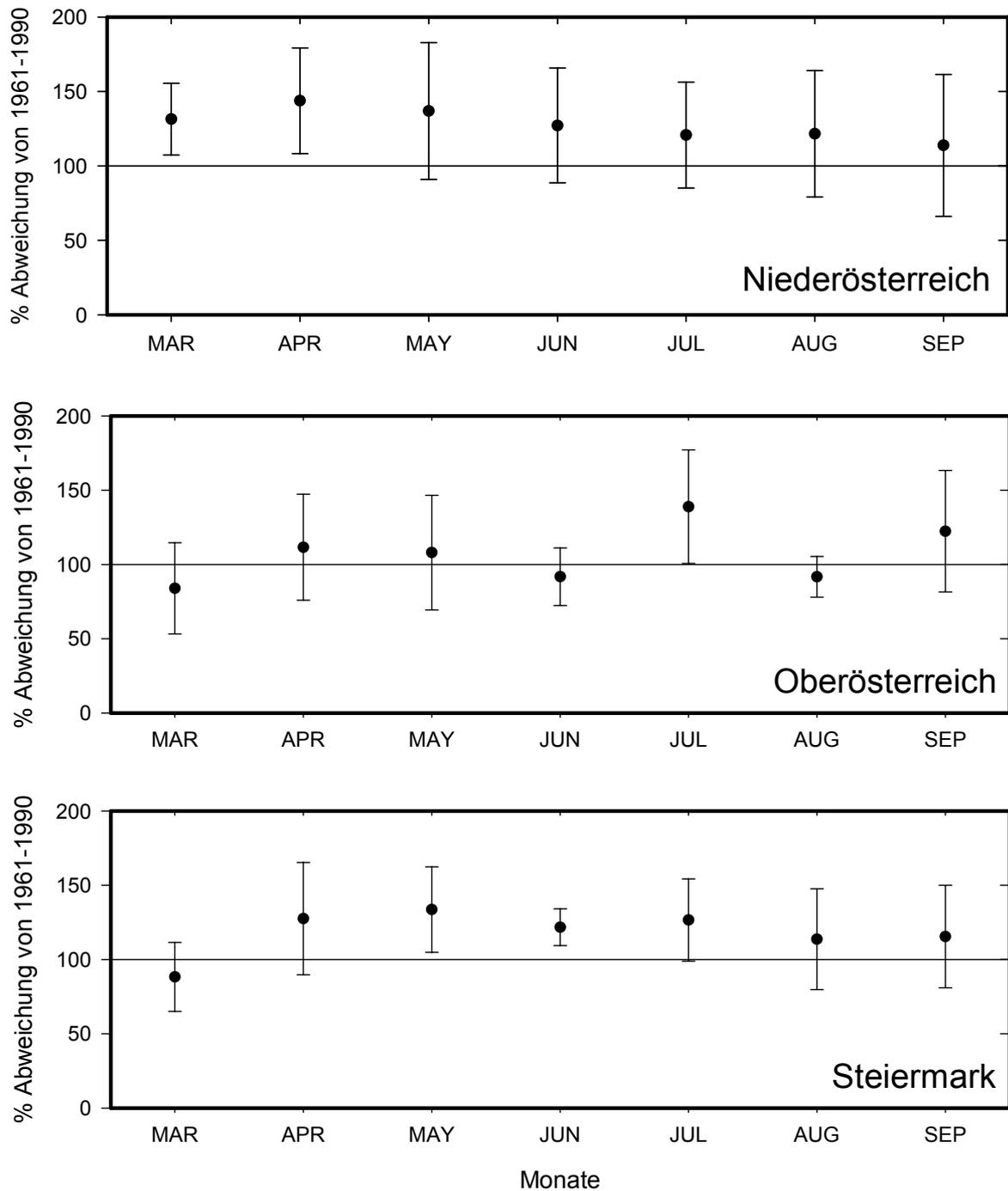


Abbildung A-23: Spätkartoffel. Abweichung der mittleren monatlichen Niederschlagssummen der Missjahre (siehe Tab. A-7) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

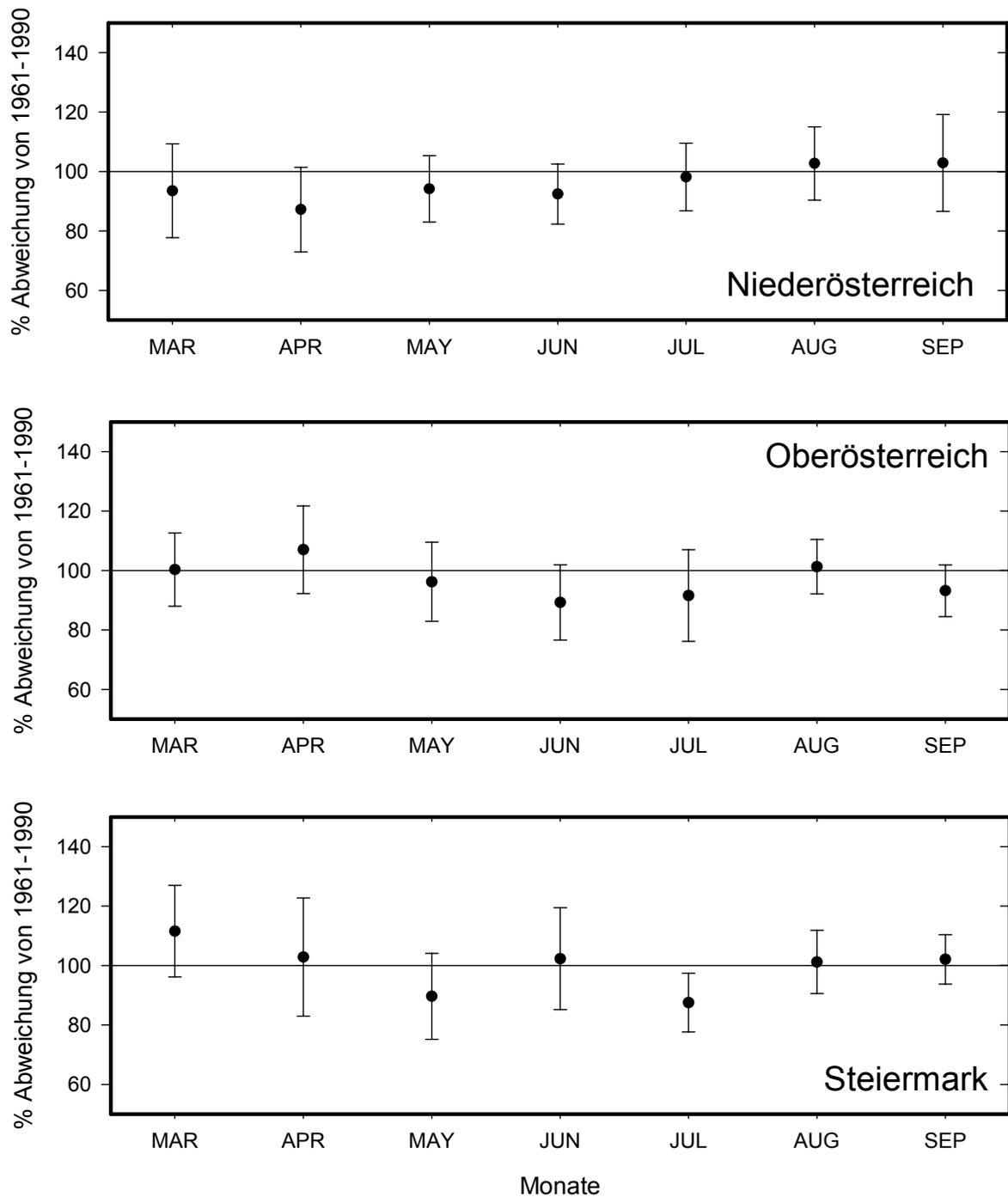


Abbildung A-24: Spätkartoffel. Abweichung der mittleren monatlichen Sonnenscheindauer der Missjahre (siehe Tab. A-7) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

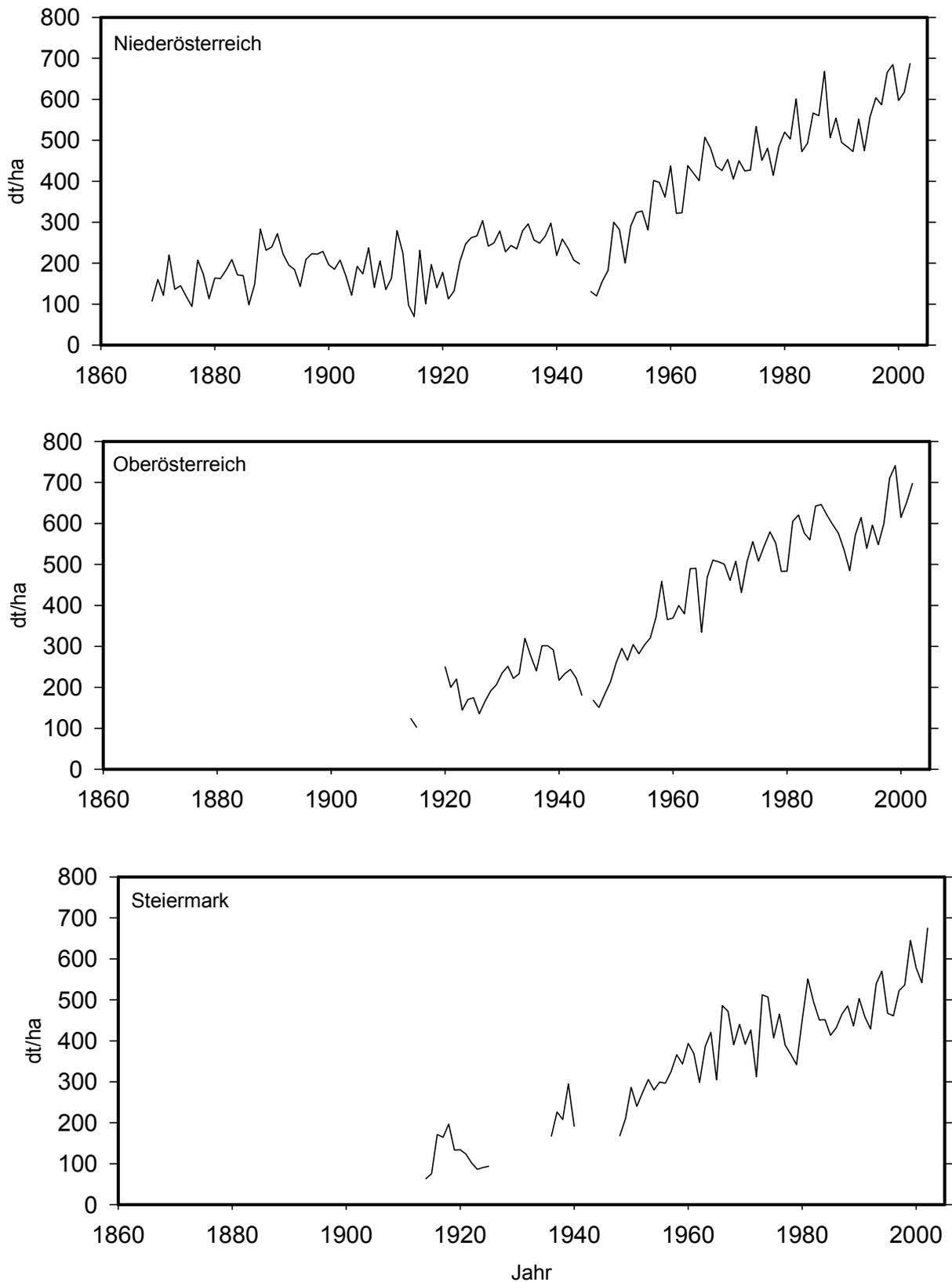


Abbildung A-25: Zuckerrübe. Absolute Erträge in dt/ha von 1869 bis 2002 in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark.

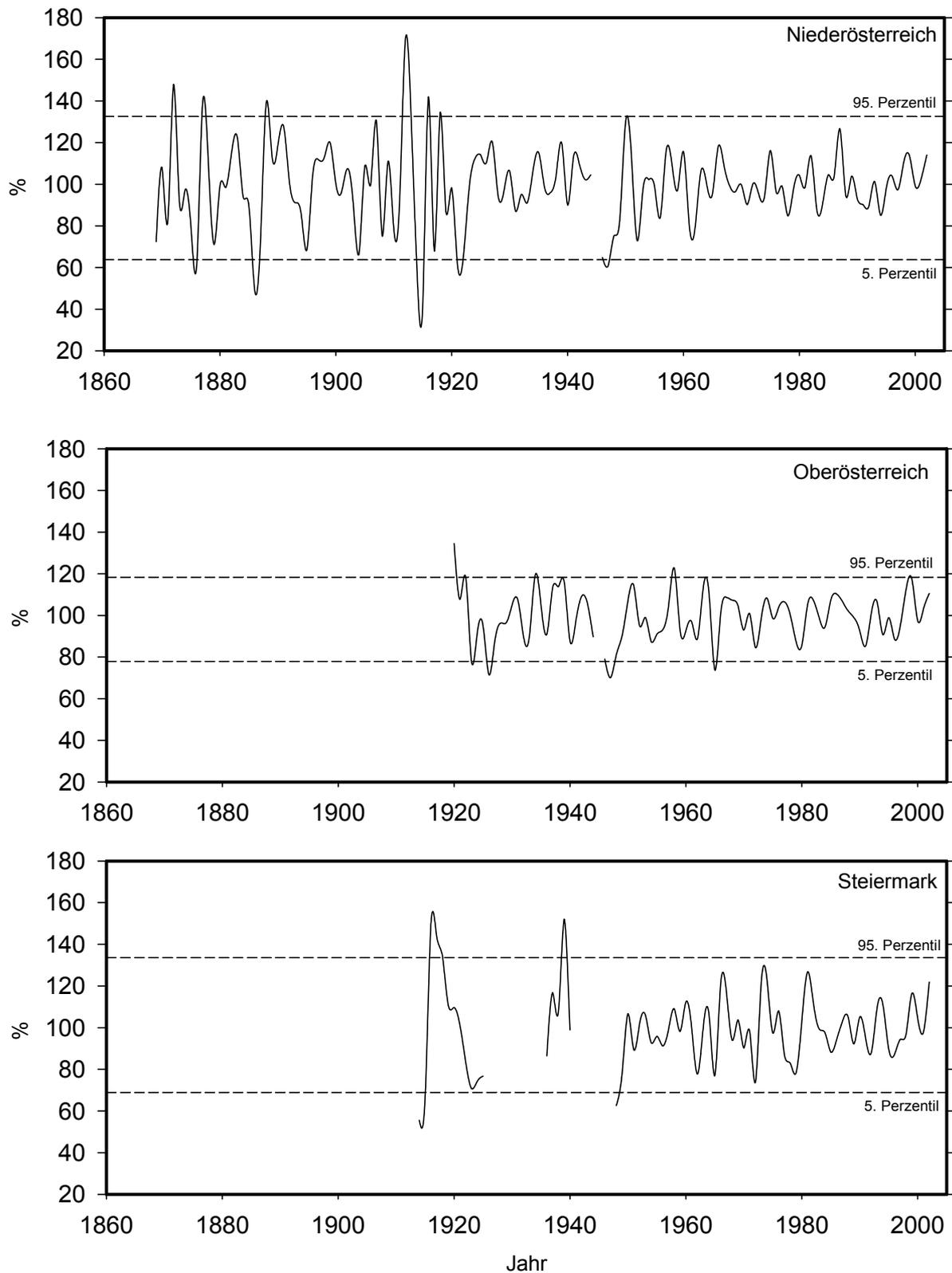


Abbildung A-26: Zuckerrübe. Relative Erträge in Prozent vom gleitenden 10-Jahresmittel der Hektarerträge von 1869 bis 2002 in den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark.

*Tabelle A-10: Zuckerrübe. Missjahre des Zuckerrübenertrages im Bundesland Niederösterreich während der Periode 1869 – 2002, in Oberösterreich und Steiermark von 1914 - 2002. Als Missjahr gilt ein Jahr mit einem durchschnittlichen Hektarertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 5. Perzentil liegt (fett gedruckte Jahre 1. Perzentil).*

<b>NÖ</b>	relative	absolute	<b>OÖ</b>	relative	absolute	<b>ST</b>	relative	absolute
Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil		Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil		Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	
1876			1923			1914		
1879			1926			1915		
<b>1886</b>			1936			1948		
<b>1914</b>			1947			1965		
<b>1915</b>			1965			1972		
1917			1972			1979		
1921			1979					
1947			1980					
1952			1991					
1956			1996					
1961								
1962								
1994								

*Tabelle A-11: Zuckerrübe. Erklärungen für das Auftreten von Missjahren des Zuckerrübenenertrages (siehe Tab. A-10) aus der Literatur (siehe Kapitel 3b-2.2.3). Abkürzungen: Fj=Frühjahr, So=Sommer, Wi=Winter*

Jahr	Erklärung		
	NÖ	OÖ	ST
1876	Trockenheit, Insekten, dann Nässe		
1879	Fj feuchtkalt, später Anbau		
1886	zuerst Kälte, Trockenheit, Gewitter, Hagel		
1914	Krieg		Frost - Neubestellung, Blattläuse, Hagel
1915	Krieg		Krieg
1917	Krieg, Trockenheit		
1921	schlechtes Fj., Hochwasser		
1923		Trockenheit Mai, Juli, August	
1926		Nässe - spät, Trockenheit, Schädlinge	
1936		Kälte, Nässe	
1947	Trockenheit		
1948			Trockenheit
1952	Trockenheit		
1956	kaltes Jahr		
1961	warmes Jahr		
1962	schlechtes Fj		
1965		Katastrophenjahr	
1972		Trockenheit August -Oktober	Hochwasser, Regen, Hagel
1979		Trockenheit im Mai	Staunässe
1980		feuchter April	
1991		kaltes Fj, August-September Trockenheit	
1994	Trockenheit		
1996		langer Winter, feuchtkühler So	

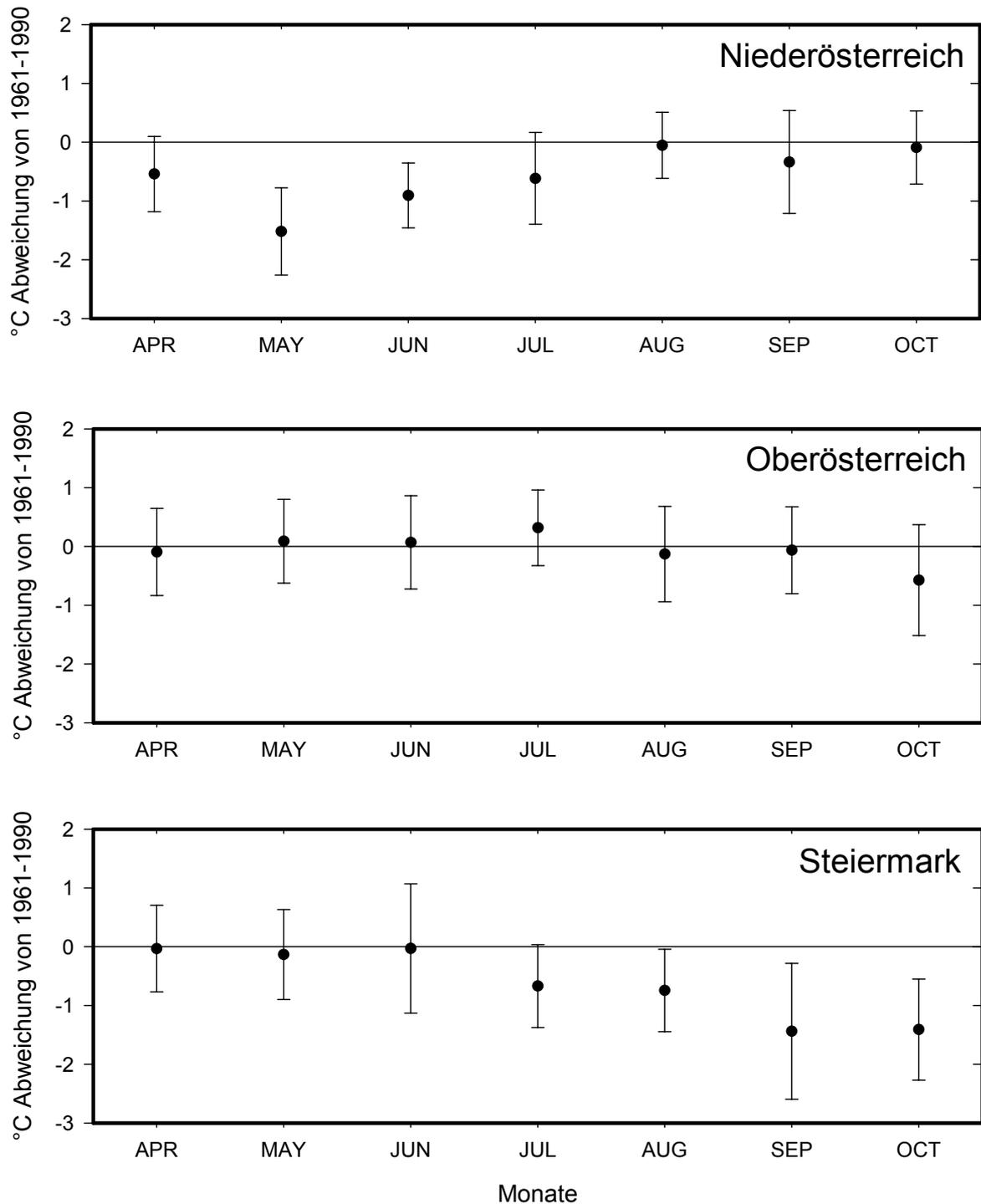


Abbildung A-27: Zuckerrübe. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturminima der Missjahre (siehe Tab. A-10) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

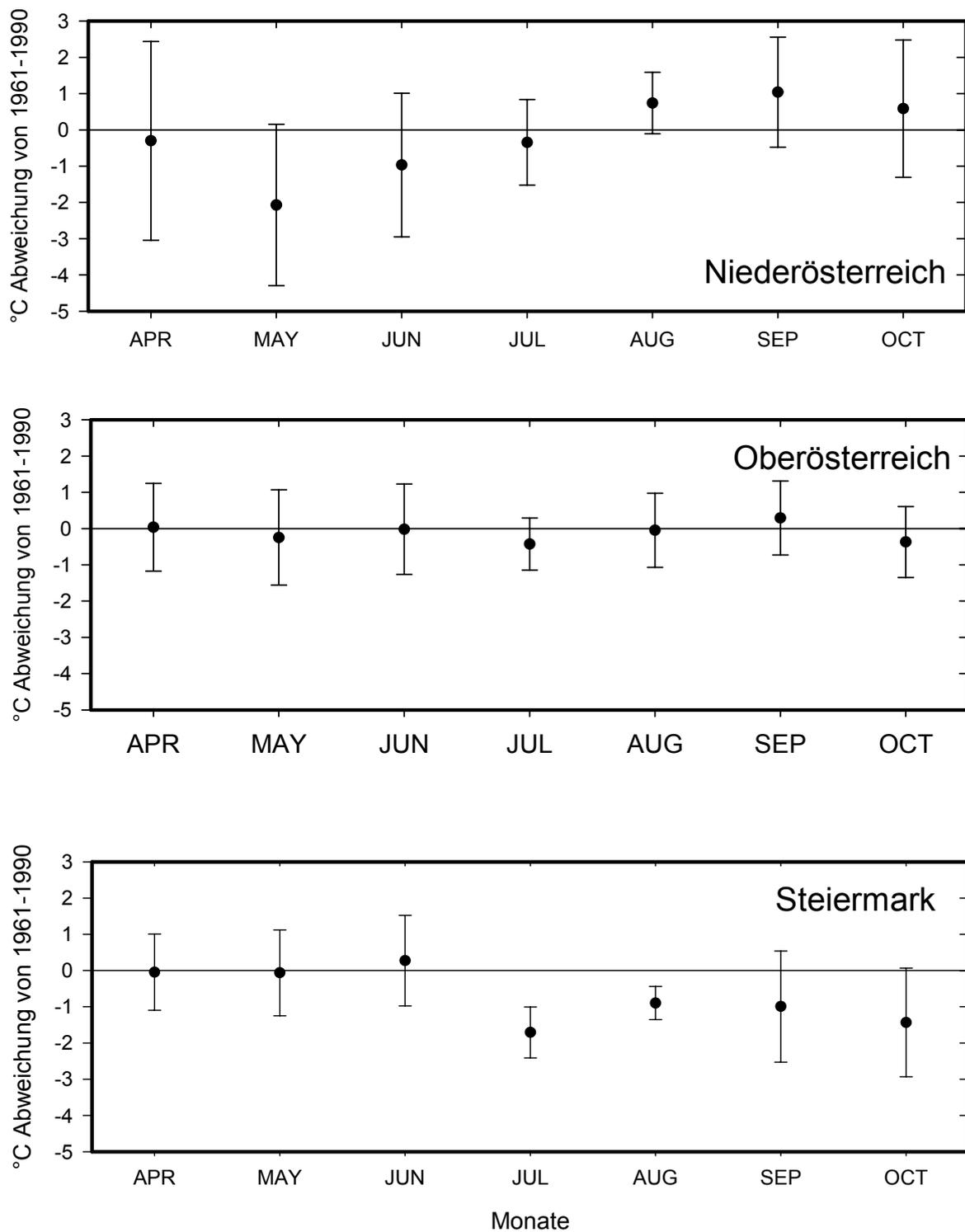


Abbildung A-28: Zuckerrübe. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturmaxima der Missjahre (siehe Tab. A-10) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

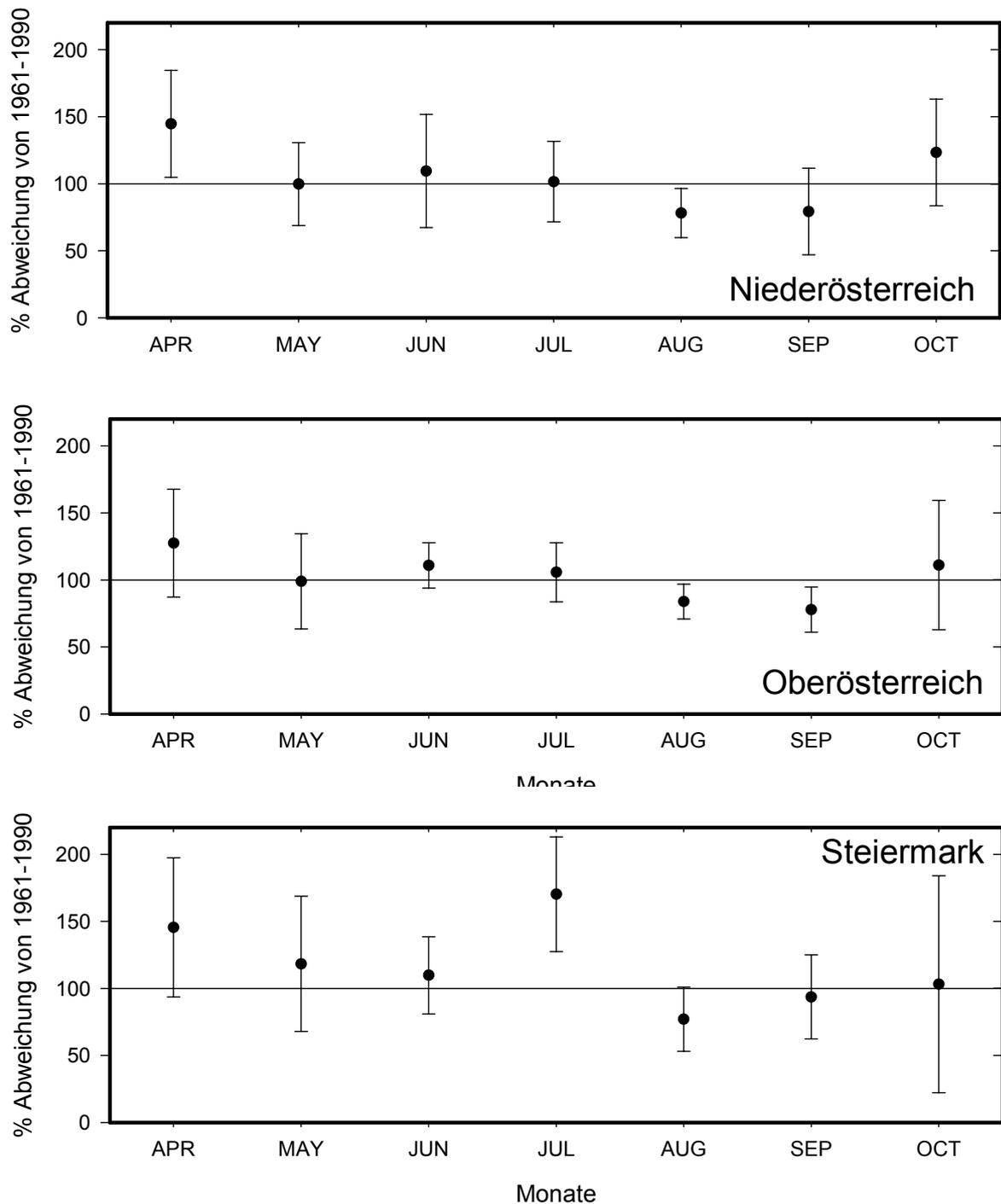


Abbildung A-29: Zuckerrübe. Abweichung der mittleren monatlichen Niederschlagssummen der Missjahre (siehe Tab. A-10) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

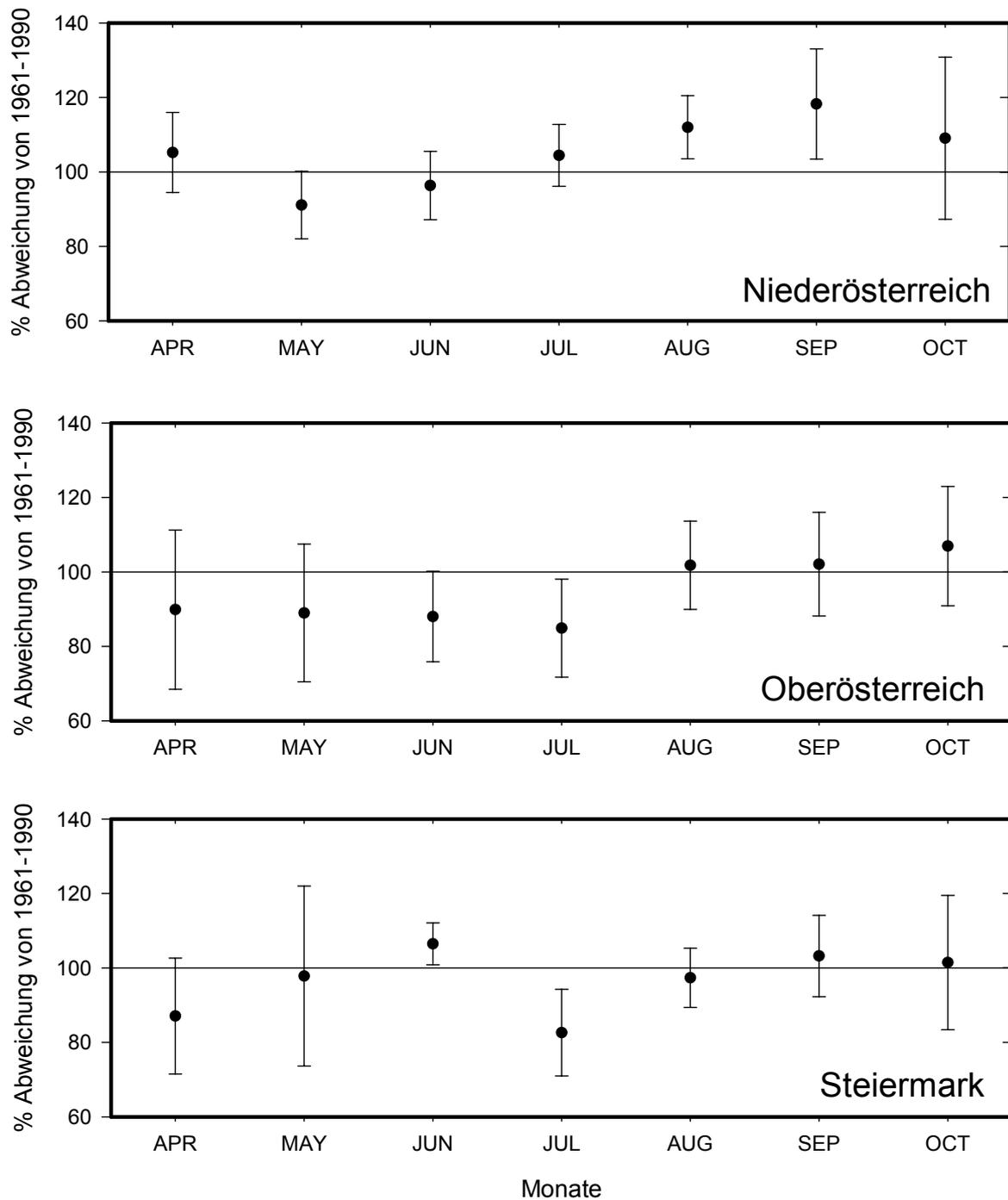


Abbildung A-30: Zuckerrübe. Abweichung der mittleren monatlichen Sonnenscheindauer der Missjahre (siehe Tab. A-10) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Kremsmünster für Oberösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

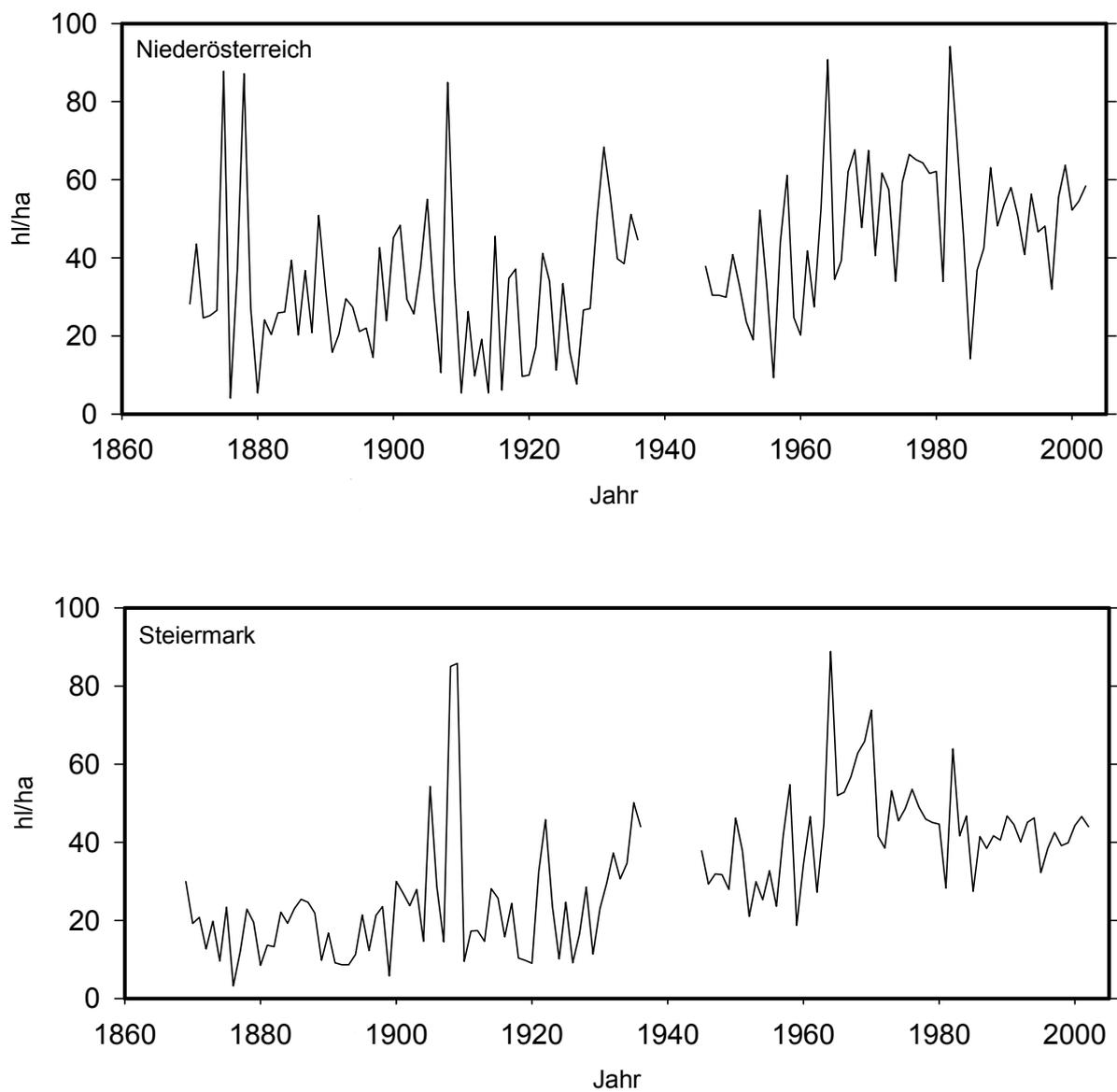


Abbildung A-31: Wein. Absolute Erträge in hl/ha Most von 1869 bis 2002 in den Bundesländern Niederösterreich und Steiermark.

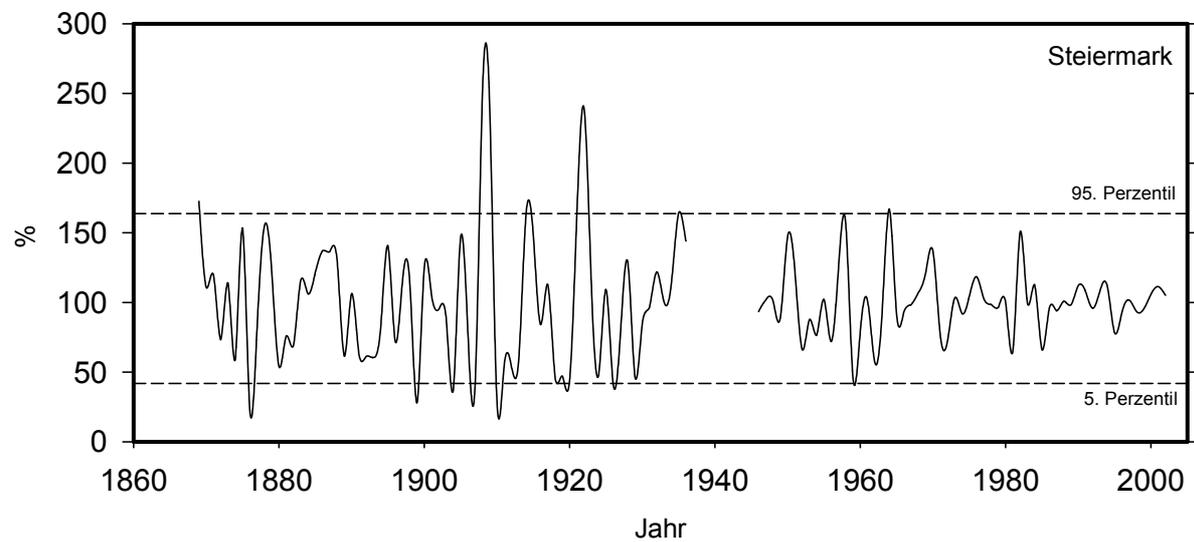
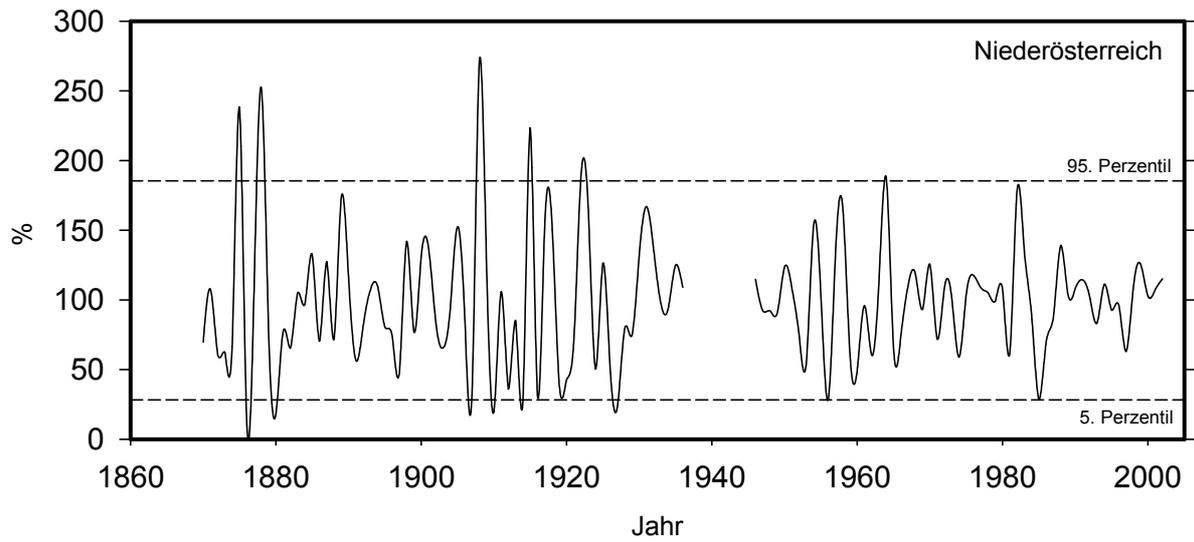


Abbildung A-32: Wein. Relative Erträge in Prozent vom gleitenden 10-Jahresmittel der Mosthektarerträge von 1869 bis 2002 in den Bundesländern Niederösterreich und Steiermark.

*Tabelle A-12: Wein. Missjahre des Mostertrages in den Bundesländern Niederösterreich und Steiermark während der Periode 1869 – 2002. Als Missjahr gilt ein Jahr mit einem durchschnittlichen Hektarertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10-jährigen gleitenden Mittel im 5. Perzentil liegt (fett gedruckte Jahre 1. Perzentil).*

<b>NÖ</b>	relative	absolute	<b>ST</b>	relative	absolute
Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil		Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	
<b>1876</b>			<b>1876</b>		
1880			1899		
1907			1904		
1910			<b>1907</b>		
1914			<b>1910</b>		
1916			1920		
1927			1924		
1956			1926		
1974			<b>1959</b>		
1981			1962		
<b>1985</b>			1981		

*Tabelle A-13: Wein. Erklärungen für das Auftreten von Missjahren des Mostertrages (siehe Tab. A-12) aus der Literatur (siehe Kapitel 3b-2.2.3). Abkürzungen: Fj=Frühjahr, So=Sommer, Wi=Winter*

Jahr	Erklärung	
	NÖ	ST
1876	Fröste	
1880	Frost	
1899		Oidium
1904		Peronospora, Hagel, Fäule
1907	Kälte im Jänner	Kälte im Jänner
1910	Maikäfer, Blüte schlechte Witterung, nasser So	Hagel, Peronospora, Oidium
1914	Krieg	
1916	Krieg, Frost Mai, Maikäferjahr	
1920		Pilzkrankheiten
1924		
1926		Unwetter, feuchter So, Hochwasser, Krankheiten, Engerlinge
1927	Frost Mai, Maikäferjahr	
1956	Frost Mai	
1959		Trockenheit
1962		schlechtes Blühwetter
1974	geringer Ansatz, Blüte schlechte Witterung, lange Trockenheit, Krankheiten	
1981	Spätfrost	Spätfröste April, Katastrophenhagel, Regen im September
1985	Frostschäden	

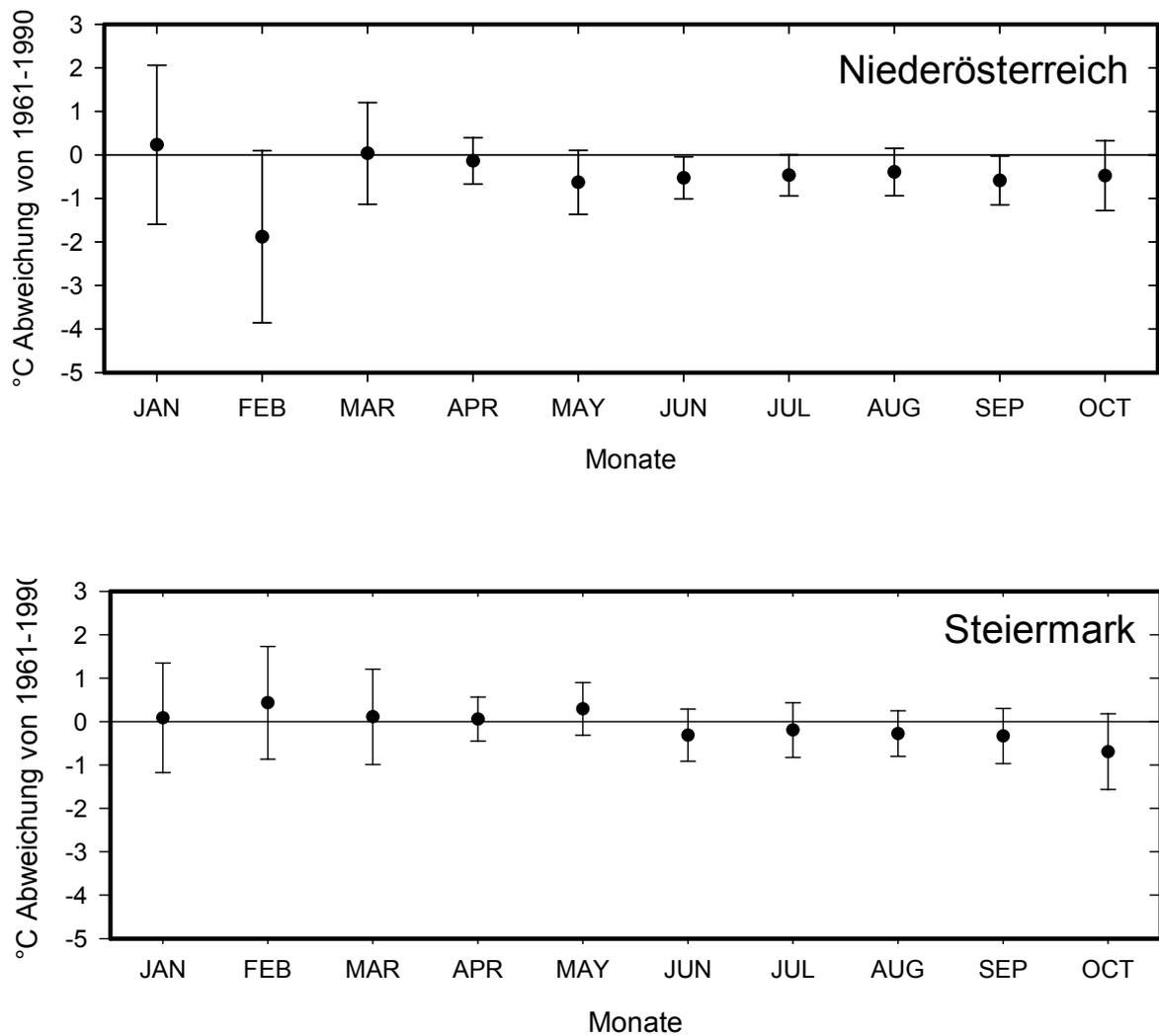


Abbildung A-33: Wein. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturminima der Missjahre (siehe Tab. A-12) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

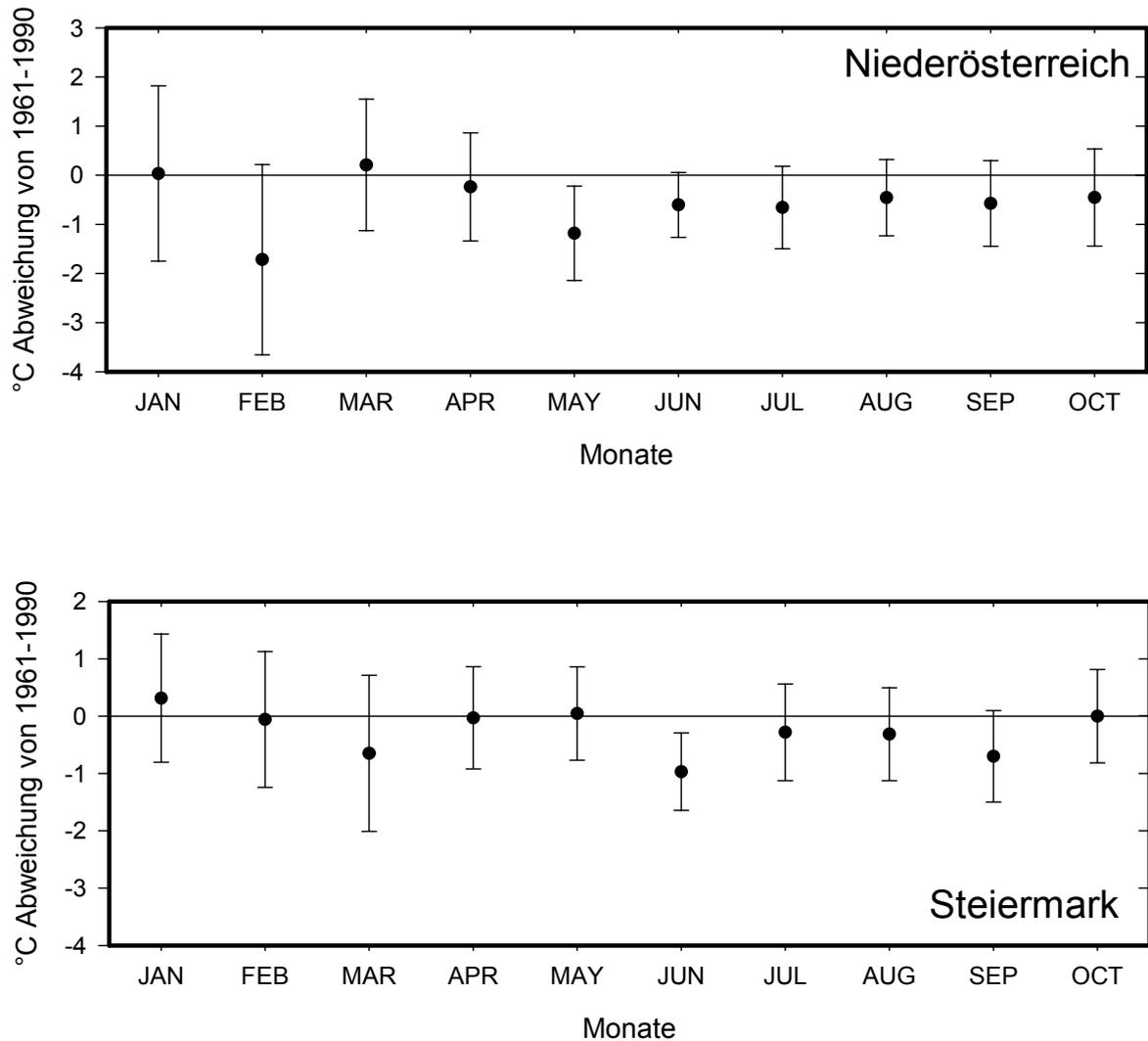


Abbildung A-34: Wein. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturmaxima der Missjahre (siehe Tab. A-12) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

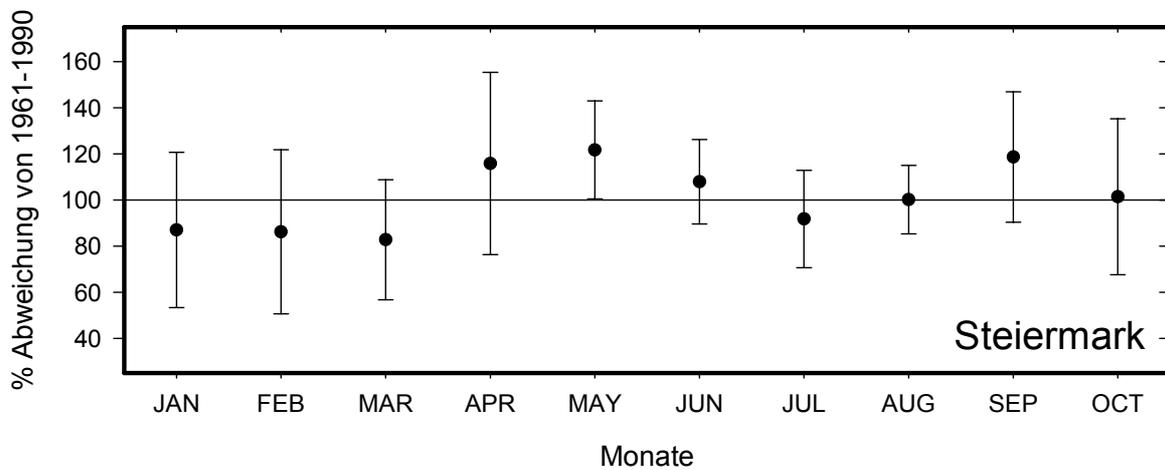
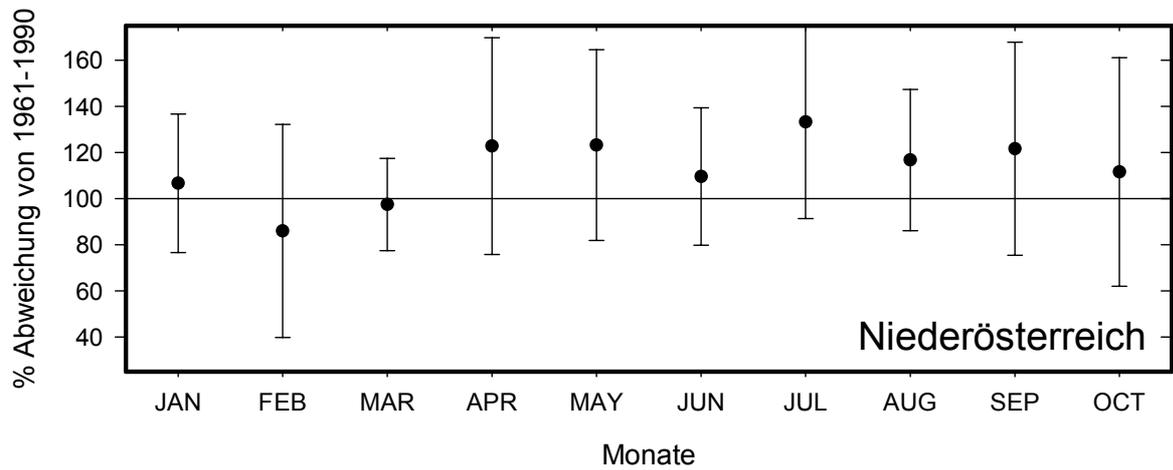


Abbildung A-35: Wein. Abweichung der mittleren monatlichen Niederschlagssummen der Missjahre (siehe Tab. A-12) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

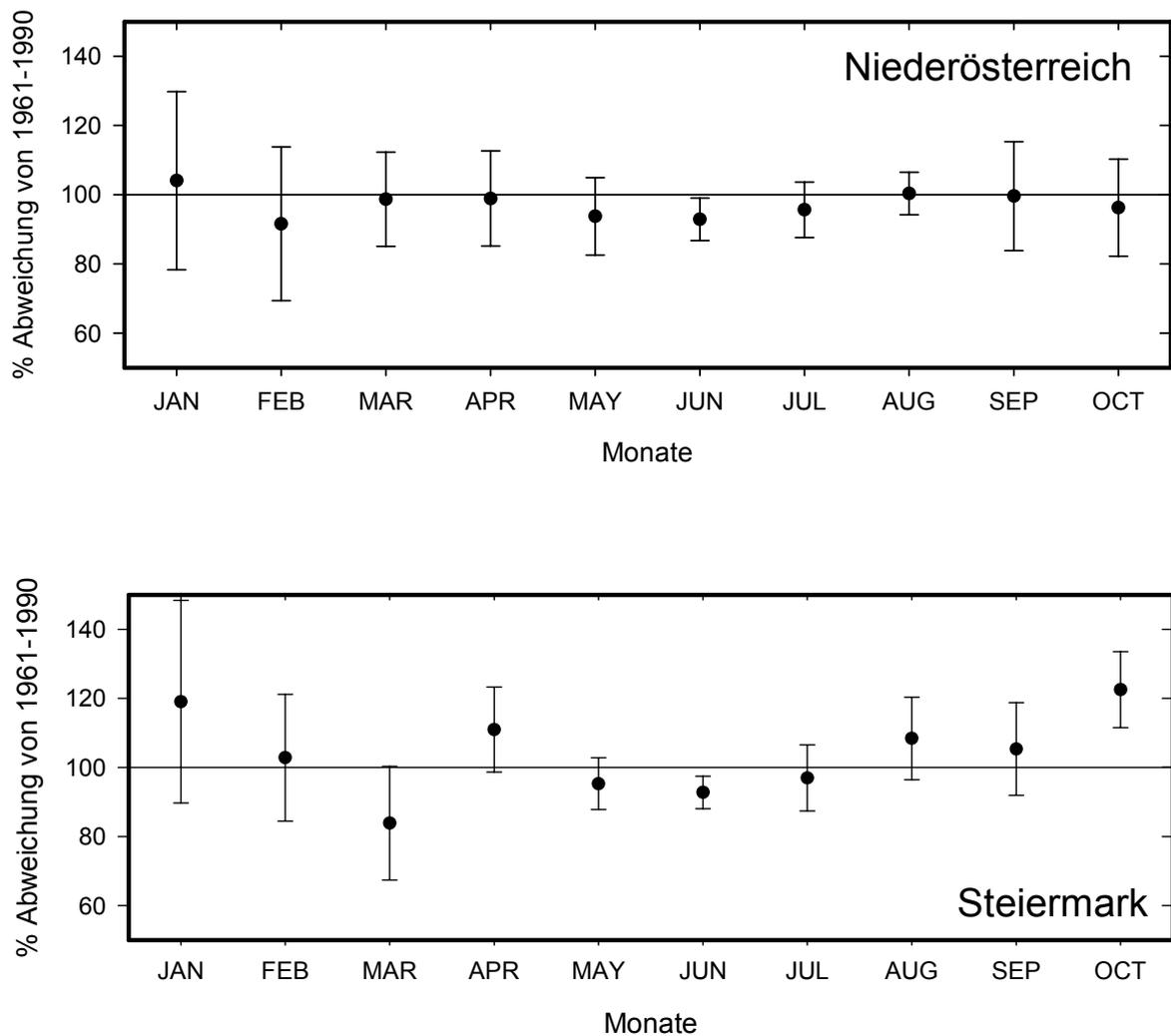


Abbildung A-36: Wein. Abweichung der mittleren monatlichen Sonnenscheindauer der Missjahre (siehe Tab. A-12) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Stationen Wien – Hohe Warte für Niederösterreich, Graz – Universität für Steiermark.

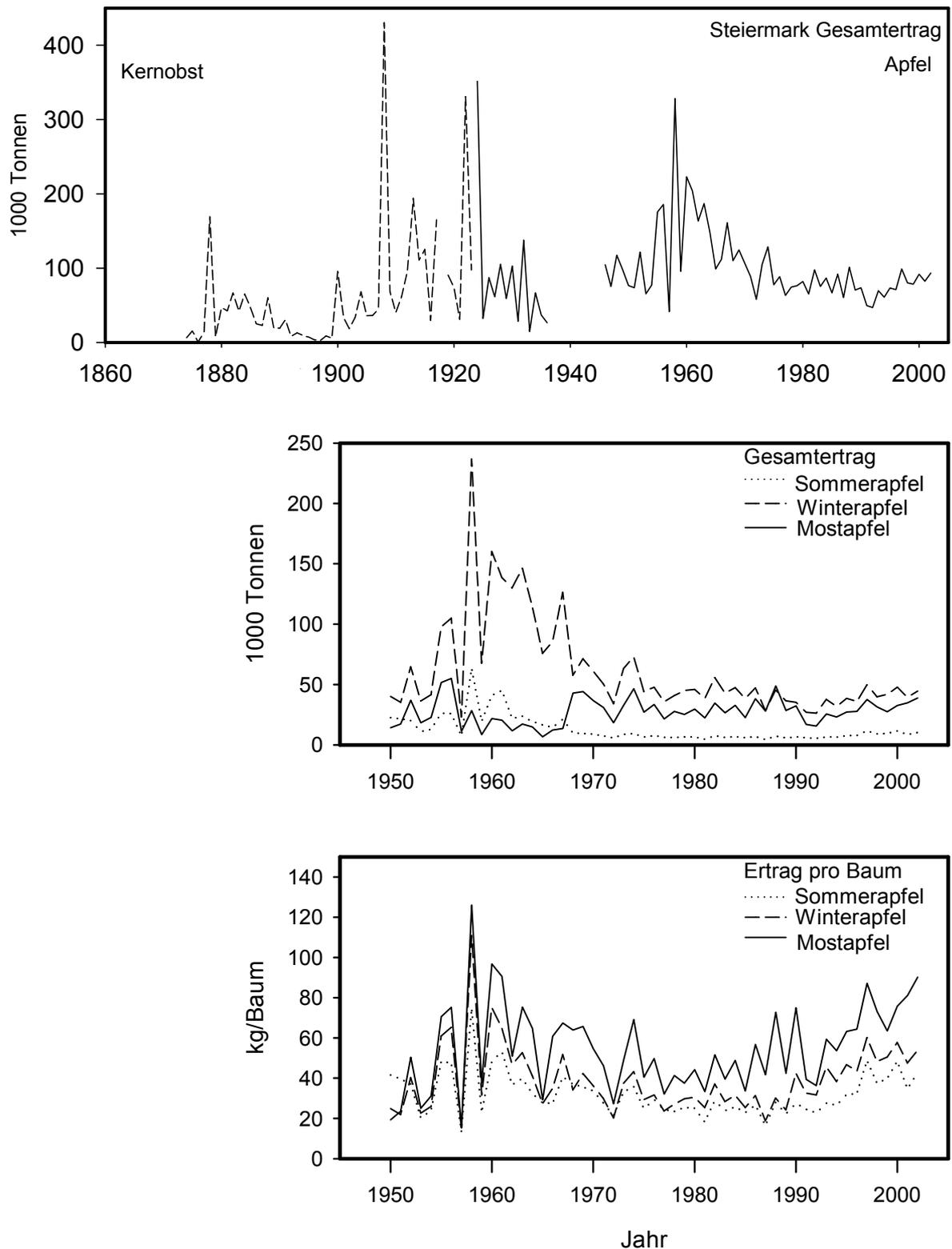


Abbildung A-37: Apfel. Absolute Erträge in 1000t und pro-Baum-Erträge in kg von 1874 bis 1923 Kernobst, 1924 bis 2002 Apfel (ab 1975 nur Extensivapfel) im Bundesland Steiermark.

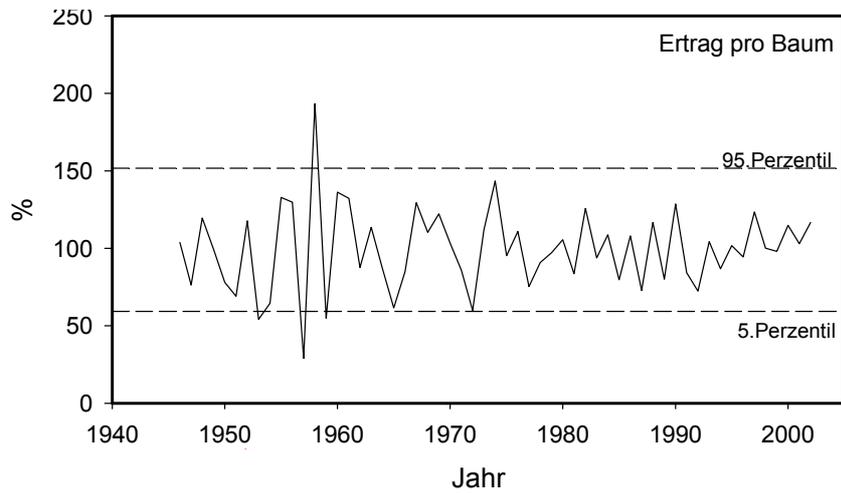
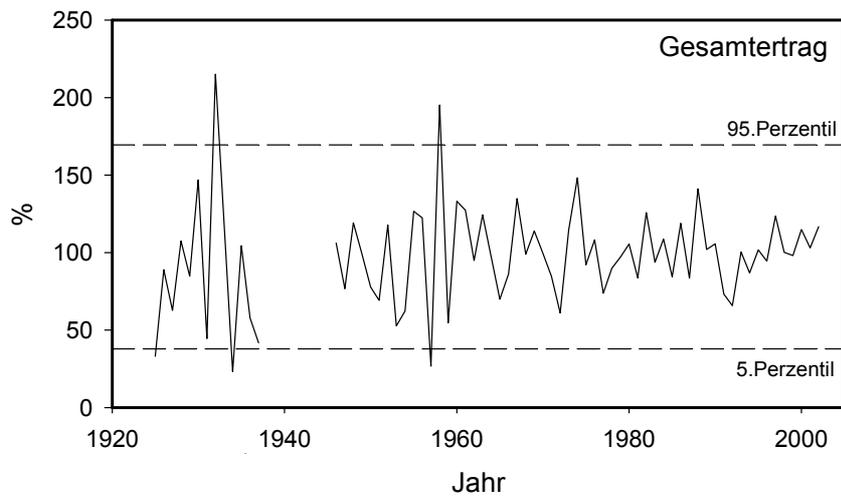


Abbildung A-38: Apfel. Relative Erträge in Prozent vom gleitenden 10-Jahresmittel der Gesamterträge bzw. pro-Baum-Erträge von 1924 bzw. 1946 bis 2002 im Bundesland Steiermark.

*Tabelle A-14: Apfel. Missjahre des Apfelertrages im Bundesland Steiermark. Kernobst 1874 – 1923, Apfel 1924 - 2002. Als Missjahr gilt ein Jahr mit einem durchschnittlichen Gesamtertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 5. Perzentil liegt (fett gedruckte Jahre 1. Perzentil).*

<b>ST</b>	relative	absolute
Jahr	Abweichungen vom gleitenden Mittel <5.Perzentil	
1876		
1879		
1897		
1910		
1916		
1921		
1925		
1933		
1951		
1953		
1954		
1957		
1959		
1965		
1972		

*Tab. A-15: Apfel. Erklärungen für das Auftreten von Missjahren des Apfelertrages (siehe Tab. A-14) aus der Literatur (siehe Kapitel 3b-2.2.3). Abkürzungen: Fj=Frühjahr, So=Sommer, Wi=Winter*

Jahr	Erklärung
1876	Frühfrost
1879	Fruchtfall, Ungunst der Witterung, Insekten
1897	Nässe bei Blüte, Blütenstecher, schlechter Fruchtansatz
1906	gute Blüte, aber Hagel, Regen, Schädlinge, Fruchtfall
1910	starker Fruchtfall Regen, Kälte, Apfelschorf
1911	Trockenheit
1916	Krieg
1921	große Hitze bei Blüte, trockenes Jahr, Schädlinge
1925	feuchtes Jahr
1933	kaltes Jahr
1951	Trockenheit + Hitze im So, starke Nd. September
1953	Frost März, Kälte, Gewitter, Sturm Mai
1954	Frost Februar, kühlfeuchter April, Überschwemmungen Mai, feucht Juni, Juni u. Juli schwere Hagelschäden
1957	Frost Mai
1959	Trockenheit
1965	Katastrophenjahr
1972	Katastrophenjahr: Sturm, Hagel, Regen, Hochwasser

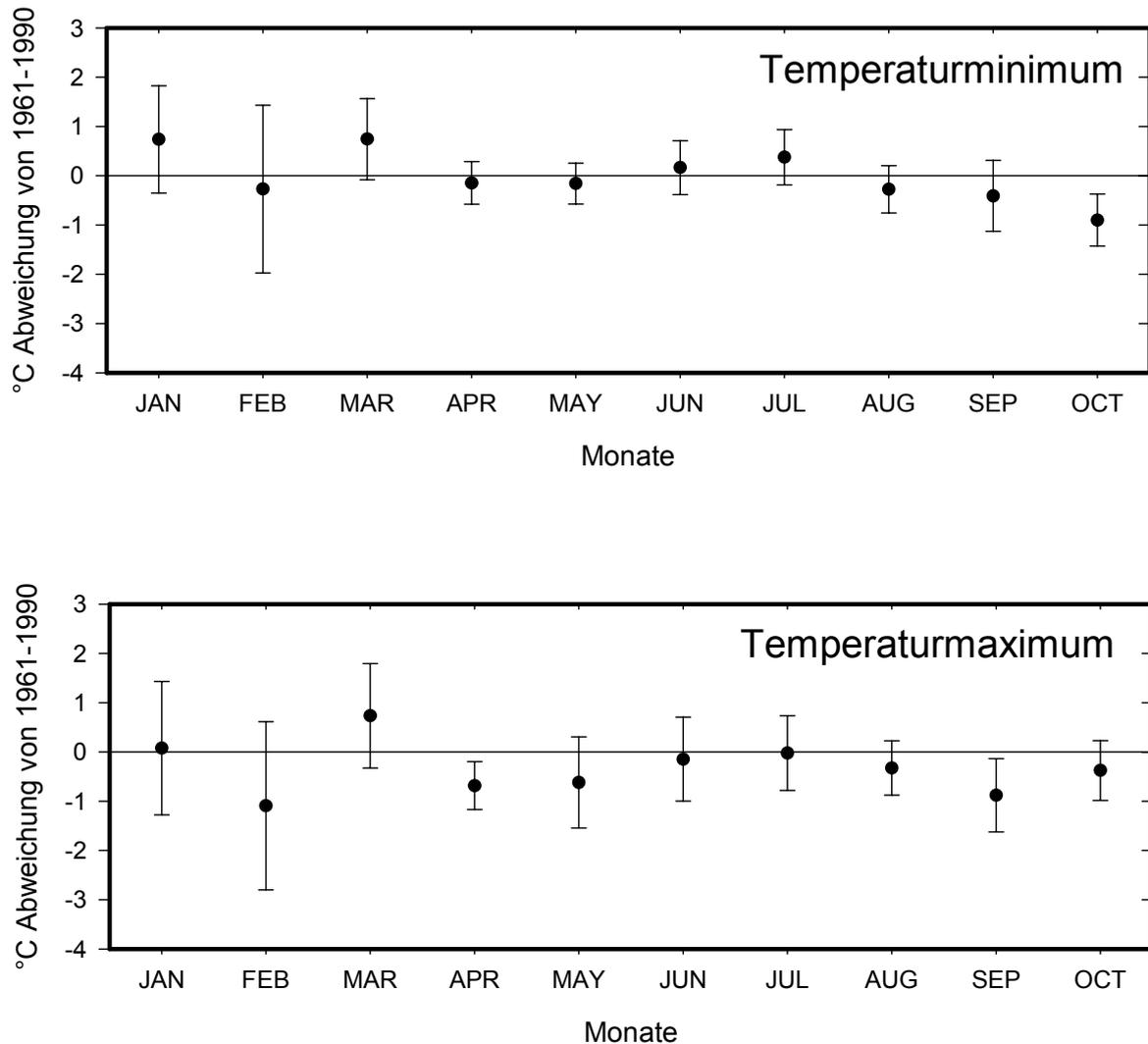


Abbildung A-39: Apfel. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturminima und Temperaturmaxima der Missjahre (siehe Tab. A-14) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Station Graz – Universität für Steiermark.

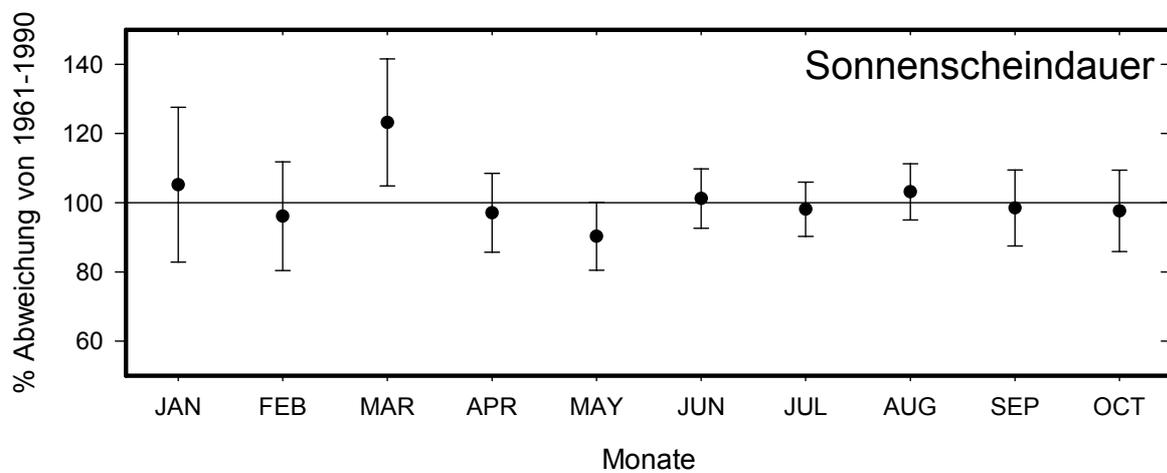
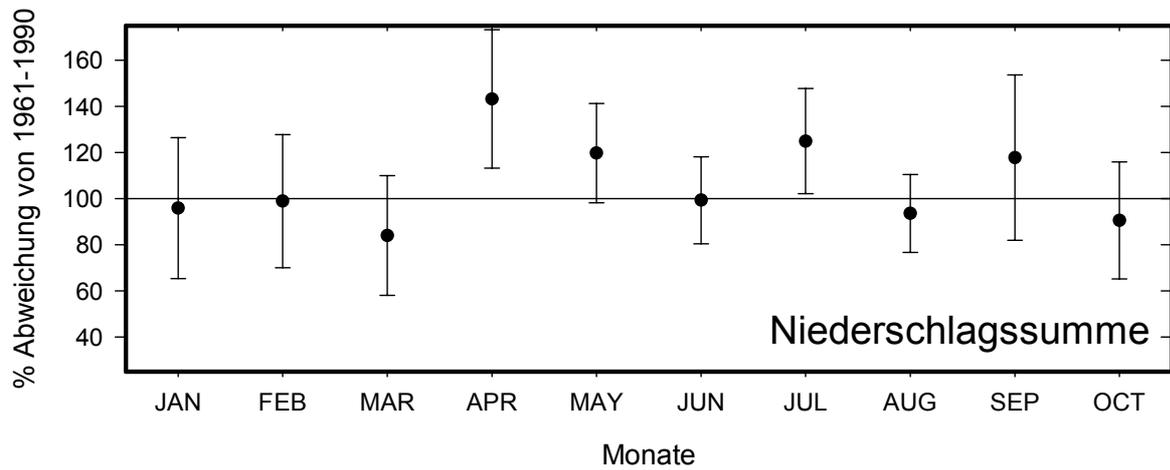


Abbildung A-40: Apfel. Abweichung der mittleren monatlichen Niederschlagssummen und Sonnenscheindauer der Missjahre (siehe Tab. A-14) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Missjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Station Graz – Universität für Steiermark.

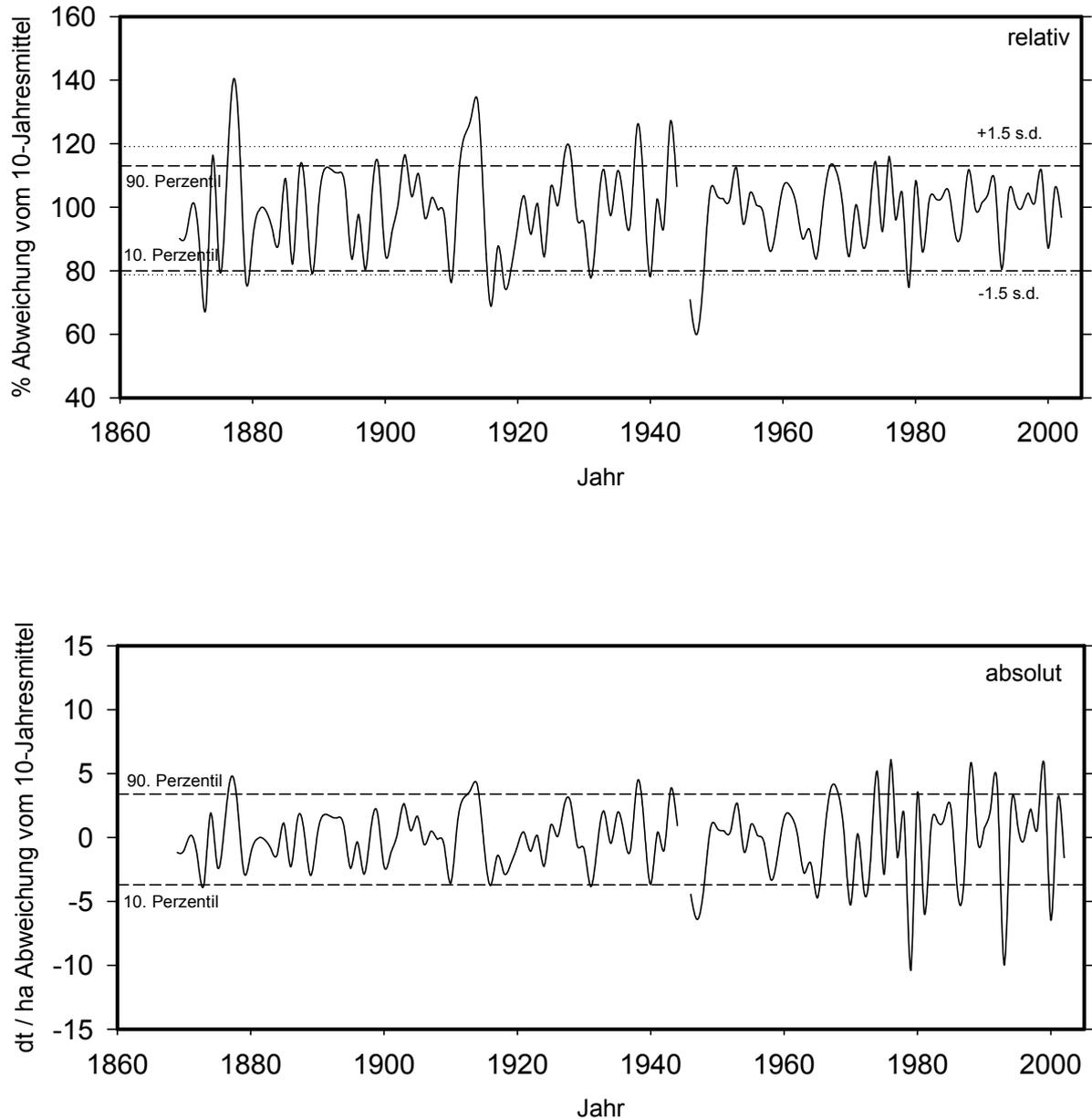


Abbildung A-41: Winterweizen. Hektarerträge als relative Abweichungen in Prozent bzw. als absolute Abweichungen in dt/ha vom gleitenden 10-Jahresmittel während der Periode 1869 bis 2002 im Bundesland Niederösterreich.

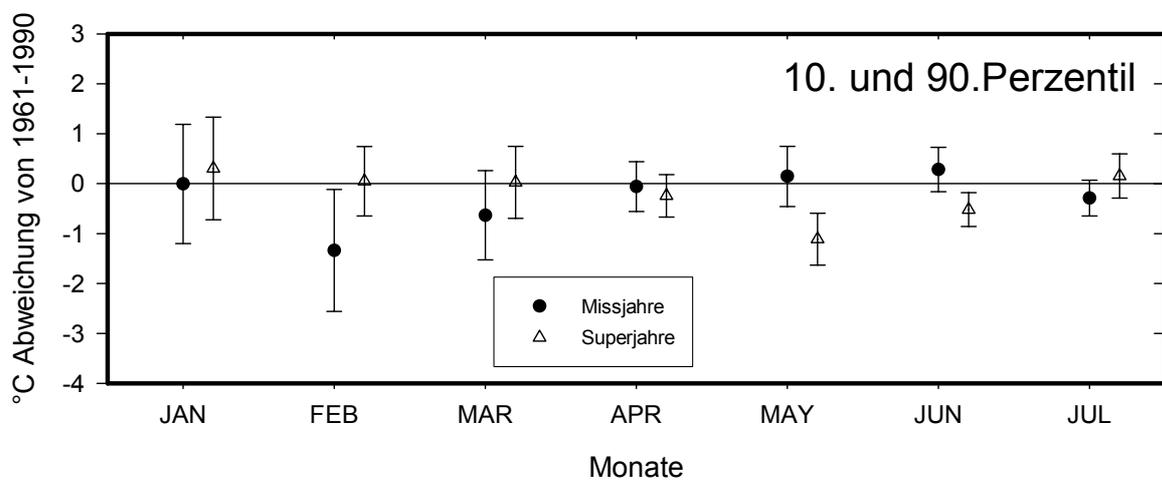
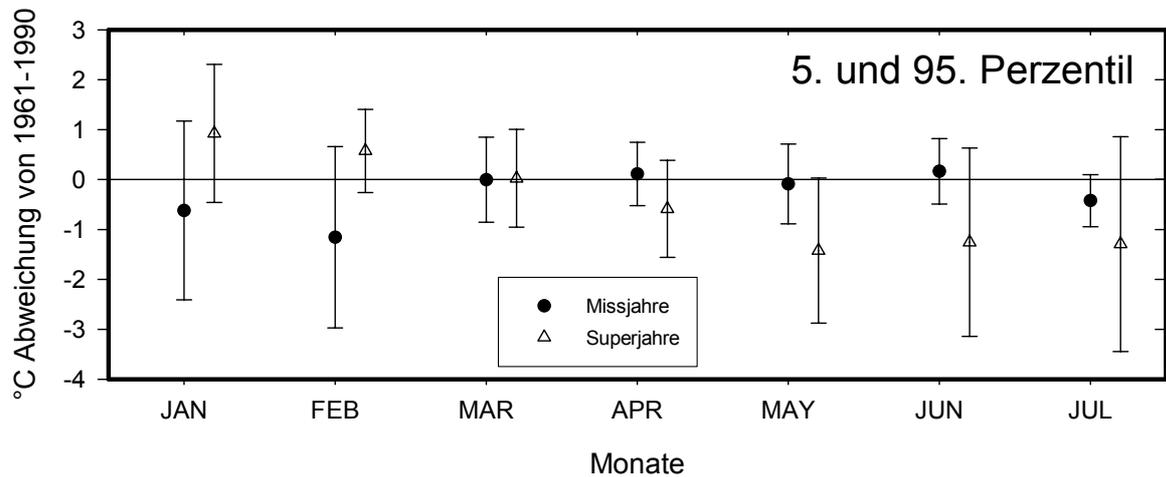


Abbildung A-42: Winterweizen - Niederösterreich. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturminima der Missjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 5. (siehe Tab.A-1) bzw. 10.Perzentil liegt) und der Superjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 95.Perzentil bzw. 90.Perzentil liegt) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Extremjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Station Wien – Hohe Warte.

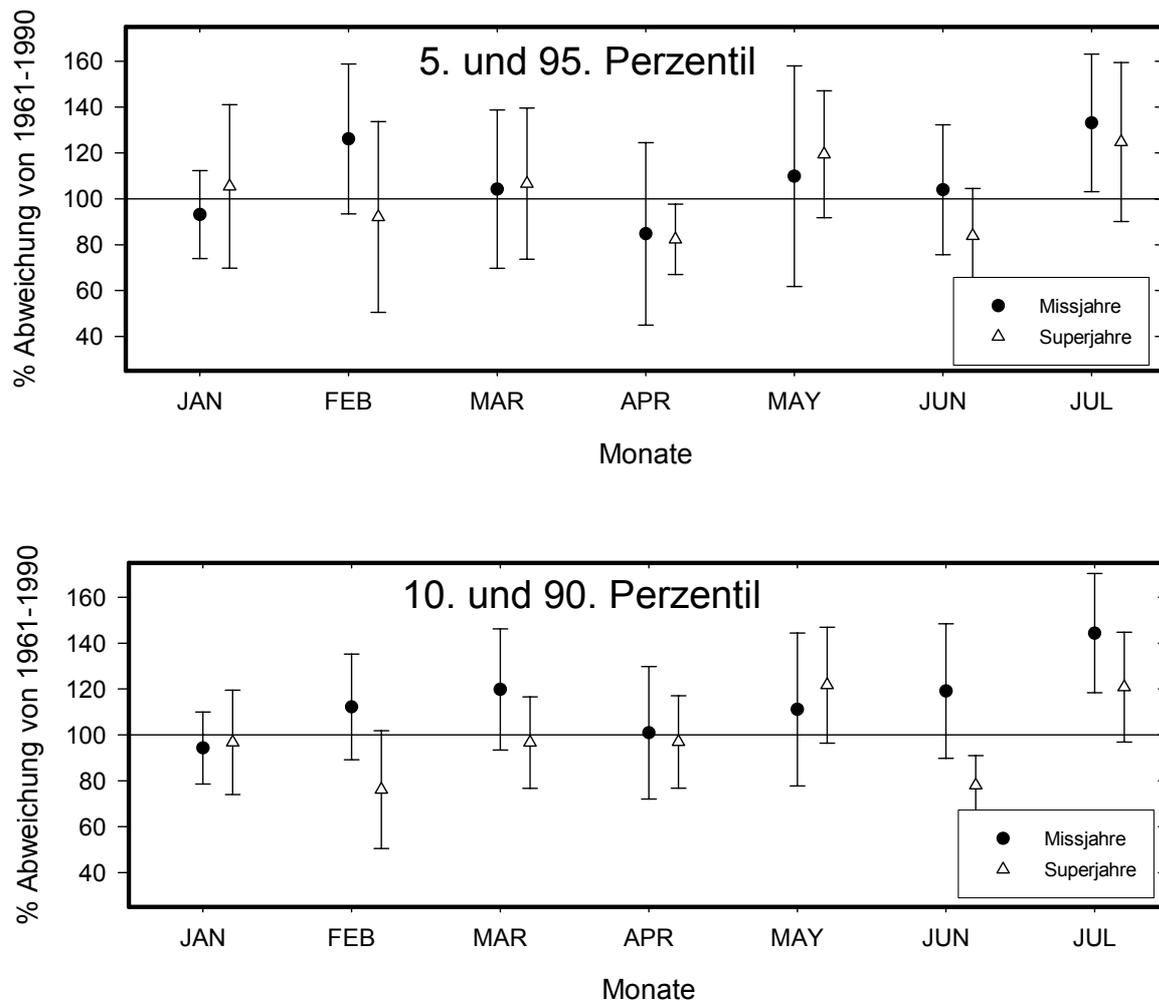


Abbildung A-43: Winterweizen - Niederösterreich. Abweichung der mittleren monatlichen Niederschlagssummen der Missjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 5. (siehe Tab.A-1) bzw. 10.Perzentil liegt) und der Superjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 95.Perzentil bzw. 90.Perzentil liegt) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Extremjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Station Wien – Hohe Warte.

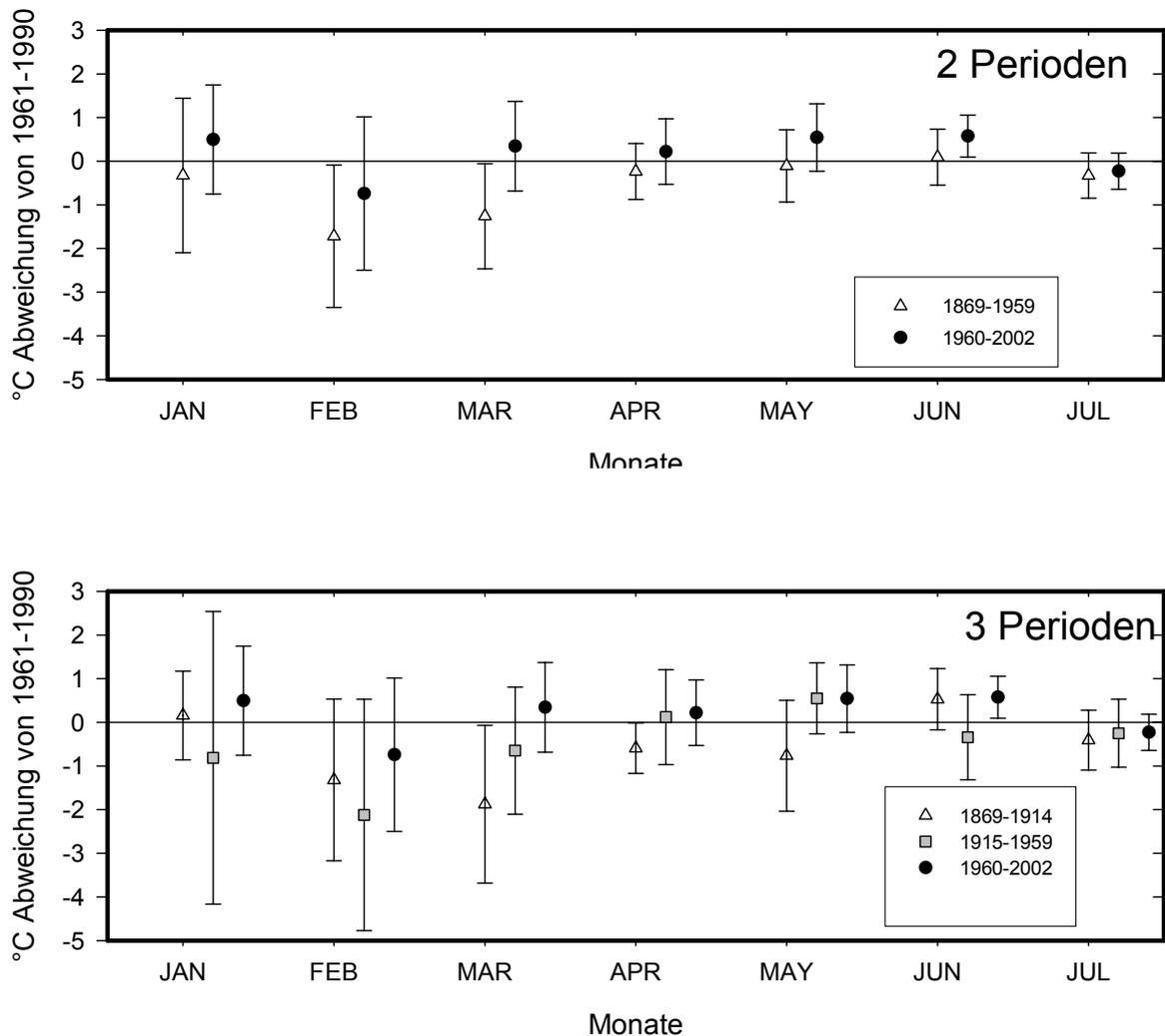


Abbildung A-44: Winterweizen - Niederösterreich. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturminima der Missjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 10. Perzentil liegt) vom Standard (1961 – 90) in °C. Es wurde eine Unterteilung der Jahre in 2 (1869 – 1959 und 1960 – 2002) bzw. 3 Perioden (1869-1914, 1915-1959 und 1960 – 2002) vorgenommen. Werte und Antennen sind die Mittel der Extremjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Station Wien – Hohe Warte.

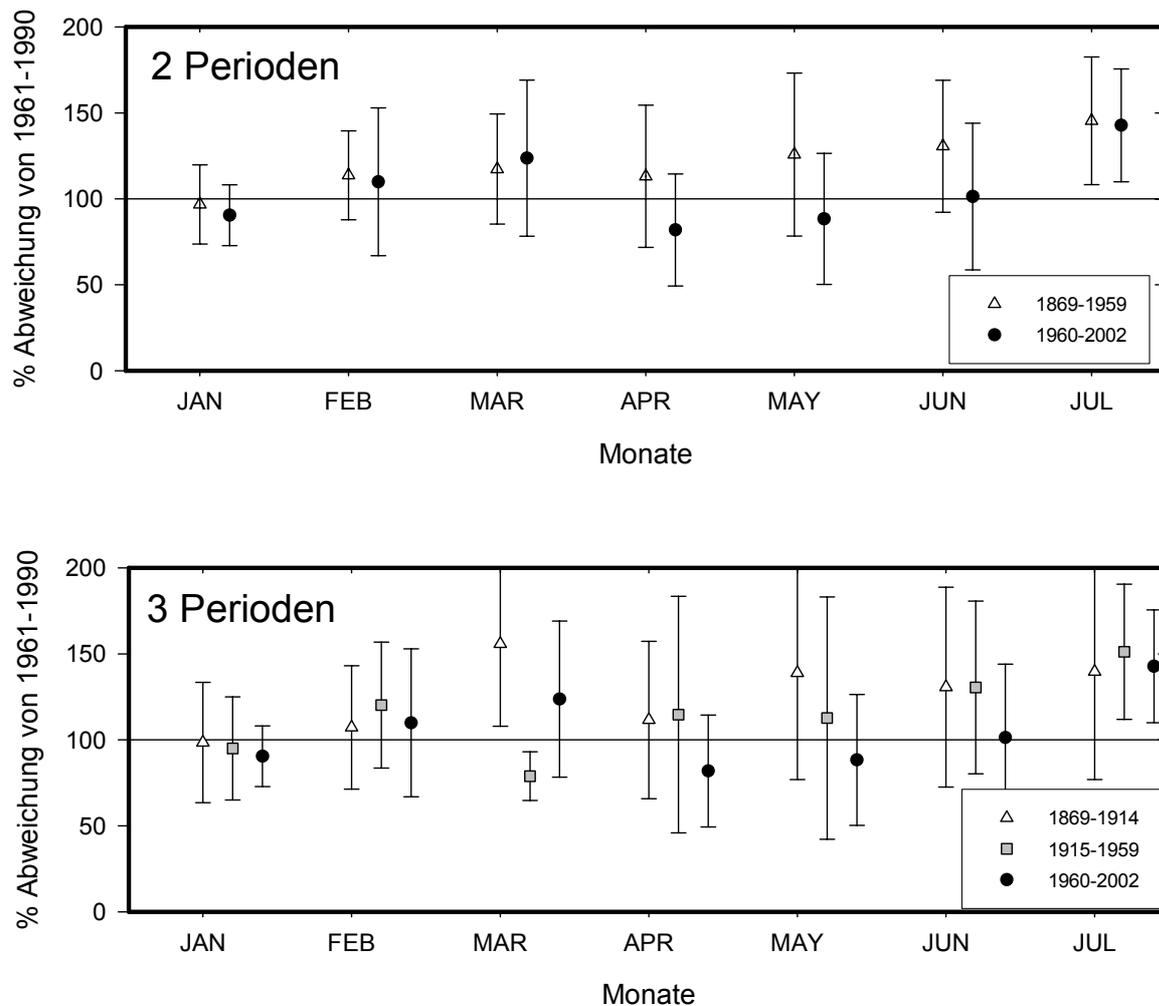


Abbildung A-45: Winterweizen - Niederösterreich. Abweichung der mittleren monatlichen Niederschlagssummen der Missjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10-jährigen gleitenden Mittel im 10. Perzentil liegt) vom Standard (1961 – 90) in %. Es wurde eine Unterteilung der Jahre in 2 (1869 – 1959 und 1960 – 2002) bzw. 3 Perioden (1869-1914, 1915-1959 und 1960 – 2002) vorgenommen. Werte und Antennen sind die Mittel der Extremjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Station Wien – Hohe Warte.

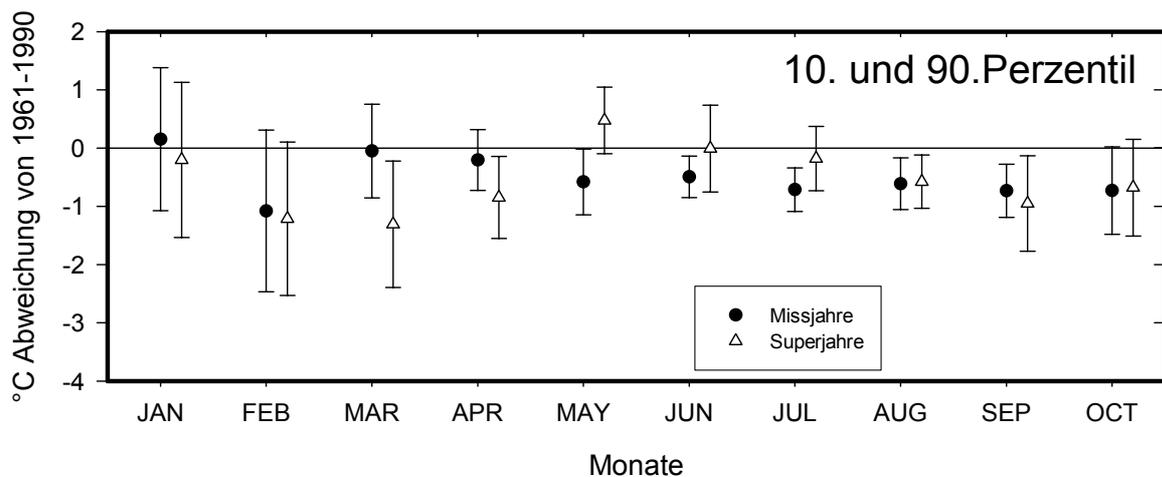
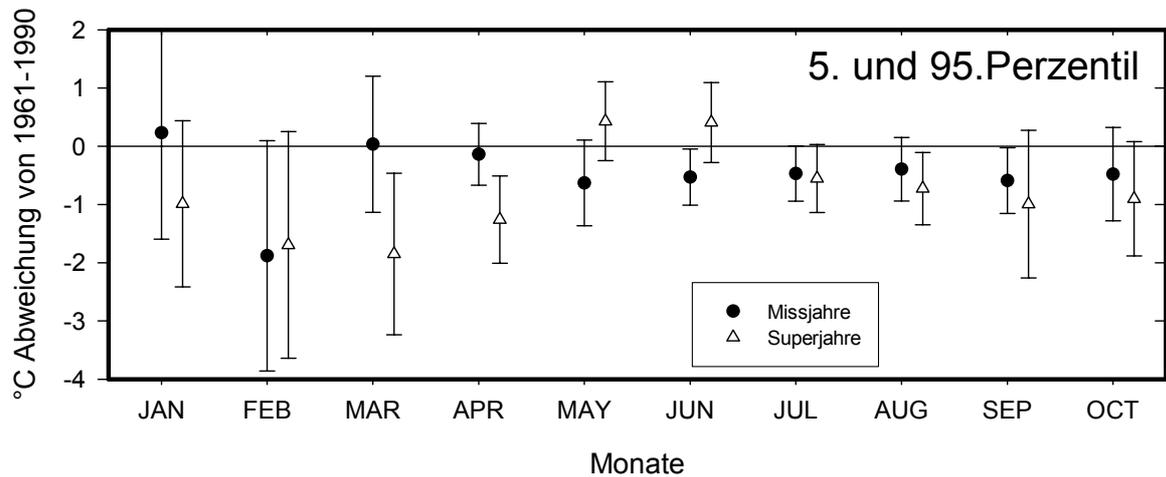


Abbildung A-46: Wein - Niederösterreich. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturminima der Missjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 5. (siehe Tab.A-12) bzw. 10. Perzentil liegt) und der Superjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 95. Perzentil bzw. 90. Perzentil liegt) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Extremjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Station Wien – Hohe Warte.

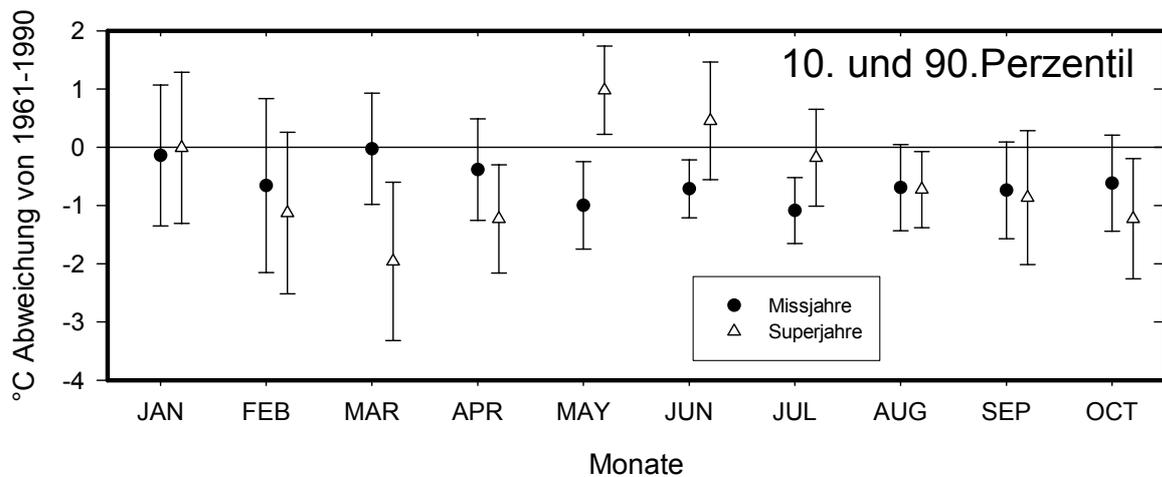
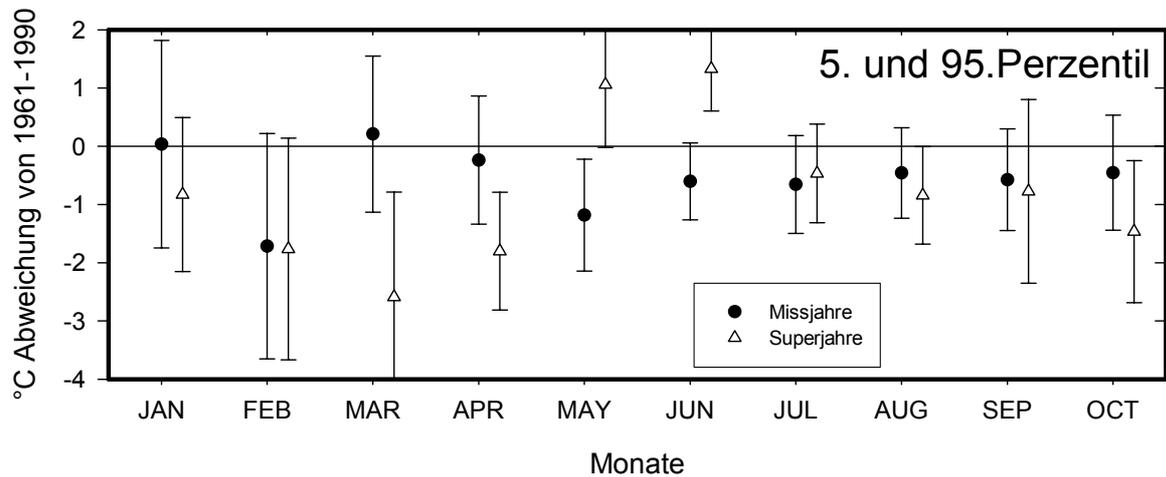


Abbildung A-47: Wein - Niederösterreich. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturmaxima der Missjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 5. (siehe Tab.A-12) bzw. 10.Perzentil liegt) und der Superjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 95.Perzentil bzw. 90.Perzentil liegt) vom Standard (1961 – 90) in °C. Werte und Antennen sind die Mittel der Extremjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Station Wien – Hohe Warte.

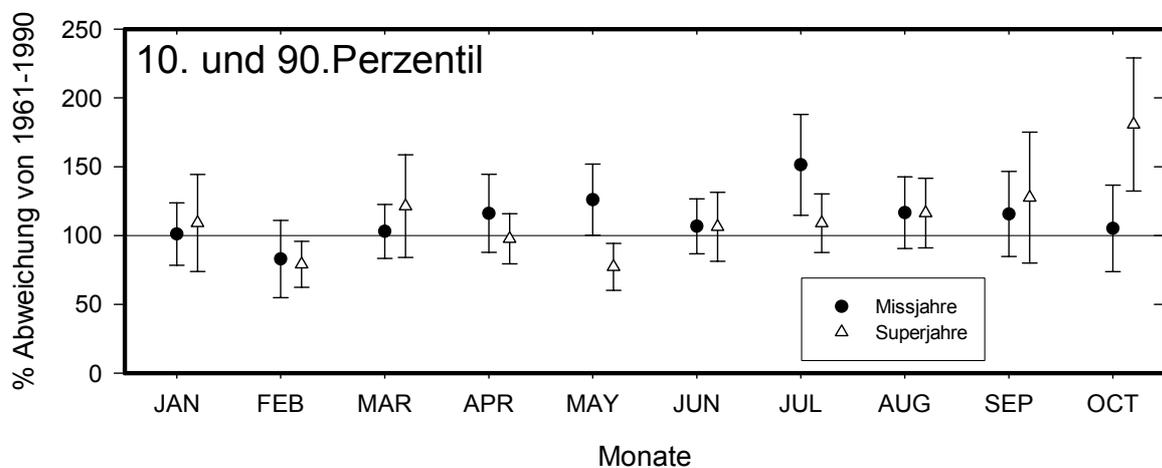
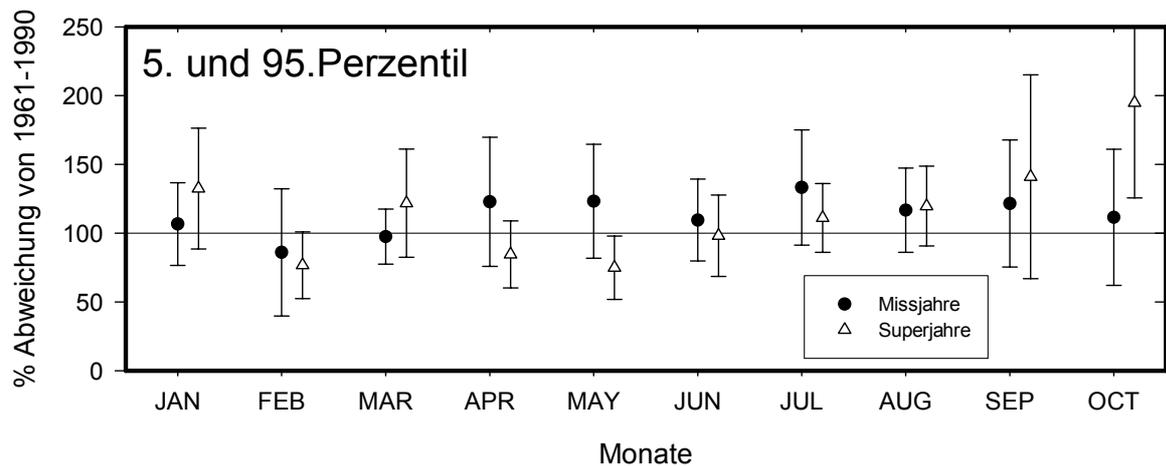


Abbildung A-48: Wein - Niederösterreich. Abweichung der mittleren monatlichen Niederschlagssummen der Missjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 5. (siehe Tab.A-12) bzw. 10. Perzentil liegt) und der Superjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 95. Perzentil bzw. 90. Perzentil liegt) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Extremjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Station Wien – Hohe Warte.

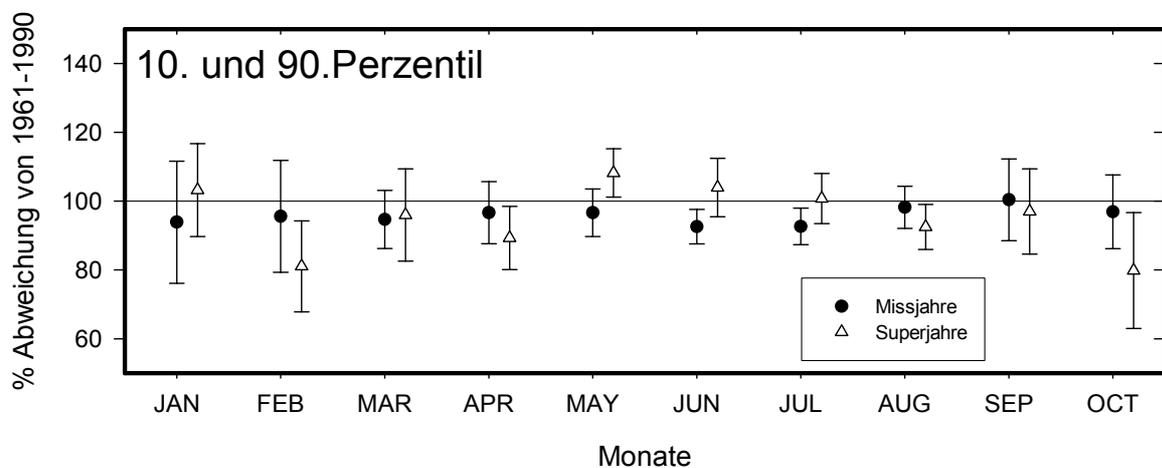
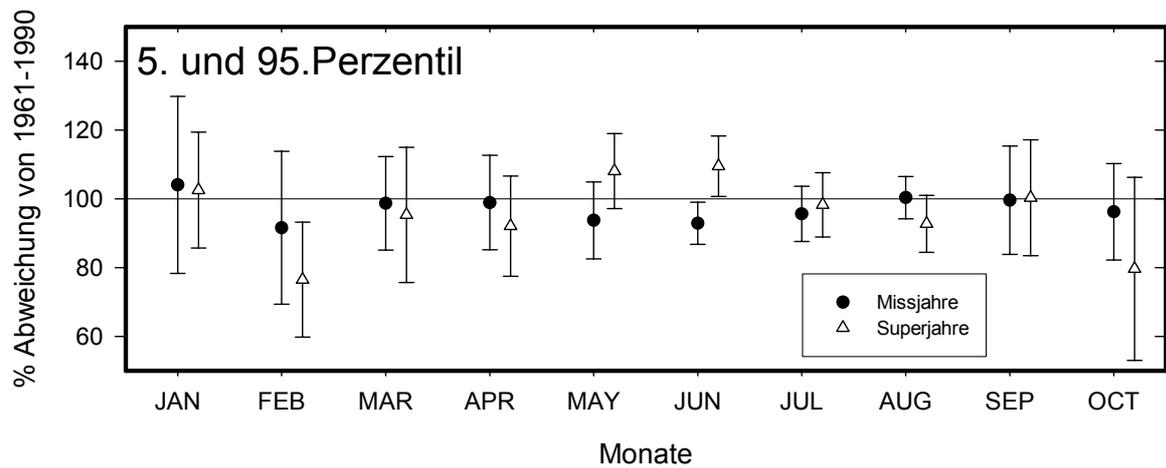


Abbildung A-49: Wein - Niederösterreich. Abweichung der mittleren monatlichen Sonnenscheindauer der Missjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 5. (siehe Tab.A-12) bzw. 10. Perzentil liegt) und der Superjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10- jährigen gleitenden Mittel im 95. Perzentil bzw. 90. Perzentil liegt) vom Standard (1961 – 90) in %. Werte und Antennen sind die Mittel der Extremjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Station Wien – Hohe Warte.

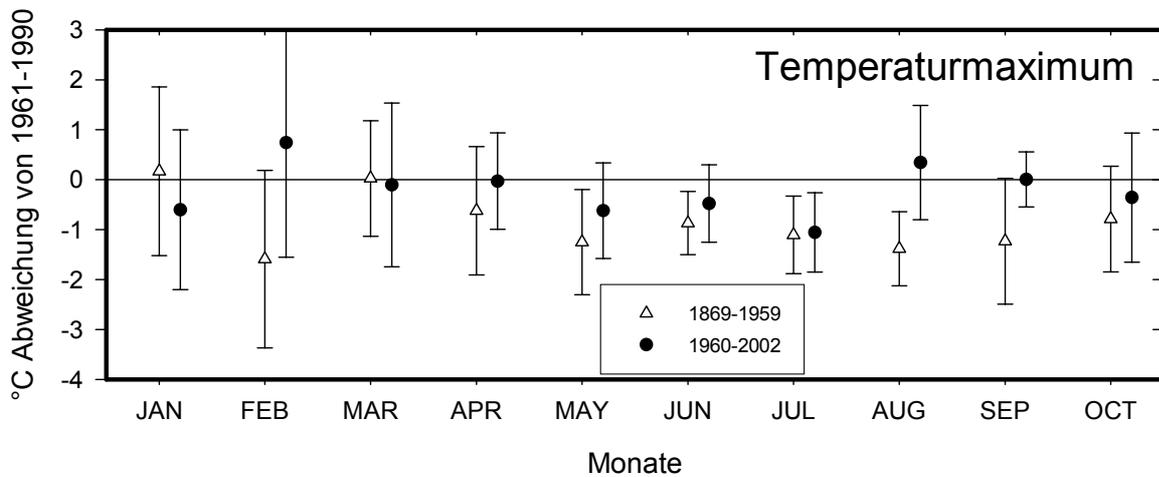
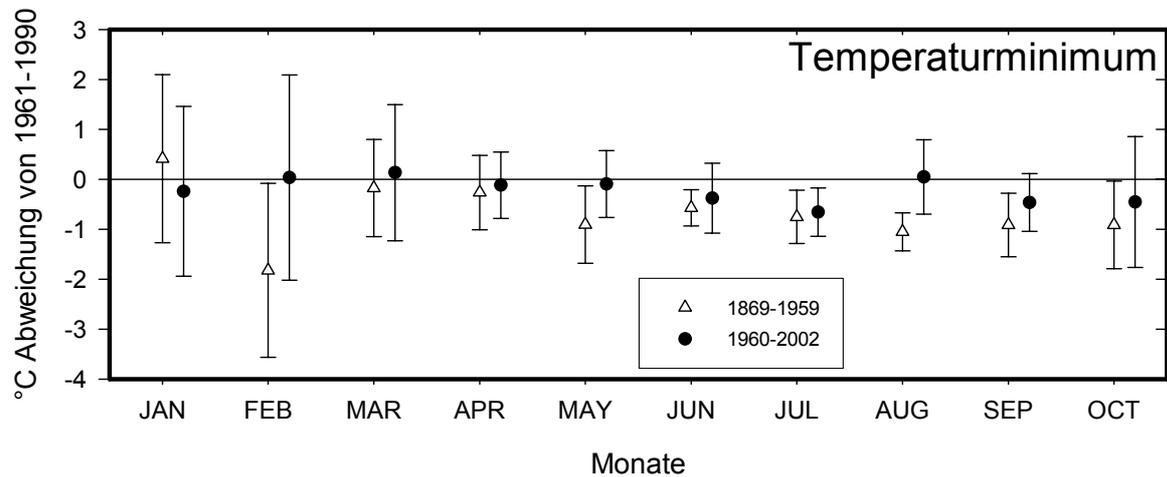


Abbildung A-50: Wein - Niederösterreich. Abweichung der mittleren monatlichen Temperaturminima und Temperaturmaxima der Missjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10-jährigen gleitenden Mittel im 10. Perzentil liegt) vom Standard (1961 – 90) in %. Es wurde eine Unterteilung der Jahre in 2 Perioden (1869 – 1959 und 1960 – 2002) vorgenommen. Werte und Antennen sind die Mittel der Extremjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Station Wien – Hohe Warte.

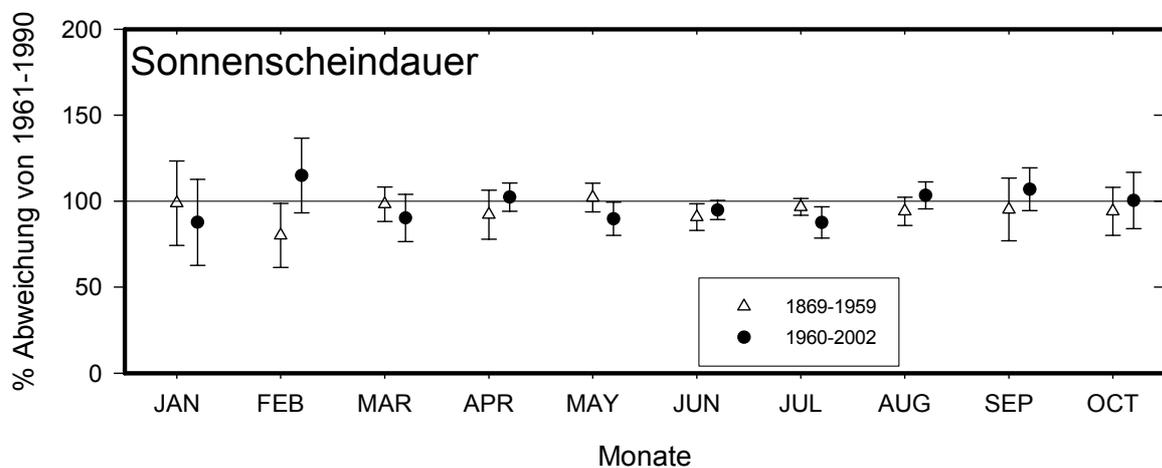
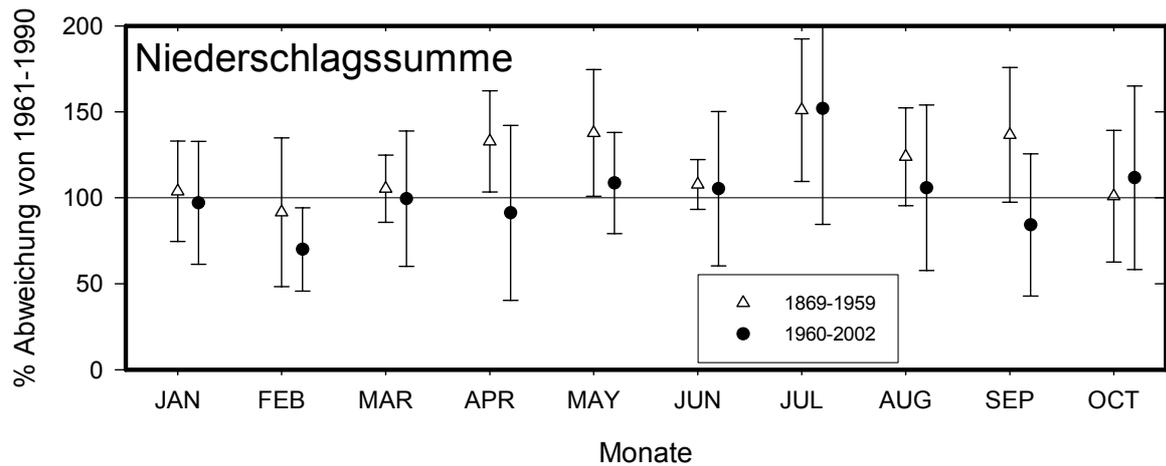


Abbildung A-51: Wein - Niederösterreich. Abweichung der mittleren monatlichen Niederschlagssummen und Sonnenscheindauer der Missjahre (Jahre mit einem Ertrag, dessen relative oder absolute Abweichung vom 5- oder 10-jährigen gleitenden Mittel im 10. Perzentil liegt) vom Standard (1961 – 90) in %. Es wurde eine Unterteilung der Jahre in 2 Perioden (1869 – 1959 und 1960 – 2002) vorgenommen. Werte und Antennen sind die Mittel der Extremjahre  $\pm$  95 % Konfidenzintervall. Daten der meteorologischen Station Wien – Hohe Warte.

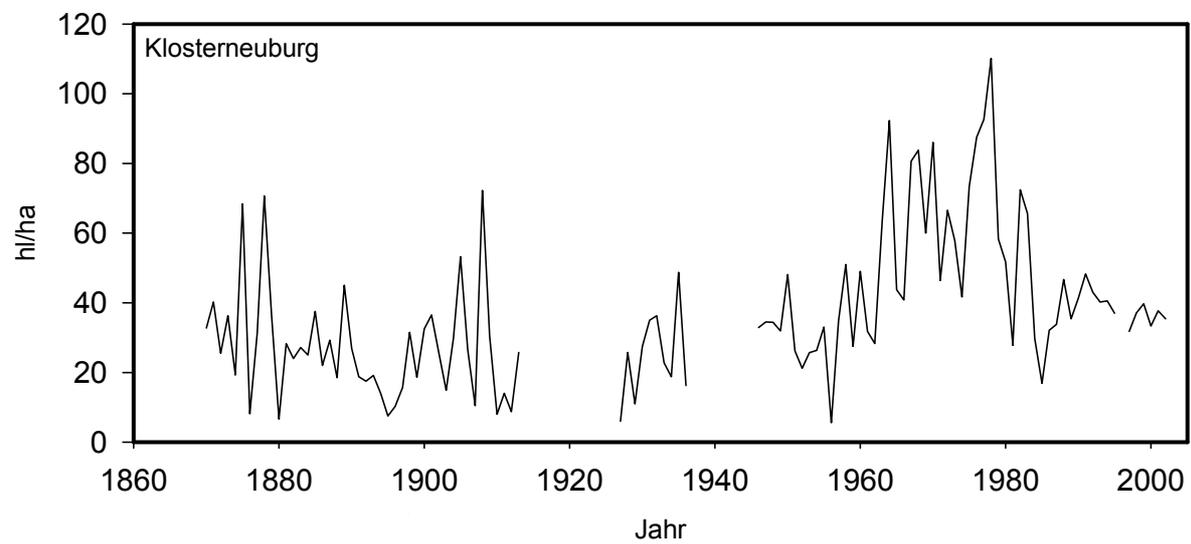
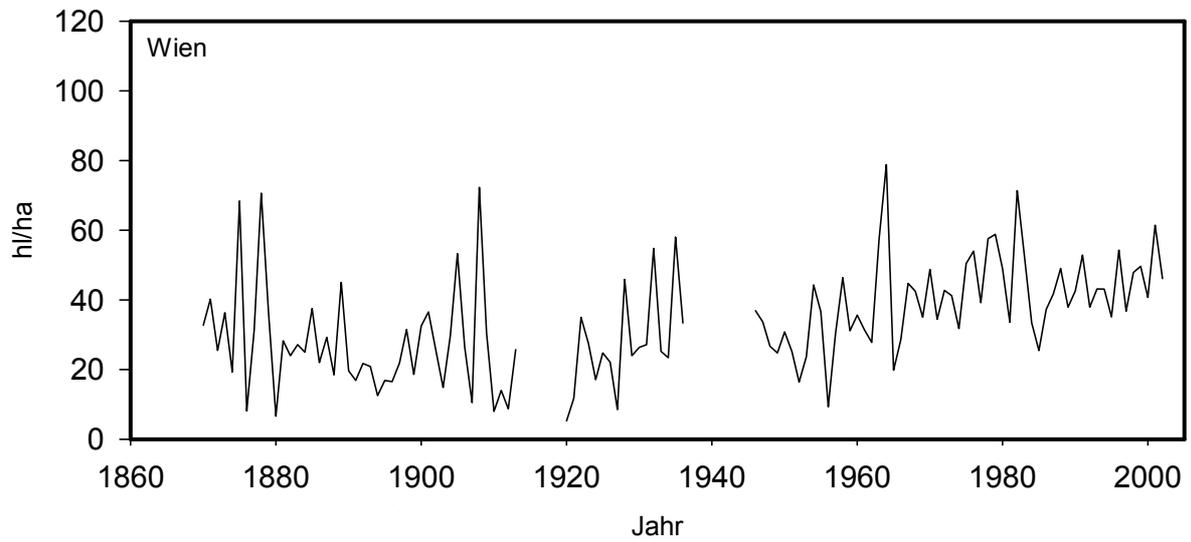


Abbildung A-52: Wein. Absolute Erträge in hl/ha Most von 1870 bis 2002 in Wien und Klosterneuburg.

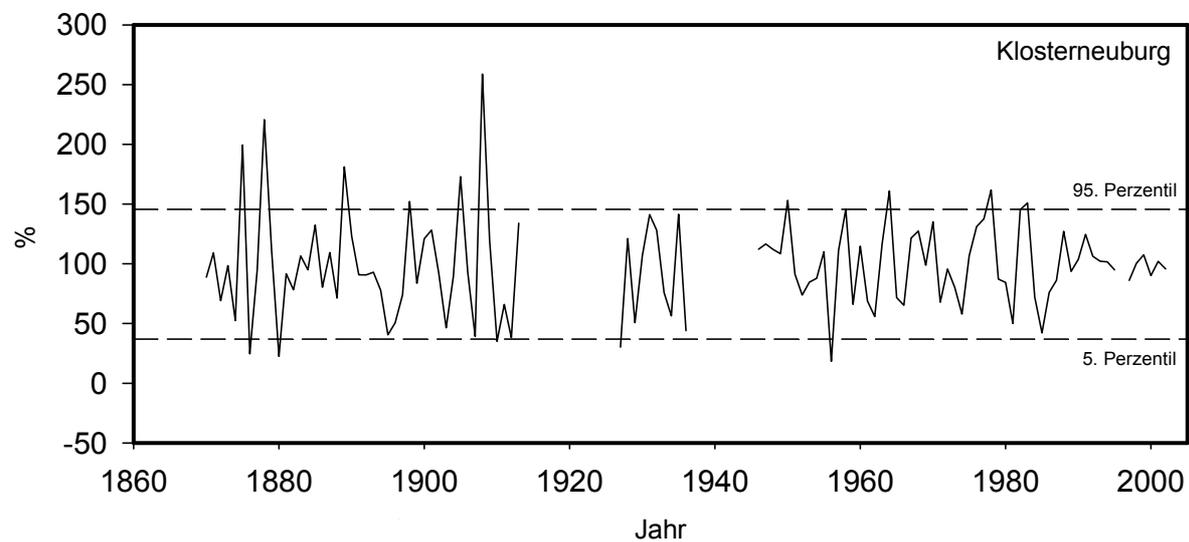
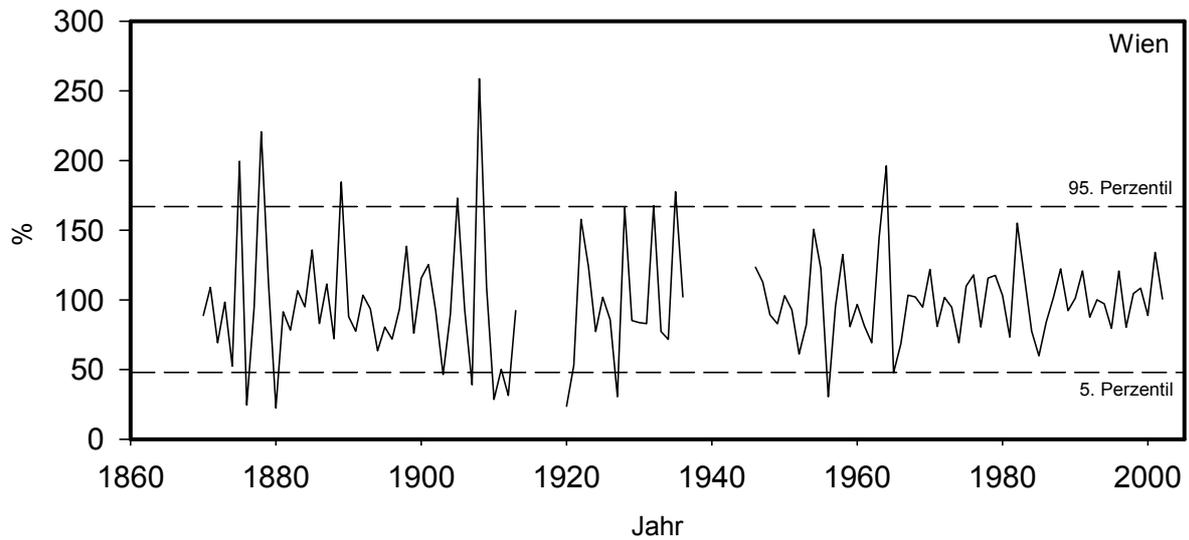


Abbildung A-53: Wein. Relative Erträge in Prozent vom gleitenden 10-Jahresmittel der Mosthektarerträge von 1870 bis 2002 in Wien und Klosterneuburg.

