

Auswirkungen der Klimaerwärmung auf streuobstrelevante Klimaparameter im Lungau: Wird der Lungau das neue Mostviertel?

Andreas Spornberger^{1*}, Christian Holler², Martin Engelmaier³ und Bernd Kajtna³

¹BOKU University, Institut für Wein- und Obstbau
Gregor Mendel Str. 33, 1180 Wien

²Ingenieurbüro für Kulturtechnik & Wasserwirtschaft
Tobaj 59, 7544 Tobaj

³Verein Arche Noah
Obere Straße 40, 3553 Schiltern

*Korrespondierender Autor: andreas.spornberger@boku.ac.at

Zusammenfassung

In dieser Studie wurden Klimadaten der Perioden 1961-1990 und 1991-2020 sowie Szenarien für +2 °C und +3 °C Erderwärmung („global warming level“ gwl) analysiert, um herauszufinden, welche obstbau-relevanten Änderungen aufgrund der Klimaerwärmung für den Lungau zu erwarten sind. Bereits jetzt zeigt sich in der für den Obstbau am meisten relevanten Höhenstufe zwischen 1000 und 1200 m eine klimawandelbedingte günstige Entwicklung, die sich unter Annahme des Szenarios gwl +2 °C weiter fortsetzen wird. Die Temperaturminima im Winter werden im Mittel um 4,6 °C im Vergleich zu 1961-90 steigen, weshalb extreme Winterfröste für die meisten Obstarten kein einschränkender Faktor mehr sein werden. Die Vegetationsperiode wird im Vergleich zu 1961-90 im Mittel um 24 Tage länger, was die Fruchtreife begünstigt und auch den Anbau von Sorten mit längerer Entwicklungsdauer ermöglicht. Die im Frühling bereits jetzt beobachtete leicht negative klimatische Wasserverfügbarkeit nimmt aufgrund der im Frühling und Sommer um ca. 2 °C höheren Temperaturen zu und kann in besonders trockenen Jahren zu Hitze- und Trockenstress bei den Bäumen führen, weshalb auch in Zukunft die Wahl tiefgründiger Böden für den Obstbau ohne Zusatzbewässerung empfehlenswert ist. Im Szenario gwl +2 °C überwiegen die Chancen für den Streuobstanbau in der Region gegenüber den Risiken. Dies eröffnet dem Lungau das Potential, sich zu einem „neuen Mostviertel“ zu entwickeln. Obgleich im April um 5 Tage weniger mit <-2 °C im Vergleich zu 1961-90 zu erwarten sind, bleibt aufgrund des um ca. 14 Tage früheren Vegetationsbeginns und der inneralpinen Lage die Gefahr von Frostschäden vor allem im April bestehen oder kann sich sogar verstärken. Die durch die Erderwärmung bedingten günstig erscheinenden Entwicklungen in der Region werden sich unter Annahme des Szenarios gwl +3 °C zwar verstärken, gleichzeitig ist jedoch auch mit einer weiteren Zunahme an Extremereignissen zu rechnen, die die klimawandelbedingten Chancen maßgeblich relativieren. Insofern kann auch aus regionaler obstbaulicher Sicht, ein derartiges Szenario nicht als wünschenswert erachtet werden.

Schlagwörter: klimatische Wasserbilanz, Vegetationsbeginn, Winterfrost, Spätfrost

Abstract

Effects of global warming on climate parameters relevant to fruit growing in the Lungau: Will the Lungau become the new Mostviertel? In this study, climate data from the periods 1961-1990 and 1991-2020 as well as scenarios for +2 °C and +3 °C global warming ("global warming level" gwl) were analyzed to find out what changes relevant to fruit growing can be expected in the Lungau region due to global warming. A favorable development due to climate change is already evident in the altitude level between 1000 and 1200 m, which is the most relevant for fruit growing, and this will continue assuming the gwl +2 °C scenario. The minimum temperatures in winter will rise by an average of 4.6 °C compared to 1961-90, which is why extreme winter frosts will no longer be a limiting factor for most types of fruit. The growing season will be on average 24 days longer than compared to 1961-90, which favors fruit ripening and also enables the cultivation of varieties with a longer development period. The slightly negative climatic water availability already observed in spring is increasing due to the temperatures in spring and summer being around 2 °C higher and can lead to heat and drought stress in trees in particularly dry years, which is why the choice of deep soils for fruit growing without additional irrigation is recommended in the future. In the gwl +2 °C scenario, the opportunities for extensive orchards in the region outweigh the risks. This opens up the potential for Lungau to develop into a "new Mostviertel" (author's note: traditional Austrian perry growing region). Although 5 days less with <-2 °C are to be expected in April compared to 1961-90, the risk of frost damage remains or may even increase due to the vegetation start being around 14 days earlier and the inner-alpine location, especially in April. The seemingly favourable developments in the region caused by global warming will intensify under the assumption of the +3 °C scenario, but at the same time a further increase in extreme events is to be expected, which will significantly relativise the opportunities caused by climate change. In this respect, such a scenario cannot be considered desirable from a regional fruit growing perspective either.

Keywords: climatic water balance, start of vegetation, winter frost, late frost

Einleitung

Obstbauliche Situation im Lungau und Fragestellung

Der Lungau ist ein inneralpines Hochplateau im Südosten des Bundeslandes Salzburg (Bezirk Tamsweg). Es liegt nahezu vollständig auf über 1.000 m Seehöhe und umfasst eine Fläche von ca. 1.020 km² und 15 Gemeinden. Im Westen wird das Gebiet von den Hohen Tauern (bis ca. 3.000 m) begrenzt, im Norden und Osten von den Niederen Tauern (bis ca. 2.800 m) und im Süden von den Gurktaler Alpen (bis ca. 2.400 m). Der landschaftliche Begriff „Lungauer Becken“ bezieht sich auf die vergleichsweise niedrigen und sanften Berggrücken im östlichen Teil (Regionalbüro Lungau, o. J.). Der Lungau wird durch die Flussläufe der oberen

Mur und der Taurach sowie deren Zuflüsse gegliedert. Die Mur tritt im Osten des Lungau auf einer Seehöhe von ca. 950 m vom Bundesland Salzburg in die Steiermark über und verläuft weiter in Richtung Murau. Das Lungauer (Tamsweger) Becken ist der westlichste Teil der Norischen Senke, die im Neogen (Jungtertiär) entstand. Die Beckenfüllung besteht an der Basis aus Brekzien und Konglomeraten, darüber wurden Sandsteine und Schiefer-tone abgelagert (Salzburger Nachrichten, o. J.). Über die Beckenfüllung hinaus dominieren die Gesteinsserien der Zentralalpen, also überwiegend Kristalline, im Nordwesten auch Karbonate (Geosphere Austria, o. J.-a). Das Klima des Lungauer Beckens ist durch die inneralpinen Verhältnisse gekennzeichnet, wobei die abgeschlossene Beckenlage eine verstärkte Tendenz zur Bildung von

Kaltluftseen (absolutes Niederschlagsminimum $-29,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ in den Jahren 1961-90, Abb. 2) bedingt. Die Unterschiede zwischen Tag und Nacht sowie zwischen Sommer und Winter (bis ca. $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ Differenz zwischen mittlerer Sommer- und Wintertemperatur, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, o. J.) sind ausgeprägt. Das Klima ist durch viele Sonnenstunden (z.B. ca. 2.246 in St. Michael) sowie geringe Niederschlagsmengen (im Mittel der Jahre 1961-90 zwischen 780 mm unter 1.000 m Höhe bis und knapp unter 1.000 mm zwischen 1.500 und 1.800 m Seehöhe, Abb. 3) im Vergleich zu nordalpinen Lagen gekennzeichnet. Der Schneeanteil am Gesamtniederschlag ist mit 35 bis 40 % relativ hoch. Die abgeschirmte Lage des Beckens verhindert das Auftreten von Stürmen weitgehend, Südföhn ist ein seltenes, aber durchaus mögliches Wetterphänomen (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, o. J.).

Aktuell hat der Streuobstbau im Lungau klimatisch bedingt eine geringe Bedeutung. Gemäß digitaler Bodenkarte (BFW, o. J.) sind die Böden in den für den Obstbau günstigen Lagen überwiegend "tiefgründig" und "gut Wasser versorgt", die nutzbare Feldkapazität wird überwiegend mit "mittel (140-220 mm)" bis "hoch (300 mm)" angegeben, als Eignung wird "mittel- bis hochwertiges Grünland" bzw. "mittelwertiges Ackerland" angegeben. Im Jahr 2012 wurde dem Lungau gemeinsam mit den Kärntner Nockbergen die UNESCO-Auszeichnung „Biosphärenpark - Modellregion für nachhaltige Entwicklung“ verliehen. Der Lungau ist von kleinräumigen, traditionellen Strukturen geprägt, in denen bergbäuerliche Bewirtschaftung vorherrscht. Streusiedlungen mit historischen Ortskernen und alten Bauernhöfen sind charakteristisch (Regionalbüro Lungau, o. J.). Lediglich 14 % (138 km²) der Region liegen in Höhen zwischen 950 bis 1.500 m. Hier befinden sich die Dauersiedlungen und in deren Nahbereich auch die Streuobstbestände. Der INVEKOS-Datensatz zu den zur ÖPUL-Förderung beantragten Landschaftselementen (AMA, o. J.) zeigt vereinzelt Streuobstbäume bei Berghöfen bis in eine Höhe von knapp über 1.400 m (vorwiegend an Südost- bis Süd-

westhängen). Diese Obstbäume in klimatisch begünstigten Hochlagen stellen den höchstgelegenen Streuobstanbau in Österreich dar. Ähnlich hochgelegene Bestände in Gunstlagen finden sich vereinzelt auch in Tirol, der Steiermark und in anderen Teilen Salzburgs. Rund 63 % der zur ÖPUL-Förderung beantragten Streuobstbäume im Lungau befinden sich in der Höhenstufe von 950 bis 1.200 m. Diese Verteilung kann näherungsweise auf den gesamten Obstbaumbestand übertragen werden. Basierend auf der Agrarstrukturerhebung wurde im Rahmen des Projekts „DivMoSt“ eine Auswertung durchgeführt, die für den Bezirk rund 8.000 extensive Obstbäume ergibt (Holler, 2024). Bei den freistehenden Obstbäumen dominieren Süßkirsche und Apfel, außerdem kommen Zwetschken, Kriecherl und Weichsel freistehend vor. Als Spalierbäume werden Tafelbirnen, Äpfel, Marillen, Weichseln und vereinzelt Pfirsiche und Kirschen kultiviert. Insgesamt ist der Apfel die mit Abstand wichtigste Obstart in der Region.

Der vom Menschen verursachte Klimawandel und die damit verbundene Erderwärmung stellen die gesamte Landwirtschaft und damit auch den Streuobstbau vor neue Herausforderungen (HBLFA Raumberg Gumpenstein, 2023, Schliebner et al., 2023, Bannier, 2024). Ziel dieser Arbeit war es herauszufinden, inwieweit der vom Menschen verursachte Klimawandel und die damit verbundene Erderwärmung die Bedingungen für den Streuobstbau im Lungau verändern.

Material und Methoden

Für die Studie wurden Daten zu folgenden obstbaulich relevanten klimatischen Parametern (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik et al., 2007, Stainer, 2014, Maixner et al., 2017, Rueß, 2020, Wurm, 2021, Kunzelmann et al., 2023, Lehner und Formayer, 2023, BFW, o. J., GeoSphere Austria, o. J.-b) betrachtet bzw. ausgewertet:

Hitzetage: Erfasst wurde die Anzahl an Tagen mit Lufttemperaturen $\geq 30\text{ °C}$; bei einer Oberflächentemperatur von über 46 °C in Verbindung mit erhöhter Sonneneinstrahlung können Verbräunungen der Schale und Schäden im Fruchtfleisch (Sonnenbrand, Nekrosen) entstehen. Außerdem können Trockenstress und Hitzeschäden den Schwarzen Rindenbrand (*Diplodia ssp.*, Brenner et al., 2024) begünstigen.

Klimatische Wasserbilanz: Differenz von Niederschlag und potenzieller Evapotranspiration als Indikator für Wasserangebot und Trockenperioden. Trockenstress führt zu Ertragseinbußen und mindert die Vitalität bei Jung- und Altbäumen.

Lufttemperatur (absolutes Minimum in °C): Anhaltend tiefe Temperaturen können Schäden an Stamm (Frostrisse, Nekrosen) und Wurzel verursachen.

Lufttemperatur: Sie wurde berechnet als Jahresmittel in °C und saisonal im Frühling (MAM), Sommer (JJA), Herbst (SON), Winter (DJF) und beeinflusst alle Entwicklungsphasen, Fruchtqualität sowie Aktivität von Schaderregern und die generelle Anbaueignung von Obstarten und Obstsorten am Standort.

Lufttemperatur, Spätfrost: Erfasst wurden Tage im März, April, Mai mit $\leq 0\text{ °C}$, $\leq -2\text{ °C}$, $\leq -4\text{ °C}$. Blütenfrostscha- den durch Spätfrostereignisse führen zu Ertragsminderung bis hin zum Totalausfall.

Niederschlag: Jahresmittel und saisonale (Frühling, Sommer, Herbst, Winter) Verteilung in mm.

Vegetationsperiode: ist die Dauer in Tagen des längsten durchgehenden Abschnitts mit einer Mitteltemperatur von $\geq 5\text{ °C}$. Diese Periode darf durch zwei aufeinander folgende Tage mit Lufttemperaturmittel $< 5\text{ °C}$ unterbrochen sein. Der Beginn und die Länge der Vegetationsperiode beeinflussen alle phänologischen Entwicklungsstadien eines Obstbaums wie Austrieb, Blühbeginn und Frucht-reife.

Für diese Parameter wurden vom Institut für Meteorologie und Klimatologie der BOKU University Rasterdaten (Auflösung $250 \times 250\text{ m}$) als GeoTIFF, basierend auf Lehner und Formayer (2023), für die Normalperioden 1961-1990 ("historisches Klima") und 1991-2020 ("aktuelles Klima") bereitgestellt, sowie auch von diesem Institut errechnete Daten für ein Klimaszenario mit global warming level $+2\text{ °C}$ (gwl $+2\text{ °C}$) und mit global warming level $+3\text{ °C}$ (= gwl $+3\text{ °C}$) betrachtet.

Für jede Zeitperiode und jedes Szenario wurden 77 Parameter nach vier Höhenstufen (bis 1.000 m , $1.000\text{-}1.200\text{ m}$, $1.200\text{-}1.500\text{ m}$, $1.500\text{-}1.800\text{ m}$) verwendet. Die GIS-Auswertungen wurden mit der Anwendung QGIS durchgeführt.

Neben den oben genannten Klimadaten wurden bei den Auswertungen verschiedene GIS-Datensätze verwendet, die unter www.data.gv.at frei zugänglich sind (Grenzen der Katastralgemeinden, Gemeinden und Bundesländer, Höhengschichtenlinien der ÖK50, Gewässernetz und Seen, Corine Landcover, INVEKOS-Daten) sowie Datensätze des Hydrologischen Atlas (BMLFUW, 2007).

Für die Ergebnisdarstellung wurden zahlreiche regionsbezogene GIS-Karten erstellt.

Ergebnisse

Die mittlere jährliche Lufttemperatur lag im Zeitraum 1991-20 in der Höhenstufe $1.000\text{ bis }1.200\text{ m}$ bei $6,2\text{ °C}$ und damit um $1,3\text{ °C}$ über dem Mittel von 1961-90. Beim Szenario gwl $+2\text{ °C}$ ist in dieser Höhenstufe gegenüber 1991-20 ein weiterer Anstieg um $1,0\text{ °C}$ zu erwarten, beim Szenario gwl $+3\text{ °C}$ um $2,2\text{ °C}$ gegenüber 1991-20. Die mittlere Sommertemperatur stieg in dieser Höhenstufe von $13,6$ von 1961-90 auf $15,3\text{ °C}$ (1991-20) und damit noch stärker an (Abb. 1). In den anderen ausgewerteten Höhenstufen waren ebenfalls im Vergleich zu 1961-90 Temperaturanstiege von mindestens 1 °C zu finden, die auch in den Szenarien ähnlich weiter steigen. Das Minimum der

Temperatur erreichte in der untersten Höhenstufe 1961-90 noch ca. -30°C (Minimum des 250 x 250 m Rastdatensatzes im Tal bei Tamsweg $-31,3^{\circ}\text{C}$), und lag 1991-20 in den relevanten Höhenstufen schon nur mehr bei etwa -25°C . In den

berechneten Szenarien ist ein weiterer Anstieg der absoluten Minima um 1 bis 2°C zu erwarten, beim Mittel der Minima um 2 bis 3°C (Abb. 2).

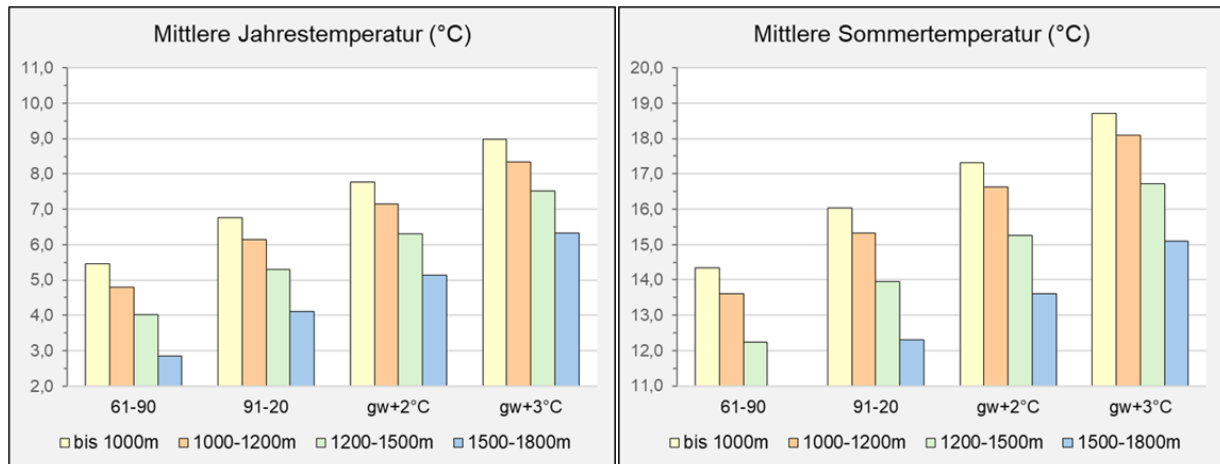


Abb. 1: Mittlere Lufttemperatur ($^{\circ}\text{C}$) im Jahr und im Sommer (Juni, Juli, August) gegliedert nach Höhenstufen im Lungau in den Klimaperioden 1961-90, 1991-2020 und in den Szenarien für „global warming (gw) level“ $+2^{\circ}\text{C}$ und $+3^{\circ}\text{C}$

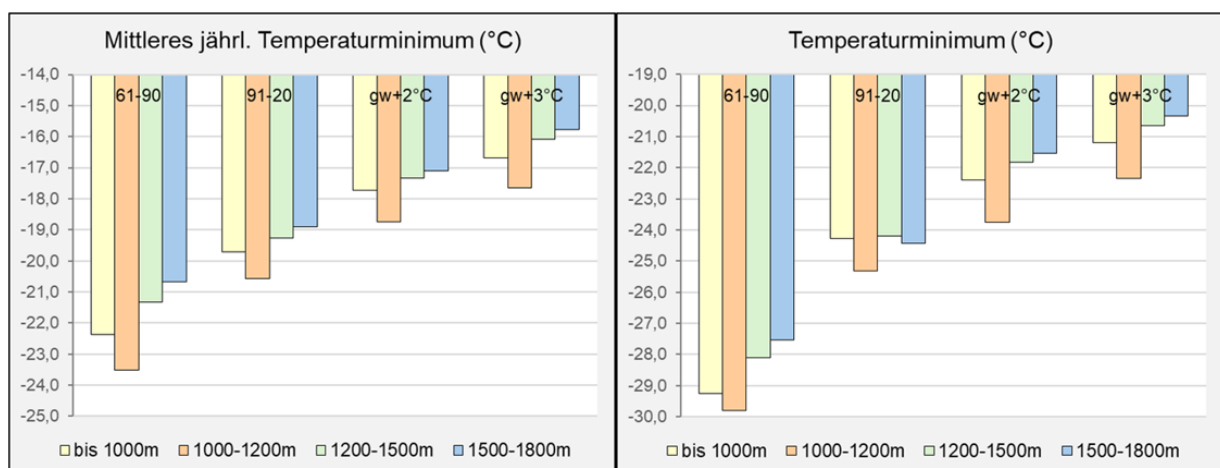


Abb. 2: Mittleres jährliches und absolutes Temperaturminimum ($^{\circ}\text{C}$) gegliedert nach Höhenstufen im Lungau in den Klimaperioden 1961-90, 1991-2020 und in den Szenarien für „global warming (gw) level“ $+2^{\circ}\text{C}$ und $+3^{\circ}\text{C}$

Bei den mittleren Jahresniederschlägen (Abb. 3) ist im Vergleich von 1961-90 auf 1991-20 in den obstbaulich relevanten Höhenlagen der Region ein leichter Anstieg zu beobachten (um ca. 5 %), der als Anstieg der Sommer- und Herbstniederschläge auftritt. Für die errechneten zukünftigen Klimaszenarien ergeben sich keine wesentlichen Änderungen gegenüber 1991-20 (allenfalls eine leichte Abnahme der Sommerniederschläge, ca.

auf die Werte von 1961-90). Die laut Stangl et al. (2022) allgemein prognostizierte Tendenz zum verstärkten (ca. 10 % pro Grad Erwärmung) Auftreten von Tagen mit Starkniederschlägen (Niederschlagssumme von mindestens 20 mm), bei annähernd gleichbleibenden Gesamtniederschlagswerten, muss auch für diese Region erwartet werden.

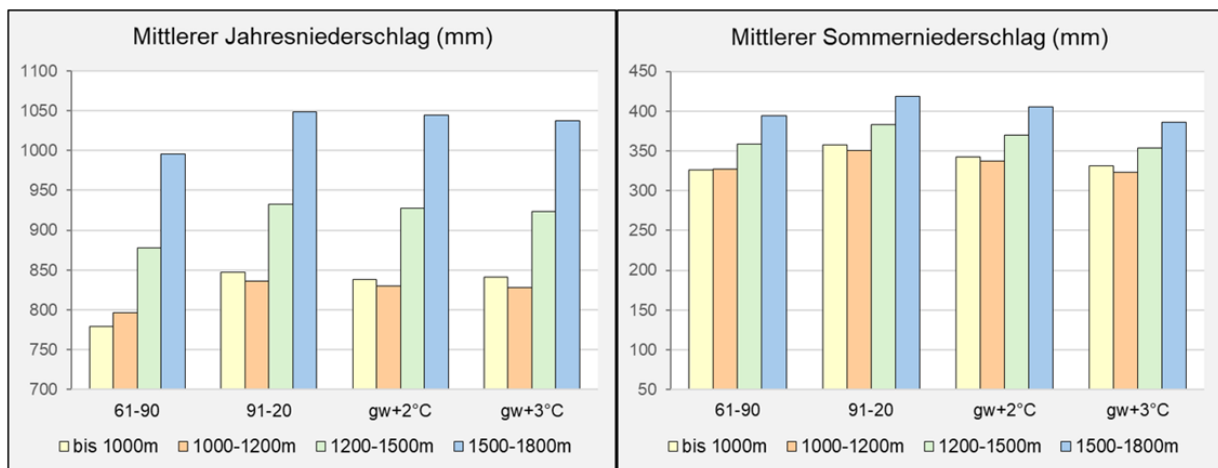


Abb. 3: Mittlerer Niederschlag (mm) im Jahr und im Sommer (Juni, Juli, August) gegliedert nach Höhenstufen im Lungau in den Klimaperioden 1961-90, 1991-2020 und in den Szenarien für „global warming (gw) level“ +2 °C und +3 °C

Die Klimatische Wasserbilanz (KWB) in der Vegetationsperiode ist bis 1.200 m relativ knapp positiv, wobei diesbezüglich von 1961-90 auf 1991-20 eine leichte Verbesserung von ca. +70 auf +90 mm zu beobachten war. In den höheren Lagen war die Zunahme der KWB mit 30 mm noch etwas höher. Beim Szenario gw+2 °C sind in der Vegetationsperiode nur geringfügige Änderungen gegenüber 1991-20 zu erwarten, beim Szenario gw+3 °C gibt es dagegen einen leichten Rückgang in etwa auf die Werte von 1961-90 (Abb. 4). Während die KWB im Sommer im langjährigen Mittel noch deutlich positiv ausfällt (Abb. 4), ist sie im Frühling auch im Mittel leicht negativ (1991-20 in der Höhenstufe 1.000 bis 1.200 m KWB -39 mm, Abb. 5). In Extremjahren kann das Wasserdefizit im Früh-

ling deutlicher ausgeprägt sein (1991-20 in der Höhenstufe 1.000 bis 1.200 m einmal in 10 Jahren KWB -83 mm). Bei den Szenarien gw+2 °C und gw+3 °C verschlechtert sich die Frühlingssituation in den Extremjahren in etwa gleichermaßen (in der Höhenstufe 1.000 bis 1.200 m einmal in 10 Jahren KWB bis ca. -100 mm).

In Extremjahren kann die KWB auch im Sommer negativ ausfallen (1991-20 in der Höhenstufe 1.000 bis 1.200 m einmal in 10 Jahren KWB -61 mm). Während dies beim Szenario gw+2 °C annähernd unverändert bleibt, verschärft sich dies beim Szenario gw+3 °C (in der Höhenstufe 1.000 bis 1.200 m einmal in 10 Jahren KWB ca. -100 mm, Daten nicht dargestellt).

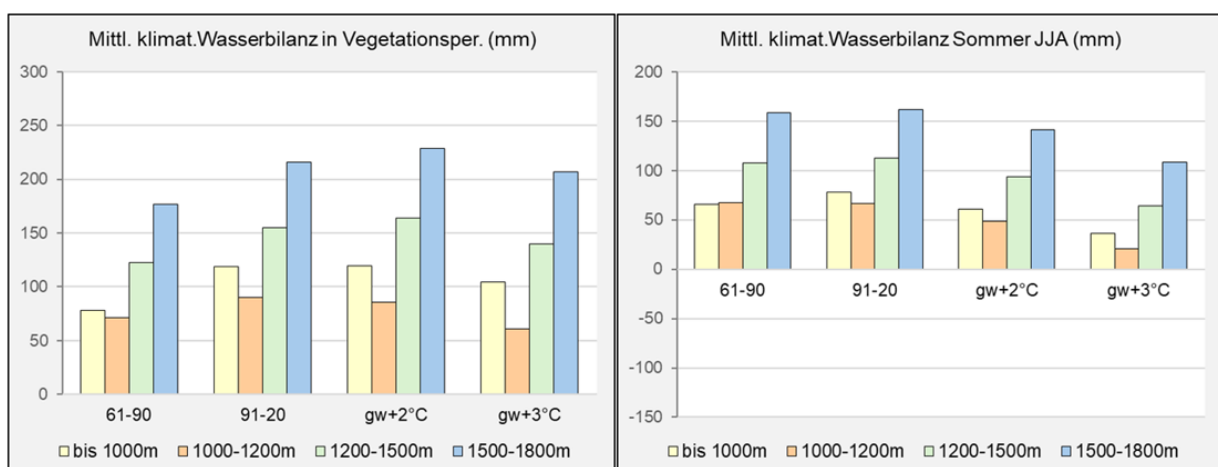


Abb. 4: Mittlere klimatische Wasserbilanz (KWB, mm) in der Vegetationsperiode und im Sommer (Juni, Juli, August) gegliedert nach Höhenstufen im Lungau in den Klimaperioden 1961-90, 1991-2020 und in den Szenarien für „global warming (gw) level“ +2 °C und +3 °C

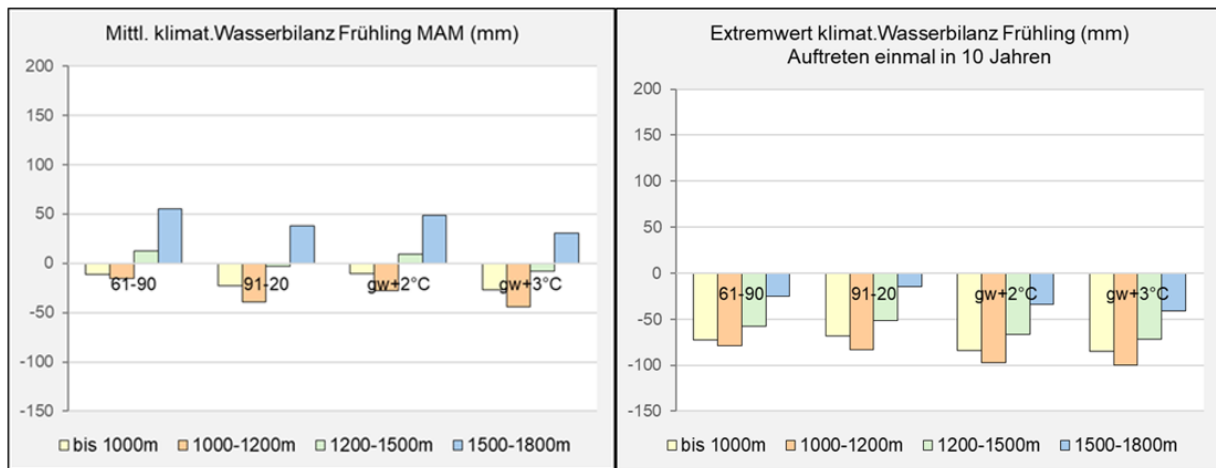


Abb. 5: Mittlere klimatische Wasserbilanz und Extremwert (einmal in 10 Jahren) der klimatischen Wasserbilanz (KWB, mm) im Frühling (März, April, Mai) gegliedert nach Höhenstufen im Lungau in den Klimaperioden 1961-90, 1991-2020 und in den Szenarien für „global warming (gw) level“ +2 °C und +3 °C

Lufttemperaturen $\geq 30^{\circ}\text{C}$ waren in der Periode 1961-90 in der untersten Höhenstufe der Region eine Ausnahmeerscheinung an einzelnen Tagen und kamen über 1.200 m praktisch nicht vor. In der Periode 1991-20 traten sie bis 1.200 m im Mittel bereits an ca. 2 Tagen im Jahr auf, in Extremjahren (einmal in zehn Jahren) an 7 Tagen. Beim Szenario gw+2 °C verstärkt sich diese Entwicklung weiter, Hitzetage können bis ca. 1.500 m auftreten, in Extremjahren bis ca. 1.600 m Höhe. Beim Szenario gw+3 °C können Hitzetage regelmäßig bis ca. 1.700 m auftreten (Abb. 6).

Die mittlere Dauer der Vegetationsperiode hat sich in der Höhenstufe bis 1.200 m von 1961-90 auf 1991-20 bereits um ca. 12 Tage verlängert (Abb. 6). Beim Szenario gw+2 °C ist eine weitere Zunahme um 11 Tage zu erwarten, beim Szenario gw+3 °C um 27 Tage. In den Höhenstufen bis 1.800 m ist die Zunahme von 1961-90 auf 1991-20 noch etwas ausgeprägter (12 bis 13 Tage), bei den Klimaszenarien liegt sie in der gleichen Größe (27 Tage). Der mittlere Vegetationsbeginn hat sich in der Höhenstufe bis 1.200 m von 1961-90 auf 1991-20 bereits um ca. eine Woche nach vorne verschoben, beim Szenario gw+2 °C ist eine Verfrühung um eine weitere Woche, beim Szenario gw+3 °C um ca. zwei Wochen gegenüber 1991-20 zu erwarten.

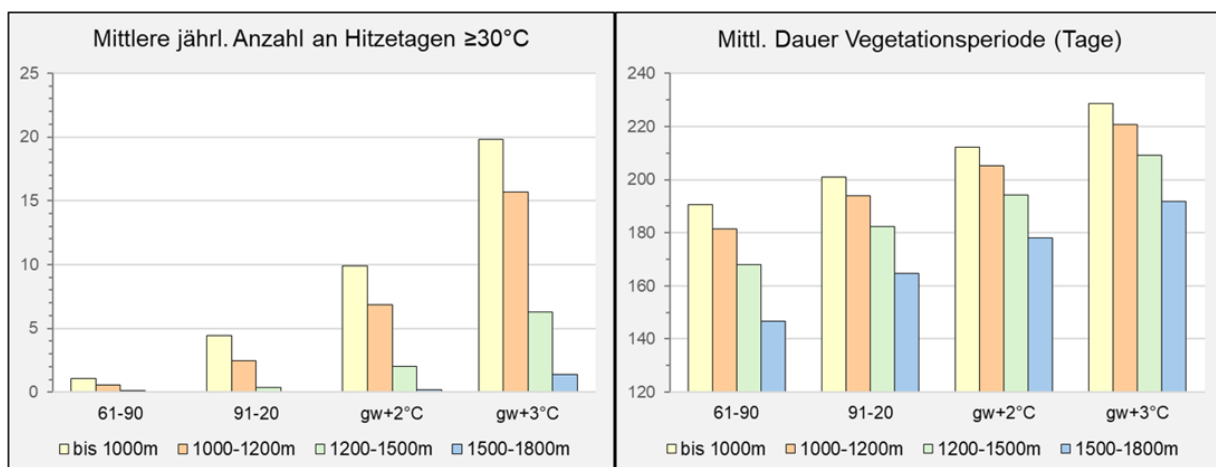


Abb. 6: Mittlere Anzahl an Hitzetagen ($T \geq 30^{\circ}\text{C}$) im Jahr und mittlere Vegetationsdauer (Tage) gegliedert nach Höhenstufen im Lungau in den Klimaperioden 1961-90, 1991-2020 und in den Szenarien für „global warming (gw) level“ +2 °C und +3 °C

In den für den Streuobstbau relevanten Höhenstufen des Lungau können vor allem Spätfröste im April und Mai mit Temperaturen $\leq -2\text{ °C}$ (Abb. 7) und $\leq -4\text{ °C}$ (Abb. 8) bedeutend sein. Spätfröste im Juni waren in Höhen bis 1.500 m schon in der Periode 1961-90 ein seltenes Ereignis (im Mittel pro Jahr an 0,8 Tagen $\leq 0\text{ °C}$ und an 0,1 Tagen $\leq -2\text{ °C}$), aktuell und bei den Szenarien sind Junifröste (außer möglicherweise in Extremjahren) praktisch nicht mehr relevant. In der Höhenstufe bis 1.200 m traten 1961-90 im April im Mittel noch 18 Tage $\leq 0\text{ °C}$, 10 Tage $\leq -2\text{ °C}$ und 4 Tage $\leq -4\text{ °C}$ auf, in der Periode 1991-20 nur mehr 14 Tage $\leq 0\text{ °C}$, 7 Tage $\leq -2\text{ °C}$ und 3 Tage $\leq -4\text{ °C}$. Diese Entwicklung setzt sich mit zunehmender Erwärmung fort. Beim Szenario gwL +2 °C sind in dieser Höhenstufe im April im Mittel 11 Tage $\leq 0\text{ °C}$, 5 Tage $\leq -2\text{ °C}$ und 2 Tage $\leq -4\text{ °C}$ zu erwarten, beim Szenario gwL

+3 °C nur mehr 6 Tage $\leq 0\text{ °C}$, 2 Tage $\leq -2\text{ °C}$ und 0,7 Tage $\leq -4\text{ °C}$. In dieser Höhenstufe traten 1961-90 im Mai im Mittel 5 Tage $\leq 0\text{ °C}$, 1,4 Tage $\leq -2\text{ °C}$ und 0,3 Tage $\leq -4\text{ °C}$ auf, in der Periode 1991-20 nur mehr 2,6 Tage $\leq 0\text{ °C}$, 0,6 Tage $\leq -2\text{ °C}$ und 0,1 Tage $\leq -4\text{ °C}$. Beim Szenario gwL +2 °C sind in dieser Höhenstufe im Mai im Mittel 1,7 Tage $\leq 0\text{ °C}$, 0,4 Tage $\leq -2\text{ °C}$ und 0,1 Tage $\leq -4\text{ °C}$ zu erwarten, beim Szenario gwL +3 °C nur mehr 1 Tag $\leq 0\text{ °C}$, 0,1 Tage $\leq -2\text{ °C}$ und kein Tag $\leq -4\text{ °C}$. Trotz dieser deutlichen Abnahme der Frosttage pro Monat ist auf Grund des gleichzeitig auftretenden früheren Vegetationsbeginns, mit einer möglichen Zunahme von obstbaulich relevanten Spätfrostschäden insbesondere durch Aprilfröste in der Region zu rechnen (sowohl beim Szenario gwL +2 °C als auch bei gwL +3 °C).

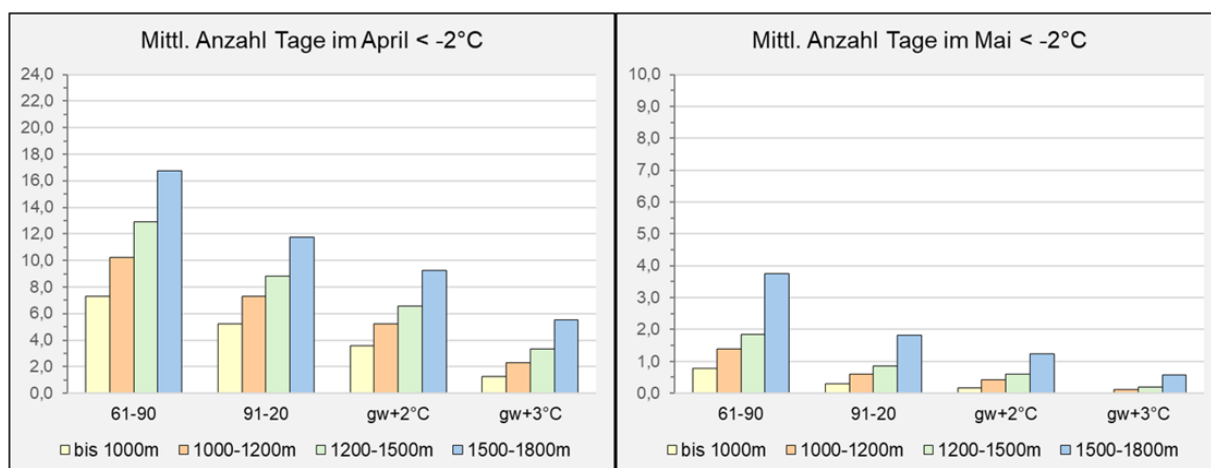


Abb. 7: Mittlere Anzahl Frosttage mit unter -2 °C im April und Mai gegliedert nach Höhenstufen im Lungau in den Klimaperioden 1961-90, 1991-2020 und in den Szenarien für „global warming (gw) level“ +2 °C und +3 °C

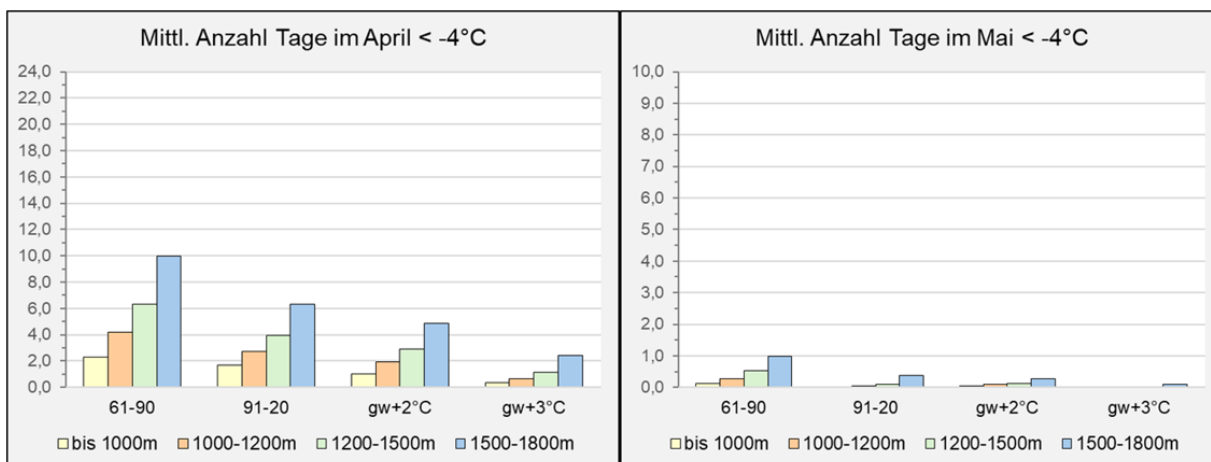


Abb. 8: Mittlere Anzahl Frosttage mit unter -4 °C im April und Mai gegliedert nach Höhenstufen im Lungau in den Klimaperioden 1961-90, 1991-2020 und in den Szenarien für „global warming (gw) level“ +2 °C und +3 °C

Diskussion und Schlussfolgerungen

In Bezug auf den Streuobstbau ist im Lungau die klimatische Entwicklung bis in eine Höhe von ca. 1.500 m ü. A. relevant. Die Erwärmung kann zwar dazu führen, dass künftig auch noch etwas höher hinauf extensiver Obstbau mit bestimmten Obstarten in eingeschränktem Ausmaß möglich sein könnte. Der Streuobstanbau ist in der Regel in der Nähe von Siedlungen zu finden. In den Höhenlagen sind dies die dauerhaft bewohnten Berghöfe (vereinzelt auch Almhütten) mit umgebenden Obstbaumbeständen. Unter der Voraussetzung, dass sich der Dauersiedlungsraum künftig nicht in noch höhere Lagen ausdehnt und über 1.500 m (bis zur Waldgrenze) die Waldbedeckung dominant bleibt, ist auch künftig davon auszugehen, dass der Streuobstanbau über 1.500 m kaum an Bedeutung gewinnen wird.

Im Vergleich der Perioden 1961-90 und 1991-20, zeigt sich eine klimawandelbedingt bereits eingetretene günstige Entwicklung für den Streuobstanbau in der Region. Diese Entwicklung wird sich unter Annahme des Szenarios gwl +2 °C voraussichtlich weiter fortsetzen. Insbesondere in den für den Obstbau bereits jetzt relevanten Höhenstufen wird das Klima für den Streuobstanbau sehr wahrscheinlich günstiger werden. Die weitere Entwicklung lässt auf 1.000 bis 1.200 m Höhe deutlich wärmere Sommer (Anstieg um ca. 3 °C im Mittel im Vergleich zu 1961-90) und Winter (Anstieg um ca. 2,4 °C im Mittel im Vergleich zu 1961-90) erwarten. Strenger Winterfrost entschärft sich und wird für die traditionellen Obstarten voraussichtlich kein einschränkender Faktor mehr sein. Die Vegetationsperiode wird deutlich länger, (z.B. um 24 Tage im Mittel im Vergleich zu 1961-90), was die Fruchtreife der meisten Kern- und Steinobstarten begünstigt und Sorten mit längerer Entwicklungsdauer anbaufähig macht.

Ogleich in der Höhenstufe 1.000 bis 1.200 m bei gwl +2 °C im Mittel im April nur mehr 5 Tage <-2 °C im Vergleich zu 10 Tagen im Zeitraum 1961-90 zu erwarten sind, bleibt die Gefahr von dadurch

bedingten Frostschäden aufgrund des im Vergleich zum Zeitraum 1961-90 ca. 14 Tage früheren Vegetationsbeginns vor allem im April bestehen oder kann sich sogar verstärken. Insbesondere in Jahren mit sehr frühem Vegetationsbeginn sind Spätfrostschäden wahrscheinlich. Daher wird die Pflanzung blütenfrostharter und später blühender Sorten und Arten für die Zukunft besonders auch im Lungau wichtig sein.

Die Wasserverfügbarkeit im Frühling ist bereits jetzt eingeschränkt, wie Abb. 5 zeigt. Diese Problematik bleibt aufrecht bzw. könnte sich durch die erhöhten Temperaturen im Sommer weiter verschärfen bzw. wenn auf einen trockenen Frühling auch ein trockener Sommer folgt. Bei gwl +2 °C werden auf 1.000 bis 1.200 m Höhe im Mittel 7 Hitzetage im Vergleich zu 1 Tag im Zeitraum 1961-90 auftreten. Auch in Höhenlagen über 1.200 m wird es in Zukunft erstmalig Hitzetage geben. Dies alles zusammen kann in manchen Jahren zu einer Zunahme von Hitze- und Trockenstress und daraus resultierenden Problemen (Stainer, 2014) bei den Bäumen wie Schwarzem Rindenbrand (Brenner et al., 2024) führen. Die tiefgründigen Böden in den für den Obstbau relevanten Bereichen der Region stellen diesbezüglich einen Vorteil dar, sofern weiterhin auf eine Zusatzbewässerung verzichtet werden soll.

Im Szenario gwl +2 °C entstehen durch weniger niedrige Wintertemperaturen und die Verlängerung der Vegetationsperiode neue Chancen für den Streuobstanbau in der Region. Vor allem in der Höhenstufe 950 bis 1.200 m eröffnet sich dem Lungau das Potential, sich zu einem „neuen Mostviertel“ mit ähnlichen durchschnittlichen klimatischen Verhältnissen zu entwickeln, wie sie im Zeitraum 1961-90 fürs Pöllauer Tal auf 750 bis 1.000 m und für die Region Amstetten Süd auf 500 bis 750 m dokumentiert sind (Holler et al., 2025). Sehr ähnlich sind dabei die Temperaturen und die Dauer der Vegetationsperiode (Abb. 9 und 10). Im Vergleich der Höhenstufen und Zeitperioden zeigt

sich aber auch, dass der Lungau etwas heißer und trockener ist, was insbesondere verglichen mit Amstetten Süd zu einer deutlich geringeren KWB in der Vegetationsperiode führen könnte und deshalb in trockenen Jahren die Wasserversorgung im Frühling und Sommer ohne Zusatzbewässerung

erschwert (Abb. 11 links). Aber auch die Gefahr von Spätfrösten, insbesondere im April, wird im Lungau im Vergleich zu den 1961-90 in den anderen beiden Gebieten erhobenen Werten als deutlich höher einzustufen sein (Abb. 11 rechts).

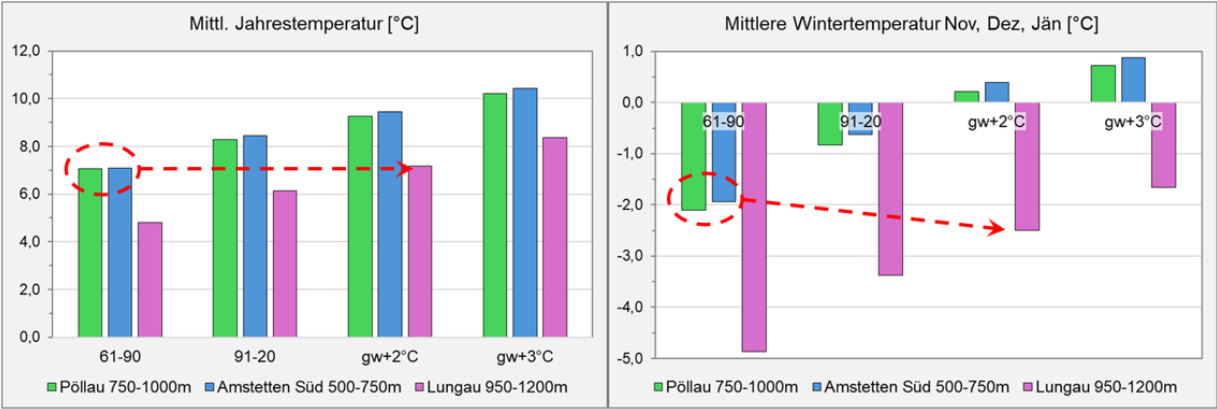


Abb. 9: Mittlere Jahres- und Wintertemperatur (°C) im Lungau (Höhenstufe 950-1200m) verglichen mit den Regionen Pöllautal (Höhenstufe 750-1000m, Holler et al. 2025) und Amstetten Süd (500-750m, Holler et al. 2025) in den Klimaperioden 1961-90, 1991-2020 und in den Szenarien für „global warming (gw) level“ +2 °C und +3 °C; die rot gestrichelte Linie vergleicht die Werte aus der Periode 61-90 von Pöllautal und Amstetten Süd mit dem Szenario gw +2 °C im Lungau

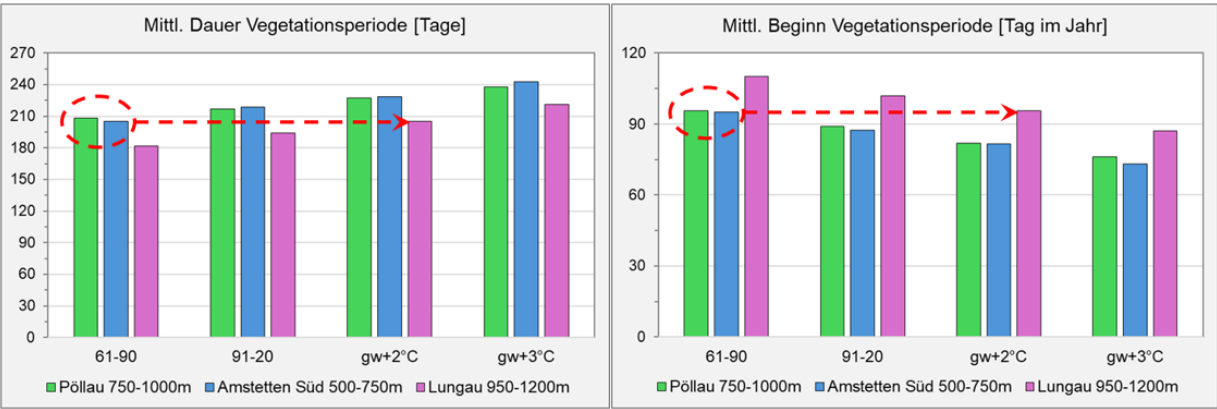


Abb. 10: Mittlere Vegetationsdauer (Tage) und mittlerer Beginn der Vegetationsperiode (Tag im Jahr) im Lungau (Höhenstufe 950-1200m) verglichen mit den Regionen Pöllautal (Höhenstufe 750-1000m, Holler et al. 2025) und Amstetten Süd (500-750m, Holler et al. 2025) in den Klimaperioden 1961-90, 1991-2020 und in den Szenarien für „global warming (gw) level“ +2 °C und +3 °C; die rot gestrichelte Linie vergleicht die Werte aus der Periode 61-90 von Pöllautal und Amstetten Süd mit dem Szenario gw +2 °C im Lungau

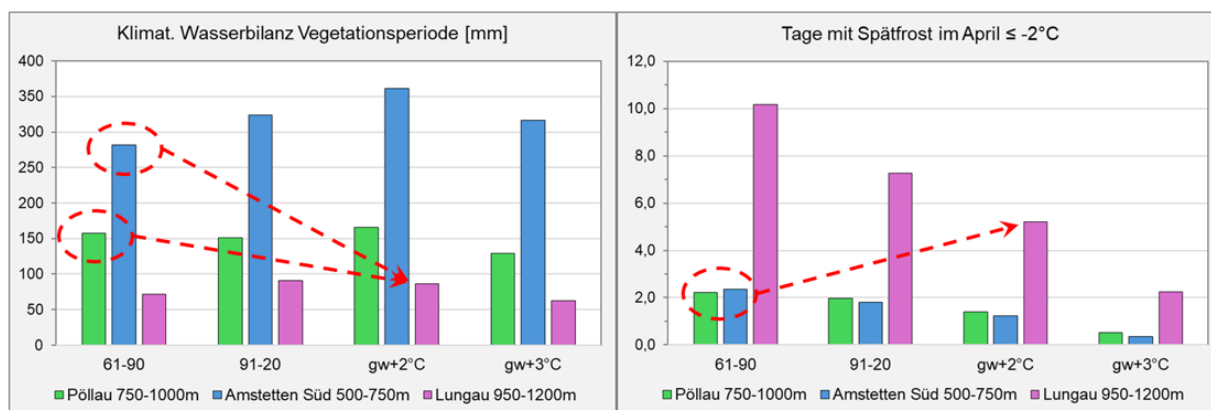


Abb. 11: Klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (mm) und Tage mit Spätfrost im April mit unter -2°C im Lungau (Höhenstufe 950-1200m) verglichen mit den Regionen Pöllautal (Höhenstufe 750-1000m, Holler et al. 2025) und Amstetten Süd (500-750m, Holler et al. 2025) in den Klimaperioden 1961-90, 1991-2020 und in den Szenarien für „global warming (gw) level“ $+2^{\circ}\text{C}$ und $+3^{\circ}\text{C}$; die rot gestrichelte Linie vergleicht die Werte aus der Periode 61-90 von Pöllautal und Amstetten Süd mit dem Szenario gw $+2^{\circ}\text{C}$ im Lungau

Die durch die Erderwärmung in der Region bedingten obstbaulich günstig erscheinenden Entwicklungen wie eine Zunahme der Temperatur und eine damit verbundene Abnahme extrem tiefer Wintertemperaturen und eine Verlängerung der Vegetationsperiode werden sich unter Annahme des Szenarios gw $+3^{\circ}\text{C}$ zwar verstärken, gleichzeitig ist jedoch auch mit einer weiteren Zunahme bzw. Verstärkung der Extremereignisse (z.B. pro Grad Erwärmung ca. 10 % mehr Tage mit Starkniederschlägen laut Stangl et al., 2022) zu rechnen. Die hierdurch bedingten Risiken und Unsicherheiten für die Obstproduktion im Lungau sind beacht-

lich und können die klimawandelbedingten Chancen maßgeblich relativieren. Auch die voraussehbare Verschärfung alpiner Naturgefahren, wie Rutschungen, Muren und Steinschlag in Folge von Starkregenereignissen (Umweltbundesamt, 2024) kann den Streuobstbau betreffen. Zudem sind Szenarien mit einer Erderwärmung von über 2°C mit größeren Unsicherheiten behaftet, u.a. im Hinblick auf das mögliche Eintreten von Klima-Kipppunkten (Rahmstorf, 2022), deren Auswirkungen sehr viel dramatischer ausfallen können. Insofern kann auch aus regionaler obstbaulicher Sicht, ein derartiges Szenario nicht als wünschenswert erachtet werden.

Danksagung

Dank ergeht an BMK, BMWFW, Klima- und Energiefonds und Land Oberösterreich für die Finanzierung der im Rahmen von StartClim2023 durchgeführten Studie.

Literatur

- AMA** o. J.: INVEKOS Referenzen Österreich 2023-1. [Datensatz punktförmige Landschaftselemente Streuobstbäume]. <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/5b645b97-d0a4-43fc-8a77-387983ab57ce>, (03.05.2024).
- Bannier, H.-J.** 2024: Streuobstbau im Klimawandel. Hinweise und Überlegungen aus der Praxis. 18. Landesweiter Streuobsttag Baden-Württemberg Streuobst im Klimawandel, Hohenheim, Deutschland. https://alr-bw.de/Lde/Startseite/Veranstaltungen/240504_Streuobsttag, (04.05.2024).
- BFW** o. J.: „eBOD“ Digitale Bodenkarte Österreichs. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft. <https://bodenkarte.at/#/center/13.3458,47.7132> (03.05.2024).
- BMLFUW** 2007: Hydrologischer Atlas von Österreich.
- Brenner, J., Nagel, M., Hinrichs-Berger, J.** 2024: Schwarzer Rindenbrand an Kernobst. Öko-Obstbau 1: 8–11.
- GeoSphere Austria** o. J.-a: GeoSphere Maps. Geologie von Österreich 1:500.000. <https://maps.geosphere.at/de>, (3. 5. 2024).
- GeoSphere Austria** o. J.-b: Erklärungen zum Jahrbuch der ZAMG. <https://www.zamg.ac.at/jahrbuch/docs/Gesamtjahresauswertung.pdf>, (10.06.2024).
- HBLFA Raumberg-Gumpenstein** (Hrsg.) 2023: Klimawandel Anpassung—Empfehlungen für die Landwirtschaft. <https://raumberg-gumpenstein.at/forschung/infothek/agrar-science-wissen-kompakt/klimawandel-anpassungsstrategien/32-obstbau-und-klimawandel-podcast.html>, (03.05.2024).
- Holler, C.** 2024: Auswertung statistischer Daten zum extensiven Obstbau und Daten zur Standort-eignung als Basis für eine Potentialkarte zum Streuobstanbau in Österreich. In Zwischenbericht zum Forschungsprojekt „DivMoSt Biodiversitätsmonitoring von Streuobstflächen“.
- Holler, C, Engelmeier, M., Kajtna, B., Spornberger, A.** 2024: Auswirkungen der Klimaerwärmung auf streuobstrelevante Klimaparameter in zwei ausgewählten Regionen Österreichs. Mitteilungen Klosterneuburg 74 (4): 234-247.
- Kunzelmann, J., Winkler, A., Kaiser, D.** 2023: Klimaanpassung im Brandenburger Obstbau – Ein Leitfaden (Lehr und Versuchsanstalt für Gartenbau und Arboristik e.V. & Klimaschutz-& Energiebüro MO, Hrsg.). o.A.
- Lehner, F., Formayer, H.** 2023: Meteorologische Indikatoren für ökologische Anwendungen in Österreich. [Manuskript in Vorbereitung], Inst. F. Meteorologie u. Klimatologie, Boku.
- Maixner, M., Hommes, M., Zwerger, P.** 2017: Klimawandel – Auswirkungen auf den Pflanzenschutz. Journal für Kulturpflanzen, 69(2): 53-55. <https://doi.org/10.5073/JfK.2017.02.06>, (14.05.2024).
- Regionalbüro Lungau** o. J.: Biosphärenpark Salzburger Lungau. Wir sind Biosphäre Lungau! <https://www.biosphaerenpark.eu>, (03.05.2024).
- Rueß, F.** 2020: Auswirkungen der Klimaverschiebung auf den Obstanbau und das Spätfrostisiko in der mittleren Neckarregion. https://www.hochstamm-deutschland.de/files/hochstamm/NEWS/PDFs/Auswirkungen_der_Klimaveraenderung_auf_den_Obstbau_am_Neckar.pdf (o.A.)
- Salzburger Nachrichten** o. J.: Lungauer Becken – Salzburgwiki. https://www.sn.at/wiki/Lungauer_Becken, (03.05.2024).

Schliebner, S., Decker, P., Schlitt, M. 2023: Streuobstwiesen im Klimawandel. Ein Leitfaden (Internationales Begegnungszentrum St. Marienthal & Oberlausitz Stiftung, Hrsg.). Saxoprint. <https://www.streuobst-verbindet.de/leitfaden-streuobstwiesen-im-klimawandel/>

Stainer, R. 2014: Klimawandel—Hype oder Herausforderung für den Obstbau Südtirols. Interpoma 2014, Bozen. <https://docplayer.org/44222834-Klimawandel-hype-oder-herausforderung-fuer-den-obstbau-suedtirols.html>, (25.06.2024).

Stangl, M., Formayer, H., Hieb, J., Pistotnik, G., Orlik, A., Kalcher, M., Michl, C. 2022: Klimastatusbericht Österreich 2021, Graz.

Umweltbundesamt 2024: Klimaschutzbericht 2024. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0913.pdf>

Wurm, L. 2021: Die Spätfrostgefahr im Obstbau nimmt zu. Obstbau: Das Fachmagazin, 45(3): 171–176.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik o. J.: Klimadaten von Österreich 1971 – 2000. Station Tamsweg. https://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm

Eingelangt am 10. Dezember 2024