

Evaluierung Feinstaubprogramm – Phase 1

Auftraggeber

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung
Abteilung BD4 Anlagentechnik
Landhausplatz 1, Haus 13,
3109 St. Pölten

Durchführung

Kundenservice Fachabteilung Umwelt

Erstellt von

Mag. Claudia Flandorfer

Geprüft von

Mag. Marcus Hirtl

Mag. Gabriele Rau

Wien, am 16. August 2018

Zahl: 2017/UM/001221

www.zamg.at

1191 Wien, Hohe Warte 38
Tel +43 (0) 1 360 26 - 2403
Fax +43 (0) 1 360 26 - 74
E-Mail: umwelt@zamg.ac.at

Inhalt

Inhalt.....	3
1 Einleitung	5
2 Grundlagen.....	5
2.1 Messstationen	5
2.2 Datenverarbeitung und -verfügbarkeit	7
2.3 Perzentile.....	9
3 Klimatologische Betrachtung der letzten 5 Jahre	10
3.1 Das Jahr 2013	12
3.2 Das Jahr 2014	15
3.3 Das Jahr 2015	18
3.4 Das Jahr 2016	22
3.5 Das Jahr 2017	25
3.6 Der Winter 2017/18 und März 2018.....	29
4 PM10-Immissionssituation in den letzten 5 Jahren	33
5 Zusammenfassung	44
6 Literatur und Quellen.....	46

1 Einleitung

Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik wurde beauftragt die Maßnahmen des niederösterreichischen Feinstaubprogramms 2013 – 2017 zu evaluieren.

Zur Reduktion der Feinstaubimmission v.a. in den Sanierungsgebieten wurden diverse Maßnahmen im Rahmen des NÖ Feinstaubprogramms 2013 definiert. Die Evaluierung des Feinstaubprogrammes findet in 3 Phasen statt:

In der ersten Phase wird die PM10-Immissionssituation der letzten 5 Jahre (2013 bis inkl. Winter 2017/18) analysiert. Dafür werden die Messungen der Luftgütemessstationen der Niederösterreichischen Landesregierung herangezogen. Ziel der Analyse ist es Feinstaubepisoden zu detektieren. Zusätzlich werden diese Jahre klimatologisch betrachtet.

Im zweiten Teil der Evaluierung werden ausgewählte Feinstaubepisoden genauer betrachtet. Dafür werden für diese Episoden die meteorologischen Bedingungen sowie die groß- und kleinräumigen Ausbreitungsbedingungen beschrieben. Mittels Modellrechnungen werden Herkunftsanalysen durchgeführt um potentielle Verursacher (z.B. ein bestimmter Emittent oder eine außergewöhnliche meteorologische Situation) zu lokalisieren.

Für die dritte Phase wird für ausgewählte Feinstaubepisoden (basierend auf den Ergebnissen aus Phase 2) eine vertiefende Analyse durchgeführt. Diese Analyse wird mittels Ausbreitungsrechnung für eine bestimmte Region anhand von verschiedenen Emissionsszenarien (z.B. mit/ohne LKW-Fahrverbot) untersucht. Schwerpunkt dabei ist die Evaluierung der Maßnahmen aus dem Feinstaubprogramm der Niederösterreichischen Landesregierung. Die Emissionsdaten für die verschiedenen Szenarien werden von EFA Emissionsforschung Austria GmbH bereitgestellt

2 Grundlagen

2.1 Messstationen

Die Standorte der niederösterreichischen Luftgütemessstationen sind in Abbildung 2-1 dargestellt. Die Messstationen konzentrieren sich vor allem im Osten des Landes, da hier die meisten Sanierungsgebiete lt. IG-L (2010, Abbildung 2-2) definiert sind.

Da die höheren PM₁₀-Konzentrationen vor allem im Osten des Landes gemessen werden, wurden die Messstationen in 3 Gebiete unterteilt: „West“, „Mitte“ und „Ost“. In Abbildung 2-1 sind die Stationen in die Gebiete aufgeteilt. In Tabelle 2-1 sind die Stationsnamen und die Stationsspezifikationen, wie Längen- und Breitengradangabe, Stationshöhe, „Type of area“ oder „Type of station“ zu entnehmen.

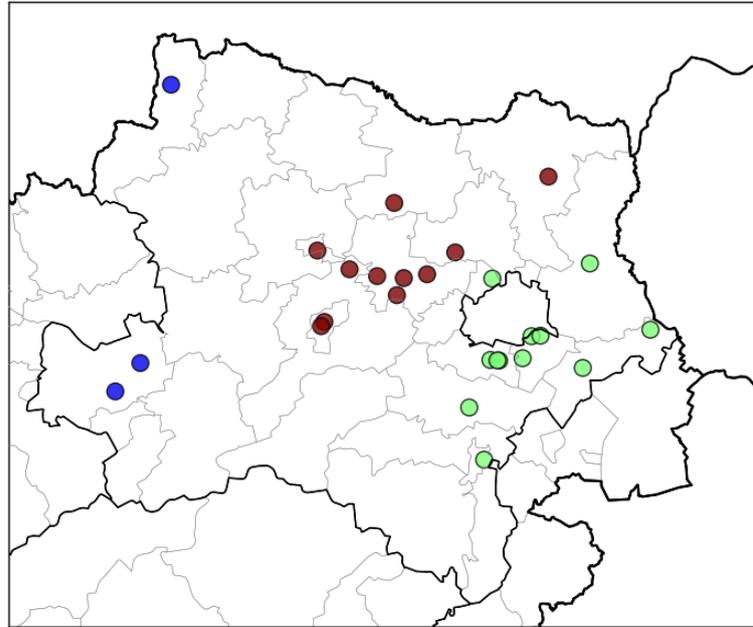


Abbildung 2-1: Standorte der Luftgütemessstationen in Niederösterreich. Einteilung der Stationen in Regionen: „West“ (blau), „Mitte“ (rot) und „Ost“ (grün).

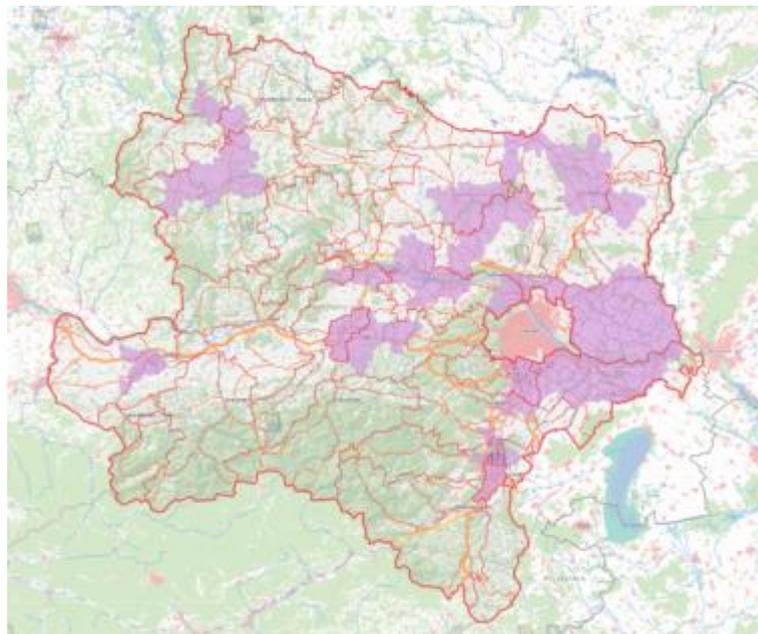


Abbildung 2-2: Sanierungsgebiete (violette Flächen) in Niederösterreich. Quelle: NÖGIS.

Tabelle 2-1: Stationspezifikationen und Einteilung der Luftgütemessstationen in die Regionen „West“, „Mitte“ und „Ost“.

Stationsnummer	Stationsname	Lon [°N]	Lat [°E]	Höhe [m]	Type of Station	Type of Area
WEST						
1003-0101	Amstetten	14,8783	48,1203	270	background	urban
1003-0502	Heidenreichstein/Thaures	15,0467	48,8786	570	background	rural
1003-2604	Kematen/Ybbs	14,7723	48,0451	750	background	rural
MITTE						
1003-0701	Ziersdorf	15,9428	48,5289	230	background	rural
1003-0902	Stockerau/Rudolf-Diesel-Str.	16,1822	48,3853	175	traffic	suburban
1003-1301	Mistelbach/Steinhuebel	16,5806	48,5786	250	background	rural
1003-1703	Traismauer	15,7469	48,3533	190	background	suburban
1003-1901	Tulln/Leopoldgasse	16,0625	48,3294	178	background	suburban
1003-1903	Trasdorf/Tullnerfeld	15,8583	48,3311	192	background	rural
1003-1904	Streithofen/Tullnerfeld	15,9350	48,2764	220	background	rural
1003-1905	Neusiedl/Tullnerfeld	15,9667	48,3222	182	background	rural
1003-2301	St.Poelten/Eybnerstr.	15,6342	48,2125	270	background	urban
1003-2302	St.Poelten/Europaplatz HTL	15,6204	48,2013	271	traffic	urban
1003-2501	Krems/Sportplatz	15,6192	48,4086	200	background	suburban
OST						
1003-0201	BadVoeslau/Gainfarn	16,2058	47,9592	265	background	suburban
1003-0301	Hainburg/Krankenhaus	16,9594	48,1436	180	background	suburban
1003-0302	Stixneusiedl	16,6753	48,0503	235	background	rural
1003-0401	Gaenserndorf/Baumschulweg	16,7294	48,3347	161	background	rural
1003-0599	Klosterneuburg Kierling/Bahnhof	16,3279	48,3082	170	traffic	suburban
1003-0603	Himberg/Alter Markt	16,4333	48,0861	172	background	suburban
1003-1401	Moedling/Bachgasse	16,3022	48,0861	215	background	suburban
1003-1406	Biedermannsdorf/Muehlengasse	16,3372	48,0833	188	traffic	suburban
1003-1413	Wiener Neudorf Hauptstr.	16,3303	48,0839	210	traffic	suburban
1003-2401	Wiener Neustadt	16,2550	47,8142	265	background	suburban
1003-2701	Schwechat/Sportplatz-Muehlgasse	16,4744	48,1450	155	industrial	suburban
1003-2702	Mannsworath/Danubiast.-A4	16,5111	48,1450	159	traffic	suburban

2.2 Datenverarbeitung und -verfügbarkeit

Der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) wurden die Messdaten der Niederösterreichischen Luftgütemessstationen vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Der Datensatz beinhaltet die meteorologischen Messungen (Temperatur, Luftfeuchte, Windrichtung, Windgeschwindigkeit) und die Schadstoffmessungen (PM10, PM2.5, O₃, SO₂, NO₂, NO) der Messstationen in Halbstundenmittelwerten.

Die Datenverfügbarkeit der PM10-Halbstundenmittelwerte der einzelnen Stationen im gesamten betrachteten Zeitraum (Jänner 2013 – März 2018) sowie für die einzelnen Jahre ist

Tabelle 2-2 zu entnehmen. Ein Großteil der Stationen liefern in > 95 % der Fälle gültige Halbstundenmittelwerte.

Tabelle 2-2: Relative Verfügbarkeit der Stationen [%] mit gültigem PM10-Halbstundenmittelwert der niederösterreichischen Luftgütemessstationen für den gesamten betrachteten Zeitraum (Jänner 2013 bis März 2018) und für die einzelnen Jahre.

Stationen	gesamt [%]	2013 [%]	2014 [%]	2015 [%]	2016 [%]	2017 [%]	2018 [%]
Amstetten	99,1	98,5	97,2	99,8	99,9	99,8	99,9
BadVoelsau/Gainfarn	94,1	93,4	94,6	92,4	96,5	92,9	98,0
Biedermannsdorf/Muehlengasse	98,3	98,8	98,7	97,1	99,1	97,4	99,1
Gaenserndorf/Baumschulweg	98,5	97,6	98,7	98,4	99,4	98,5	98,8
Hainburg/Krankenhaus	99,2	99,6	97,9	99,7	99,7	98,9	99,7
Heidenreichstein/Thaures	96,4	91,6	93,4	98,9	99,4	98,6	97,6
Himberg/Alter Markt	94,4	87,4	96,2	97,4	98,6	93,0	91,6
Kematen/Ybbs	95,6	90,7	99,3	94,0	99,1	94,3	98,4
Klosterneuburg Kierling/Bahnhof	97,1	94,8	97,9	95,8	98,0	98,6	99,8
Krems/Sportplatz	96,5	99,6	99,8	97,6	95,9	88,9	99,2
Mannswoerth/Danubiastr.-A4	95,7	90,3	98,7	97,8	91,8	99,4	98,3
Mistelbach/Steinhuebel	98,9	97,5	99,2	99,0	99,5	99,0	99,1
Moedling/Bachgasse	96,3	98,8	96,5	99,1	98,7	88,3	96,3
Neusiedl/Tullnerfeld	98,1	97,7	99,0	98,0	99,4	96,4	98,4
Schwechat/Sportplatz-Muehlengasse	94,6	84,0	91,3	99,0	99,8	97,6	99,1
St.Poelten/Eybnerstr.	99,2	99,8	100,0	99,8	99,0	97,5	99,4
St.Poelten/Europaplatz HTL	97,5	91,3	99,3	99,7	99,1	97,9	99,5
Stixneusiedl	99,0	99,2	99,2	99,4	98,5	98,8	98,7
Stockerau/Rudolf-Diesel-Str.	98,0	98,0	99,7	99,3	94,0	98,4	99,6
Streithofen/Tullnerfeld	96,0	99,0	98,0	94,4	95,9	91,9	99,3
Traismauer	97,3	94,9	97,0	99,1	96,8	98,0	99,5
Trasdorf/Tullnerfeld	98,0	99,8	96,5	96,5	98,2	99,1	97,7
Tulln/Leopoldgasse	96,0	96,4	97,6	96,5	89,2	99,3	99,6
Wiener Neudorf Hauptstr.	95,5	81,1	99,6	99,5	99,5	97,2	98,8
Wiener Neustadt	95,7	92,6	96,0	99,7	94,4	95,1	99,1
Ziersdorf	99,0	98,9	99,5	99,3	99,5	97,7	99,1

Für die Auswertungen wurden aus den PM10-Halbstundenmittelwerten unter Berücksichtigung der ÖNORM M 5866 (2007) Tagesmittelwerte gebildet. Die ÖNORM besagt, dass mindestens 36 Halbstundenmittelwerte, d.h. 75 % von 48 Halbstundenmittelwerten pro Tag, vorhanden sein müssen, um einen gültigen Tagesmittelwert aus den Halbstundenmittelwerten bilden zu können.

Die tägliche Anzahl der Messstationen mit gültigen PM10-Tagesmittelwerten im betrachteten Zeitraum ist in Abbildung 2-3 dargestellt (schwarze Linie). Zusätzlich ist die mittlere jährliche Anzahl der Stationen mit gültigen Tagesmittelwerten in Rot dargestellt. In Niederösterreich sind insgesamt 26 PM10-Luftgütemessstationen im Einsatz. Im Jahr 2013 konnten durchschnittlich von 25 Stationen gültige Tagesmittelwerte aus den Halbstundenmittelwerten gebildet werden. Ab dem Jahr 2014 lieferten im Mittel meist alle Stationen gültige Tagesmittelwerte.

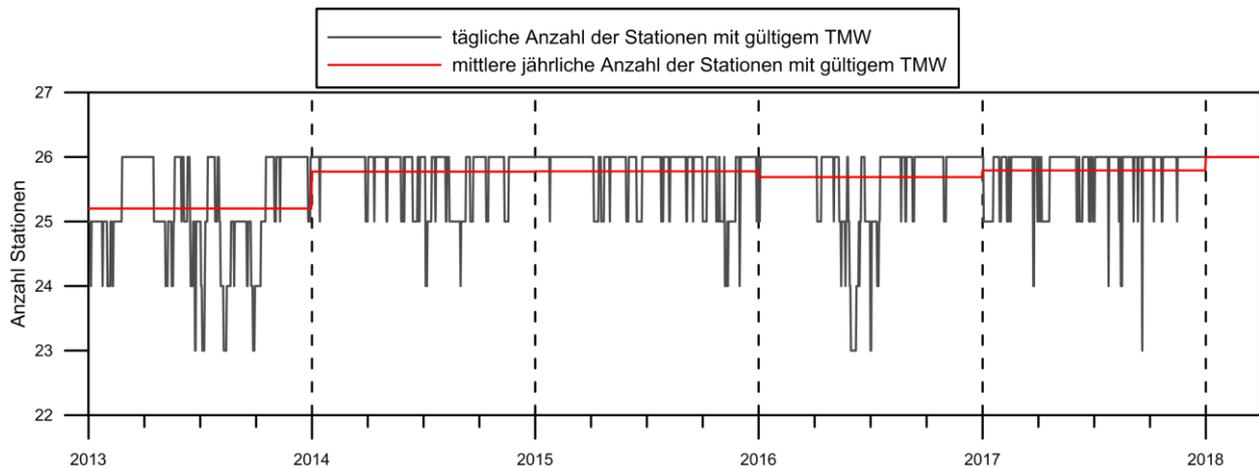


Abbildung 2-3: Tägliche (grau) und mittlere jährliche (rot) Anzahl der Stationen mit gültigen PM10-Tagesmittelwerten für den Analysezeitraum Jänner 2013 bis März 2018.

2.3 Perzentile

Für die Analyse der PM10-Messdaten wurden Perzentile aus den verfügbaren Tagesmittelwerten gebildet. Für jeden Tag wurden verschiedene Perzentil-Werte berechnet. In den nachfolgenden Auswertungen werden hauptsächlich das 75-, 50- und 25-Perzentil verwendet. Das 75-Perzentil gibt an, dass 75 % der betrachteten Stationen einen PM10-Tagesmittelwert kleiner gleich diesem Wert gemessen haben. Das 50-Perzentil wird auch Median genannt und gibt an, dass 50 % der Stationen einen Wert darüber und 50 % der Stationen einen Wert darunter gemessen haben usw.

Im Mittel ist die Anzahl der Stationen innerhalb der Perzentile über alle betrachteten Jahre hinweg gleich. Innerhalb des 75-Perzentils liegen im Mittel 19 Stationen, d.h. 19 Stationen haben einen Wert kleiner gleich des 75-Perzentils gemessen. Innerhalb des 50-Perzentils liegen 13 Stationen und innerhalb des 25-Perzentils 7 Stationen.

Die Perzentil-Darstellung kann helfen Feinstaubepisoden zu eruieren, da man hier sieht wie viel Prozent der Stationen erhöhte Feinstaubwerte zeigen. Ein Beispiel für eine Perzentil-Zeitreihe des PM10-Tagesmittelwertes ist in Abbildung 2-4 dargestellt. Die Farben stellen die Bereiche zwischen den Perzentilen dar. Der blaue Bereich gibt die Spanne zwischen dem täglichen maximalen Tagesmittelwert (TMWmax) aller 26 Messstationen (obere Linie des blauen Bereichs) und dem 75-Perzentil (untere Linie des blauen Bereichs) wieder. Der rote Bereich zeigt den Wertebereich zwischen dem 75-Perzentil und dem 50-Perzentil, in dem insgesamt 6 Stationen liegen. Innerhalb des gelben Bereichs liegen 6 Stationen (zwischen dem 50-Perzentil und 25-Perzentil). Der violette Bereich zeigt dann die Werte zwischen minimalen Tagesmittelwert (TMWmin) und dem 25-Perzentil, in welchem 7 Stationen liegen.

Im Beispiel ist am 5. Februar zu erkennen, dass alle Perzentile über den PM10-Tagesmittelgrenzwert steigen, d.h. dieses Ereignis muss flächendeckend gewesen sein, da die Feinstaubkonzentration aller niederösterreichischen Stationen ansteigen. Anderes ist das am 17./18. März. Hier steigt nur der blaue Bereich der Kurve über den PM10-Tagesmittelgrenzwert. Die Kurve des 75 %-Perzentils (75 % aller Stationen liegen unterhalb dieses Wertes; oberer Rand des roten Bereichs) liegt unterhalb des Grenzwertes, d.h. nur wenige Stationen zeigen einen Anstieg der PM10-Konzentration, was auf ein eher lokales Ereignis schließen lässt.

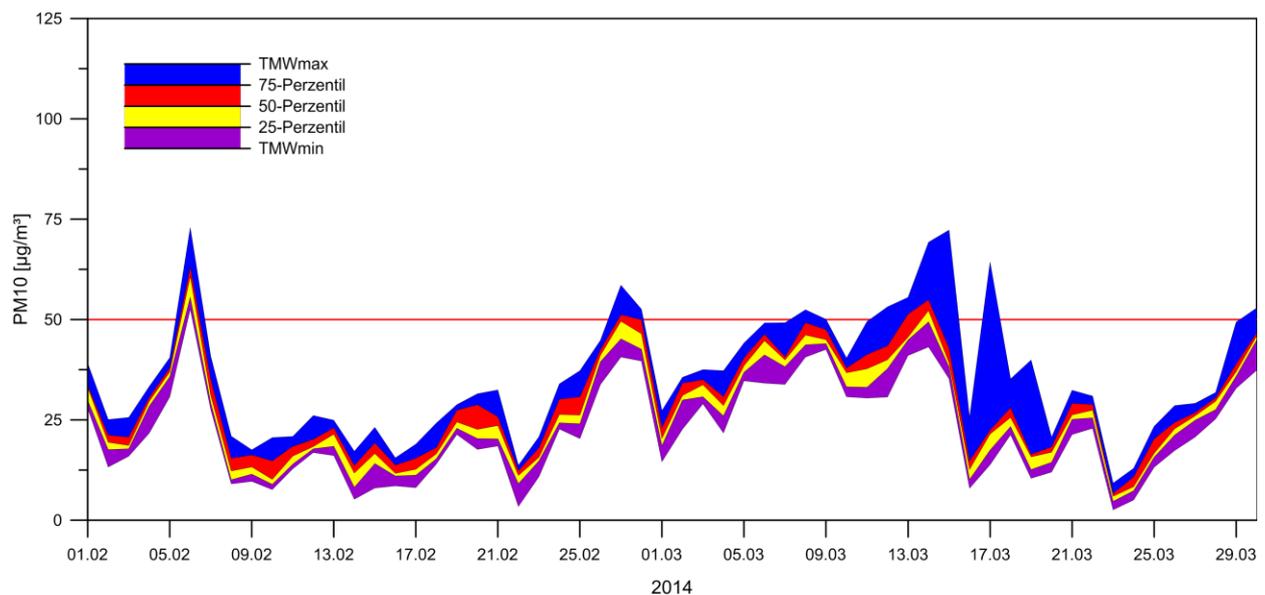


Abbildung 2-4: Perzentile des PM10-Tagesmittelwertes im Zeitraum Februar – März 2014.

3 Klimatologische Betrachtung der letzten 5 Jahre

Die folgende klimatologische Auswertung wird für die einzelnen Jahre 2013 bis inkl. Winter 2017/18 durchgeführt. Die Analyse des Klimas wird auf Basis der Jahresrückblicke der ZAMG durchgeführt. Die Vergleiche der einzelnen Jahre bzw. Jahreszeiten mit dem vieljährigen Mittel (1981 – 2010) wurden dem Klimamonitoring der ZAMG entnommen (www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klima-aktuell/klimamonitoring/).

Für die TAWES-Station St. Pölten werden in den folgenden Kapiteln für die einzelnen Jahre die Zeitreihen der Temperatur, des Niederschlags und der Sonnenscheindauer mit dem vieljährigen Mittel verglichen. Die detaillierten Legenden zu den Abbildungen sind in Abbildung 3-1 zusammengefasst.

In den Abbildungen werden die Jahresmittelwerte (bzw. bei der Sonnenscheindauer die Jahressumme) der einzelnen Parameter für das vieljährige Mittel sowie für das betrachtete Jahr angegeben. Bei der Zeitreihendarstellung kann es aufgrund der unterschiedlichen Tagesanzahl zwischen Schaltjahr und Nicht-Schaltjahr zu unterschiedlichen Werten kommen, da für die Auswertungen in Schaltjahren jeweils ein Tag mehr (29. Februar) als Basis vorliegt. Diese Abweichungen liegen beim Temperaturmittel rundungsbedingt bei 0,1 °C, und bei der Summe der Sonnenscheinstunden bei 5 Stunden (für das Schaltjahr 2016).



Abbildung 3-1: Legende zu den Zeitreihenabbildungen der Temperatur (oben), des Niederschlags (mitte) und der Sonnenscheindauer (unten) im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010). Quelle: Homepage ZAMG.

3.1 Das Jahr 2013

Das Jahr 2013 war mit einer Abweichung um $+0,5\text{ °C}$ zum vieljährigen Mittel (Abbildung 3-2) unter den wärmsten Jahren seit dem Messbeginn im Jahr 1768. Der Sommer brachte viele Temperatur-Rekorde. Am 8. August wurde erstmals die 40-Grad-Marke übertroffen, mit $40,5\text{ °C}$ in Bad Deutsch-Altenburg, $40,3\text{ °C}$ in Neusiedl am See und $40,0\text{ °C}$ in Güssing. Außerdem wurden in allen Bundesländern, außer Vorarlberg, die Hitzerekorde gebrochen.

Der Niederschlag war im Jahr 2013 österreichweit gesehen mit einem Plus von 5 % zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010) durchschnittlich (Abbildung 3-3). Dieses Ergebnis kam durch die extrem unterschiedliche Monate zustande. Das Jahr brachte den nassesten Mai seit dem Jahr 1965 und kurz darauf folgte der trockenste Juli seit Niederschlagsmessbeginn im Jahr 1858.

Auch beim Sonnenschein lag die Jahresbilanz nahe am Durchschnitt (-2% zum vieljährigen Mittel), was sich, wie beim Niederschlag, aus sehr unterschiedlichen Monaten zusammensetzte. Die ersten 59 Tage im Jahr 2013 zählten zu den trübsten seit dem Jahr 1984. Dafür brachte der Juli so viel Sonnenschein wie noch nie in einem Monat in Österreich seit Beginn der Sonnenschein-Messung.

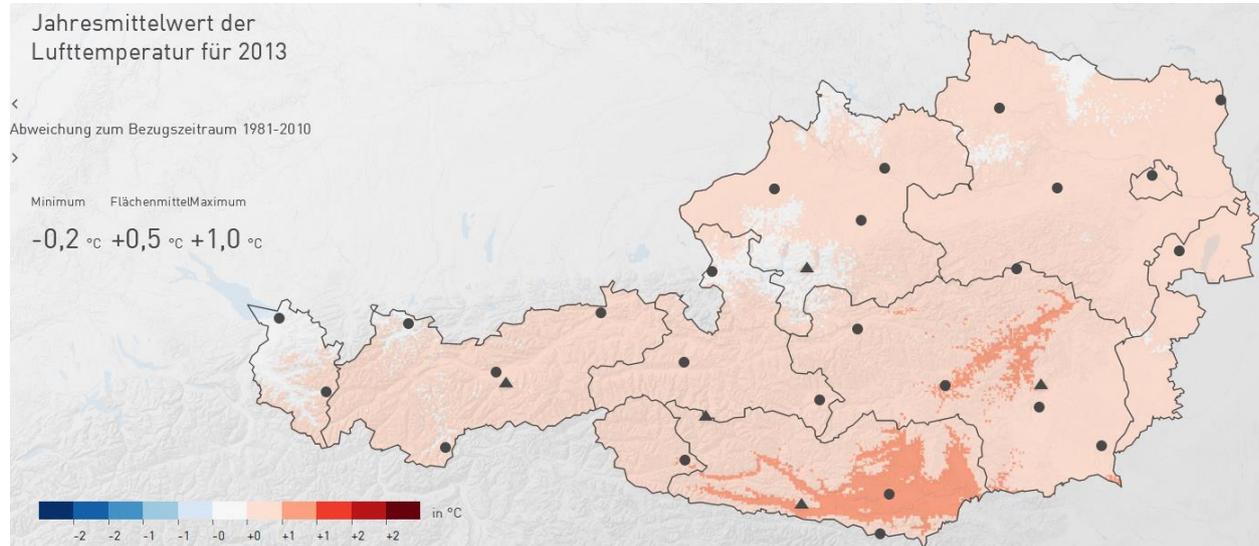


Abbildung 3-2: Abweichungen der Temperatur im Jahr 2013 vom vieljährigen Mittel 1981-2010. Quelle: Homepage ZAMG.

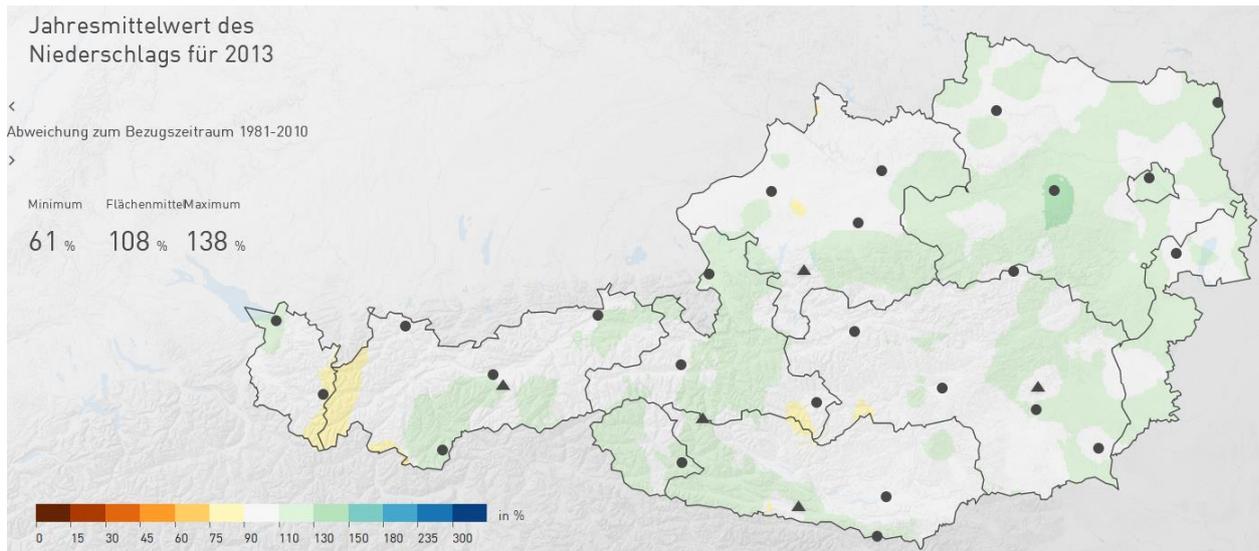


Abbildung 3-3: Prozent des Niederschlagsnormalwertes (relativ zum vieljährigen Mittel 1981-2010) im Jahr 2013. 100 Prozent entsprechen dem vieljährigen Mittel. Quelle: Homepage ZAMG.

In Niederösterreich brachte das Jahr 2013 eine Temperaturabweichung um $+0,5$ °C, eine Niederschlagsabweichung um $+9$ % und eine Abweichung der Sonnenscheindauer um $+2$ % zum vieljährigen Mittel. In Bad Deutsch-Altenburg (169 m) wurde am 8. August die höchste je registrierte Temperatur seit Messbeginn mit $40,5$ °C gemessen. Die niedrigste Temperatur aller Messstationen unter 1000 m in Niederösterreich wurde am 27. Jänner mit $-18,7$ °C in Zwerndorf (144 m) gemessen.

Die täglichen Tagesmittelwerte der TAWES-Station (Teilautomatische Wetterstation) in St. Pölten sind in Abbildung 3-4 dargestellt. Die Grafik zeigt den Verlauf der Tagesmittelwerte im Vergleich zum vieljährigen Mittel sowie den bisher gemessenen Tagesmaxima bzw. -minima. Die relativ lang andauernde kühlere Episode von Mitte März bis Anfang April sowie die langandauernde Hitzeperiode im Juli/August sind gut zu erkennen.

Die Abbildung 3-5 zeigt die kumulativen Niederschlagssummen an der Station St. Pölten. Im Vergleich zu den restlichen Bundesländern zeigte die Station ein deutliches Niederschlagsplus im Vergleich zum vieljährigen Mittel.

Abbildung 3-6 zeigt die tägliche Sonnenscheindauer für St. Pölten im Jahr 2013 im Vergleich zum vieljährigen Mittel sowie zur maximal möglichen Sonnenscheindauer.

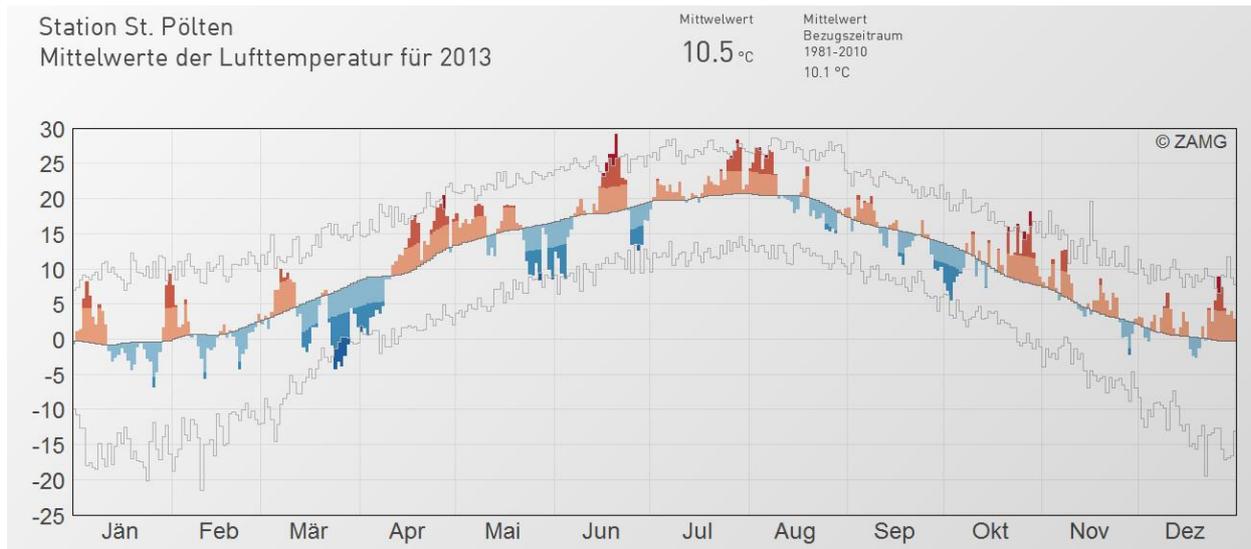


Abbildung 3-4: Tagesmittel der Lufttemperatur (°C) berechnet aus dem Mittelwert der Tiefst- und Höchsttemperatur des betreffenden Tages (19 Uhr des Vortages bis 19 Uhr) im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010; dunkelgraue Linie) sowie zu den bisher gemessenen Maxima (obere hellgraue Linie) und Minima (untere hellgraue Linie) für St. Pölten im Jahr 2013. Quelle: Homepage ZAMG.

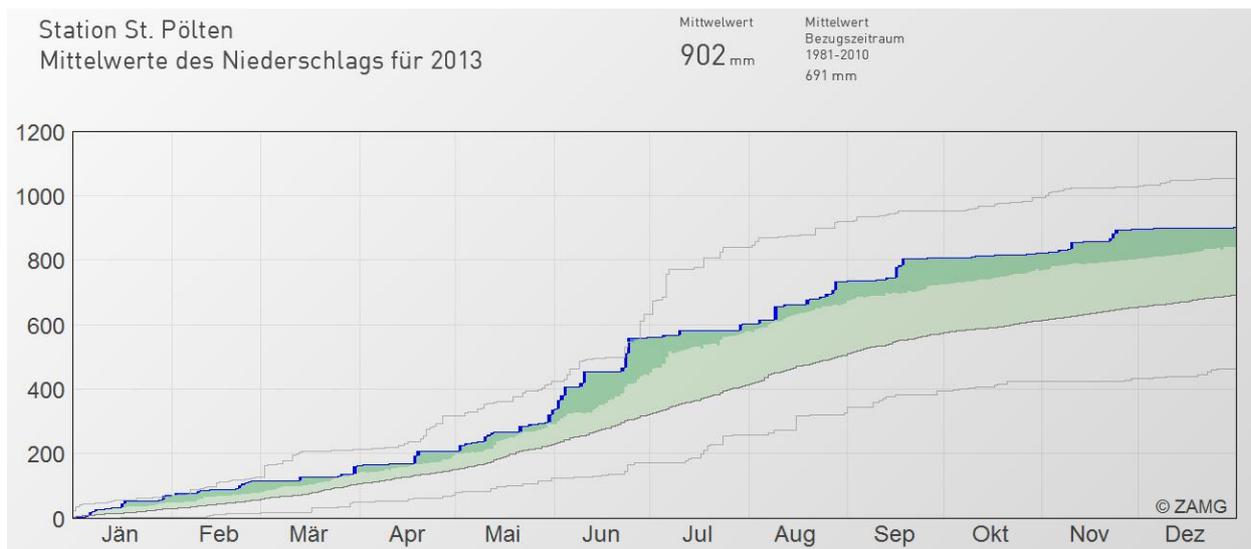


Abbildung 3-5: Kumulative Niederschlagssummen (mm) für St. Pölten im Jahr 2013 im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010, dunkelgraue Linie) sowie zu den bisher gemessenen Maxima (obere hellgraue Linie) und Minima (untere hellgraue Linie). Die Niederschlagssumme pro Tag wird von 7 Uhr bis 7 Uhr des Folgetages erfasst. Quelle: Homepage ZAMG.

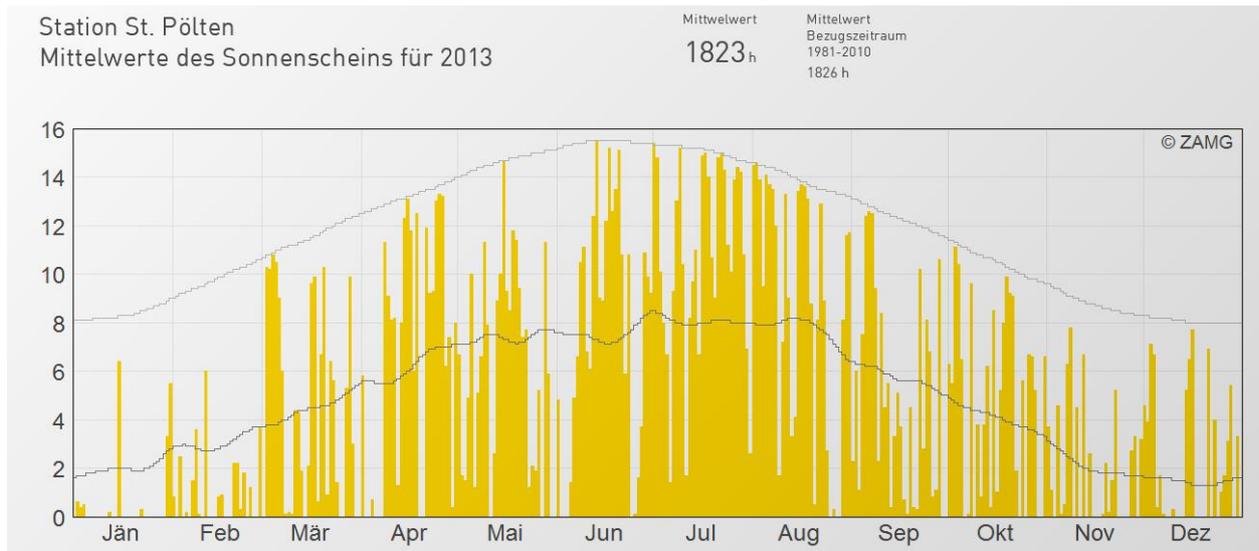


Abbildung 3-6: Tagessummen der Sonnenscheindauer in Stunden für St. Pölten im Jahr 2013 im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010, dunkelgraue Linie). Die maximal (effektiv) mögliche Sonnenscheindauer, die u. a. die Horizontüberhöhung berücksichtigt, stellt die hellgraue Linie dar. Quelle: Homepage ZAMG.

3.2 Das Jahr 2014

Das Jahr 2014 lag $+1,7\text{ °C}$ über dem vieljährigen Mittel und verdrängte damit das Jahr 1994 von der Spitze der wärmsten Jahre in Österreich seit Messbeginn im Jahr 1768. Markant waren in diesem Jahr nicht lange Hitzewellen, sondern konstant überdurchschnittlich hohe Temperaturen. Mit einer Abweichung von $+1,8\text{ °C}$ bis $+2,6\text{ °C}$ lagen die relativ wärmsten Regionen in Unterkärnten, der Südsteiermark, im Südburgenland sowie vom Pongau bis ins Mostviertel. Im Übrigen nicht hochalpinen Bundesgebiet reichten die Abweichungen von $+1,3\text{ °C}$ bis $1,8\text{ °C}$ (Abbildung 3-7).

In Summe war das Jahr 2014 ein überdurchschnittlich niederschlagsreiches Jahr. Verglichen mit dem klimatologischen Mittel fiel um insgesamt 13 Prozent mehr Niederschlag (Abbildung 3-8). Räumlich gab es aber große Unterschiede. Während nördlich des Alpenhauptkammes um bis zu 25 % weniger Niederschlag fiel, summierte sich von Osttirol über Kärnten und die Südsteiermark bis ins Weinviertel um $+10\%$ bis $+75\%$ mehr Niederschlag. Große Überschüsse ($+40\%$ bis $+75\%$) gab es in Kärnten entlang und südlich der Drauf sowie punktuell im Weinviertel und im Südburgenland. Vor allem die Monate Jänner, Februar, September und November brachten im Süden und Osten große Niederschlagsmengen. So ungewöhnlich wie das gesamte Jahr war auch der milde und schneearme Dezember. In diesem Monat gab in keiner einzigen Landeshauptstadt einen Tag mit Schneedecke. Das kam seit 1946 erst einmal vor und zwar im Jahr 2006.

Die Zahl der Sonnenstunden im Jahr 2014 entsprach in etwa dem vieljährigen Mittelwert. In Summe lag ein Defizit von 1 % vor, wobei die relativ niederschlagsreichen Regionen nördlich des Alpenhauptkammes um etwa 5 % mehr Sonnenschein abbekamen als in einem durchschnittlichen Jahr. Im Süden und in den hochalpinen Regionen reichte das Defizit von etwa 5 % bis 16 %.

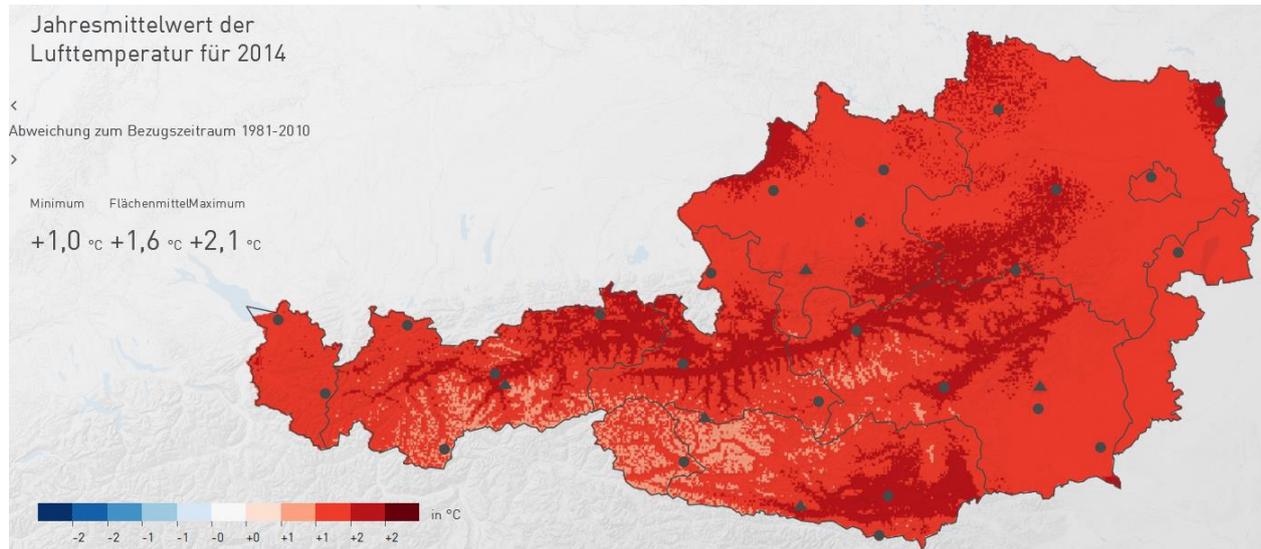


Abbildung 3-7: Abweichungen der Temperatur im Jahr 2014 vom vieljährigen Mittel 1981-2010. Quelle: Homepage ZAMG.

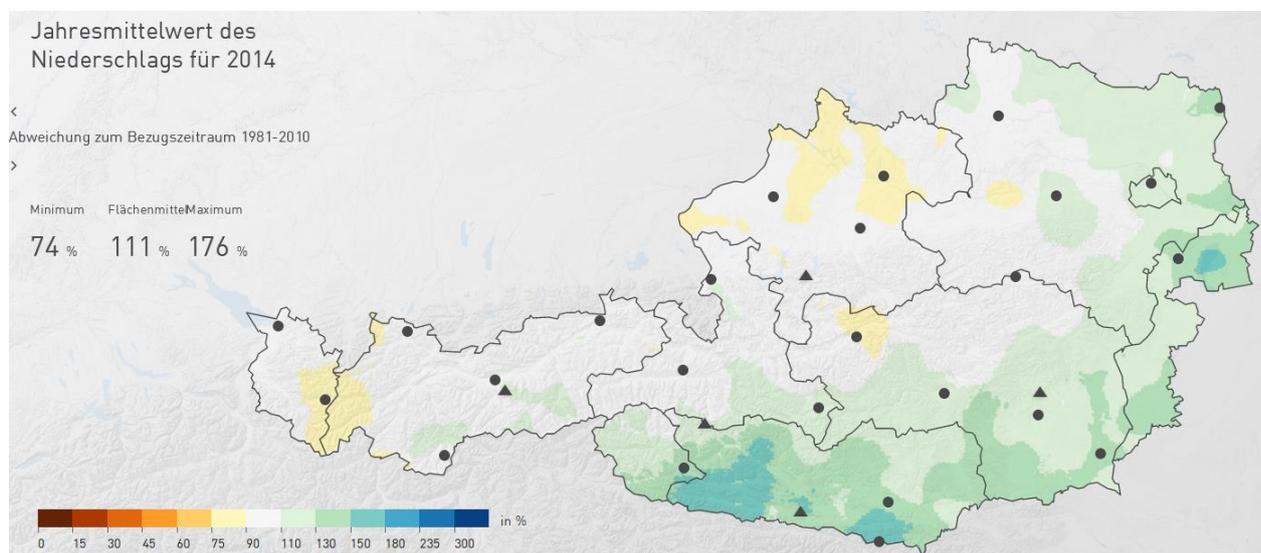


Abbildung 3-8: Prozent des Niederschlagsnormalwertes (relativ zum vieljährigen Mittel 1981-2010) im Jahr 2014. 100 Prozent entsprechen dem vieljährigen Mittel. Quelle: Homepage ZAMG.

In Niederösterreich gab es im Jahr 2014 eine Temperaturabweichung von +1,6 °C, eine Niederschlagsabweichung um +15 % und eine Abweichung der Sonnenscheindauer um +2 % zum vieljährigen Mittel. Die höchste Temperatur wurde am 20. Juli in Waidhofen/Ybbs (384 m) und in Wieselburg (259 m) mit 35,7 °C gemessen. Die niedrigste Temperatur aller

Messtationen unter 1000 m in Niederösterreich wurde am 31. Dezember mit $-16,3\text{ °C}$ in Klausen-Leopoldsdorf (389 m) gemessen.

Die täglichen Tagesmittelwerte der TAWES-Station (Teilautomatische Wetterstation) in St. Pölten sind in Abbildung 3-9 dargestellt. Mit Ausnahme von ein paar kühleren Episoden, lagen fast das ganze Jahr über die Tagesmittelwerte über dem vieljährigen Mittel. In St. Pölten war das Jahr 2014 um $1,6\text{ °C}$ wärmer als das vieljährige Mittel (1981 – 2010).

Die kumulativen Niederschlagssummen (Abbildung 3-10) zeigen den relativ trockenen Winter bzw. Frühling sowie den Niederschlagsüberschuss ab den Sommermonaten in St. Pölten.

Abbildung 3-11 zeigt die tägliche Sonnenscheindauer für St. Pölten im Jahr 2014 im Vergleich zum vieljährigen Mittel sowie zur maximal möglichen Sonnenscheindauer.

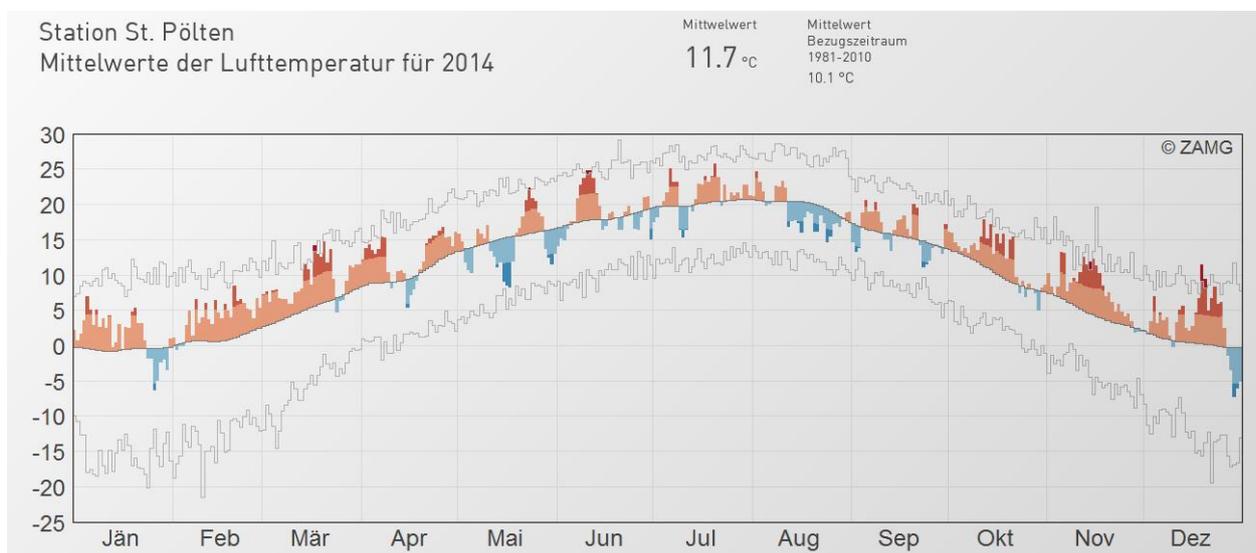


Abbildung 3-9: Tagesmittel der Lufttemperatur ($^{\circ}\text{C}$) berechnet aus dem Mittelwert der Tiefst- und Höchsttemperatur des betreffenden Tages (19 Uhr des Vortages bis 19 Uhr) im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010; dunkelgraue Linie) sowie zu den bisher gemessenen Maxima (obere hellgraue Line) und Minima (untere hellgraue Linie) für St. Pölten im Jahr 2014. Quelle: Homepage ZAMG.

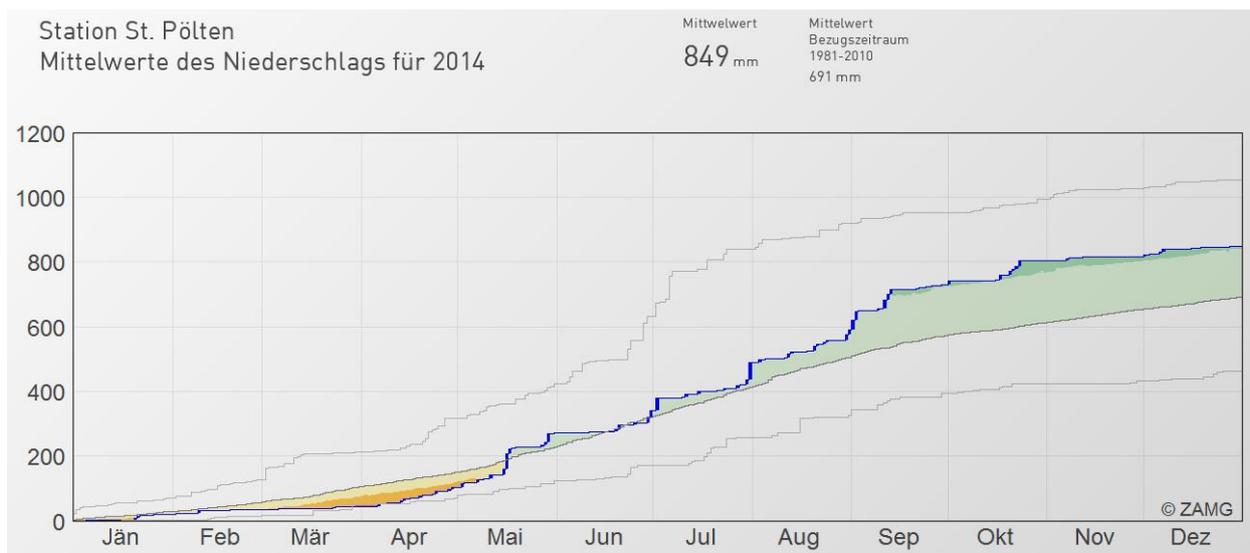


Abbildung 3-10: Kumulative Niederschlagssummen (mm) für St. Pölten im Jahr 2014 im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010, dunkelgraue Linie) sowie zu den bisher gemessenen Maxima (obere hellgraue Linie) und Minima (untere hellgraue Linie). Die Niederschlagssumme pro Tag wird von 7 Uhr bis 7 Uhr des Folgetages erfasst. Quelle: Homepage ZAMG.

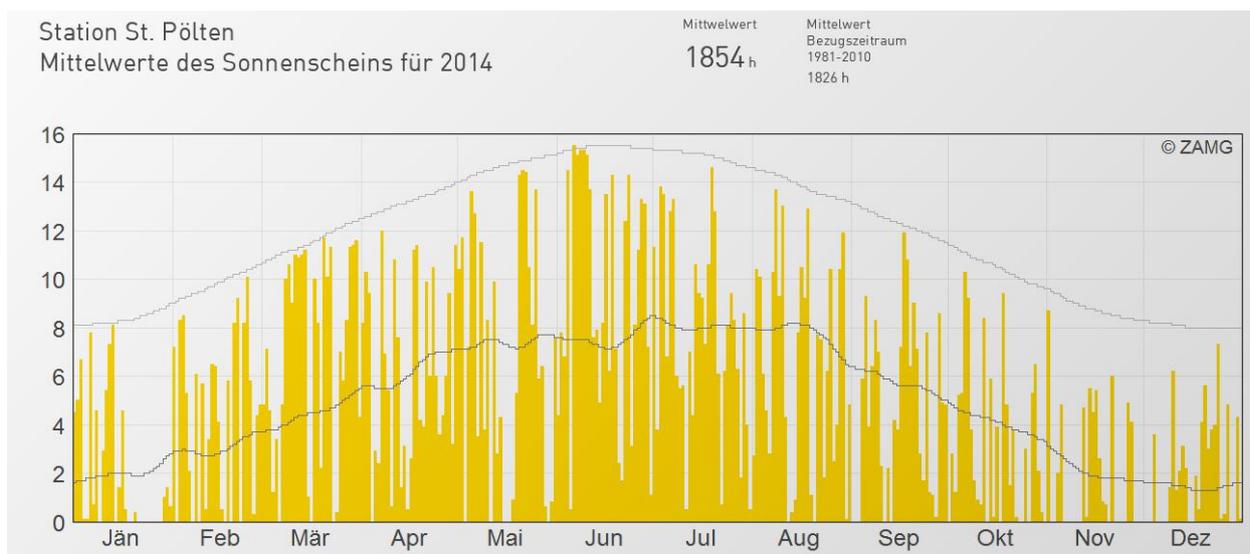


Abbildung 3-11: Tagessummen der Sonnenscheindauer in Stunden für St. Pölten im Jahr 2014 im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010, dunkelgraue Linie). Die maximal (effektiv) mögliche Sonnenscheindauer, die u. a. die Horizontüberhöhung berücksichtigt, stellt die hellgraue Linie dar. Quelle: Homepage ZAMG.

3.3 Das Jahr 2015

Das Jahr 2015 war mit einer Abweichung von +1,5 °C zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010) eines der wärmsten Jahre in Österreich (Abbildung 3-12). Das Besondere an diesem Jahr war das sehr konstante warme, trockene und sonnige Wetter. Neue Rekorde gab es bei der Zahl der Tage mit mindestens 35 °C in Wien-Innere Stadt (18 Tage mit mindestens 35 °C), Eisenstadt (11 Tage), Bregenz (3 Tage), Linz (9 Tage) und in St. Pölten (14 Tage). Die 40 °C – Marke wurde aber nicht erreicht. Die größten Beiträge zu diesem extrem warmen Jahr lieferten die Monate Jänner

(+2,8 °C), Juni (+1,4 °C), Juli (+3,1 °C), August (+2,7 °C), November (+2,6 °C) und Dezember (+3,5 °C). Von Oberösterreich bis Kremsmünster war das Jahr 2015 das wärmste Jahr seit Messbeginn. In Kremsmünster, der längsten Temperaturmessreihe Österreichs, war es mit einem Jahresmittel von 10,8 °C sogar um 0,2 °C wärmer als im Jahr 2014. Neue Rekorde der Jahresmitteltemperatur traten unter anderem auch in Reichenau/Rax, Eisenstadt, Wien, Retz, St. Pölten, Ried im Innkreis oder auf der Villacher Alpe auf.

Österreichweit gesehen brachte das Jahr 2015 um 11 % weniger Niederschlag als im vieljährigen Mittel (Abbildung 3-13) und ist damit eines der zwanzig trockensten Jahre seit Beginn der flächendeckenden Niederschlagsaufzeichnungen im Jahr 1858. Die trockensten Regionen waren dabei Teile von Oberösterreich und Niederösterreich mit 22 % bis 40 % weniger Niederschlag als im Mittel. In etwa durchschnittliche Niederschlagsmengen gab es nur im Rheintal, im Tiroler Oberland, entlang der Hohen Tauern, in Teilen Kärntens und im oberen Murtal. Besonders die drei Monate Juni bis August, die im Allgemeinen die niederschlagsreichsten Monate des Jahres sind, verliefen mit Defiziten von 18 % bis 34 %, sehr trocken.

Seit Beginn der flächendeckenden Aufzeichnungen im Jahr 1925 war 2015 das viertsonnigste Jahr in Österreich. Im Flächenmittel schien die Sonne bundesweit um 11 % länger als im vieljährigen Mittel. Sonniger waren nur die Jahre 2003 (+19 %), 2011 (+17 %) und 2007 (+27 %). Den Hauptanteil daran hatten die Monate April (+31 %), Juni (+14 %), Juli (+23 %), August (+27 %), November (+70 %) und Dezember (+69 %). Die Monate November und Dezember 2015 waren in Österreich die sonnigsten der Messgeschichte.

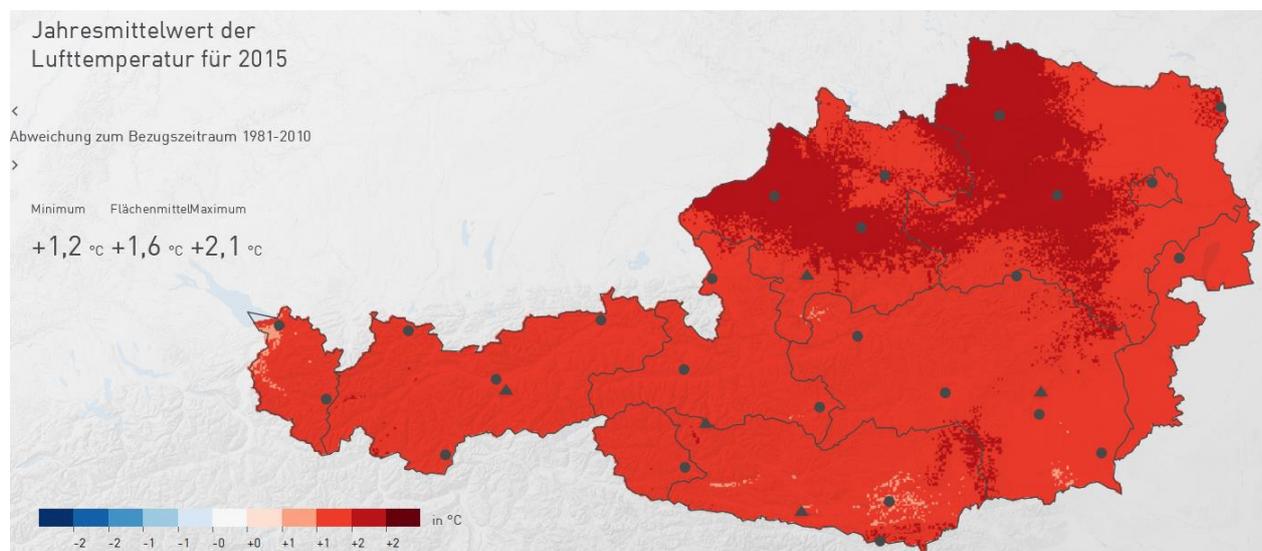


Abbildung 3-12: Abweichungen der Temperatur im Jahr 2015 vom vieljährigen Mittel 1981-2010. Quelle: Homepage ZAMG.

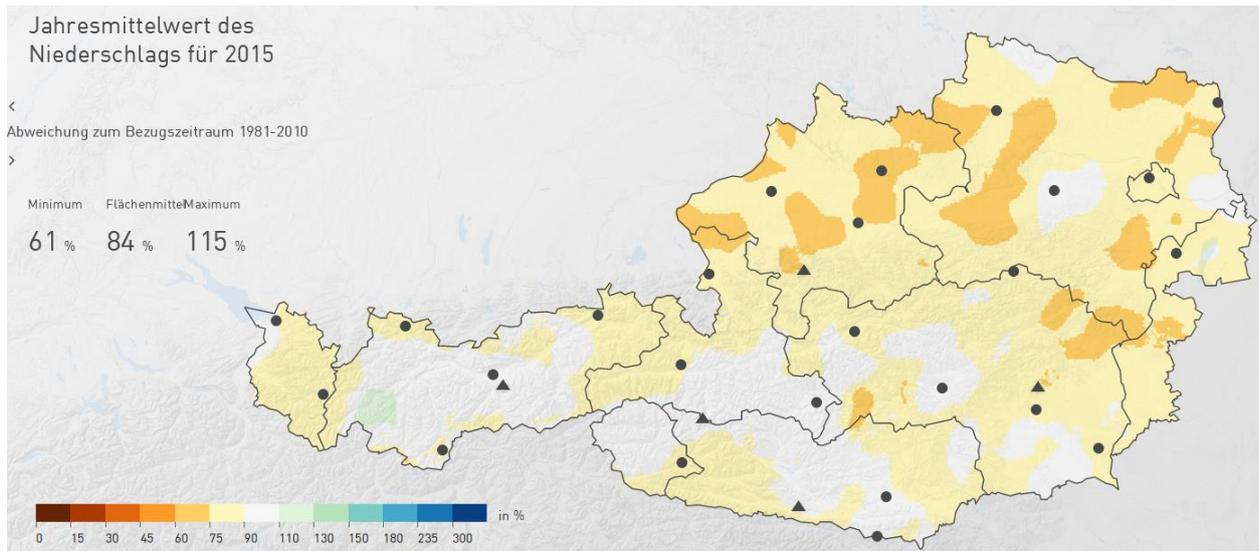


Abbildung 3-13: Prozent des Niederschlagsnormal-wertes (relativ zum vieljährigen Mittel 1981-2010) im Jahr 2015. 100 Prozent entsprechen dem vieljährigen Mittel. Quelle: Homepage ZAMG.

In Niederösterreich gab es im Jahr 2015 eine Temperaturabweichung von $+1,7\text{ °C}$, eine Niederschlagsabweichung um -22% und eine Abweichung der Sonnenscheindauer um $+12\%$ zum vieljährigen Mittel. Die höchste Temperatur wurde am 19. Juli in Krems (203 m) mit $38,3\text{ °C}$ gemessen. Die niedrigste Temperatur aller Messstationen unter 1000 m in Niederösterreich wurde am 4. Februar mit $-13,2\text{ °C}$ in Lunz/See (612 m) gemessen.

Die täglichen Tagesmittelwerte der TAWES-Station (Teilautomatische Wetterstation) in St. Pölten sind in Abbildung 3-14 dargestellt. Auch in diesem Jahr waren in St. Pölten die wärmeren Phasen vorherrschend. Im Durchschnitt war das Jahr 2015 um $1,8\text{ °C}$ wärmer als das vieljährige Mittel (1981 – 2010).

Wie in ganz Niederösterreich, gab es auch in St. Pölten im Jahr 2015 ein Niederschlagsdefizit (Abbildung 3-15). Erst im Oktober regnete es etwas häufiger, weshalb in der Jahresbilanz nur ein geringes Niederschlagsdefizit im Vergleich zum vieljährigen Mittel auftrat.

Abbildung 3-16 zeigt die tägliche Sonnenscheindauer für St. Pölten im Jahr 2015 im Vergleich zum vieljährigen Mittel sowie zur maximal möglichen Sonnenscheindauer.

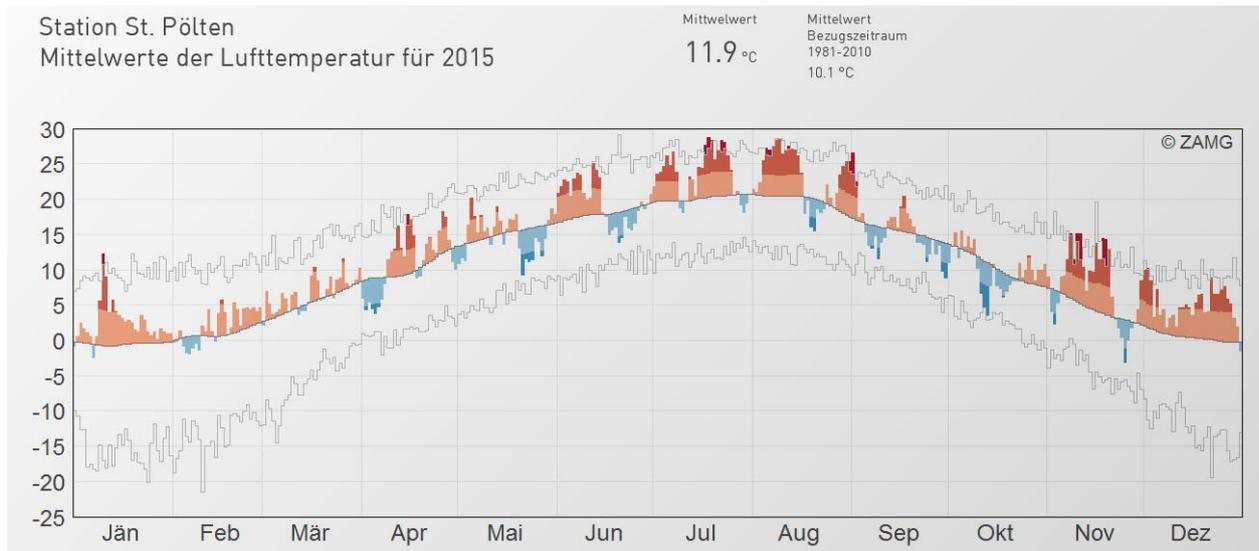


Abbildung 3-14: Tagesmittel der Lufttemperatur (°C) berechnet aus dem Mittelwert der Tiefst- und Höchsttemperatur des betreffenden Tages (19 Uhr des Vortages bis 19 Uhr) im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010; dunkelgraue Linie) sowie zu den bisher gemessenen Maxima (obere hellgraue Linie) und Minima (untere hellgraue Linie) für St. Pölten im Jahr 2015. Quelle: Homepage ZAMG.

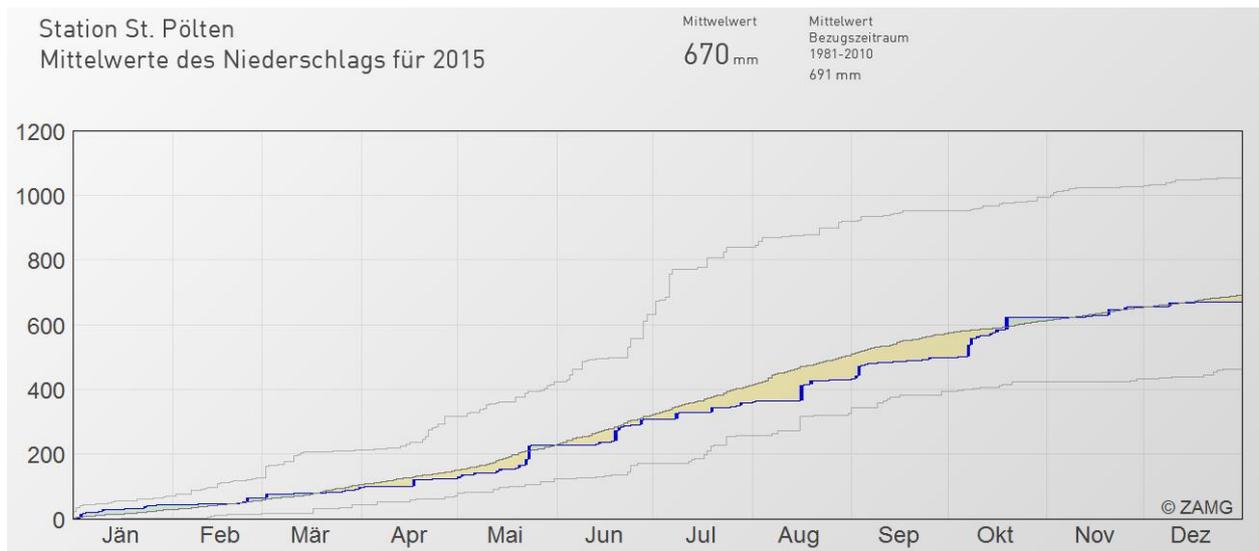


Abbildung 3-15: Kumulative Niederschlagssummen (mm) für St. Pölten im Jahr 2015 im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010, dunkelgraue Linie) sowie zu den bisher gemessenen Maxima (obere hellgraue Linie) und Minima (untere hellgraue Linie). Die Niederschlagssumme pro Tag wird von 7 Uhr bis 7 Uhr des Folgetages erfasst. Quelle: Homepage ZAMG.

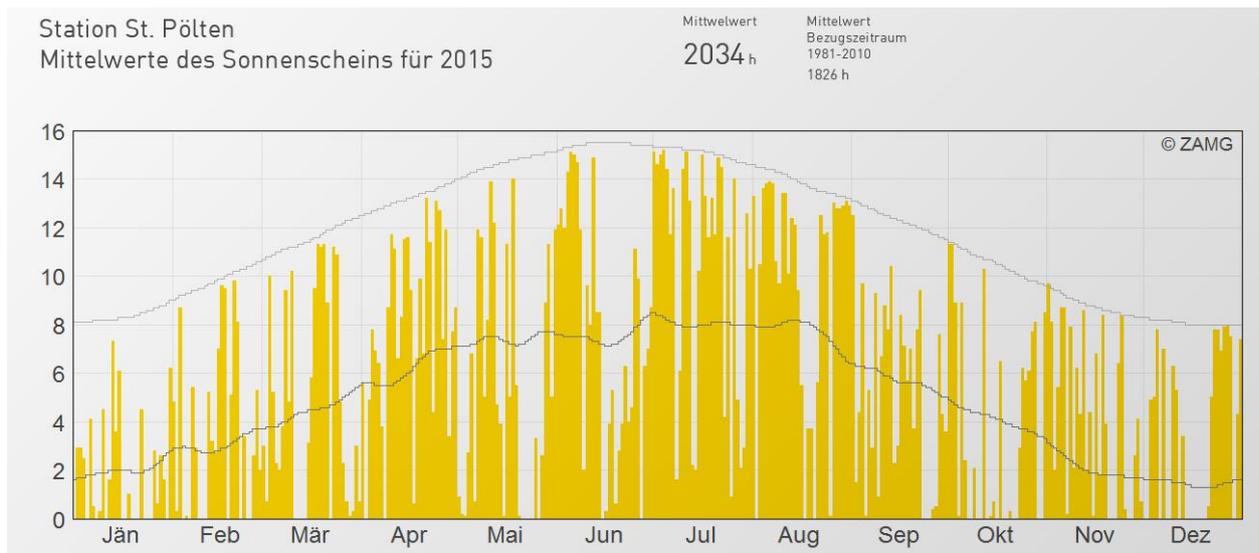


Abbildung 3-16: Tagessummen der Sonnenscheindauer in Stunden für St. Pölten im Jahr 2015 im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010, dunkelgraue Linie). Die maximal (effektiv) mögliche Sonnenscheindauer, die u. a. die Horizontüberhöhung berücksichtigt, stellt die hellgraue Linie dar. Quelle: Homepage ZAMG.

3.4 Das Jahr 2016

Das Jahr 2016 brachte zehn überdurchschnittlich warme und nur zwei kühle Monate. Außer den Monaten Februar (+4,0 °C) und September (+2,3 °C) zeigten die anderen Monate keine extremen Ausreißer. Auffallend war vor allem, dass es fast keine langen sehr kühlen oder kalten Wetterphasen gab. Eine Ausnahme war der starke Frost Ende April, welcher in der Landwirtschaft massive Schäden verursachte. In der Jahresbilanz lag das Jahr 2016 +1,0 °C über dem vieljährigen Mittel (Abbildung 3-17) und damit am 4. Platz in der Reihe der wärmsten Jahre seit 1768, nur die Jahre 2014, 2015 und 1994 waren wärmer.

Die Niederschlagsmenge lag im Jahr 2016 um 10 % über dem vieljährigen Mittel. Besonders nass waren der Jänner (+44 % mehr Niederschlag als im Mittel), der Februar (+105 %) und der Mai (+47 %). Sehr trocken hingegen waren die Monate März (-36 %), September (-34 %) und Dezember (-79 %). Im Kärntner Seengebiet und punktuell in Niederösterreich summierte sich um 20 % bis 30 % mehr Niederschlag. Von Vorarlberg bis Oberösterreich lag die Jahresniederschlagsmenge mit Anomalien von -10 % bis +10 % im Normalbereich. Im nördlichen Waldviertel fiel um 10 % bis 20 % weniger Niederschlag als in einem durchschnittlichen Jahr (Abbildung 3-18).

Trotz der vielen niederschlagsreichen Monate brachte das Jahr 2016 um 4 % mehr Sonnenschein als im vieljährigen Mittel. Herausragend viel Sonnenschein gab es in diesem Jahr im September (+34 %). Auch der August (+10 %), der November (+12 %) und der Dezember

(+72 %) trugen zu dem leichten Plus an Sonnenschein bei. Besonders trüb verliefen die Monate Februar und Oktober. In diesen 2 Monaten zeigte sich die Sonne um ein Viertel weniger als im vieljährigen Mittel.

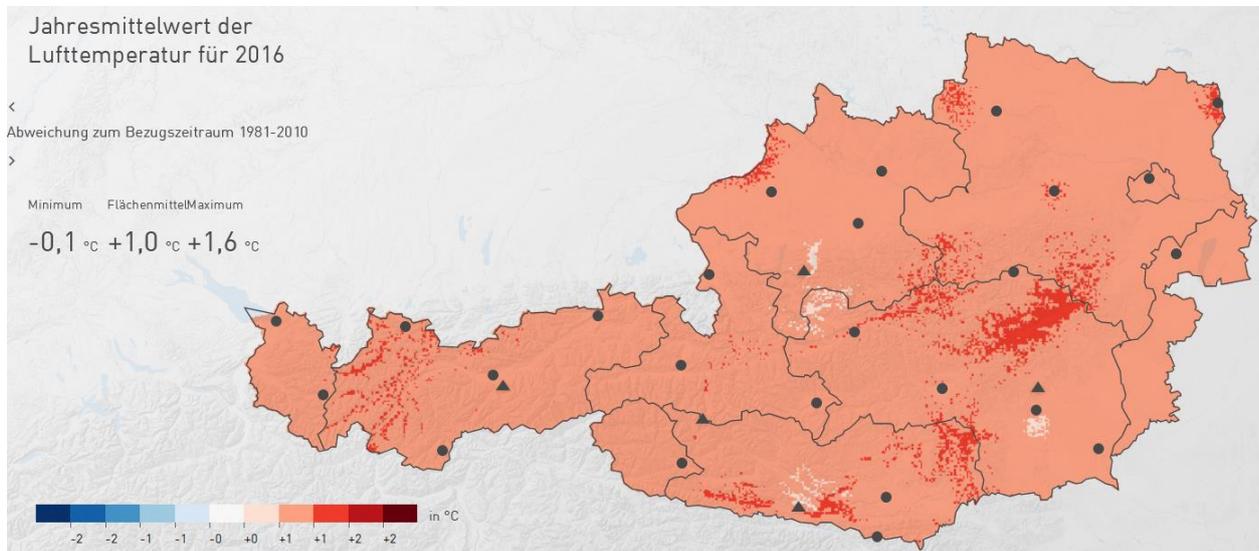


Abbildung 3-17: Abweichungen der Temperatur im Jahr 2016 vom vieljährigen Mittel 1981-2010. Quelle: Homepage ZAMG.

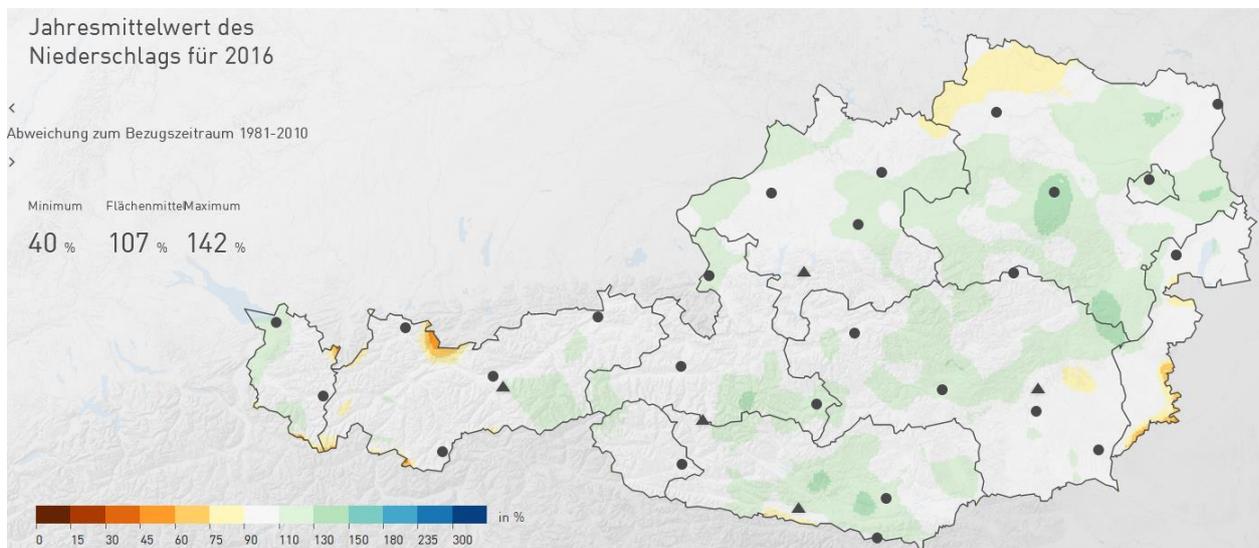


Abbildung 3-18: Prozent des Niederschlagsnormalwertes (relativ zum vieljährigen Mittel 1981-2010) im Jahr 2016. 100 Prozent entsprechen dem vieljährigen Mittel. Quelle: Homepage ZAMG.

In Niederösterreich gab es im Jahr 2016 eine Temperaturabweichung von +1,1 °C, eine Niederschlagsabweichung um +15 % und eine Abweichung der Sonnenscheindauer um +9 % zum vieljährigen Mittel. Die höchste Temperatur wurde am 11. Juli in Krems (203 m) mit 36,0 °C gemessen. Die niedrigste Temperatur aller Messstationen unter 1000 m in Niederösterreich wurde am 22. Jänner mit -22,9 °C in Klausen-Leopoldsdorf (389 m) gemessen.

Die täglichen Tagesmittelwerte der TAWES-Station (Teilautomatische Wetterstation) in St. Pölten sind in Abbildung 3-19 dargestellt. Langandauernde Kälteperioden gab es vor allem in den Monaten Jänner bis März. Im Allgemeinen traten viel häufiger wärmere Episoden, jedoch ohne deutliche Ausreißer (außer Februar und September), auf. Im Jahresmittel war das Jahr 2015 um 1,2 °C wärmer im Vergleich zum vieljährigen Mittel.

In St. Pölten gab es im Jahr 2016 mit etwa +35 % einen deutlichen Niederschlagsüberschuss (Abbildung 3-20).

Abbildung 3-21 zeigt die tägliche Sonnenscheindauer für St. Pölten im Jahr 2015 im Vergleich zum vieljährigen Mittel sowie zur maximal möglichen Sonnenscheindauer.

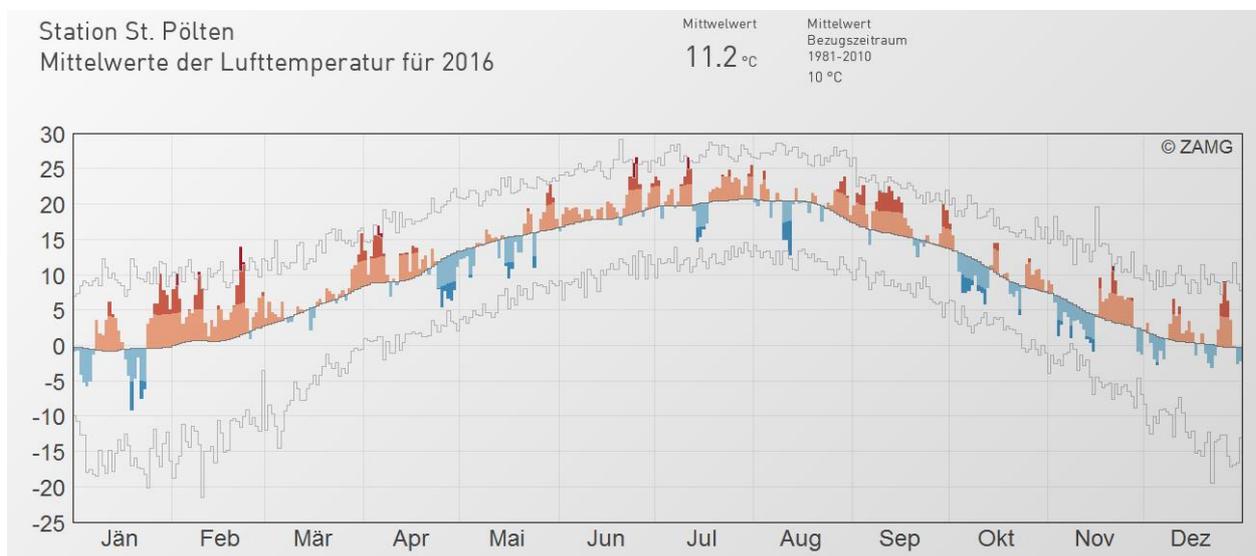


Abbildung 3-19: Tagesmittel der Lufttemperatur (°C) berechnet aus dem Mittelwert der Tiefst- und Höchsttemperatur des betreffenden Tages (19 Uhr des Vortages bis 19 Uhr) im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010; dunkelgraue Linie) sowie zu den bisher gemessenen Maxima (obere hellgraue Linie) und Minima (untere hellgraue Linie) für St. Pölten im Jahr 2016. Quelle: Homepage ZAMG.

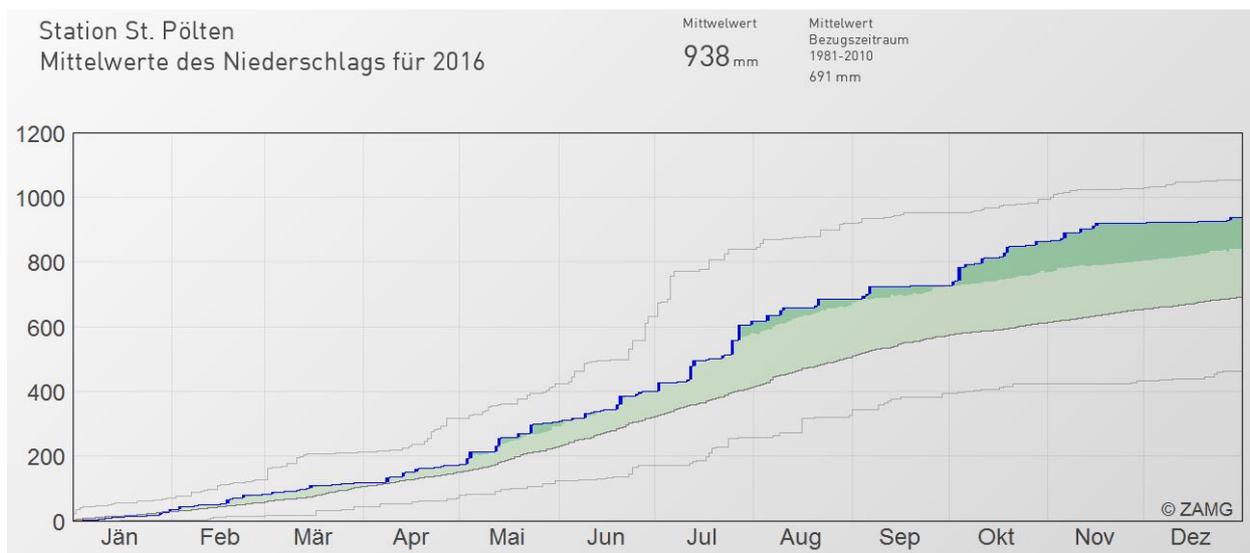


Abbildung 3-20: Kumulative Niederschlagssummen (mm) für St. Pölten im Jahr 2016 im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010, dunkelgraue Linie) sowie zu den bisher gemessenen Maxima (obere hellgraue Linie) und Minima (untere hellgraue Linie). Die Niederschlagssumme pro Tag wird von 7 Uhr bis 7 Uhr des Folgetages erfasst. Quelle: Homepage ZAMG.

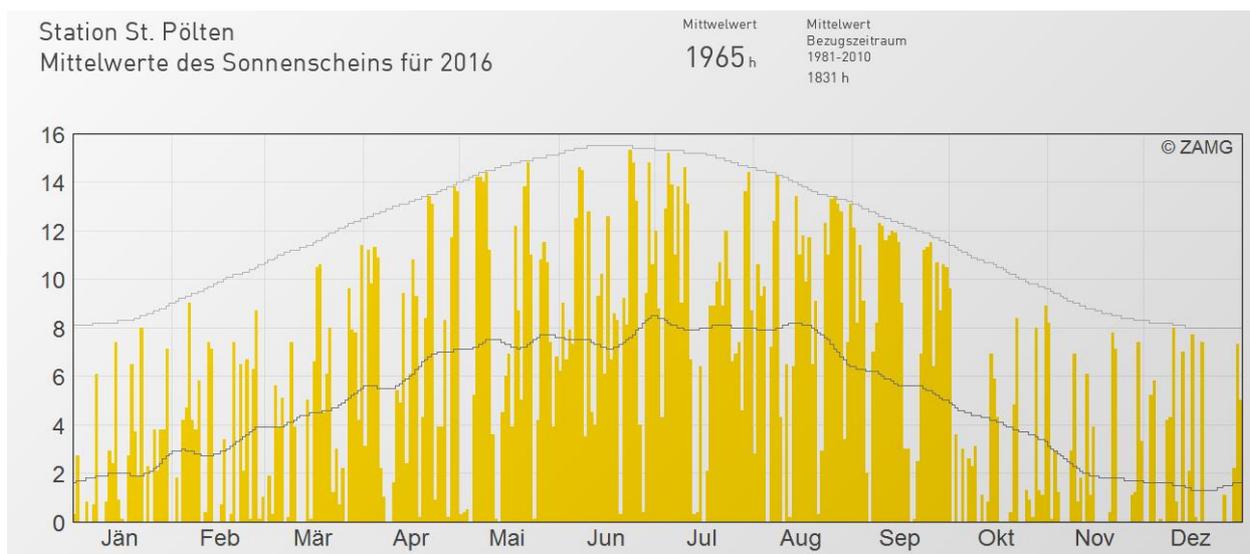


Abbildung 3-21: Tagessummen der Sonnenscheindauer in Stunden für St. Pölten im Jahr 2016 im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010, dunkelgraue Linie). Die maximal (effektiv) mögliche Sonnenscheindauer, die u. a. die Horizontüberhöhung berücksichtigt, stellt die hellgraue Linie dar. Quelle: Homepage ZAMG.

3.5 Das Jahr 2017

Das Jahr 2017 war mit einer Abweichung von $+0,9\text{ °C}$ das neuntwärmste Jahr in der Messgeschichte Österreichs (Abbildung 3-22). Es gab in diesem Jahr zwei Monate die deutlich kälter verliefen als im Mittel, jedoch auch zwei Monate die extrem warm waren. Der Start ins Jahr 2017 brachte mit einer Abweichung um $-3,4\text{ °C}$ einen der kältesten Jänner seit 30 Jahren. Auch der September war mit einer Abweichung von $-1,5\text{ °C}$ deutlich kälter als das vieljährige September-Mittel. Auf der anderen Seite stehen die Monate März und Juni. Der März war mit

einer Abweichung von +3,5 °C der wärmste in der Messgeschichte Österreichs. Der Juni war um 3,1 °C wärmer als das vieljährige Mittel und somit der zweitwärmste in Österreich seit dem Jahr 1767. Auch die Monate Februar und August waren mit einer Abweichung von +2,9 °C bzw. +2,0 °C ausgesprochen überdurchschnittlich warme Monate.

Die Niederschlagsbilanz war im österreichischen Flächenmittel ausgeglichen (Abbildung 3-23), wobei es aber deutliche regionale Unterschiede gab. Von Vorarlberg bis ins Mostviertel sowie in Kärnten und der Obersteiermark gab es teilweise bis zu 30 Prozent mehr Niederschlag. Punktuell fiel um bis zu 45 % mehr Niederschlag als in einem durchschnittlichen Jahr. Entlang und nördlich der Donau, im Wiener Becken, im Burgenland und in der Südsteiermark war es durchwegs niederschlagsärmer als im vieljährigen Mittel (-10 % bis -25 %). Die Monate Jänner, März, Mai und Juni lagen mit Anomalien von -27 % bis -20 % deutlich unter dem vieljährigen Mittel. Die Monate April und September waren mit einem Plus von 44 % bzw. 27 % ausgesprochen niederschlagsreich.

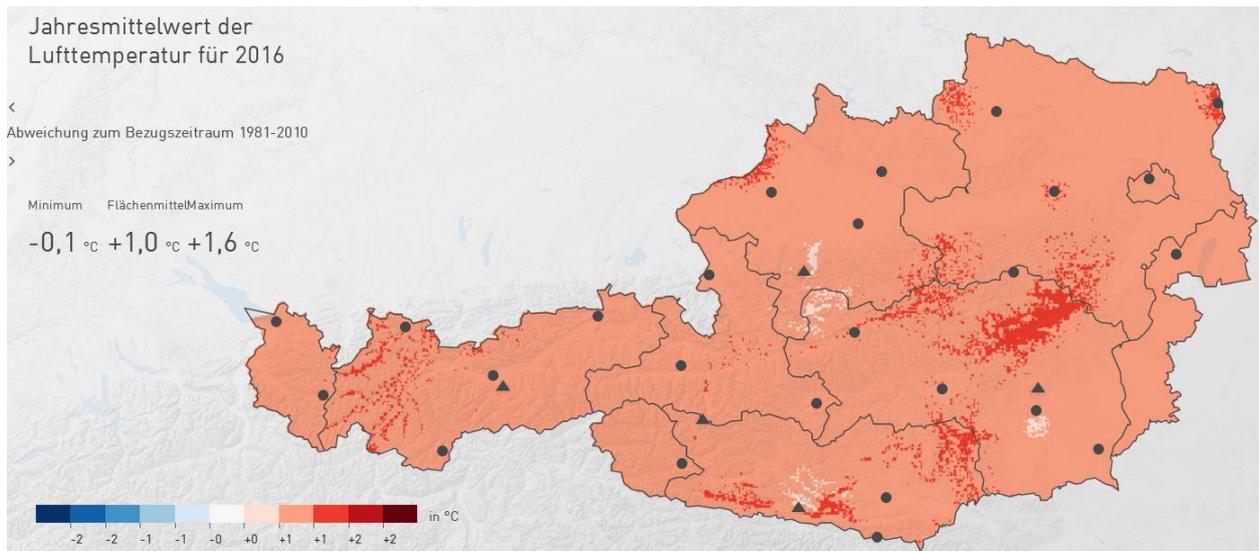


Abbildung 3-22: Abweichungen der Temperatur im Jahr 2017 vom vieljährigen Mittel 1981-2010. Quelle: Homepage ZAMG.

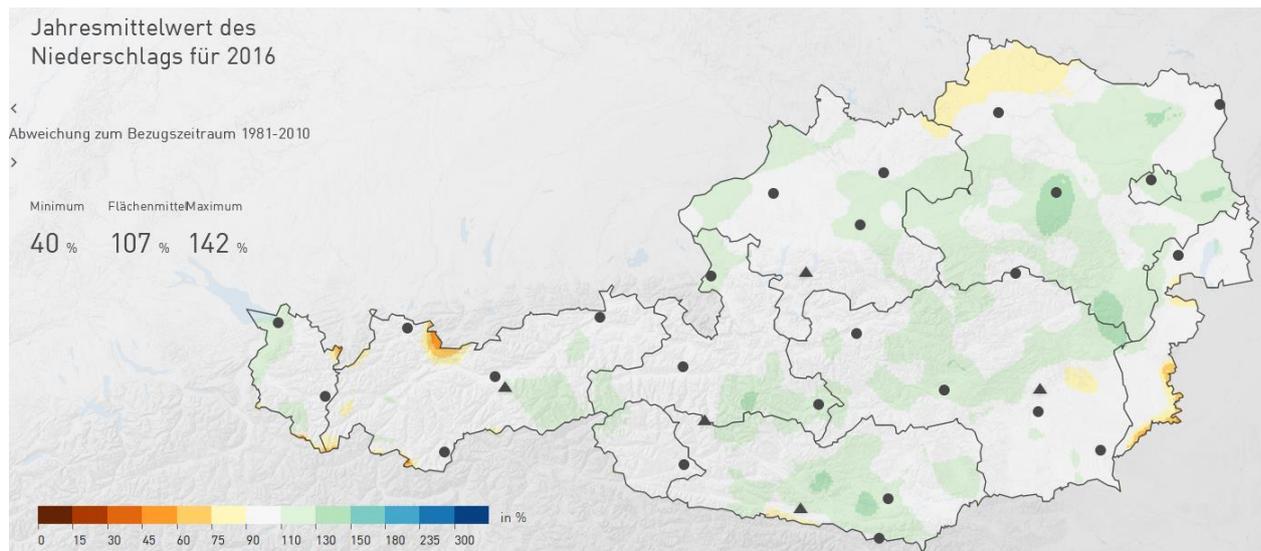


Abbildung 3-23: Prozent des Niederschlagsnormalwertes (relativ zum vieljährigen Mittel 1981-2010) im Jahr 2017. 100 Prozent entsprechen dem vieljährigen Mittel. Quelle: Homepage ZAMG.

In Niederösterreich gab es im Jahr 2017 eine Temperaturabweichung von $+1,1\text{ °C}$, eine Niederschlagsabweichung um -9% und eine Abweichung der Sonnenscheindauer um $+15\%$ zum vieljährigen Mittel. Die höchste Temperatur wurde am 3. August in Bad Deutsch-Altenburg (169 m) mit $38,6\text{ °C}$ gemessen. Die niedrigste Temperatur aller Messstationen unter 1000 m in Niederösterreich wurde 11. Jänner mit $-22,4\text{ °C}$ in Klausen-Leopoldsdorf (389 m) gemessen.

Die Tagesmittelwerte der TAWES-Station (Teilautomatische Wetterstation) in St. Pölten sind in Abbildung 3-24 dargestellt. Auch in diesem Jahr überwiegen die wärmeren Episoden. Nur im Jänner/Februar gab es eine langandauernde Kälteperiode. Wie schon vorher erwähnt, gab es Ende April einen Kaltlufteinbruch. Im Jahresmittel lag das Jahr 2017 jedoch trotzdem um $+1,1\text{ °C}$ über dem vieljährigen Mittel.

Wie schon in der Österreich-Grafik (Abbildung 3-23) ersichtlich, gab es im Jahr 2017 in Niederösterreich ein deutliches Niederschlagsdefizit im Vergleich zum vieljährigen Mittel. In St. Pölten war es mit einem Defizit von etwa -5% (Abbildung 3-25) nicht ganz so trocken wie im Niederösterreichsmittel (-9%).

Abbildung 3-21 zeigt die tägliche Sonnenscheindauer für St. Pölten im Jahr 2015 im Vergleich zum vieljährigen Mittel sowie zur maximal möglichen Sonnenscheindauer.

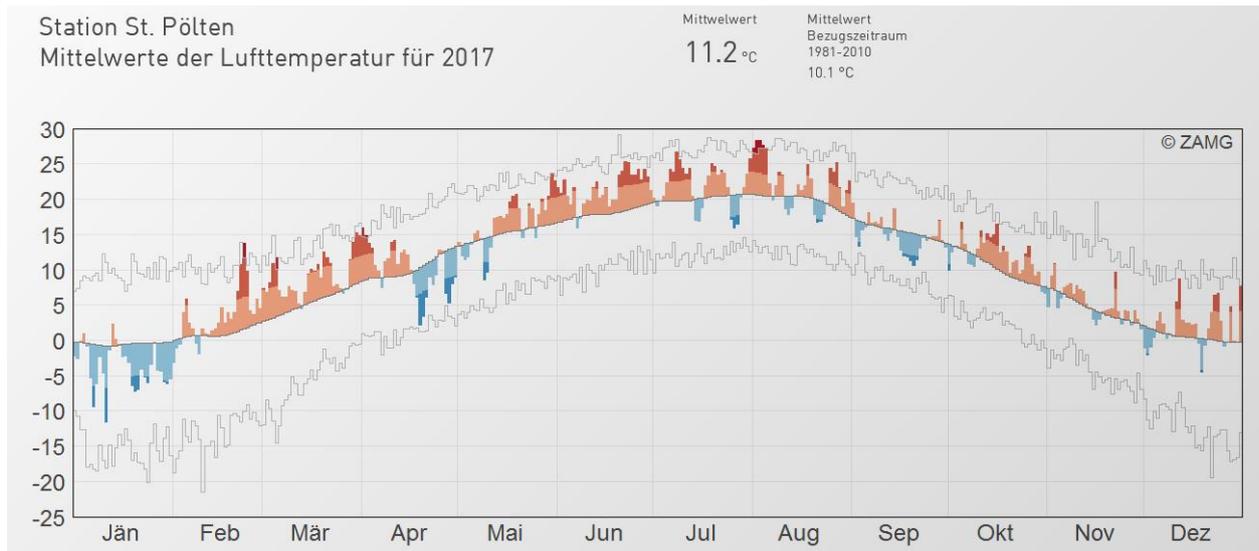


Abbildung 3-24: Tagesmittel der Lufttemperatur (°C) berechnet aus dem Mittelwert der Tiefst- und Höchsttemperatur des betreffenden Tages (19 Uhr des Vortages bis 19 Uhr) im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010; dunkelgraue Linie) sowie zu den bisher gemessenen Maxima (obere hellgraue Linie) und Minima (untere hellgraue Linie) für St. Pölten im Jahr 2017. Quelle: Homepage ZAMG.

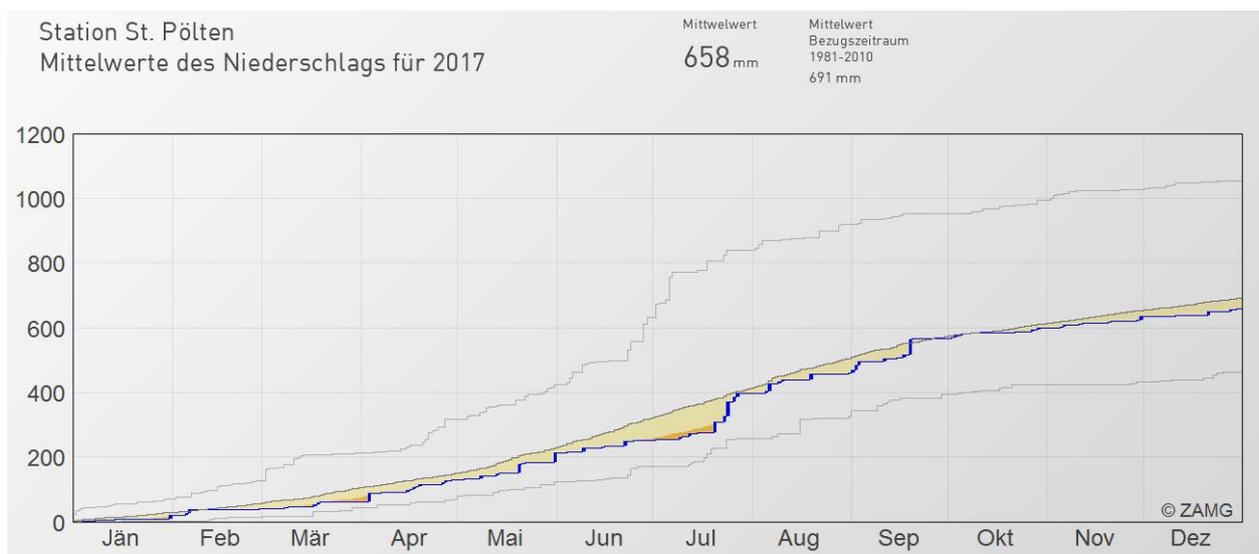


Abbildung 3-25: Kumulative Niederschlagssummen (mm) für St. Pölten im Jahr 2017 im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010, dunkelgraue Linie) sowie zu den bisher gemessenen Maxima (obere hellgraue Linie) und Minima (untere hellgraue Linie). Die Niederschlagssumme pro Tag wird von 7 Uhr bis 7 Uhr des Folgetages erfasst. Quelle: Homepage ZAMG.

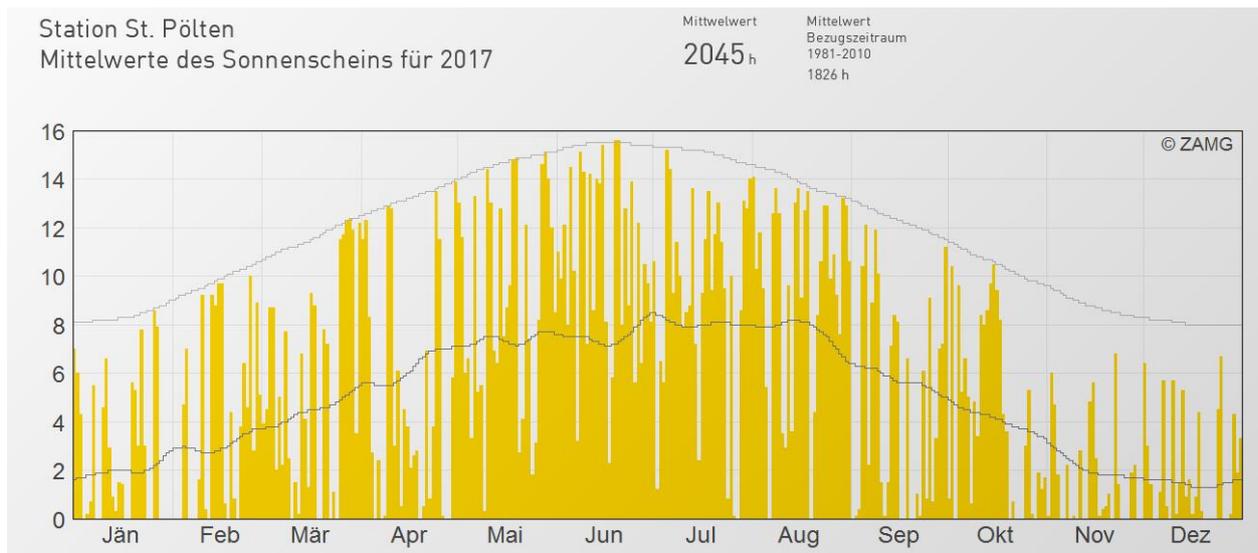


Abbildung 3-26: Tagessummen der Sonnenscheindauer in Stunden für St. Pölten im Jahr 2017 im Vergleich zum vieljährigen Mittel (1981 – 2010, dunkelgraue Linie). Die maximal (effektiv) mögliche Sonnenscheindauer, die u. a. die Horizontüberhöhung berücksichtigt, stellt die hellgraue Linie dar. Quelle: Homepage ZAMG.

3.6 Der Winter 2017/18 und März 2018

Den Winter 2017/18 (Dezember 2017 bis Februar 2018) prägten drei sehr unterschiedliche Monate. Im Dezember war es in den Niederungen etwas zu mild und auf den Bergen relativ kalt, dann folgten der drittwärmste Jänner der Messgeschichte und ein kalter Februar. Die Monate gemeinsam betrachtet ergaben einen um $+0,8\text{ °C}$ zu warmen Winter im Vergleich zum vieljährigen Mittel (Abbildung 3-27). Beachtlich war die große Temperaturspanne: Der Höchstwert dieses Winters wurde mit $19,1\text{ °C}$ am 29. Jänner in Eisenstadt gemessen. Ende Februar kühlte es dann teilweise auf -25 °C ab (z.B. am 26. Februar in Flattnitz in den Gurktaler Alpen oder in St. Michael im Lungau). Der März 2018 lag in der österreichweiten Auswertung um $1,4\text{ °C}$ unter dem vieljährigen März-Mittel (Abbildung 3-29).

Mit 25 % mehr Regen und Schnee als im vieljährigen Mittel war der Winter 2017/18 einer der vier niederschlagsreichsten Winter der letzten 30 Jahre. Regional gab es jedoch große Unterschiede: Viel Schnee und Regen gab es vor allem im Großteil des Berglands, z.B. in Teilen von Tirol und Kärnten gab es rund 50 % bis 130 % mehr Niederschlag als in einem durchschnittlichen Winter. Um 15 % bis 40 % zu trocken war es dagegen entlang der Donau und nördlich davon sowie stellenweise im südlichen Niederösterreich und im Mürztal (Abbildung 3-28). Im März sah die Verteilung der Niederschlagsgebiete ähnlich aus wie im Winter-Mittel: Österreich teilte sich in diesem März in eine relativ trockene Nordhälfte und eine niederschlagsreiche Südhälfte (Abbildung 3-30). Im nördlichen Teil gab es 25 % bis 50 % weniger Niederschlag, wobei jedoch im Osten nahezu ausgeglichene Niederschlagsverhältnisse

vorherrschten. In Teilen Kärntens gab es bis zu 150 % mehr Niederschlag als im vieljährigen Mittel.

Insgesamt war der Winter 2017/18 sehr trüb und es gab wenig direkten Sonnenschein. Die Sonnenscheindauer lag österreichweit um 15 % unter dem vieljährigen Winter, damit war der trübste seit dem Winter 2009/10. Im Jänner und Februar zeigte sich die Sonne um 10 % bzw. 35 % seltener als im vieljährigen Mittel. Der Dezember war mit einem Plus von 15 % der relativ sonnigste Monat in diesem Winter. Auch im März setzte sich das eher trübe Wetter fort. Insgesamt schien die Sonne um 19 % weniger als im Mittel. Damit ist der März 2018 der sonnenärmste seit dem Jahr 2009. Ausgeglichen waren die Verhältnisse nur in Oberösterreich. In den anderen Landesteilen lagen die Defizite zum vieljährigen Mittel zwischen 10 % und 30 %.

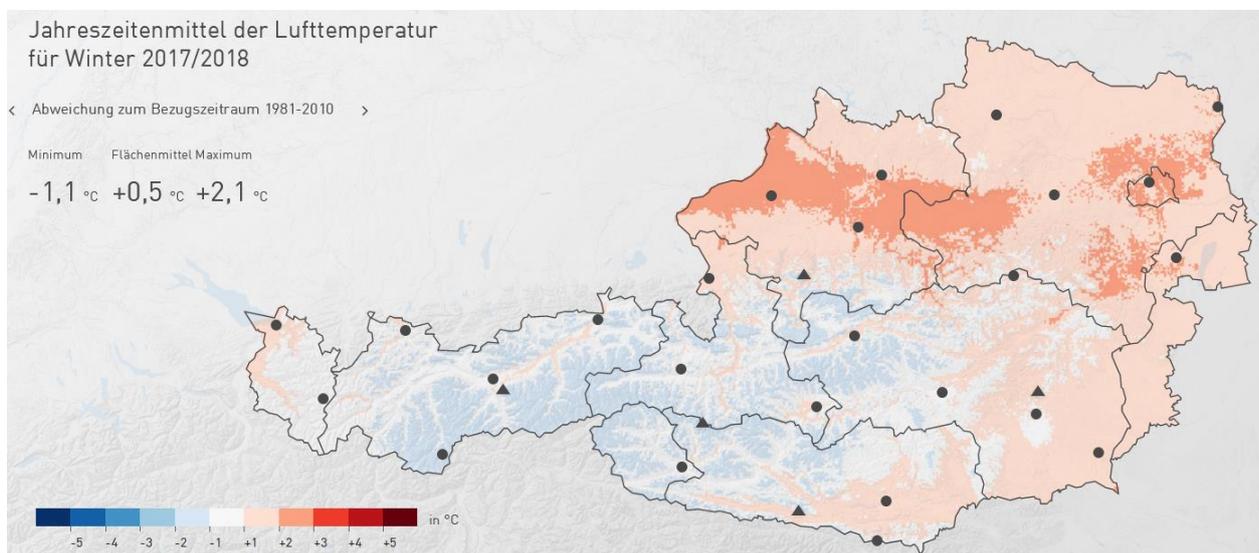


Abbildung 3-27: Abweichungen der Temperatur im Winter 2017/18 vom vieljährigen Mittel 1981-2010. Quelle: Homepage ZAMG.

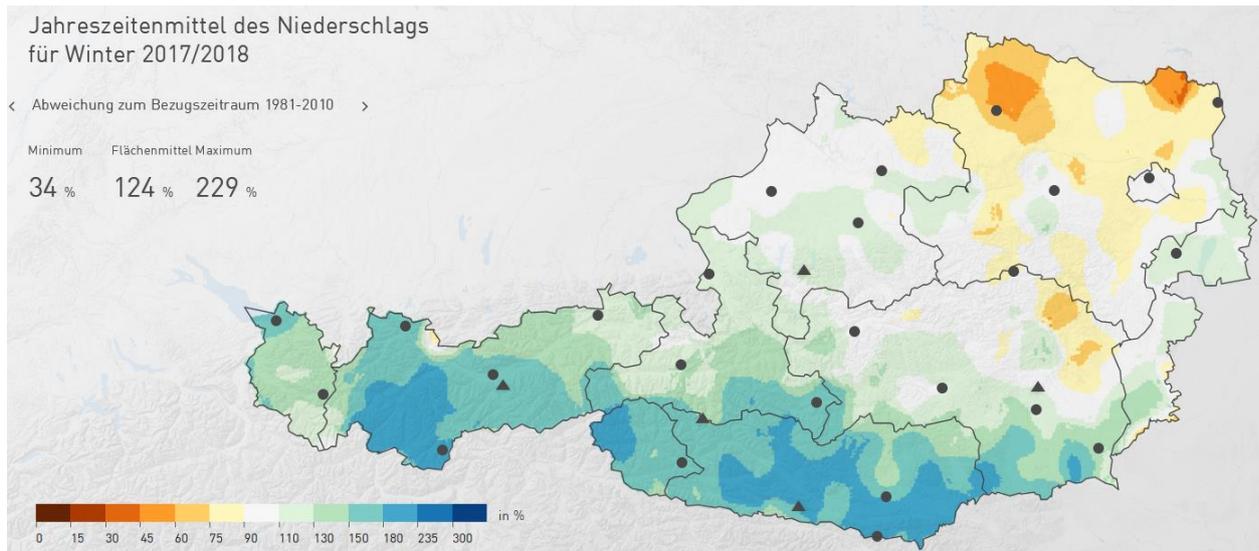


Abbildung 3-28: Prozent des Niederschlagsnormal-wertes (relativ zum vieljährigen Mittel 1981-2010) im Winter 2017/18. 100 Prozent entsprechen dem vieljährigen Mittel. Quelle: Homepage ZAMG.

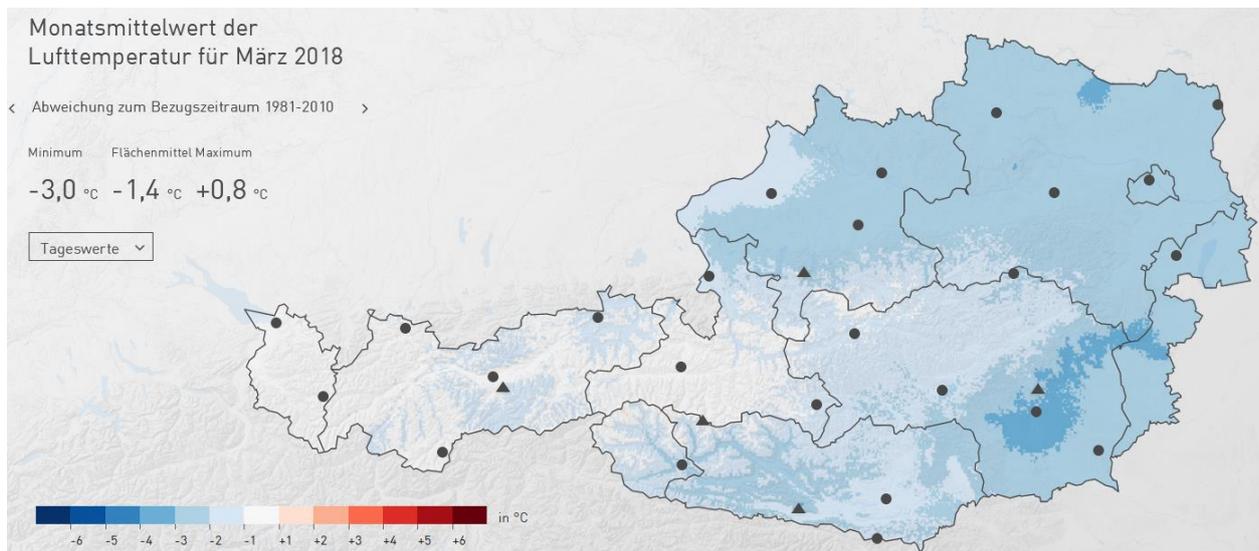


Abbildung 3-29: Abweichungen der Temperatur im März 2018 vom vieljährigen März-Mittel 1981-2010. Quelle: Homepage ZAMG.

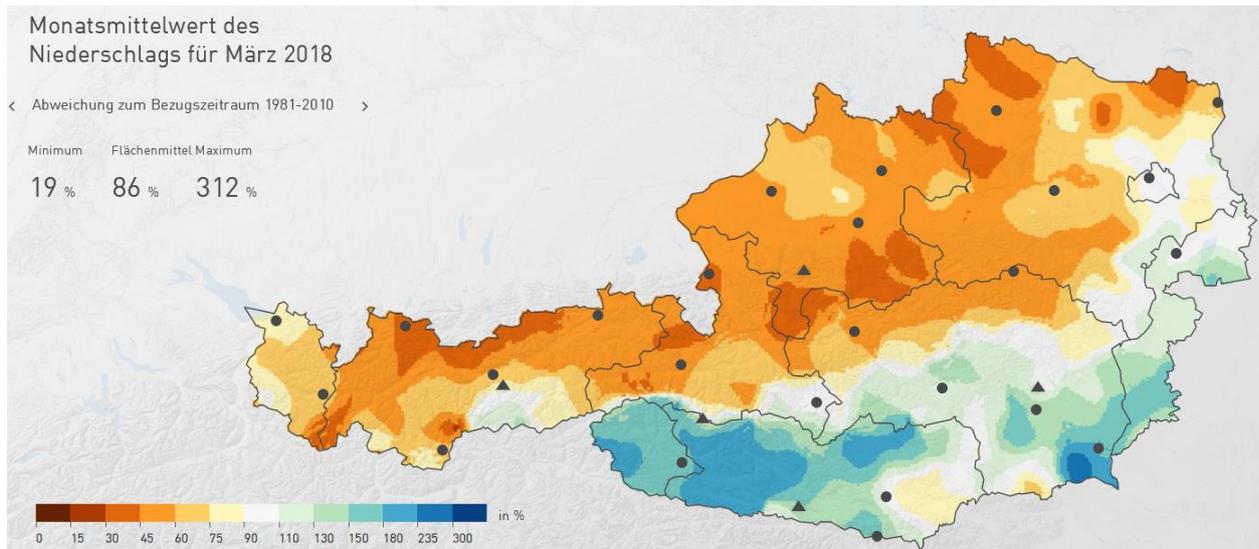


Abbildung 3-30: Prozent des Niederschlagsnormalwertes (relativ zum vieljährigen Mittel 1981-2010) im März 2018. 100 Prozent entsprechen dem vieljährigen Mittel. Quelle: Homepage ZAMG.

In Niederösterreich gab es im Winter 2017/18 eine Temperaturabweichung von $+1,2\text{ °C}$, eine Niederschlagsabweichung um -12% und eine Abweichung der Sonnenscheindauer um -9% zum vieljährigen Winter-Mittel. Die höchste Winter-Temperatur wurde am 29. Jänner in Wiener Neustadt (275 m) mit $18,6\text{ °C}$ gemessen. Die niedrigste Temperatur aller Messstationen unter 1000 m in Niederösterreich wurde 26. Februar mit $-20,2\text{ °C}$ in Litschau (558 m) gemessen.

Im März 2018 wurde eine Temperaturabweichung von $-2,0\text{ °C}$, eine Niederschlagsabweichung um -26% und eine Abweichung der Sonnenscheindauer um -18% in Niederösterreich registriert. Die höchste Märztemperatur wurde in Pottschach (416 m) am 12. März mit $19,1\text{ °C}$ gemessen. Mit $-23,4\text{ °C}$ wurde am 1. März die niedrigste Temperatur aller Stationen unter 1000 m in Klausen-Leopoldsdorf (389 m) gemessen.

4 PM10-Immissionssituation in den letzten 5 Jahren

Für die vorliegende Studie sind Episoden mit erhöhten Feinstaubkonzentrationen von Interesse. Um von einer großräumigen Feinstaubepisode sprechen zu können, sollten mehrere Stationen im betrachteten Gebieten erhöhte Feinstaubkonzentrationen über mehrere Tage zeigen. Zeigt nur eine einzelne Station oder einige wenige Stationen erhöhte Werte, kann man meist von einer lokalen Beeinflussung der jeweiligen Station ausgehen.

In Abbildung 4-1 sind die Feinstaub-Tagesmittelwerte aller niederösterreichischen Luftgütemessstationen dargestellt. Von jeder Station wurden die Tagesmittelwerte gebildet und dann für jeden Tag der maximale und der minimale Tagesmittelwert aller Stationen ermittelt. Die Spanne zwischen diesen zwei Werten in der Abbildung ist als blaue Fläche dargestellt. In Rot ist der Feinstaub-Tagesmittelgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eingezeichnet, welcher 25-mal pro Jahr überschritten werden darf (IG-L, 2010).

Höhere Feinstaubkonzentrationen treten vor allem in den Wintermonaten auf, da es hier zu höheren Emissionen aus Hausbrand und Straßendienst kommt. Zusätzlich spielen die meteorologischen Gegebenheiten (Inversionswetterlagen) eine große Rolle, da es durch diese häufiger zur Akkumulierung von Schadstoffen in den untersten Atmosphärenschichten kommen kann. Deutlich zu erkennen sind in der Grafik die Wintermonate mit relativ niedrigen Temperaturen, wie z.B. im Jänner 2013 und von Mitte Februar bis März 2013 (Kapitel 3.1), oder die Monate Jänner und Februar 2017, in denen es langanhaltende Kälteperioden gab (Kapitel 3.5). Im Winter 2014/15 waren die Feinstaubkonzentrationen im Vergleich zu den vorher genannten Wintermonaten relativ niedrig, da es in diesem Winter keine ausgeprägten Kälteperioden gab (Kapitel 3.3).

Die Sommermonate waren in allen Jahren relativ homogen und zeigten nur wenige Ausreißer. Einzelne Episoden mit ansteigenden Feinstaubkonzentrationen, wie z.B. Anfang Juli 2015, kamen jedoch in fast allen Jahren vor, dabei überstieg der PM10-Tagesmittelwert aber kaum die $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -Marke.

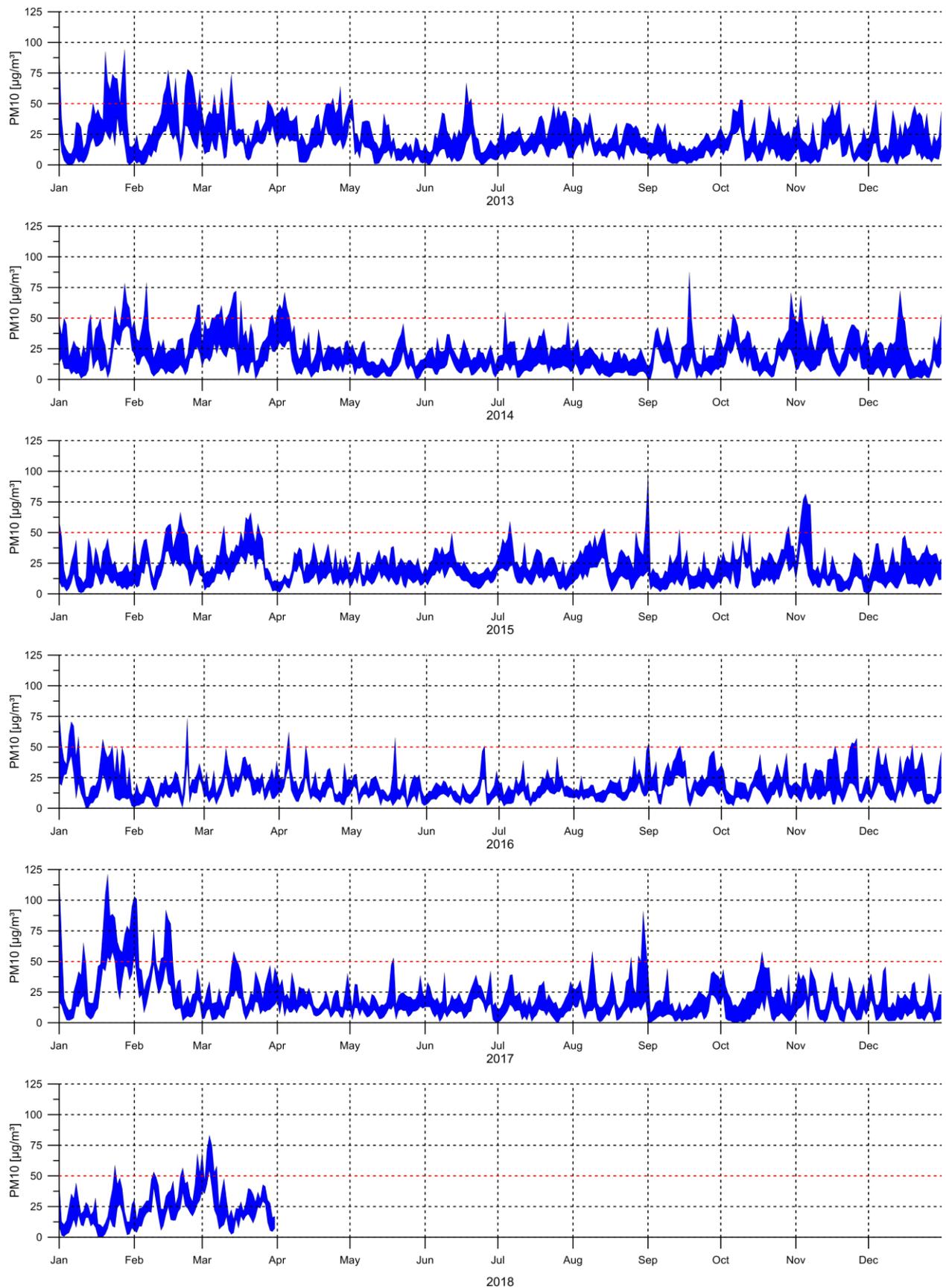


Abbildung 4-1: Spanne zwischen maximalem und minimalem PM10-TMWmax aller niederösterreichischen Luftgütemessstationen von Jänner 2013 bis März 2018. TMW-Grenzwert ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ist rot eingezeichnet.

Die niederösterreichischen Luftgütemessstationen wurden in 3 Regionen unterteilt: West, Mitte und Ost (Kapitel 2.1) um die Regionsabhängigkeit der Feinstaubkonzentrationen zu untersuchen. Die Abbildung 4-2 zeigt den maximalen Tagesmittelwert aller Stationen in den jeweiligen Regionen.

Die Zeitreihen aller 3 Regionen zeigten über die Jahre hinweg den gleichen Verlauf der Feinstaubkonzentration, nur in der Höhe der Werte unterscheiden sie sich. Allgemein ist erkennbar, dass die höchsten Feinstaubkonzentrationen in den Regionen Ost und Mitte auftraten. Die niedrigsten Tagesmittelwerte traten in der West-Region auf. Bei Feinstaub-Episoden, wie z.B. im Jänner 2013 oder von Jänner bis Februar 2017, stiegen die Feinstaubkonzentrationen auch in allen Regionen an. Auch in den Sommermonaten, in denen meist niedrigere Tagesmittelwerte auftraten, sind in allen Regionen die gleichen Schwankungen ersichtlich, nur die Höhe der Konzentrationen unterscheidet sich. Natürlich traten auch einzelne Ausreißer auf, wie z.B. im September 2014 in der Region Ost oder im September 2017 in der Region Mitte, die höchstwahrscheinlich von einer lokalen Beeinflussung einer oder einiger weniger Stationen kamen.

Im November und Dezember 2016 zeigt sich eine Episode, die nur von den Stationen in der Region Mitte und Ost gemessen wurde. Der maximale Tagesmittelwert der Region West blieb deutlich unterhalb der von den anderen Stationen gemessenen Tagesmittelwerte.

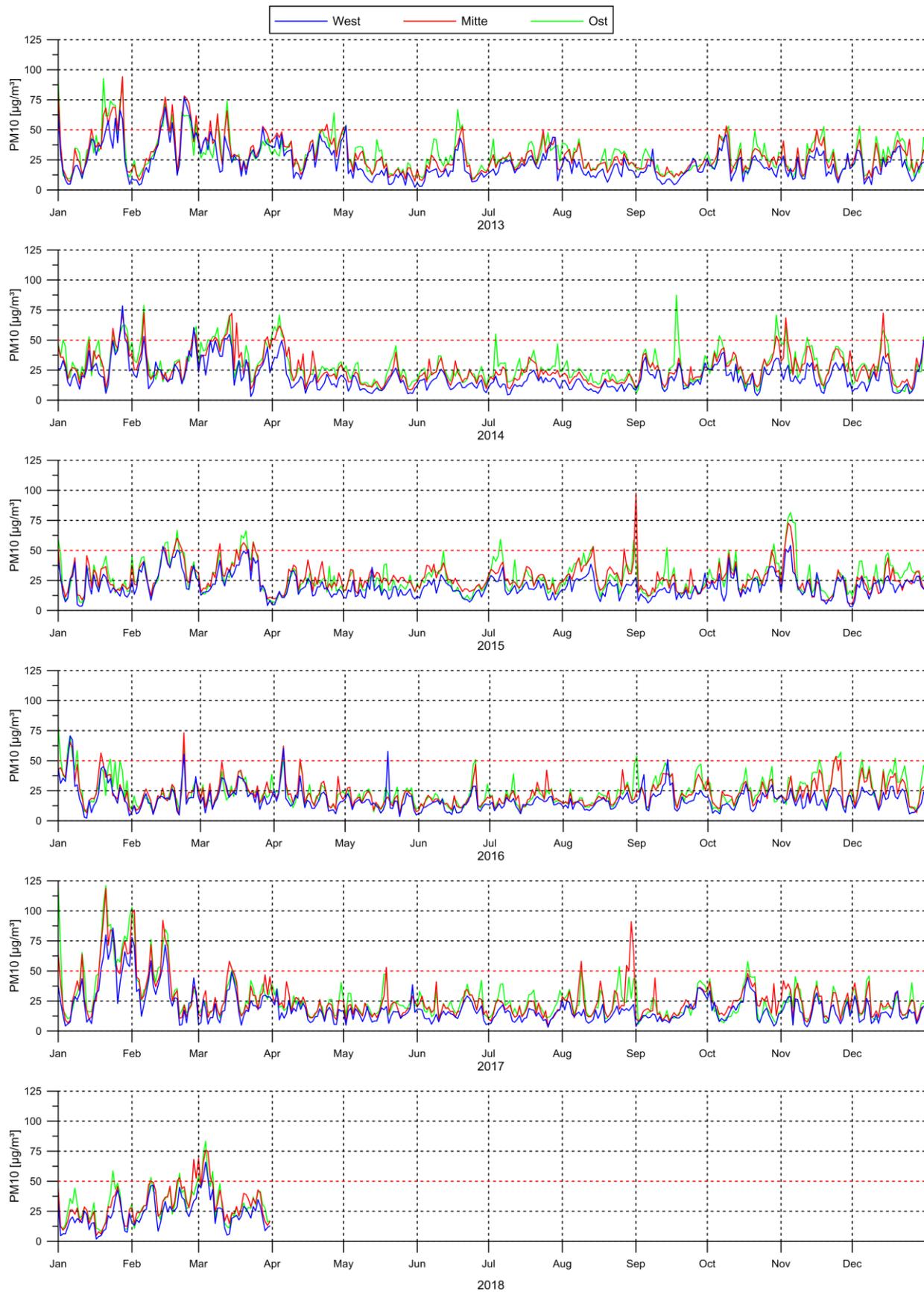


Abbildung 4-2: PM10-TMWmax der Stationen in den Regionen „West“ (blau), „Mitte“ (rot), „Ost“ (grün).

Durch Bildung von Perzentilen (Kapitel 2.3) der PM10-Tagesmittelwerte aller niederösterreichischen Luftgütemessstationen, lässt sich gut erkennen, ob erhöhte Feinstaubkonzentrationen von mehreren Stationen gemessen worden sind oder ob es sich dabei um Ausreißer einzelner oder einiger weniger Stationen handelt.

Die Abbildung 4-3 und Abbildung 4-4 zeigen die Perzentile des PM10-Tagesmittelwertes für alle niederösterreichischen Luftgütemessstationen für die Jahre 2013 bis einschließlich Winter 2017/18. Dargestellt sind das absolute Tagesmaximum, das 75-Perzentil, das 50-Perzentil, das 25-Perzentil und das absolute Tagesminimum.

Die Feinstaubepisoden in den Wintermonaten waren weitgehend großflächige Ereignisse. Im Jänner 2013 wurden sehr hohe Feinstaubkonzentrationen erreicht. Sogar das 25-Perzentil lag teilweise über dem PM10-Tagesmittelgrenzwert, was bedeutet, dass mindestens 75 % aller Stationen einen Wert höher als diesen gemessen haben. Auch in der nachfolgenden Episode im Februar/März 2013 stieg die Feinstaubkonzentration von fast allen Stationen über den Tagesmittelgrenzwert. In den weiteren Jahren zeigte sich ebenfalls, dass bei Episoden in den Wintermonaten nahezu alle Stationen (> 25-Perzentil) erhöhte Feinstaubkonzentrationen gemessen haben.

In den Sommermonaten aller Jahre lagen das 75-Perzentil und das 25-Perzentil sehr nahe beieinander, d.h. die Hälfte der Stationen haben nahezu die gleichen Feinstaubkonzentrationen gemessen. Oberhalb des 75-Perzentils (die 7 Stationen mit den höchsten Feinstaubmessungen, Kapitel 2.3) und unterhalb des 25-Perzentils (die 7 Stationen mit den niedrigsten Feinstaubmessungen, Kapitel 2.3) sind teilweise Ausreißer nach oben bzw. nach unten erkennbar. Diese Ausreißer können von einer einzelnen Station verursacht worden sein. Die restlichen Stationen innerhalb des betrachteten Perzentils können auch niedrigere Werte, z.B. in der Nähe des 75-Perzentils, gemessen haben. Das gleiche gilt auch für die Ausreißer nach unten. Allgemein sollten die nach oben bzw. unten gerichteten Ausreißer nicht überbewertet werden, da hier meist von einer lokalen Beeinflussung der Stationen ausgegangen werden kann.

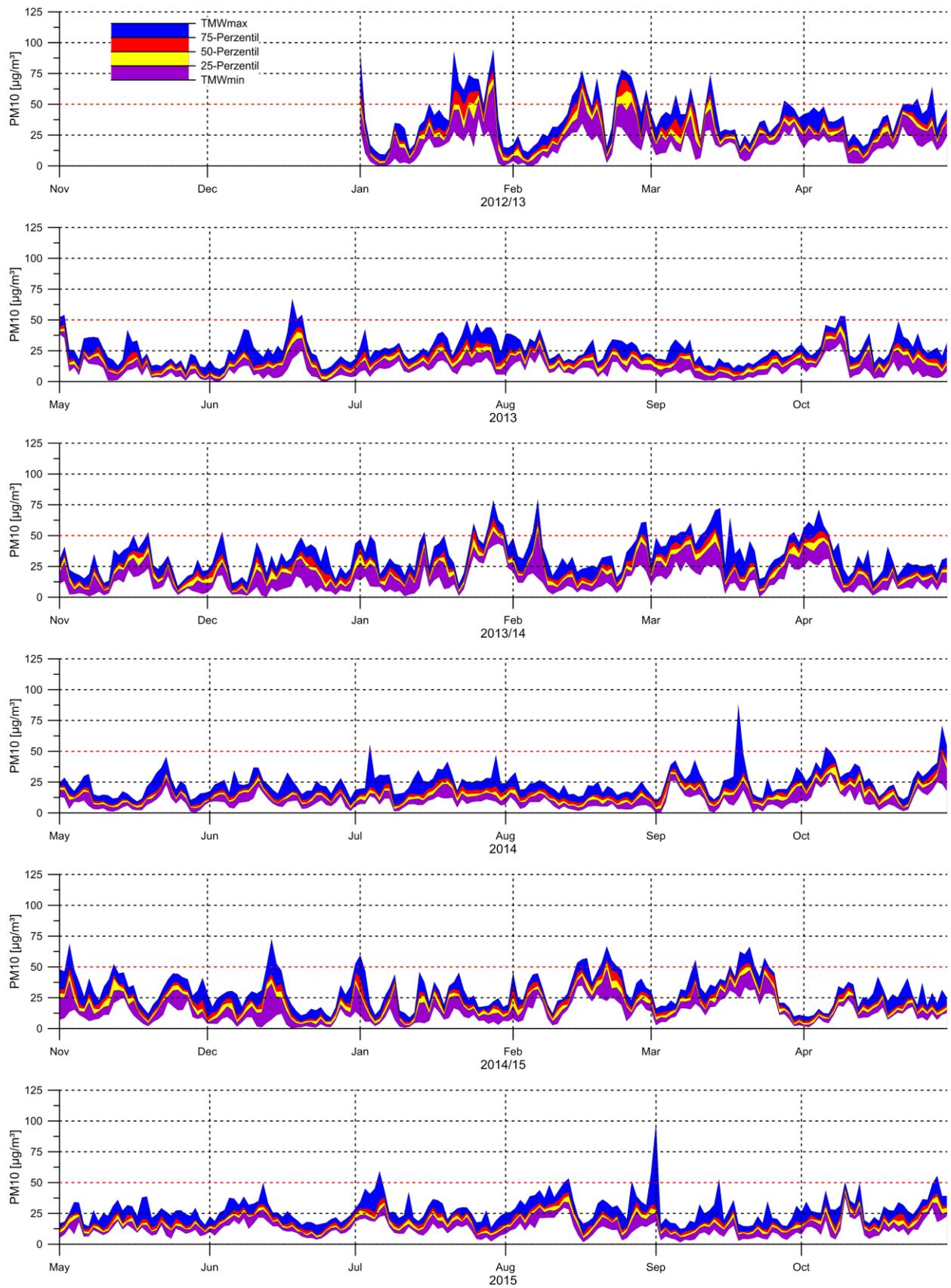


Abbildung 4-3: Perzentile des PM10-Tagesmittelwertes jeweils für das Winterhalbjahr und das Sommerhalbjahr für die Jahre 2013 bis 2015.

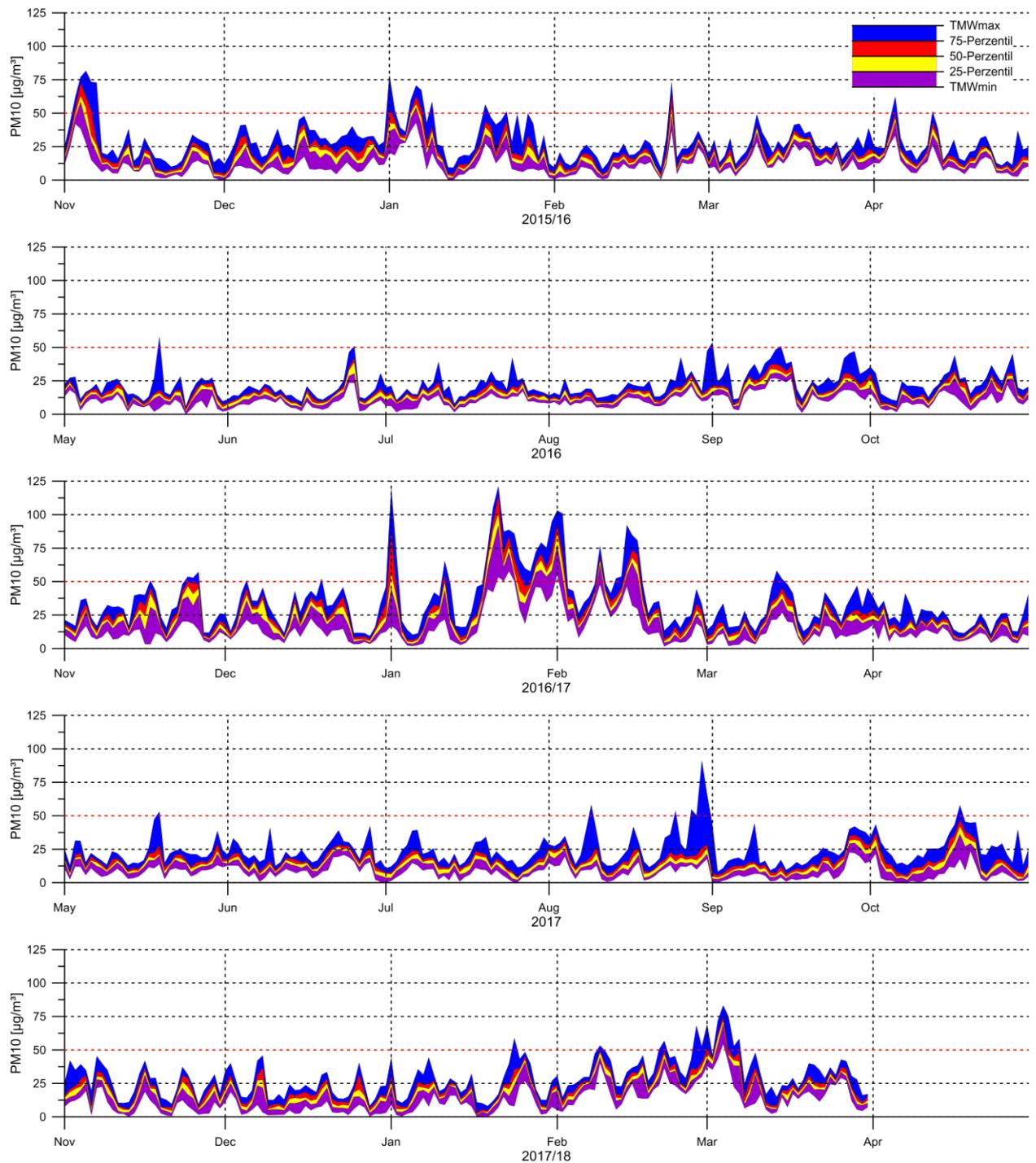


Abbildung 4-4: Perzentile des PM10-Tagesmittelwertes jeweils für das Winterhalbjahr und das Sommerhalbjahr für die Jahre 2015 bis 2018.

Um die kurzfristigen Schwankungen der Feinstaubkonzentrationen zu glätten wurde ein gleitendes Mittel des 75-Perzentils (über 9 Tage) gebildet (Abbildung 4-5). Der erste Wert in der Zeitreihe für das gleitende Mittel ist der 5. Jänner 2013. Der Mittelwert wurde zentriert um diesen Tag, d.h. von 1. Jänner bis 9. Jänner 2013 aus dem 75-Perzentil des PM10-Tagesmittelwerts gebildet. Der nächste Wert (6. Jänner 2013) ist dann der Mittelwert von 2. Jänner bis 10. Jänner 2013 usw. Zur besseren Veranschaulichung wurde in der Abbildung das 75-Perzentil des Tagesmittelwertes der Feinstaubkonzentrationen ebenfalls dargestellt.

Aus der geglätteten Kurve lassen sich Spitzen in der Feinstaubkonzentration leicht erkennen. Für die Studie interessant sind die Episoden in denen die Kurve einen Anstieg der Feinstaubkonzentration bzw. hohe Feinstaubkonzentrationen über mehrere Tage zeigt. Die Kurve gibt an, dass 25 % der niederösterreichischen Luftgütemessstationen einen Wert über dem 75-Perzentilwert gemessen haben, d.h. 7 Stationen zeigen höhere Werte, die restlichen Stationen einen Wert darunter. In der Abbildung sind die auffälligsten Feinstaubepisoden mit roten schattierten Kästchen markiert.

Von Anfang des Jahres 2013 bis Ende April 2013 gab es mehrere Episoden mit erhöhten Feinstaubkonzentrationen. In der ersten Episode zeigte das 75-Perzentil Konzentrationen sogar über dem Grenzwert. Anfang Februar stieg die Feinstaubkonzentration wieder an und blieb bis Ende Februar auf einem sehr hohen Niveau. Danach fiel die Konzentration wieder etwas und blieb bis Mitte März relativ konstant. Anfang April und von Mitte bis Ende April zeigten sich dann weitere 2 Spitzen, jedoch mit niedrigeren Konzentrationen als im Jänner. Ab Mai fiel die Konzentration stetig ab. Im Juni gab es dann eine kurze Spitze in den Feinstaubkonzentrationen. Von Anfang Juli bis August gab es einen leichten Anstieg in den Feinstaubkonzentrationen. Dieser Anstieg wurde vorerst nicht als Episode markiert, da die Konzentrationen im Vergleich zu den anderen Episoden relativ niedrig waren und die Dauer der höheren Konzentrationen relativ kurz war. Von Oktober bis Dezember 2013 wurden dann 3 weitere Konzentrationsspitzen gemessen.

Von Jänner bis April 2014 zeigten sich 3 markante Anstiege in den Feinstaubkonzentrationen. In den Frühlings- und Sommermonaten blieben die Konzentrationen relativ niedrig und zeigten auch nur geringe Schwankungen, weshalb hier keine Episoden markiert worden sind. Anfang September stieg die Feinstaubkonzentration dann wieder etwas an, jedoch im Vergleich zu den anderen Episoden nur um wenige $\mu\text{g}/\text{m}^3$, weshalb auch dieser Anstieg nicht als Episode gewertet worden ist. Anfang Oktober zeigte sich dann ein deutlicher Peak in den Messwerten,

danach fielen die Werte wieder. Ende Oktober / Anfang November stieg die Feinstaubkonzentration wieder an und fiel mit einigen Schwankungen bis Ende Dezember ab. Die einzelnen Spitzen dieser 2 Monate dauerten zwar einzeln nicht lang an, jedoch blieb die Konzentration aufgrund dieser PM10-Spitzen in einem höheren Konzentrationsbereich, weshalb beide Monate gemeinsam als eine Episode markiert wurden.

Das Jahr 2015 zeigte im Jänner relativ konstante Feinstaubkonzentrationen. Die erste markante Konzentrationsspitze wurde im Februar und eine zweite im März gemessen. Von April bis Mai blieben die Konzentrationen relativ konstant auf einem niedrigeren Niveau. In den Sommermonaten zeigten sich 3 relativ deutliche Spitzen (Anfang Juni, Anfang Juli und Anfang August). Die Episode Anfang August könnte noch bis Ende August verlängert werden, da hier ebenfalls eine kleine Spitze in den Feinstaubkonzentrationen erkennbar ist. Im September blieben dann die Konzentrationen wieder relativ konstant auf einem niedrigen Niveau. Erst Anfang Oktober stiegen die Werte wieder an. Eventuell könnte die erste Spitze Anfang Oktober als Episode angesehen werden. Derzeit ist nur der markante Anstieg von Mitte Oktober bis Ende Oktober als Episode markiert. Nach dieser Episode waren die Feinstaubkonzentrationen wieder relativ niedrig, zeigten aber geringfügige Schwankungen. Von Anfang Dezember bis Ende Dezember stiegen die Feinstaubkonzentrationen langsam an. Dieser Anstieg könnte zu der nachfolgenden Episode Anfang Jänner 2016 dazugezählt werden.

Im Jänner 2016 zeigten sich 2 Spitzen in den Feinstaubkonzentrationen. Von Februar bis September 2016 sind kaum Schwankungen in den Feinstaubkonzentrationen erkennbar, weshalb hier auch keine Episode eingezeichnet worden ist. Das 75-Perzentil des PM10-Tagesmittelwertes weist zwar einige Spitzen auf, jedoch sind diese nur von kurzer Dauer. Allgemein könnte aber auch der Zeitraum von Mitte Februar bis etwa Mitte April für die Untersuchung von Interesse sein, da hier das Konzentrationsniveau doch etwas höher liegt als in den darauffolgenden Sommermonaten. Im September wurde eine kurze Spitze in den Konzentrationen gemessen und als Episode markiert, da die Konzentration doch etwas höher als in den vorangegangenen Monaten war und auch von etwas längerer Dauer als die kurzen Spitzen in den Sommermonaten. Von Mitte Oktober bis Ende Dezember stiegen die Feinstaubkonzentrationen wieder etwas an. Es zeigt sich hier ein ähnliches Bild wie in der „nicht-markierten“ Episode von Februar bis März 2016. Auch diese Herbst/Winter Episode könnte für die Studie interessant sein, wurde aber vorerst nicht als Episode in der Abbildung markiert.

Eine sehr markante Feinstaubepisode prägte die Monate Jänner und Februar 2017. Die PM10-Konzentrationen stiegen in dieser Episode auf deutlich höhere Werte als in den anderen betrachteten Jahren an. Erst Ende Februar fielen die Konzentrationen wieder. Im März gab es dann noch eine weitere Episode, bei der jedoch die Konzentrationen deutlich niedriger blieben als in der vorangegangenen Episode. Von April bis Mitte September blieben die Feinstaubkonzentrationen relativ konstant auf einem niedrigeren Niveau. Anfang und Mitte Oktober zeigten sich dann 2 Spitzen in der Feinstaubkonzentration. Anfang November stieg die Konzentration wieder leicht an und blieb bis Ende Dezember im Mittel etwa gleich hoch. Das 75-Perzentil zeigt in dieser Zeit mehrere Schwankungen in den Konzentrationen, die Spitzenwerte bleiben aber unterhalb des PM10-Tagesmittelgrenzwertes.

Anfang Jänner 2018 waren die Feinstaubkonzentrationen relativ niedrig, erst ab Mitte Jänner stiegen die Konzentrationen dann bis Anfang März langsam an. Während des Anstiegs der Konzentrationen sind einige einzelne Spitzen in den Konzentrationen erkennbar. Der gesamte Anstieg wurde als Episode markiert.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in den Wintermonaten Feinstaubepisoden aufgrund der vorherrschenden Wetterlagen (Inversionswetterlagen) sowie aufgrund zusätzlicher Emissionsquellen wie z.B. Hausbrand und Straßendienst häufiger als in den Sommermonaten vorkommen. Die Winterepisoden sind meist grenzwertrelevant, d.h. die Feinstaubkonzentrationen übersteigen den PM10-Tagesmittelgrenzwert. Die Sommermonate zeigen hingegen meist relativ konstante Feinstaubkonzentrationen mit nur geringen Schwankungsbreiten. Teilweise sind natürlich Anstiege in der Feinstaubkonzentration erkennbar, jedoch mit weit niedrigeren Werten als in den Wintermonaten.

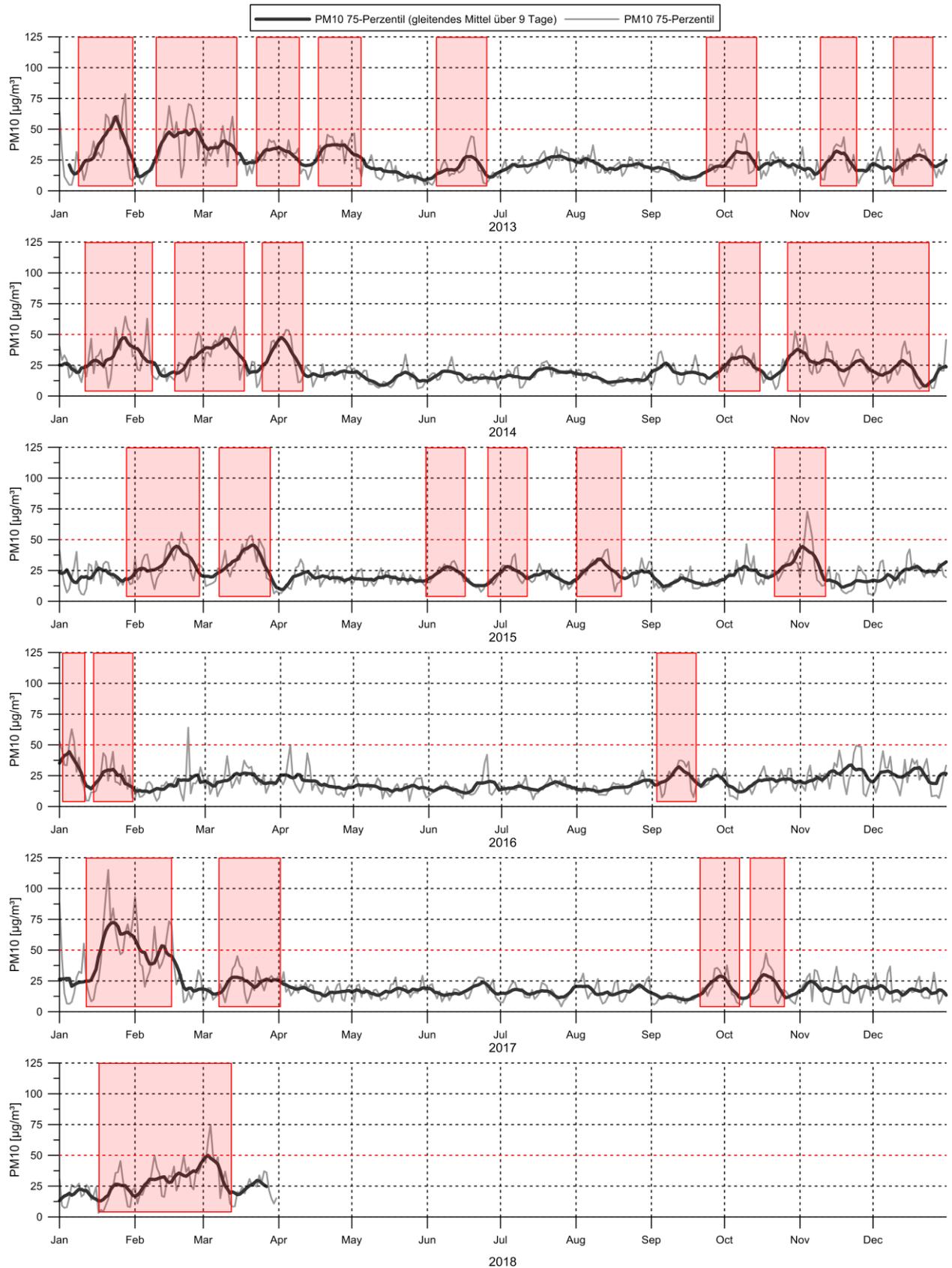


Abbildung 4-5: 9-Tage gleitendes Mittel des 75-Perzentils der PM10-Tagesmittelwerte (dunkelgraue Linie) sowie das 75-Perzentil der PM10-Tagesmittelwerte (hellgraue Linie). Interessante Episoden mit erhöhten Feinstaubkonzentrationen sind rot schattiert.

5 Zusammenfassung

Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik wurde beauftragt die Evaluierung der Maßnahmen des niederösterreichischen Feinstaubprogramms durchzuführen. Die Evaluierung wird in 3 Phasen vorgenommen. Der vorliegende Bericht bezieht sich auf die 1. Phase der Evaluierung, in der der Zeitraum des Feinstaubprogramms (2013 bis inkl. Winter 2017/18) zum einen klimatologisch betrachtet wird und zum anderen die Feinstaubmessungen der niederösterreichischen Luftgütemessstationen analysiert werden.

Die Analyse der Feinstaubimmissionssituation in Niederösterreich in den Jahren 2013 bis Winter 2017/18 wurde auf Basis der Tagesmittelwerte der PM10-Messungen aller niederösterreichischen Luftgütemessstationen durchgeführt. Im ersten Schritt wurde die Spanne zwischen dem maximalen und minimalen Tagesmittelwert an allen verfügbaren Stationen dargestellt, um die Schwankungsbreite der Feinstaubkonzentrationen in Niederösterreich analysieren zu können. Um die regionale Verteilung der Messwerte zu untersuchen, wurden die Luftgütemessstationen in 3 Regionen („West“, „Mitte“ und „Ost“) eingeteilt und die maximalen Tagesmittelwerte aller Stationen in der jeweiligen Region verglichen. Über alle Jahre hinweg wurden die höchsten Konzentrationen vor allem im östlichen und mittleren Teil Niederösterreichs gemessen. In diesen Bereichen sind auch die meisten Sanierungsgebiete (IG-L, 2010) definiert.

Durch die Bildung von Perzentilen (Kapitel 2.3) aus den PM10-Tagesmittelwerten konnten Episoden mit erhöhten Feinstaubkonzentrationen eruiert werden, die von mehreren Stationen gemessen worden sind. Zeigt nur eine Station eine Spitze in den Feinstaubkonzentrationen kann von einer lokalen Beeinflussung der Station ausgegangen werden. Von Interesse für die vorliegende Studie sind Episoden in denen mehrere Stationen in einer Region erhöhte Feinstaubkonzentrationen zeigen. Dafür wurden das 25-, 50- und 75-Perzentil aus den Tagesmittelwerten berechnet. Das 75-Perzentil gibt an, dass 75 % der Stationen (19 Stationen) einen Wert unterhalb des Perzentilwerts gemessen haben bzw. 25 % der Stationen (7 Stationen) einen Wert darüber. Zeigen alle Kurven der Perzentile den gleichen Anstieg in den Feinstaubkonzentrationen, ist davon auszugehen, dass es sich um eine großflächige Feinstaubepisode gehandelt hat.

Um die genauen Feinstaubepisoden zu finden, wurde aus dem 75-Perzentil der PM10-Tagesmittelwerte ein gleitendes Mittel über 9 Tage gebildet. Der Vorteil des gleitenden Mittels

liegt darin, dass kleinere Schwankungen in den Werten geglättet werden und der mittlere Verlauf der Konzentrationen gut ersichtlich ist.

In den Wintermonaten treten Feinstaubepisoden aufgrund der vorherrschenden Wetterlagen (Inversionswetterlagen) sowie aufgrund zusätzlicher Emissionsquellen wie z.B. Hausbrand und Straßendienst häufiger als in den Sommermonaten auf. Die Winterepisoden sind meist grenzwertrelevant, d.h. die Feinstaubkonzentrationen übersteigen den PM10-Tagesmittelgrenzwert. In den betrachteten Jahren stechen vor allem die Monate Jänner und Februar der Jahre 2013 und 2017 hervor. In diesen Monaten wurden hohe Feinstaubkonzentrationen gemessen. Auch in den anderen Jahren zeigten sich in diesen Monaten meist erhöhte Feinstaubkonzentrationen, jedoch nicht so hohe Werte.

Die Sommermonate zeigten hingegen meist niedrigere und relativ konstante Feinstaubkonzentrationen mit nur geringen Schwankungsbreiten. Teilweise sind natürlich auch im Sommer Anstiege in der Feinstaubkonzentration erkennbar, jedoch mit weit niedrigeren Werten als in den Wintermonaten. Einzig im Sommer 2015 zeigten sich deutliche Schwankungen in der Feinstaubkonzentration.

Für die 2. Phase der Evaluierung werden gemeinsam mit dem Auftraggeber interessante Feinstaubepisoden ausgewählt, welche dann detailliert untersucht werden. Die Untersuchung beinhaltet die Darstellung der Immissionssituation durch Beschreibung der meteorologischen Situation sowie die groß- und kleinräumigen Ausbreitungsbedingungen. Für Herkunftsanalysen werden Modellberechnungen verwendet um potentielle Verursacher zu lokalisieren.

Zentralanstalt für Meteorologie
und Geodynamik



Mag. Claudia Flandorfer (Gutachterin)



Mag. Marcus Hirtl (Prüfer)

6 Literatur und Quellen

Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L, 2010): Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden. BGBl. I Nr. 115/1997 zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 77/2010.

ÖNORM 5866 (2007): Luftreinhaltung - Bildung von Immissionsmessdaten und daraus abgeleiteten Immissionskennwerten. Österreichisches Normungsinstitut.