

# Luftreinhaltung im Wallis

## Umsetzung des kantonalen Massnahmenplans und Luftqualität im Wallis

[duw@admin.vs.ch](mailto:duw@admin.vs.ch)

<http://www.vs.ch/luft>

### Bericht 2020



# Das Wesentliche

## Kantonaler Massnahmenplan für die Luftreinhaltung

- Am 8. April 2009 verabschiedete der Staatsrat einen Plan mit 18 Massnahmen zur Bekämpfung der Luftverschmutzung durch übermässige Schadstoffimmissionen. Dieser Plan soll der Erhöhung der Luftqualität dienen, durch Massnahmen in Sachen Information, Abfallentsorgung, Industrie und Gewerbe, Motorfahrzeuge sowie Heizungen. Ein besonderes Gewicht wurde auf Massnahmen zur Verringerung der Verschmutzung durch Feinstaub (PM10, PM2.5) gelegt, den Schadstoff mit den gravierendsten Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit. Tatsächlich waren um das Jahr 2010 60 % der Walliser Bevölkerung überhöhten PM10-Konzentrationen ausgesetzt – gegenüber 40 % im schweizerischen Durchschnitt. Laut der vom BAFU zusammen mit dem Kollegium für Hausarztmedizin 2014 herausgegebene Publikation «Luftverschmutzung und Gesundheit» lagen die luftverschmutzungsbedingten Gesundheitskosten (medizinische Heilungskosten, Produktionsausfall, Wiederbesetzungskosten sowie immaterielle Kosten) im Jahr 2010 bei gegen 4 Mia. Franken. Die Europäische Umweltagentur (EUA) vermeldete in ihrem Bericht 2020, dass in den 28 erfassten Ländern Europas die Zahl der luftverschmutzungsbedingten vorzeitigen Todesfälle 2018 für PM2.5 rund 379'000, für NO<sub>2</sub> rund 54'000 und für Ozon rund 19'400 betrug. Die entsprechenden Zahlen für die Schweiz lauten rund 3'500 (Luftverschmutzung durch PM2.5) und 350 (Ozon). Dies entsprach vor der coronabedingten Übersterblichkeit im Jahr 2020 fast 5 % der pro Jahr registrierten Todesfälle im Land (67'000/Jahr 2017-2019).
- Im Verlauf des Jahres 2013 traten alle, gestützt auf Art. 31 der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) erlassenen 18 Massnahmen des kantonalen Plans in Kraft. Im Zuge der Sparmassnahmen beschloss der Staatsrat, die Steuerermässigungen für die umweltschonendsten Kraftfahrzeuge ab 2016 zu streichen (Aufhebung der Massnahme 5.4.2) und die Subventionen für Partikelfilter auf Gross-Holzheizungen ab 70 kW ab Juli 2014 zu beschränken (Abänderung der Massnahme 5.5.4). Ende 2017 liefen die Bestimmungen der Massnahme 5.5.3 über die verkürzten Sanierungsfristen für nicht LRV-konforme Gross-Holzheizungen ab, ohne die vorgesehenen Ergebnisse zu erbringen. 2020 wurden Änderungen zur Aktualisierung von 4 Massnahmen des kantonalen Plans vorgeschlagen (Massnahmen 5.3.1, 5.3.2, 5.5.3, 5.5.4).
- 12 Jahre nach Annahme des kant. LRV-Plans präsentiert sich die Bilanz der umgesetzten Massnahmen positiv. Deren Einfluss auf die Luftqualität hängt allerdings vom betrachteten Schadstoff ab. Beim Feinstaub (PM10) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) ist seit 2006 ein beachtlicher Rückgang feststellbar. Ihre Jahresgrenzwerte werden seit 2014 an allen sieben RESIVAL-Stationen eingehalten, und der LRV-Plan hat zu diesem Ergebnis beigetragen. Die Gruppe Luftreinhaltung der DUW hat mit der Verschärfung der gemäss der Massnahme 5.3.1 vorgeschriebenen Kontrollen einen zentralen Beitrag zur Bekämpfung der Verschmutzungsquellen geleistet. Bei den von April bis August immer noch übermässigen Ozon-Belastungen dagegen ist keine Wirkung zu beobachten. 2018 wurde zum ersten Mal kein einziger Tagesgrenzwert für NO<sub>2</sub> überschritten. Die 2019 zum ersten Mal eingehaltenen Tagesgrenzwerte für PM10 wurden 2020 erneut überschritten. An der NABEL-Messstation in Sitten (A9), 25 m neben der Autobahn, zeigte sich eine positive Entwicklung: 2020 wurden die Grenzwerte für NO<sub>2</sub> dort nicht überschritten. Dies ist auf den deutlichen Verkehrsrückgang aufgrund der einschränkenden pandemiebedingten Massnahmen zurückzuführen. Die 2018 in die LRV aufgenommene Begrenzung für den Jahresmittelwert für PM2.5 wurde seither eingehalten. Die PM2.5-Belastung ist im Wallis jährlich für ungefähr hundert vorzeitige Todesfälle verantwortlich und damit bedeutender und besorgniserregender als die generell mässige PM10-Belastung. Diese Befunde sprechen dafür, die unternommenen Anstrengungen aufrechtzuerhalten, damit die ergriffenen Massnahmen in Luftverschmutzung verursachenden Bereichen ihre Wirkung nachhaltig entfalten können und für die gesamte Bevölkerung des Kantons jederzeit und überall eine gute Luftqualität gewährleistet werden kann.

## Luftqualität im Wallis 2020

- ➡ **Ozon (O<sub>3</sub>):** Ab 1990 zeigten die Ozon-Messungen zunächst einen offenkundigen Rückgang an. Seit 2002 tendieren die Werte aber zur Stagnation, auch wenn hie und da jährliche Anstiege vorkommen, wie in den sehr sonnigen und heissen Sommern 2003, 2015 und 2018. Im Jahr 2020 wurden hingegen ungewöhnlich tiefe Belastungswerte verzeichnet. Abgesehen vom Monat April wurde die Ozon-Belastung nicht durch das Wetter begünstigt. Bei den maximalen Spitzenkonzentrationen von O<sub>3</sub> ist langsam ein Abwärtstrend erkennbar. In den Höhenlagen ist jedoch eine Verschlechterung der Lage bezüglich Einhaltung der Luftqualitätsnormen zu beobachten.
- ➡ **Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>):** PM<sub>10</sub> und dessen noch feineren PM<sub>2.5</sub>-Fraktionen sind die Schadstoffe mit den gravierendsten Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit. Bei den PM<sub>10</sub> ist seit 2006 im Jahresmittel ein regelmässiger Rückgang zu beobachten, mit einer Verringerung in allen Regionen zwischen 41 und 51 % bis 2020. Seit 2016 stagnieren die Werte in Höhenlagen und seit kurzem auch in der Ebene. Die seit 2014 durchgehend an allen Stationen des Walliser Messnetzes RESIVAL beobachtete Einhaltung des Jahresgrenzwerts hält seither an. Die Ergebnisse für die PM<sub>2.5</sub>-Jahreswerte zeigen seit 2018 eine weniger günstige Situation an, näher an der Begrenzung, ohne sie allerdings zu überschreiten.
- ➡ Auch die Jahresmittelwerte für **Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)** gehen seit fünfzehn Jahren immer mehr zurück, je nach Region mit Abnahmen von 40 bis 51 % (2020 gegenüber 2006). Seit 2013 wird der Jahresgrenzwert von 30 µg/m<sup>3</sup> an den RESIVAL-Stationen im ganzen Kanton eingehalten. Für die nationale Messstation (NABEL) Flughafen-A9 in Sitten meldet das BAFU, dass der Jahresgrenzwert 2020 zum zweiten Mal eingehalten wurde. Dies ist jedoch auf den Verkehrsrückgang aufgrund der pandemiebedingten Massnahmen zurückzuführen.
- ➡ Die Qualitätsnormen für den **Staubniederschlag** werden nach einer Abweichung in der ländlichen Region in der Ebene 2019 wieder eingehalten.

| Standort-Typ                  | Ozon<br>(O <sub>3</sub> )                                                           | Feinstaub                                                                           |                                                                                     | Stickstoff-<br>dioxid<br>(NO <sub>2</sub> )                                           | Staub-<br>niederschlag                                                                |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                               |                                                                                     | PM <sub>10</sub>                                                                    | PM <sub>2.5</sub>                                                                   |                                                                                       |                                                                                       |
| Ländliche Region in der Höhe  |  |  |  |  |  |
| Ländliche Region in der Ebene |  |  |  |  |  |
| Stadtzentrum                  |  |  |  |  |  |
| Nähe von Industrien           |  |  |  |  |  |

Die obige Tabelle (zur Erklärung der Piktogramme s. Anh. 4) zeigt, dass die Situation der Luftqualität im Wallis, mit Ausnahme des Ozons, gemessen an den Langzeitbelastungsgrenzen der LRV, gut ist. Langzeitbegrenzungen werden festgesetzt, um den Auswirkungen einer chronischen Belastung durch Luftschadstoffe vorzubeugen, denn deren gesundheitlichen Folgen sind gravierender als bei kurzfristigen und zeitlich begrenzt auftretenden Belastungen. Mit Ausnahme des Ozons sind übermässige Immissionen seit 2014 zu einem vereinzelt auftretenden und lokal relativ begrenzten Problem geworden. Jüngste Studien stellten in der Rhone-Ebene und am Talboden bestimmter Seitentäler jedoch eine anhaltende Überschreitung der Stickstoffeinträge fest. Die Ammoniakkonzentrationen spielen eine zentrale Rolle bei der Überschreitung der kritischen Werte, deren Einhaltung das BAFU vorschreibt.



# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>DAS WESENTLICHE</b>                                                          | <b>3</b>  |
| <b>KANTONALER MASSNAHMENPLAN FÜR DIE LUFTREINHALTUNG</b>                        | <b>11</b> |
| <i>Zweck</i>                                                                    | 13        |
| <i>Umsetzung</i>                                                                | 13        |
| <b>LUFTQUALITÄT</b>                                                             | <b>19</b> |
| <i>Faktor Wetter und Luftverschmutzung</i>                                      | 21        |
| <i>Meteorologische Werte für Sitten</i>                                         | 23        |
| <i>Das Wetter im Jahresverlauf 2020</i>                                         | 23        |
| <i>RESIVAL</i>                                                                  | 27        |
| <i>Ozon – O<sub>3</sub></i>                                                     | 29        |
| <i>Feinstaub – PM10 / PM2.5</i>                                                 | 37        |
| <i>Stickstoffdioxid – NO<sub>2</sub></i>                                        | 49        |
| <i>Grobstaubniederschlag</i>                                                    | 57        |
| <i>Flüchtige organische Verbindungen – VOC</i>                                  | 63        |
| <b>ANHANG</b>                                                                   | <b>77</b> |
| <i>A1: Kantonaler Massnahmenplan für die Luftreinhaltung: Massnahmenblätter</i> | 79        |
| <i>A2: RESIVAL: Allgemeines</i>                                                 | 123       |
| <i>A3: RESIVAL: Ergebnisse nach Messstation</i>                                 | 133       |
| <i>A4: RESIVAL: Piktogramme für die Luftqualität</i>                            | 163       |
| <i>A5: Wirksamkeit des kantonalen LRV-Plans</i>                                 | 165       |
| <i>A6: Ergänzende Studien zur Luftverschmutzung</i>                             | 177       |

# Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: RESIVAL-Messstationen                                                                                                      | 27 |
| Abbildung 2: Im Wallis sind die natürlichen, von Pflanzen abgegebenen VOC die wichtigsten Vorläufer von O <sub>3</sub> .                | 29 |
| Abbildung 3: O <sub>3</sub> – Überschreitungen der Stundennorm nach Konzentrationsklassen                                               | 31 |
| Abbildung 4: O <sub>3</sub> – Anzahl Stunden >120 µg/m <sup>3</sup> pro Monat                                                           | 32 |
| Abbildung 5 : O <sub>3</sub> – monatliche 98-Perzentile                                                                                 | 32 |
| Abbildung 6: O <sub>3</sub> – Anzahl Stunden über 120 µg/m <sup>3</sup> , regionaler Höchstwert                                         | 33 |
| Abbildung 7: O <sub>3</sub> – Anzahl Tage mit Stunden >120µg/m <sup>3</sup> , regionale Mittelwerte                                     | 34 |
| Abbildung 8: O <sub>3</sub> – Maximale Stundenspitzenwerte nach Jahren                                                                  | 34 |
| Abbildung 9: AOT 40 in den Jahren 1990 bis 2020, regionale Mittelwerte                                                                  | 35 |
| Abbildung 10: Feuer im Freien und hauptsächlich mit Stückholz betriebene Klein-Holzheizungen stossen grosse Mengen PM10 aus.            | 37 |
| Abbildung 11: primäre PM10-Emissionen, Wallis 2019                                                                                      | 37 |
| Abbildung 12: PM10 – regionale Jahresmittelwerte von 1999 bis 2020                                                                      | 40 |
| Abbildung 13: PM10, maximale Anzahl Tage > 50 µg/m <sup>3</sup> , regionale Höchstwerte (rote Linie: neue Toleranzschwelle von 3 Tagen) | 40 |
| Abbildung 14 : Blei im PM10 von 2001 bis 2020, regionale Mittelwerte (LRV-Grenzwert 500 ng/m <sup>3</sup> )                             | 43 |
| Abbildung 15 : Cadmium im PM10 in ng/m <sup>3</sup> von 2001 bis 2020, regionale Mittelwerte                                            | 43 |
| Abbildung 16: Ergebnisse 2014 - 2019 für PAK und Benzo(a)pyren bei der NABEL-Messtation in Sitten                                       | 44 |
| Abbildung 17: PM2.5 2018-2020, regionale Jahresmittel in µg/m <sup>3</sup> (rote Linie: LRV-Grenzwert)                                  | 46 |
| Abbildung 18: Ungereinigte Abgase aus Dieselmotoren sind grosse BC-Quellen                                                              | 47 |
| Abbildung 19: EK – Jahresmittelwerte von 2008 bis 2020                                                                                  | 47 |
| Abbildung 20: EK 2020 in Massongex                                                                                                      | 48 |
| Abbildung 21: PM10 und PM2.5 2020 in Massongex                                                                                          | 48 |
| Abbildung 22: Der motorisierte Verkehr verursacht 44 % der NO <sub>x</sub> -Emissionen                                                  | 49 |
| Abbildung 23: NO <sub>x</sub> -Emissionen im Wallis 2019                                                                                | 49 |
| Abbildung 24: NO <sub>2</sub> – durchschnittliche Tageswerte in Sitten und Brigerbad 2020                                               | 51 |
| Abbildung 25: NO <sub>2</sub> – Jahresmittelwerte nach Region von 1990 bis 2020                                                         | 52 |
| Abbildung 26: NO <sub>2</sub> – maximale Anzahl Überschreitungen der Tagesnorm von 2000 bis 2020                                        | 53 |
| Abbildung 27: Bergerhoff-Gerät für die Staubbiederschlags-messung                                                                       | 57 |
| Abbildung 28: Staubbiederschlag von 1991 bis 2020 – regionale Mittelwerte                                                               | 59 |
| Abbildung 29: Blei im Staubbiederschlag von 1991 bis 2020 – regionale Mittelwerte                                                       | 60 |
| Abbildung 30: Cadmium im Staubbiederschlag von 1991 bis 2020 – regionale Mittelwerte                                                    | 61 |
| Abbildung 31: Zink im Staubbiederschlag von 1991 bis 2020 – regionale Mittelwerte                                                       | 61 |
| Abbildung 32: Bei Umschlag und Lagerung von Treibstoffen gelangen jährlich 35 bis 65 Tonnen Benzol in die Luft [16]                     | 63 |
| Abbildung 33: NMVOC-Emissionen (VOC ohne Methan) im Wallis 2019                                                                         | 63 |
| Abbildung 34: Benzol – Jahresmittelwerte                                                                                                | 64 |
| Abbildung 35: Benzol – Monatsmittelwerte 2020                                                                                           | 64 |

|                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 36: Benzol-Immissionen an der Station Brigerbad 2020                                                                                            | 66  |
| Abbildung 37: Benzol-Immissionen an der Station Massongex 2020                                                                                            | 67  |
| Abbildung 38: Toluol – Jahresmittelwerte                                                                                                                  | 68  |
| Abbildung 39: Toluol – Monatsmittelwerte 2020                                                                                                             | 68  |
| Abbildung 40: Lage der Messstationen des Messnetzes RESIVAL                                                                                               | 125 |
| Abbildung 41: Les Giettes, Lage des Standorts                                                                                                             | 135 |
| Abbildung 42: Les Giettes, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2020                                                                                   | 136 |
| Abbildung 43: Les Giettes, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020                                                                           | 137 |
| Abbildung 44: Les Giettes, Anzahl O <sub>3</sub> -Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2020                                                   | 137 |
| Abbildung 45: Massongex, Lage des Standorts                                                                                                               | 139 |
| Abbildung 46: Massongex, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2020                                                                                     | 140 |
| Abbildung 47: Massongex, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020                                                                             | 141 |
| Abbildung 48: Massongex, Anzahl O <sub>3</sub> -Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2020                                                     | 141 |
| Abbildung 49: Saxon, Lage des Standorts                                                                                                                   | 143 |
| Abbildung 50: Saxon, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2020                                                                                         | 144 |
| Abbildung 51: Saxon, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020                                                                                 | 145 |
| Abbildung 52: Saxon, Anzahl O <sub>3</sub> -Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2020                                                         | 145 |
| Abbildung 53: Sitten, Lage des Standorts                                                                                                                  | 147 |
| Abbildung 54: Sitten, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2020                                                                                        | 148 |
| Abbildung 55: Sitten, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020                                                                                | 149 |
| Abbildung 56: Sitten, Anzahl O <sub>3</sub> -Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2020                                                        | 149 |
| Abbildung 57: Eggerberg, Lage des Standorts                                                                                                               | 151 |
| Abbildung 58: Eggerberg, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2020                                                                                     | 152 |
| Abbildung 59: Eggerberg, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020                                                                             | 153 |
| Abbildung 60: Eggerberg, Anzahl O <sub>3</sub> -Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2020                                                     | 153 |
| Abbildung 61: Brigerbad, Lage des Standorts                                                                                                               | 155 |
| Abbildung 62: Brigerbad, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2020                                                                                     | 156 |
| Abbildung 63: Brigerbad, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020                                                                             | 157 |
| Abbildung 64: Brigerbad, Anzahl O <sub>3</sub> -Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2020                                                     | 157 |
| Abbildung 65: Montana, Lage des Standorts                                                                                                                 | 159 |
| Abbildung 66: Montana, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2020                                                                                       | 160 |
| Abbildung 67: Montana, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020                                                                               | 161 |
| Abbildung 68: Montana, Anzahl O <sub>3</sub> -Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2020                                                       | 161 |
| Abbildung 69: Gegenüberstellung der Immissionswerte im Wallis 2020 mit den wichtigsten LRV-Begrenzungen                                                   | 166 |
| Abbildung 70: PM10, Entwicklung der Belastungsniveaus von 1999 bis 2020                                                                                   | 167 |
| Abbildung 71: NO <sub>x</sub> , Entwicklung der Belastungsniveaus von 1999 bis 2020                                                                       | 170 |
| Abbildung 72: SO <sub>2</sub> , Entwicklung der Belastungsniveaus von 1999 bis 2019                                                                       | 173 |
| Abbildung 73: VOC, Entwicklung der Belastungsniveaus von 2005 bis 2020                                                                                    | 175 |
| Abbildung 74: Gegenüberstellung der NO <sub>x</sub> -Tageswerte des ersten Halbjahrs 2020 bei der RESIVAL-Station Sitten mit den Werten von 2017 bis 2019 | 177 |

|                                                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 75: Schwankungen der O <sub>3</sub> -Konzentrationen je nach Intensität des Ostwinds (Föhn) in der Oberwalliser Ebene während der Föhnperiode vom 18. bis am 20. Dezember 2020 | 179 |
| Abbildung 76: Ozonimmissionen im Oberwallis und auf dem Jungfraujoch einschliesslich Föhnperiode                                                                                         | 180 |
| Abbildung 77: O <sub>3</sub> -, NO <sub>x</sub> - und PM <sub>10</sub> -Immissionen in der Oberwalliser Ebene während der Föhnperiode vom 18. bis am 20. Dezember 2020                   | 181 |
| Abbildung 78: Tageswerte der krebserzeugenden VOC-Immissionen bei den Stationen Baltschieder und Brigerbad 2020 (Koelution von TRI und TMP nicht berücksichtigt)                         | 183 |
| Abbildung 79: Tageswerte der krebserzeugenden VOC-Immissionen bei den Stationen Baltschieder und Brigerbad 2020                                                                          | 184 |

# Tabellenverzeichnis

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 1: Auswirkung der Massnahmen auf die wichtigsten Luftschadstoffe               | 14  |
| Tabelle 2: Sensibilisierungs- und Informationsmassnahmen                               | 15  |
| Tabelle 3: Sektorenübergreifende Massnahmen                                            | 16  |
| Tabelle 4: Massnahmen betreffend Industrie und Gewerbe                                 | 16  |
| Tabelle 5: Massnahmen betreffend Kraftfahrzeuge                                        | 17  |
| Tabelle 6: Massnahmen betreffend Heizungen                                             | 18  |
| Tabelle 7: O <sub>3</sub> – Ergebnisse 2020                                            | 31  |
| Tabelle 8: PM <sub>10</sub> – Ergebnisse 2020                                          | 38  |
| Tabelle 9: PM <sub>2.5</sub> – Ergebnisse 2020                                         | 45  |
| Tabelle 10: Elementarer Kohlenstoff (EK) – Ergebnisse 2020                             | 47  |
| Tabelle 11: NO <sub>2</sub> – Ergebnisse 2020                                          | 51  |
| Tabelle 12: Grobstaubniederschläge und Schwermetalle – Ergebnisse im Jahresmittel 2020 | 58  |
| Tabelle 13: Benzol und Toluol – Ergebnisse 2020                                        | 64  |
| Tabelle 14: Ergebnisse von 2017 bis 2020 zur Verhältniszahl Toluol/Benzol* im Wallis   | 69  |
| Tabelle 15: LRV-Grenzwerte                                                             | 126 |
| Tabelle 16: Analyse-Programm RESIVAL                                                   | 128 |
| Tabelle 17: Immissionsmessung, analytische Methoden                                    | 129 |
| Tabelle 18: Nach der Norm ISO-17025 akkreditierte Messungen                            | 130 |
| Tabelle 19: Les Giettes, Standortbeschrieb                                             | 135 |
| Tabelle 20: Les Giettes, Ergebnisse für das Jahr 2020                                  | 136 |
| Tabelle 21: Les Giettes, Ergebnisse 2020 nach Monaten                                  | 137 |
| Tabelle 22: Massongex, Standortbeschrieb                                               | 139 |
| Tabelle 23: Massongex, Ergebnisse für das Jahr 2020                                    | 140 |
| Tabelle 24: Massongex, Ergebnisse 2020 nach Monaten                                    | 141 |
| Tabelle 25: Saxon, Standortbeschrieb                                                   | 143 |
| Tabelle 26: Saxon, Ergebnisse für das Jahr 2020                                        | 144 |
| Tabelle 27: Saxon, Ergebnisse 2020 nach Monaten                                        | 145 |
| Tabelle 28: Sitten, Standortbeschrieb                                                  | 147 |
| Tabelle 29: Sitten, Ergebnisse für das Jahr 2020                                       | 148 |
| Tabelle 30: Sitten, Ergebnisse 2020 nach Monaten                                       | 149 |
| Tabelle 31: Eggerberg, Standortbeschrieb                                               | 151 |
| Tabelle 32: Eggerberg, Ergebnisse für das Jahr 2020                                    | 152 |
| Tabelle 33: Eggerberg, Ergebnisse 2020 nach Monaten                                    | 153 |
| Tabelle 34: Brigerbad, Standortbeschrieb                                               | 155 |
| Tabelle 35: Brigerbad, Ergebnisse für das Jahr 2020                                    | 156 |
| Tabelle 36: Brigerbad, Ergebnisse 2020 nach Monaten                                    | 157 |
| Tabelle 37: Montana, Standortbeschrieb                                                 | 159 |
| Tabelle 38: Montana, Ergebnisse für das Jahr 2020                                      | 160 |

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 39: Montana, Ergebnisse 2020 nach Monaten                                                   | 161 |
| Tabelle 40: Mobile Station und RESIVAL-Station in Industrienähe, Benzol und Toluol, Ergebnisse 2020 | 182 |



# Kantonaler Massnahmenplan für die Luftreinhaltung





## Zweck

Die Luftqualität hat sich im Wallis seit Mitte der 1980er Jahre bis heute merklich gebessert, dies vor allem dank der Umsetzung der Bundesvorschriften und der im Rahmen des «Walliser Luftforums» zwischen 1995 und 2001 beschlossenen Massnahmen. Von Inkrafttreten der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) 1986 bis 2010 wurde die in die Atmosphäre abgegebene Schadstoffmenge in der Schweiz und im Wallis deutlich reduziert, um ungefähr 33 % für die NO<sub>x</sub> (Stickoxide, von denen das NO<sub>2</sub> das schädlichste ist) und 40 % für den Feinstaub (PM10) [1]. Dennoch ist die Situation der Luftqualität im Wallis bis 2014 mit wiederholten Überschreitungen der LRV-Begrenzungen für PM10, NO<sub>2</sub> und Ozon (O<sub>3</sub>) ernst und besorgniserregend geblieben. Angesichts dieser im vorliegenden Bericht aufgezeigten Situation verabschiedete der Staatsrat am 8. April 2009 den kantonalen Massnahmenplan zur Luftreinhaltung (kant. LRV-Plan), mit dem Zweck, übermässige Luftschadstoff-Immissionen zu bekämpfen. Dazu setzte er 18 Massnahmen fest, und zwar in den Bereichen Information, individuelles Verhalten, Abfallentsorgung, Industrie und Gewerbe, Kraftfahrzeuge sowie Heizungen. Tabelle 1 (s. nächste Seite) bietet einen Überblick über die Wirkungen, die mit den verschiedenen Massnahmen erzielt werden sollen. Schwerpunktmässig wurden Massnahmen gewählt, die eine Verringerung der NO<sub>x</sub>-, O<sub>3</sub>- und vor allem der PM10-Belastungen ermöglichen (11 der Massnahmen gelten hauptsächlich den PM10). Der Feinstaub (PM10 und PM2.5) ist der Schadstoff mit den gravierendsten Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit. Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) stufte die Luftverschmutzung 2013 vorwiegend wegen der Präsenz dieser Schadstoffe als krebserregend ein [2].

2013 wurde ein neues Kataster (Cadero) eingeführt, wobei die Berechnungsmethoden und Datensätze seines Vorgängers (CadValais) im Wesentlichen übernommen wurden. Dieses ermöglicht es, die Emissionsentwicklungen bis zum Jahr 2000 zurückzuverfolgen. Die Grafiken in Anhang 5 (A5) zeigen diese auf und dienen als Grundlage zur Erörterung der wichtigsten Veränderungen, vor allem des Rückgangs der PM10-, NO<sub>x</sub>- und SO<sub>2</sub>-Belastungsniveaus seit 2006. Das Cadero wurde aber auch um bedeutende Datenbestände erweitert, hauptsächlich mit Daten des Bundes zum Offroad-Bereich (Offroad, 2013, 2017), zu Heizungen (Emissionskoeffizienten, 2017), zu Lösungsmittlemissionen aus Haushalten, zu Strassen und Gebäuden (NFR 2D3a-d, 2017) sowie zum Strassenverkehr (HBEFA 3.2 2014 bzw. 3.3 2017). Als kantonale Daten kamen jene der Gemeindefusionen (2013, 2017), des Belastungsplans für den Strassenverkehr (2016), der Viehbestand-Kontingente (2013), Daten zum Energieverbrauch, aufgeschlüsselt nach Brennstofftyp (2016), der jährlichen Emissionserklärungen der Industrie (2013 bis 2018) und sozioökonomische Daten (2016) hinzu. 2017 begann man die neu hinzukommenden, grösstenteils mit Holz befeuerten Fernwärmeheizungen (FWH) zu registrieren, um deren Lage und Eigenschaft als Ersatz für Hausheizungen zu erfassen.

## Umsetzung

Die Massnahmen des kantonalen LRV-Plans wurden in 5 spezifische Bereiche gegliedert, um sie so überschaubarer zu machen:

- Sensibilisierung und Information (Massnahmen 5.1);
- Sektorenübergreifende Massnahmen (Massnahmen 5.2);
- Industrie und Gewerbe (Massnahmen 5.3);
- Kraftfahrzeuge (Massnahmen 5.4);
- Heizungen (Massnahmen 5.5).

Im Folgenden wird zum Stand der einzelnen 18 Massnahmen elf Jahre nach Verabschiedung des kantonalen Plans Bilanz gezogen. Ergänzungen und Einzelheiten der Umsetzung werden in Anhang 1 (A1) erläutert. In A5 wird die Wirksamkeit der Massnahmen des kantonalen Plans bezüglich der anhand von Katastern bzw. Messungen ermittelten Emissionen und Immissionen erörtert. Er enthält auch eine Grafik zum Stand der Luftqualität 2020, eine etwas detailliertere als jene auf Seite 4 «Das Wesentliche».

Tabelle 1: Auswirkung der Massnahmen auf die wichtigsten Luftschadstoffe

| Luftschadstoff                                                                                                                                        | O <sub>3</sub> | PM10 | NO <sub>x</sub> | SO <sub>2</sub> | VOC |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|-----------------|-----------------|-----|
| Massnahme gemäss kantonalem LRV-Plan                                                                                                                  |                |      |                 |                 |     |
| 5.1.1 Sensibilisierung und allgemeine Information                                                                                                     |                | +    | +               | +               | +   |
| 5.1.2 Themenpfade, sonstige Veranstaltungen zum Thema Luft                                                                                            | +              | +    | +               | +               | +   |
| 5.1.3 Information der Gemeinden über Massnahmen in ihrer Zuständigkeit                                                                                | +              | +    | +               | +               | +   |
| 5.1.4 Einsetzung einer kantonalen Kommission für die Reinhaltung der Luft                                                                             | +              | +    | +               | +               | +   |
| 5.2.1 Bekämpfung der Abfallverbrennung im Freien                                                                                                      |                | +++  | +               |                 |     |
| 5.2.2 Informations- und Interventionsmassnahmen bei Wintersmog                                                                                        |                | +++  | +               |                 |     |
| 5.2.3 Informationsmassnahmen bei Sommersmog                                                                                                           | +              |      | +               |                 | +   |
| 5.3.1 Verschärfte Kontrollen                                                                                                                          | +              | +++  | +++             | +++             | +++ |
| 5.3.2 Strengere Grenzwerte für grosse Emittenten                                                                                                      | +              | +++  | +++             | +++             |     |
| 5.3.3 Überprüfung der Umweltverträglichkeit eines Unternehmens vor Gewährung einer Steuererleichterung                                                | +              | +    | +               | +               | +   |
| 5.4.1 Ausrüstung neuer Fahrzeuge und anderer Dieselmotoren des Staats mit einem Partikelfilter und einem System zur Reduktion der Stickoxidemissionen | +              | +++  | +++             |                 |     |
| 5.4.2 Kraftfahrzeugsteuer                                                                                                                             | +              | +++  | +++             |                 |     |
| 5.4.3 Fahrkurse des Typs Eco-Drive                                                                                                                    | +              | +++  | +++             |                 | +   |
| 5.4.4 Subventionierung von Partikelfiltern bei land- und forstwirtschaftlichen Dieselmotoren                                                          |                | +++  |                 |                 |     |
| 5.5.1 Sanierungen der Heizungen und Wärmeisolierung der Gebäude                                                                                       |                | +    | +++             |                 |     |
| 5.5.2 Subventionen gemäss Energiegesetz für die umweltverträglichsten Anlagen                                                                         |                | +++  | +               |                 |     |
| 5.5.3 Verkürzung der Sanierungsfristen und strengere Normen für die Holzheizungen                                                                     |                | +++  |                 |                 |     |
| 5.5.4 Subventionierung von Partikelfiltern in Holzheizungen                                                                                           |                | +++  |                 |                 |     |

+++ : Schadstoff, der durch die Massnahme hauptsächlich bekämpft wird.

+ : Schadstoff, zu dessen Verringerung die Massnahme beiträgt.

## Sensibilisierung und Information

Am Montag, 24. August wurde der LRV-Jahresbericht 2019, einschliesslich der periodischen Beurteilung des kant. Massnahmeplans, zusammen mit einer Medienmitteilung auf der Website der Dienststelle für Umwelt des Kantons Wallis ([www.vs.ch/duw](http://www.vs.ch/duw) > News) publiziert. Die beiden grössten Walliser Zeitungen, der Nouvelliste und der Walliser Bote, berichteten in ihren Ausgaben am darauffolgenden Tag darüber.

In Medienmitteilungen wurde über die grundlegende Strategie zur Sanierung der ehemaligen Sonderdeponie Gamsenried informiert. Für die Luftreinhaltung stellen Behandlungssysteme, die eine Gasphase mit flüchtigen Schadstoffen beinhalten, ebenfalls ein Problem dar.

Der Leitfaden aus dem Jahre 2013 «Luftreinhaltung – was die Gemeinde tun kann und muss ...» wurde ins Internet gestellt ([www.vs.ch/duw](http://www.vs.ch/duw) > Luftverschmutzung > kant. Massnahmenplan – Dokumente). Die KKRL trat im September zusammen. Die Gruppe Luftreinhaltung stellte Vorschläge zur Änderung von vier Massnahmen des kant. Plans vor. Infolge der Änderungen der LRV 2018 und angesichts der Zunahme von illegalen Abfallverbrennungen in Anlagen, die normalerweise nur als Holzheizungen zugelassen sind, wurde in der Romandie eine interkantonale Kampagne eingeleitet. Beschlossen wurde eine Informationsbroschüre betreffend die Kontrolle von Holz-Zentralheizungen bis 70 kW, mit spezifischen Ergänzungen zu jedem Kanton. Eine interaktive Computergraphik zu den erwiesenen gesundheitlichen Folgen der Luftverschmutzung wurde auf der Website des Swiss TPH ([www.swisstph.ch](http://www.swisstph.ch)) ins Netz gestellt.

Tabelle 2: Sensibilisierungs- und Informationsmassnahmen

|              | ■ umgesetzt                                                                                                                                                                                                                                                                      | ■ nicht umgesetzt | ■ teilweise umgesetzt |  |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|--|
| <b>5.1.1</b> | Sensibilisierung und allgemeine Information<br><i>Information über freiwillige individuelle Massnahmen, die zur Reinhaltung der Luft beitragen, und Beschreibung zweckmässiger Verhaltensweisen, um die persönliche Exposition gegenüber der Luftverschmutzung zu reduzieren</i> |                   |                       |  |
| <b>5.1.2</b> | Themenpfade, sonstige Veranstaltungen zum Thema Luft<br><i>Darstellung der Atmosphäre und ihrer empfindlichen Gleichgewichte unter Hervorhebung des touristischen Werts der Luftqualität im Wallis</i>                                                                           |                   |                       |  |
| <b>5.1.3</b> | Information der Gemeinden über Massnahmen in ihrer Zuständigkeit<br><i>Beschreibung, zuhanden der Gemeinden, der Massnahmen, die auf kommunaler Ebene zur Reinhaltung der Luft ergriffen werden können</i>                                                                       |                   |                       |  |
| <b>5.1.4</b> | Kantonale Kommission für Lufthygiene<br><i>Pooling der Kompetenzen in Sachen Umweltschutz und Gesundheit, um eine objektive Beurteilung der Zusammenhänge zwischen Luftqualität und Gesundheit zu gewährleisten</i>                                                              |                   |                       |  |

## Sektorenübergreifende Massnahmen

2020 wurde in 23 Fällen gegen den kantonalen Beschluss über das Abfallverbrennen im Freien vom Juni 2007 verstossen. Bei 80 eingereichten Gesuchen für Feuer im Freien erteilte die DUW in 54 Fällen eine Ausnahmegewilligung. Die Mehrheit der abgelehnten Gesuche berief sich auf erschwerte Zufahrten, die aber als gegenstandslos eingestuft wurden; auch die Pflanzenkrankheit Esca sowie Riesenbärenklauen oder Schmetterlingssträucher wurden nicht als ausreichende Gründe anerkannt.

Die Informationsschwelle für den Wintersmog (PM10) sowie den Sommersmog (Ozon) wurde 2020 nicht erreicht. Diese Aktionen finden statt im Falle von Episoden hoher Luftverschmutzung, in denen der gleitende Tagesmittelwert für Feinstaub oder der Stundengrenzwert für Ozon um 50 % überschritten werden. Die Öffentlichkeit kann sich jederzeit über die Luftqualität und eventuelle Grenzwertüberschreitungen über die Applikation für Mobiltelefone AirCheck und die Website des Kantons Wallis zur Luftreinhaltung informieren (<https://www.vs.ch/de/web/sen/situation-actuelle>). Der Nouvelliste und der Walliser Bote veröffentlichen jeweils auf der letzten Seite die Messwerte der wichtigsten Schadstoffe – im Sommer zum Ozon und im Winter zum PM10.

Tabelle 3: Sektorenübergreifende Massnahmen

|                                                                                                                                                                                                                               | ■ umgesetzt | ■ nicht umgesetzt | ■ teilweise umgesetzt |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-----------------------|--|
| <b>5.2.1</b> Bekämpfung der Abfallverbrennung im Freien<br><i>In den Walliser Gemeinden auf eine harmonisierte Einhaltung des Verbots, Abfälle im Freien zu verbrennen, achten</i>                                            |             |                   |                       |  |
| <b>5.2.2</b> Informations- und Interventionsmassnahmen bei Wintersmog<br><i>Durch Sensibilisierungsmassnahmen und Interventionen zu einer Reduktion der Spitzenbelastungen durch PM10 während der Winterperiode beitragen</i> |             |                   |                       |  |
| <b>5.2.3</b> Informationsmassnahmen bei Sommersmog<br><i>Durch Sensibilisierungsmassnahmen und Interventionen zu einer Reduktion der Spitzenbelastungen durch Ozon während der Sommerperiode beitragen</i>                    |             |                   |                       |  |

## Massnahmen betreffend Industrie und Gewerbe

Die Verschärfung der Kontrollen an industriellen und technischen Anlagen wurde 2020 etwas gelockert, wobei die DUW 193 Kontrollen durchführte, 26 in Form von VOCV-Mengenbilanzen, 167 durch Emissionsmessungen, bei denen 44 LRV-Verstösse (26 %) festgestellt wurden. Mit einem Viertel weniger Emissionsmessungen als im Vorjahr wurde eine ähnliche Quote an Verstössen festgestellt (28 % 2019). Der Rückgang der Kontrollen ist auf interne Umstrukturierungen und die Coronapandemie zurückzuführen. 110 Messungen wurden an Gross-Holzheizungen mit einer Wärmeleistung ab 70 kW durchgeführt. 22 % der im Wallis gezählten Holz-Hauptheizungen entsprechen diesem Typ, das sind 335 Anlagen mit einer kumulierten Wärmeleistung von 97 MW. Die Sanierungen werden von der Gruppe Luftreinhaltung der DUW begleitet. Weitere LRV-Kontrollen werden im Rahmen von Branchenvereinbarungen durchgeführt: für Textilreinigungen (VKTS), für Tankstellen (AGVS), für Kälteanlagen (SVK) und für Baumaschinen (WBV), oder mit Hilfe von Mitgliederfirmen der Luftunion (der Schweizerischen Gesellschaft für Lufthygiene-Messung). Das Labor der Cimo SA führte im vergangenen Jahr 17 Emissionsmessungen an Anlagen Dritter durch. Wie die Lonza kommuniziert es ebenfalls die Ergebnisse von Selbstkontrollen eigener Anlagen, die gemäss Art. 12 LRV gehandhabt werden.

2020 wurde die Gruppe Luftreinhaltung der DUW nicht konsultiert, um die Umweltverträglichkeit von Unternehmen zu prüfen, die eine Steuererleichterung beantragen.

Tabelle 4: Massnahmen betreffend Industrie und Gewerbe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ■ umgesetzt | ■ nicht umgesetzt | ■ teilweise umgesetzt |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-----------------------|--|
| <b>5.3.1</b> Verschärfte Kontrollen<br><i>Eine Kontrolle der Anlagen in der von der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vorgeschriebenen Häufigkeit sowie häufigere unvermutete Kontrollen und Sondierungen (Stichproben) sicherstellen</i>                                                                                  |             |                   |                       |  |
| <b>5.3.2</b> Strengere Grenzwerte für grosse Emittenten<br><i>Begrenzung der Emissionen der grossen Emittenten (mehr als 1 % der gesamten Emissionen im Wallis bzw. mehr als 5 % der Emissionen auf lokaler Ebene) durch den Einsatz der besten Technologien, unter Beachtung des Prinzips der Verhältnismässigkeit</i> |             |                   |                       |  |
| <b>5.3.3</b> Überprüfung der Umweltverträglichkeit vor der Gewährung von Steuererleichterungen<br><i>Überprüfung der Umweltverträglichkeit eines Unternehmens vor der Gewährung einer Steuererleichterung</i>                                                                                                           |             |                   |                       |  |



## Massnahmen betreffend Kraftfahrzeuge

58 der 60 2020 vom Staat beschafften Dieselfahrzeuge erfüllen die vorschriftsmässige Ausstattung mit einem Partikelfilter (PF). Eine Kehrmaschine und ein Baggerlader der Norm Euro IIIA mit einer Motornennleistung von jeweils 27 und 24 kW genügen den Vorschriften nicht. Eine technische Expertise hat ergeben, dass bei der Maschine mit 27 kW kein Filtereinbau möglich ist. Die DUW und die DSUS halten eine Sondergenehmigung für akzeptabel, da das Fahrzeug die LRV-Grenzwerte betreffend krebserzeugende Dieselmotoren-Emissionen abseits des Strassenverkehrs einhält, weshalb es für seine primäre Nutzung im öffentlichen Strassenverkehr zugelassen wird, ohne rechtliche Verpflichtung zur Ausstattung mit einem Filter für Maschinen des Privatsektors. Der Bagger mit 24 kW musste für unzulässig erklärt werden. Im Februar 2021 wurden die nötigen Schritte unternommen, um einen PF zu bestellen und möglichst schnell einzubauen. Die 2019 als nichtkonform beurteilten LKWs (die Hubarbeitsbühne und der Anpralldämpfer mit Warnschwellenleger) wurden aus dem staatlichen Maschinenpark entfernt. Die Norm Euro 5 (2009-2010) bleibt die Referenzgrundlage für Feinstaubemissionen (PM10) aus Personen- und Lieferwagen mit Dieselmotoren. Die Norm Euro 6 (2014-2015) hat die Begrenzung für diesen Schadstoff nicht verschärft. Eine neue Norm Euro 7 befindet sich in Ausarbeitung.

Seit Neuem ersetzen selektive Oxidationskatalysatoren (SCO) immer mehr die herkömmlichen PF. Kombiniert mit einem optimierten Verbrennungsmotor verringern diese die Zahl der Partikel durch einen chemischen "Verbrennungsprozess". Ihre Wirkungsweise unterscheidet sich von der Herausfilterung durch herkömmliche FP ohne Verbrennungsprozess, die ein regelmässiges Auswechseln und wenn möglich eine Hochdruckreinigung erforderlich machen. PF mit aktiver Regeneration verbrennen den Russ in regelmässigen Abständen. Die Selbstregeneration findet fortwährend ab einer bestimmten Temperatur der Abgase, mittels eines katalytischen Verbrennungsverfahrens statt, das jenem der SCO gleicht. Regelmässige äussere Eingriffe sind weiterhin erforderlich, um die Kohlenwasserstoffreste zu entfernen.

Tabelle 5: Massnahmen betreffend Kraftfahrzeuge

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ■ umgesetzt ■ nicht umgesetzt ■ teilweise umgesetzt |  |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--|
| <b>5.4.1</b> | Ausstattung der Dieselfahrzeuge des Staats mit Partikelfiltern und Reduktion der NO <sub>x</sub> -Emission<br><i>Vom Staat gekaufte neue Fahrzeuge und sonstige Dieselmotoren mit einem Partikelfilter und, soweit möglich, mit einem System zur Reduktion von Stickoxidemissionen ausrüsten</i> |                                                     |  |
| <b>5.4.2</b> | Kraftfahrzeugsteuer<br><i>Förderung der umweltschonendsten Kraftfahrzeuge durch eine Senkung der kantonalen Kraftfahrzeugsteuer</i>                                                                                                                                                              |                                                     |  |
| <b>5.4.3</b> | Fahrkurse des Typs Eco-Drive<br><i>Förderung einer umweltbewussten, wirtschaftlichen und sichereren Fahrweise</i>                                                                                                                                                                                |                                                     |  |
| <b>5.4.4</b> | Anreiz für den Einbau von Partikelfiltern in forstwirtschaftliche Dieselmotoren<br><i>Schaffung eines finanziellen Anreizes zum Einbau von Anlagen, mit denen die Feinstaub-Belastung der PM10 über das strikte gesetzliche Minimum hinaus reduziert werden kann.</i>                            |                                                     |  |

2020 wurde ein Eco-Drive-Kurs vom Kanton und dem von ihm beauftragten IPC durchgeführt. Trotz der coronabedingten Gesundheitsmassnahmen konnten im Oktober vor der zweiten Covid-19-Welle und dem erneuten Verbot von Präsenzveranstaltungen schliesslich zwei Lektionen stattfinden. Der gemeinnützige Verein TCS konnte jedoch keine Kurse abhalten. Der Kurs begünstigt einen flüssigeren und sichereren Verkehr und ermöglicht Treibstoffeinsparungen bis zu 15 %.

2020 wurde 1 Forstkredit, der einen Schreitbagger auf Rädern beinhaltet, gewährt. Sein Motor mit einer Nennleistung von 115 kW der Norm Stage Tier IV Final ist mit einem SCR-Katalysator mit Ad-Blue zur hauptsächlichen Reduzierung von NO<sub>x</sub> ausgestattet und mit einem DPF mit automatischer Regeneration. Er ist in der Liste des BAFU zu Motoren-Typen (OEM) mit Konformitätsbescheinigung



der EMPA aufgeführt, welche die Einhaltung der LRV-Anforderungen für Baumaschinen und ihre Partikelfiltersysteme sicherstellt. Die Anerkennung gilt auch für Motoren, die vor den Motoren hergestellt wurden, welche der 2019 eingeführten EU-Norm Stage V entsprechen. Die Anpassung des 2019 als nichtkonform befundenen Forstschleppers an die gesetzlichen Vorgaben ist noch nicht abgeschlossen.

## Massnahmen betreffend Heizungen

Seit 2010 wird in Sanierungsverfügungen für Heizungsanlagen (88 im Jahr 2020) erwähnt, dass die Anlageneigentümer eine Fristerstreckung geltend machen können, wenn sie die Wärmedämmung ihrer Gebäude verbessern. 2020 wurde der DEWK kein solches Gesuch gestellt. Im Januar gewährte die Gruppe Luftreinhaltung der DUW eine Fristerstreckung von 3 Jahren für eine Verfügung vom April 2013, deren ursprüngliche Frist bis im Juli 2020 lief.

2020 haben 7 Holzheizungen einen positiven Subventionsentscheid (nach dem Holzenergie-Programm der DEWK, Massnahmen M-03 und M-04) erhalten, und für 4 weitere Anlagen wurden Subventionen in einem Gesamtbetrag von Fr. 219'374.- ausbezahlt. Im Rahmen der Massnahme M-10 der DEWK (Verbesserung der GEAK-Effizienzklasse eines Gebäudes) wurden 2020 21 Subventionen mit einer Summe von Fr. 148'850.- beschlossen für Programme, die eine für diese typischerweise verwendete Klein-Holzpellettheizung enthielten. Die Gesamtleistung dieser Anlagen beträgt 150 kW. Für 9 zwischen 2017 und 2019 beschlossene Subventionen wurde ein Gesamtbetrag von Fr. 437'634.- ausbezahlt, davon entfielen Fr. 93'863.- auf Holzheizungen mit einer Gesamtleistung von 175 kW.

15 kontrollierte Gross-Holzheizungen ( $\geq 70$  kW Nennleistung) waren 2020 hinsichtlich ihres Staubausstosses nicht konform. Die Massnahme 5.5.3 ist seit Juni 2019 mit Inkrafttreten der LRV-Begrenzung des Staubausstosses von Klein-Holzheizungen vollkommen hinfällig. Davor wurden die festgesetzten Ziele nicht erreicht. Der Anteil nicht konformer Anlagen bei den beiden anvisierten Heizungskategorien lag Ende 2017 bei 32 % (von 186 Anlagen), Ende 2018 lag er bei 30 % (von 185 Anlagen). Alle Inhaber wurden dazu aufgefordert, ihre Anlagen in einen normenkonformen Zustand zu bringen. Die Abnutzung und die Anfälligkeit älterer Anlagen für Störungen erschweren die Umsetzung. Der Misserfolg dieser Massnahme bei fast einem Drittel der Anlagen hat die zentrale Bedeutung regelmässiger Wartungen mindestens einmal jährlich durch den technischen Dienst des Lieferanten oder spezialisierte Unternehmen aufgezeigt. Im September 2020 wurde der KKRL in Anwesenheit der Leitung der Dienststelle ein Änderungsvorschlag für diese Massnahme sowie drei weitere Massnahmen unterbreitet.

2020 wurden zwei Gesuche für Subventionen von PF in Holzheizungen für einen Gesamtbetrag von Fr. 46'279.75 eingereicht. Ausgezahlt wurde eine Subvention von Fr. 62'615.60 für eine Anlage von 710 kW und eine Subvention von Fr. 54'551.95 für eine Anlage von 500 kW.

Tabelle 6: Massnahmen betreffend Heizungen

|                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ■ umgesetzt | ■ nicht umgesetzt | ■ teilweise umgesetzt |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-----------------------|
| <b>5.5.1</b> Sanierungen der Heizungen und Wärmeisolierung der Gebäude<br><i>Für die sanierungsbedürftigen Öl- und Gasheizungen Verlängerung der Fristen für die Anpassung an die Vorschriften, wenn die Wärmeisolierung des betroffenen Gebäudes verstärkt wird.</i>              |             |                   |                       |
| <b>5.5.2</b> Subventionen gemäss Energiegesetz für die umweltverträglichsten Anlagen<br><i>Eine Subventionierung gemäss Energiegesetz nur für die umweltverträglichsten Anlagen gewähren</i>                                                                                       |             |                   |                       |
| <b>5.5.3</b> Verkürzung der Sanierungsfristen und strengere Normen für die Holzheizungen<br><i>Sofortige Anwendung der verschärften LRV-Normen bei neuen Anlagen, mit 5-jähriger Sanierungsfrist für die bestehenden Anlagen und Erstellung einer Norm für die kleinen Anlagen</i> |             |                   |                       |
| <b>5.5.4</b> Subventionierung von Partikelfiltern in Holzheizungen<br><i>Schaffung eines finanziellen Anreizes zur Förderung der Einführung von Massnahmen zur Reduktion der Luftverschmutzung durch den Einbau von Filtern in den Holzfeuerungsanlagen.</i>                       |             |                   |                       |

# Luftqualität

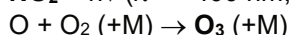
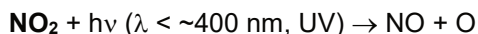


© Chab Lathion



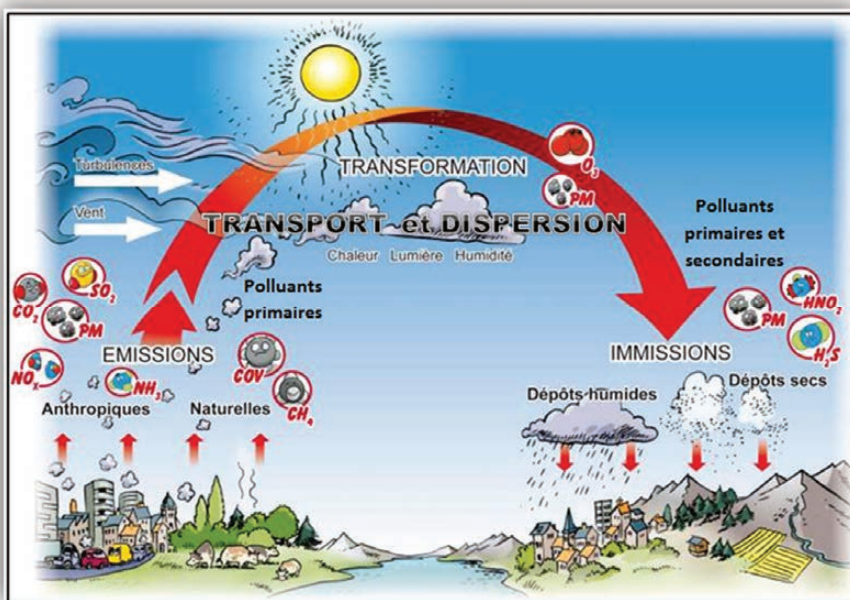
## Faktor Wetter und Luftverschmutzung

In die Luft ausgestossene Schadstoffe (Emissionen) und deren Konzentration werden von einer ganzen Reihe von Faktoren beeinflusst, bis sie an einem gegebenen Ort als Immissionen ihre Wirkung entfalten. Ihr Transport und ihre Verbreitung sind insbesondere von den meteorologischen Bedingungen abhängig, von Windstärke und -richtung, von Luftfeuchtigkeit und Niederschlag, von Lufttemperatur und Luftdruckverhältnissen. Andere Faktoren beeinflussen die chemischen Prozesse in der Luft direkt. Insbesondere die Sonneneinstrahlung (symbolisiert durch  $h\nu$ ) ist durch die dadurch ausgelöste Photolyse von Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) für die tägliche Entstehung des Ozons ( $\text{O}_3$ ) verantwortlich. Die dabei ausschlaggebenden Reaktionen sind:



Die Hauptreaktion  $\text{NO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{O}_3$  resultiert aus einer ersten Phase, in der sich das  $\text{NO}_2$  unter Einwirkung der UV-Strahlung der Sonne auflöst (Photodissoziation), worauf sich in der zweiten Phase der freigesetzte atomare Sauerstoff (O) mit dem molekularen Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) in der Atmosphäre zu Ozon ( $\text{O}_3$ ) verbindet. Beide Stoffe werden von der LRV geregelt, für den einen ( $\text{NO}_2$ ) können die Begrenzungen gut eingehalten werden, für den anderen ( $\text{O}_3$ ) nicht. Dies ist unter anderem auf die katalytische Wirkung der  $\text{NO}_x$  bei der Entstehung von Ozon im Falle der Präsenz von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) und/oder von Kohlenmonoxid (CO) zurückzuführen. Wenn das  $\text{NO}_2$  sich ohne  $\text{O}_3$  zu verbrauchen regeneriert, nachdem es sich aufgelöst hat, reichen bereits relativ geringe Konzentrationen in der Luft aus, Ozon entstehen zu lassen. Wie vorgängig veranschaulicht spielt die Sonneneinstrahlung eine zentrale Rolle bei der Entstehung von Ozon. Eine starke Sonneneinstrahlung und längere Warmwetterperioden begünstigen hohe  $\text{O}_3$ -Werte deutlich. Dieser Schadstoff ist hinsichtlich jahrelanger stetiger Überschreitungen von LRV-Begrenzungen am problematischsten.

Auf folgender Abbildung werden die diversen Prozesse unter Einfluss der meteorologischen Bedingungen in groben Zügen dargestellt.



Das Wallis hat eine ganz spezielle Topologie, bestehend aus einem grossen Tal in der Mitte, eingeschlossen von hohen Bergketten mit über 3000 m Höhe, die wiederum von Seitentälern durchbrochen werden. Durch diese Geländeformen ziehen Winde mit unterschiedlichen Strömungen, die zum Teil örtlich sehr stark begrenzt auftreten, wie z. B. der Föhn, der im Oberwallis, typischerweise in Brig und Visp, sehr heftig werden kann, im Unterwallis aber nur ganz schwach oder gar nicht mehr zu spüren ist. Gemäss der Meteorologie gibt es zwei vom Föhn betroffene Haupttäler im Kanton: Das



erste erstreckt sich ungefähr von Brig bis Sierre, das zweite von Martigny bis Bouveret. Bei schwachen Winden wird der Kanton zum Kessel, in dem die Luftverschmutzung hauptsächlich von regionalen Quellen und der Atmosphärenchemie bestimmt wird. Bei starken West- oder Südwinden hingegen, um hier die häufigsten zu nennen, treten dann bedeutende transalpine oder kontinentale Schadstoffeinträge auf. In einigen Fällen extremer Reichweite handelt es sich um transkontinentale Schadstoffeinträge. Die Einträge des Ozons und dessen Vorläuferstoffe von jenseits des Atlantiks und der Eintrag von Saharasaand als atmosphärischer Staub aus Nordafrika sind transkontinental. Die Klimaerwärmung erhöht vermutlich die Häufigkeit dieser Phänomene.

Die RESIVAL-Stationen bewerten die Luftqualität in der atmosphärischen Grenzschicht (AGS). Diese Schicht reicht vom Boden bis in eine Höhe von ca. 1500 m. Darüber liegt die freie Atmosphäre, genauer gesagt, die freie Troposphäre, die sich bis zur Tropopause in 10'000 m Höhe erstreckt. In der freien Atmosphäre ist die Temperatur in einer Luftmasse unter gegebenen meteorologischen Umständen fast konstant, während sie in der AGS im Tag-Nacht-Rhythmus stark schwanken kann. Es sind hauptsächlich die Turbulenzen im Wärmestrom auf Bodenhöhe, die grosse Tagesschwankungen der Temperatur in der Grenzschicht bewirken. Am Tage wird der Boden von der Sonnenstrahlung erwärmt, und diese Wärme überträgt sich auf die AGS. In der Nacht kühlt der Boden sich durch die Abgabe von Infrarotstrahlung ab, die Wärmeübertragung geht stark zurück und die Temperatur in den unteren Luftschichten sinkt in Kontakt mit dem kälteren Relief. Die nächtlichen Temperaturen sinken besonders tief in trockenen, klaren Nächten ohne Wind. Turbulenzen spielen im vertikalen Austausch, namentlich jenem von Luftschadstoffen, die Hauptrolle. Nachstehendes Luftbild, aufgenommen im April 2019 ungefähr oberhalb Chamonix, Frankreich, zeigt die AGS, in der das RESIVAL-Netz die Luftverschmutzung misst. In jenem Monat begann die Schneedecke auf ca. 1800 m ü. M. Der gesamte schneefreie Raum unterhalb dieser Höhe ist die AGS, in der die kant. Stationen messen.



Von der Stabilität der AGS hängt es stark ab, ob die Schadstoffakkumulation begünstigt wird oder im Gegenteil die Zerstreuung und Verdünnung überwiegen. Inversionswetterlagen in winterlichen Hochdruckperioden im Wallis, bei denen die Temperaturkurve mit zunehmender Höhe steigt, um dann auf einer bestimmten Höhe, meist zwischen 700 und 1000 m ü. M. einzuknicken und dann mit zunehmender Höhe wieder zu fallen, führen zu einer sehr stabilen AGS bis zur Inversionshöhe. Dadurch akkumulieren sich die ausgestossenen Schadstoffe in der Luft leicht, was dann zu den Tagen führt, an denen die höchsten Schadstoffkonzentrationen in der Luft festzustellen sind. Die trockene Luft im Wallis begünstigt stabile Atmosphären. Gestört wird die Stabilität von zwei unterschiedlichen Turbulenzen, der bereits erwähnten thermischen Turbulenz, d. h. der vom Boden aufsteigenden Wärmeströmung, und der dynamischen Turbulenz, die in enger Verbindung mit den Windverhältnissen steht. Wenn die Produktion thermischer Turbulenzen negativ ist, stabilisiert dies die AGS, wie dies bei den oben beschriebenen Inversionswetterlagen der Fall ist. Die Windscherung hingegen erzeugt immer Turbulenzen, welche zu einer horizontalen aber auch vertikalen Schadstoffausbreitung führen. Der kombinierte, manchmal antagonistische Effekt der thermischen und dynamischen Turbulenzproduktion bestimmt die Gemischhöhe, d. h. die Obergrenze des Luftvolumens, in welchem sich die am Boden ausgestossenen

Schadstoffe vermengen. Sie verändert sich im Verlaufe des Tages und kann von 100, 200 bis zu 2000 m über dem Boden liegen [3]. Die RESIVAL-Stationen in der Ebene befinden sich permanent innerhalb des Mischbereichs, die Stationen in der Höhe nur zeitweise. Wenn dies nicht der Fall ist, sind sie also hauptsächlich der Verschmutzung ausgesetzt, die von den geostrophischen Winden (Jetstream) herangetragen wird. Diese Winde zirkulieren in der freien Atmosphäre, ohne von den Oberflächeneffekten und den Turbulenzen, die in der Mischungsschicht herrschen, gestört zu werden. Im Wesentlichen werden die geostrophischen Winde durch das Gleichgewicht aus Druckgefälle und Corioliskraft definiert.

Untersucht man einen meteorologischen Faktor, kann man daraus schliessen, in welcher Richtung eine Schadstoffkonzentration sich entwickeln, also ob sie zu- oder abnehmen wird. Aber wie gross dieser Einfluss sein wird, lässt sich daran nicht ablesen. Um die kumulierte Wirkung aller Wetterfaktoren quantitativ bestimmen zu können, bedarf es hochkomplexer Systeme und des Einsatzes leistungsfähigster Informatikmittel zur Modellierung der Atmosphäre. Im Nachfolgenden sollen die wichtigsten meteorologischen Parameter angesichts des Wetters des vergangenen Jahres vorgestellt und nur deren qualitative Einwirkung auf die Luftverschmutzung bewertet werden.

## Meteorologische Werte für Sitten

| Meteorologischer Parameter | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mittlere Temperatur [°C]   | 11.4 | 11.0 | 10.5 | 11.8 | 11.5 | 11.2 | 11.4 | 12.5 | 11.8 | 11.6 |
| Sonnenscheindauer [h]      | 2427 | 2212 | 2067 | 2022 | 2249 | 2086 | 2231 | 2271 | 2174 | 2279 |
| Niederschläge [mm]         | 485  | 615  | 568  | 530  | 500  | 587  | 567  | 633  | 608  | 545  |

Von der MeteoSchweiz-Station in Sitten (482 m ü. M.) gemessene Jahreswerte, die als Richtwerte für die Ebene im Mittelwallis dienen (Quelle: Jährliches Klimabulletin MeteoSchweiz).

N.B. Das Bundesamt hat am 26. August 2020 über die Applikation MeteoSchweiz bekannt gegeben, dass die Temperaturmessung in Sitten seit dem 30. Juni 1 km weiter westlich erfolgt. Der Langzeiteffekt dieser Verschiebung auf die Messreihen wird anhand von Vergleichswerten von 2020 bis 2023 untersucht werden.

## Das Wetter im Jahresverlauf 2020

### Über das ganze Jahr

Gemäss dem Klimabulletin von MeteoSchweiz für das Jahr 2020 lag die mittlere landesweite Jahrestemperatur 1.5 Grad über der Norm 1981-2010 (Durchschnitt aus 30 Jahren). Mit 6,9 °C ist 2020 zusammen mit 2018 das wärmste Jahr seit Messbeginn 1864. Die sechs wärmsten Jahre wurden alle nach dem Jahr 2010 registriert. Es waren neben dem aktuellen Jahr die Jahre 2011 mit 6,6 °C, 2014 mit 6,5 °C, 2015 mit 6,6 °C, 2018 mit 6,9 °C und 2019 mit 6,5 °C. Das Phänomen des Klimawandels hat sich im letzten Jahrzehnt deutlich akzentuiert. Durch die geografische Lage bedingt liegt der Jahresdurchschnitt in Sitten zwischen 4 bis 6 °C über dem nationalen Durchschnitt. Die Jahresniederschläge lagen nahe an der schweizerischen Norm 1981-2010 (80 bis 100 %), was einer Verringerung der Luftverschmutzung durch nasse Ablagerung (Auswaschungseffekt) nicht unbedingt zuträglich war. In Sitten lagen die Niederschläge 2020 bei 97 % des Mittels der 10 vorangegangenen Jahre. Während die Jahressumme der Sonnenscheindauer 2020 in der Schweiz zwischen 110 und 130 % der Norm 1981-2010 betrug, lag sie im Wallis zwischen 100 und 110 %. Im Falle von Sitten betrug diese Dauer 104 % des Mittels von 2011 bis 2020. Die Werte wurden dem Ruf des Wallis als sonniger und windiger Ort letztes Jahr nicht gerecht.

## Januar bis März

Die Temperaturwerte lagen im Winter lokal deutlich höher als in früheren Jahren. Im Februar wurde der im nationalen Durchschnitt zweitmildeste Wert seit Messbeginn 1864 gemessen. Mit drei Unwettern in den ersten zwei Wochen, deren Windböen auf den Bergkämmen zwischen 160 und 200 km/h erreichten, war der Februar auch ausserordentlich stürmisch. Regelmässige milde und feuchte West-Nordwest-Strömungen sorgten für relativ reichhaltige Niederschläge. Die Sonnenscheindauer betrug in den Alpen trotzdem zwischen 100 und 130 % der Norm. Ausgeprägte Hochdrucklagen herrschten in der Romandie und im Wallis vor allem vom 1. bis 3. und vom 21. bis 26. Januar und begünstigten die Luftschadstoffakkumulation. Zwischen dem 21. und dem 26. Januar überstieg die PM<sub>10</sub>-Belastung den LRV-Tagesgrenzwert während zwei Tagen in Sitten und Brigerbad. Diese Höchstwerte entsprechen an der städtischen Messstation der Gesamtüberschreitung 2020 und im Oberwallis zwei Dritteln (s. Tabelle 8). An den Messstationen Saxon und Montana fallen die Überschreitungen jeweils am 25. März und am 3. Februar ebenfalls ins erste Quartal. Abgesehen von Saxon sind diese Überschreitungen vermutlich hauptsächlich auf den Eintrag von Saharasaand zurückzuführen. Auch auf dem Jungfraujoch wurden am 24. und 25. Januar sowie am 3. Februar deutlich höhere PM<sub>10</sub>-Werte als an den vorangehenden und den folgenden Tagen gemessen. Dies trifft nicht auf den 25. März zu. Vom 24. bis 27. März lagen die Werte der nationalen Messstation im Hochgebirge stabil bei 3 µg/m<sup>3</sup> und auch die anderen RESIVAL-Stationen verzeichneten keinen mit Saxon vergleichbaren Anstieg. Die Ursache dieser Belastung muss wie nachfolgend im Kapitel zum PM<sub>10</sub> erläutert bei Aktivitäten im Talboden liegen. Die Tagesgrenzwerte für NO<sub>2</sub> wurden hingegen nie erreicht. Es zeigt sich eine dauerhafte Verbesserung des winterlichen Stickstoffoxid-Belastungsniveaus, sodass die LRV-Grenzwerte jederzeit eingehalten werden. Die positive Entwicklung der PM<sub>10</sub>-Belastung bleibt jedoch von den Wetterperioden abhängig.

## April bis Juni

Im Frühling überwogen Schönwetterperioden und von Mitte März bis Ende April herrschte eine Trockenperiode. Diese fiel mit der ersten Welle der Coronapandemie zusammen, während der die Luftverschmutzung durch den Strassenverkehr aufgrund der gesundheitspolitischen Massnahmen deutlich zurückging. Im April erreichte die Niederschlagsmenge an vielen Orten nur 40 bis 60 % der Norm 1981-2010. Gleichzeitig herrschte eine Flachdrucklage, die MeteoSchweiz im Blog vom 23. April diskutierte. Die vertikalen Konvektionsströmungen können stark sein. Ausserdem sind zeitweise intensive Föhnperioden, unterbrochen von Perioden mit schwachem Wind, in diesem Monat in der Regel am häufigsten. Im April 2020 verzeichnete MeteoSchweiz in Visp 11 und in Montana 13 Föhntage. Das Zusammenspiel des Windes mit den Konvektionsströmungen führt zu einer starken Umwälzung der Luftmassen vom Boden bis in höhere Lagen. Die erhöhte Ozon-Belastung ist auf die tägliche lokale Entstehung von Ozon in tiefen Luftschichten und die kontinentalen und interkontinentalen Einträge dieses Schadstoffs in höheren Lagen zurückzuführen. 2020 wurden im Jungfraujoch auf 3500 m. ü. M., der Messstation für die Luftqualität der freien Atmosphäre in Europa, im April monatliche Höchstwerte für O<sub>3</sub> gemessen (78 µg/m<sup>3</sup>, d. h. 55 ppb). Und seit April werden deutliche Überschreitungen des monatlichen 98-Perzentils für das Ozon festgestellt (Abb. 5 zur Schwelle von 50 ppb). In diesem Monat wurde der Stundengrenzwert für Ozon in der ländlichen Region in der Höhe bis zu 59 Stunden überschritten (Abb. 4). Im Mai und im Juni wurde das Wetter wechselhafter und die Überschreitungen gingen zurück. Es ist erstaunlich, dass die Überschreitungen der Grenzwerte für Ozon im April dermassen ausgeprägt waren, obwohl die Emissionen der Vorläuferschadstoffe NO<sub>x</sub> zwischen März und Mai 2020 in der Schweiz und den angrenzenden Ländern aufgrund der Lockdown-Massnahmen, vor allem in Italien und Frankreich [2], stark abnahmen. In ländlichen Regionen in der Höhe wurden die Grenzwerte 2019 um 99 und 2020 um 59 Stunden überschritten, während die monatlichen 98-Perzentile 2019 bei 135 µg/m<sup>3</sup> und 2020 bei 125 µg/m<sup>3</sup> lagen. Die für die tägliche Entstehung von Ozon günstige Wetterlage und die wie oben aufgezeigt katalytisch wirkenden NO<sub>x</sub> trugen zu dieser konstanten Überschreitung bei. Das BAFU wies im Jahresbericht zur Luftqualität 2018 jedoch darauf hin, dass die durch Vorläuferschadstoffe produzierte Ozonmenge bei gleichbleibenden Wetterbedingungen in letzter Zeit dank der Reduzierung der NO<sub>x</sub>-Werte zurückgegangen ist. Der April 2019 war im Wallis im Allgemeinen weniger warm und



sonnig als der April 2020. Das Wetter begünstigte dieses Jahr die Ozonproduktion stärker. Folglich wären die Unterschiede bei den Überschreitungen der LRV-Normen für Ozon bei gleichbleibenden Wetterbedingungen deutlicher erkennbar gewesen, wenn auch moderat.

## Juli bis September

Nach durchschnittlichen Temperaturen kam es um die erste Augushälfte zu stärkeren Temperaturanstiegen. Es herrschten zwei kleinere Hitzewellen, die erste vom 27. Juli bis 1. August, die zweite vom 7. bis 12. August. Die Höchsttemperaturen überschritten jedoch nicht 33 °C. Am 31. Juli verzeichneten alle RESIVAL-Stationen in der Ebene Überschreitungen des Stundengrenzwerts für Ozon. Die Sommerhitze war 2020 im Allgemeinen moderat und im Kanton fielen regelmässig Niederschläge. Die deutlich tieferen Überschreitungen beim Ozon im Vergleich zu den Vorjahren (Abb. 6 bis 8) sind hauptsächlich durch diese für die Ozonproduktion weniger günstigen Wetterbedingungen zu erklären. Im September herrschte in der Regel mildes und sonniges Wetter, sodass die monatlichen 98-Perzentile für Ozon auf einem ähnlichen Niveau wie im Juli und August lagen (Abb. 5), obwohl die tägliche Sonnenscheindauer mit der Herbst-Tagundnachtgleiche stark abnahm. Der September brachte bis auf die letzten zehn Tage wenig Niederschläge, was nicht zur Reinigung der Luft von Schadstoffen beitrug.

## Oktober bis Dezember

Der Oktober erwies sich als kühl, mit reichlichen Niederschlägen. Die PM10-Werte zählen zu den tiefsten Werten dieses Jahres. Im November gab es hingegen sehr wenig Niederschläge und eine ausgeprägte Schönwetterperiode. In den Alpen handelt es sich lokal um den zweitsonnigsten Novembermonat seit Messbeginn vor 60 Jahren. Die PM10-Konzentrationen stiegen in der Folge stark an, mit Überschreitungen des LRV-Tagesgrenzwerts am 7. und 8. November an 3 RESIVAL-Stationen, wie im nachfolgenden Kapitel zu den PM10 erläutert. Diese punktuellen Höchstwerte können jedoch nicht zur täglichen Luftbelastung gerechnet werden, da die anhaltende Hochdruckwetterlage in diesem Monat die Akkumulation begünstigte. MeteoSchweiz informierte die Öffentlichkeit im Blog vom 12. November darüber, dass die Luftmassen in der Höhe ab Mitternacht des 7. Novembers Einträge von Saharasand aufwiesen. Der Dezember, der erste Monat des meteorologischen Winters, hat erneut regelmässige Niederschläge gebracht, unterbrochen von kurzen Hochdrucklagen. Der Schnee fiel zum Teil bis ins Flachland. Die PM10-Konzentrationen blieben in der Regel deutlich unter den Werten des Novembers.



## RESIVAL

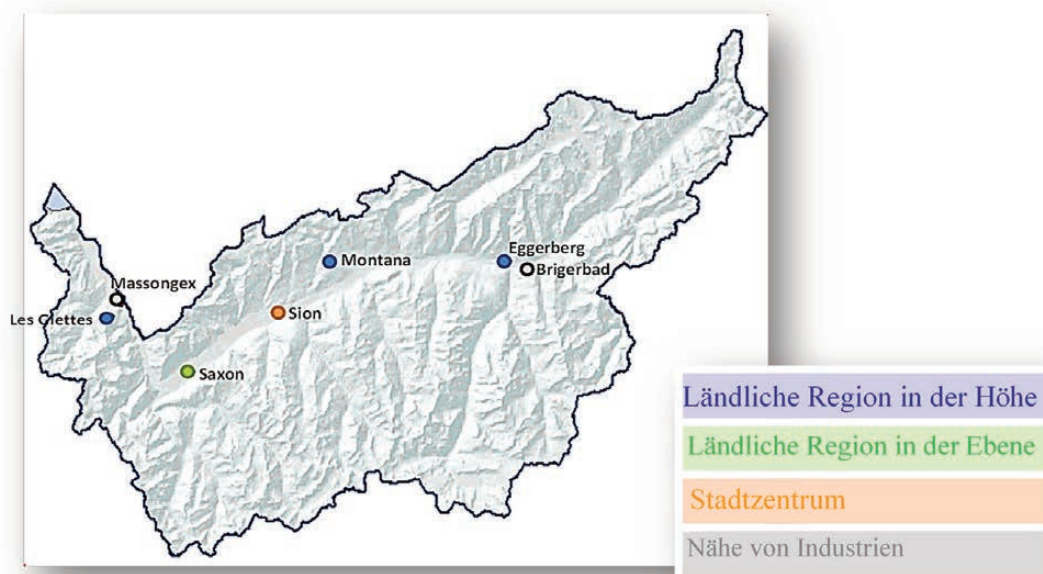
Das Messnetz RESIVAL (Abb. 1) soll eine objektive Bewertung der Schadstoffbelastung im gesamten Kantonsgebiet ermöglichen. Die Messstation Montana wurde ursprünglich speziell für die nationale Sapaldia-Untersuchung eingerichtet. Im Einvernehmen mit den Leitern dieser Untersuchung beschloss der Kanton 2015, die Messstation und deren Messwerte offiziell in das kantonale Messnetz zu integrieren.

Jede Messstation repräsentiert einen Walliser Standort-Typ: ländlich in der Höhe, ländlich in der Ebene, Nähe von Industrien und Stadtzentrum. Das Messnetz will das Belastungsniveau von Referenzgebieten abbilden. Diese Überwachung erfolgt im Sinne des Auftrags von Art. 27 LRV im öffentlichen und allgemeinen Interesse. Die grösste Aufgabe in diesem Sinne kommt der Messstation Saxon zu, die nach einer Analyse der Redundanzen zwischen den vorherigen Stationen für die ländliche Region in der Ebene nun alle diese Regionen im Kanton repräsentiert. Die ländlichen Regionen im Wallis sind sehr weitläufig, und einige Resultate zeigen die Grenzen dieser Messmethode auf. Die im letztjährigen Bericht diskutierten, an dieser Station 2019 verzeichneten Belastungsniveaus sind ein gutes Beispiel dafür. Doch diese Einträge machen die Grundmethode nicht wertlos. Sie sind lediglich mit Vorsicht und unter Berücksichtigung der lokalen Eigenheiten zu bewerten, weshalb im Bericht in den Kapiteln zur Luftqualität, die den einzelnen Schadstoffen gewidmet sind, näher auf sie eingegangen wird.

Aus ähnlichen Überlegungen sind die Resultate von ausserhalb des Kantons durchgeführten Untersuchungen, aus denen im Nachfolgenden einige Schlussfolgerungen für den Walliser Kontext übernommen werden, mit Vorsicht zu behandeln. Diese werden unter dem Gesichtspunkt berücksichtigt, dass die Luftverschmutzungsquellen und ihr Einfluss auf die Luftqualität ähnlich sind, was aber nicht immer gegeben sein muss; zum Beispiel beim Anteil Dieselfahrzeuge im Wallis im Vergleich zur restlichen Schweiz oder bei den Feinstaubeinträgen aus ländlichen Regionen in städtischen Agglomerationen.

Jedes Jahr werden die Daten aus dem Wallis, aus den Kantonen Genf und Waadt sowie aus dem Aostatal und dem grenznahen Frankreich (Hochsavoyen, Savoyen und Ain) gesammelt und analysiert. Diese Daten sind vom Internetportal Transalpair abrufbar (<http://www.transalpair.eu>).

Abbildung 1: RESIVAL-Messstationen





# Ozon – O<sub>3</sub>

## Steckbrief...

➔ Die Ozonbildung in unserer Umwelt erfolgt auf zwei unterschiedliche Arten:

- In der Stratosphäre, in einer Höhe von mehr als 10-12 km, wird Ozon durch die Absorption der Sonnenstrahlung gebildet. Diese Schicht schützt uns vor der aggressivsten UV-Strahlung und wird durch die Emission ozonschicht-abbauender Stoffe bedroht. Die Folge davon sind die Ozonlöcher über den Polen und eine global mässige Abnahme.

- In der Luft, die wir atmen, und bei Tageslicht bildet sich Ozon aus Stickstoffoxiden (NO<sub>x</sub>) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC). Und um dieses bodennahe Ozon, das als Hauptbestandteil des Sommersmogs schädlich für unsere Gesundheit ist, geht es in diesem Kapitel.

➔ Wegen seiner oxidierenden Eigenschaften schadet Ozon menschlichem, tierischem und pflanzlichem Gewebe. Es beeinträchtigt die Atemwege und das Herz-Kreislaufsystem. Das irritierende Gas dringt bis tief in unsere Lungen (in die Lungenbläschen) ein, wo es Entzündungsreaktionen auslösen kann. Die deutlichsten Symptome beim Menschen treten bei Konzentrationen von über 120 µg/m<sup>3</sup> auf und äussern sich bekanntermassen als Husten, Asthmaanfälle und Beschwerden bei anhaltenden körperlichen Anstrengungen. Auch Materialien werden von ihm angegriffen, mit Entfärbung als Folge.

➔ Vorläufer von Ozon sind die VOC, die zum einen auf den Menschen, zum anderen auf natürliche Quellen zurückzuführen sind. Letztere sind im Wallis massgebend (s. Abb. 33).

➔ Ozon ist ein sekundärer Luftschadstoff, der aus Vorläuferschadstoffen, die hauptsächlich auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen sind, insbesondere Emissionen von NO<sub>x</sub> aus Verbrennungsprozessen. Der Ort, wo es seine Wirkung entfaltet, kann sich in beträchtlicher Entfernung zum Ort der verursachenden Luftschadstoffquelle befinden. Zu den höchsten O<sub>3</sub>-Konzentrationen kommt es an Tagen mit starker Sonneneinstrahlung und daher hohen Temperaturen, was die NO<sub>2</sub>-Photolyse, bei der Ozon entsteht, begünstigt.

Eine drastische Senkung der NO<sub>x</sub> könnte im Wallis das Einhalten der LRV-Grenzwerte gewährleisten.

➔ Die Problematik des Ozons ist kontinentaler bzw. transkontinentaler Natur. Bei seiner Entstehung und für die Basiskonzentration spielen deshalb auch das Kohlenmonoxid (CO) und das Methan (CH<sub>4</sub>) eine Rolle.

➔ In Bodennähe löst sich Ozon wieder auf, vor allem durch Absetzung oder durch Titrationsreaktionen mit NO aus lokalen Quellen, woraus NO<sub>2</sub> entsteht (NO + O<sub>3</sub> → NO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>). Unter Einwirkung von Sonnenlicht und durch NO<sub>2</sub>-Photolyse ist diese Reaktion generell reversibel. Das Gleichgewicht, das sich bei einer gegebenen Sonneneinstrahlung zwischen NO, NO<sub>2</sub> und O<sub>3</sub> einstellt, nennt man den photostatischen Zustand.

*Abbildung 2: Im Wallis sind die natürlichen, von Pflanzen abgegebenen VOC die wichtigsten Vorläufer von O<sub>3</sub>.*



## Ozon

### Die Luftqualität auf einen Blick

Ländliche Region in der Höhe



Ländliche Region in der Ebene



Stadtzentrum



Nähe von Industrien



## Ergebnisse 2020

Ozon-Immissionen belasten das gesamte Kantonsgebiet, und die Grenzwerte werden sowohl in der Stadt als auch auf dem Land, in der Ebene wie in den Höhenlagen, überschritten.

Die LRV legt als Obergrenze für Ozon-Höchstwerte fest, dass der Stundengrenzwert von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (60 ppb) nur einmal pro Jahr überschritten werden darf und dass 98 % der Halbstundenmittelwerte eines Monats (P98) nicht über  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (50 ppb) liegen dürfen. Die P98-Schwelle ist überschritten, wenn die Konzentrationen während knapp 15 Stunden, aufeinander folgenden oder nicht, in einem Monat über dem Grenzwert liegen. Wiederholte Ozon-Belastungen werden vor allem mit diesem Indikator bewertet. In diesem Bericht wird die Langzeitbelastung durch Ozon hingegen, wie in Anhang 4 dargestellt, durch die Zahl der Monate mit einem P98 über  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und die Zahl der Stundenwerte von über  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eines Jahres bewertet. Mit mehr als 2 Monaten (2020: 4 bis 7) und über 10 Stunden (2020: 2 bis 74) pro Jahr, in denen die Grenzwerte in allen Regionen überschritten werden (Tab. 7), ist die Luftqualität in Bezug auf Ozon weitgehend als unzureichend zu beurteilen, insbesondere in Bezug auf das P98.

Bezüglich Stundengrenzwertüberschreitungen sind die ländlichen Regionen in der Höhe am stärksten betroffen, mit 74 Überschreitungen in Montana. Die Ergebnisse dieser Station sind jedoch nicht eindeutig, weil die Konvertierung von ppb zu  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  durch grössere Abweichungen vom Standardfaktor beeinträchtigt wird, der gemäss den eidgenössischen Normen angewandt wird und in der Regel für bis zu 1500 m ü. M. gilt. Der Standardfaktor eignet sich daher stets für alle RESIVAL-Stationen ausser Giettes und Montana. Bei einem für diese Höhen durchaus üblichen Druck von 860 mbar und bei Sommertemperaturen von 30 bis 33 °C liegt das Ozonergebnis in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  um 22 bis 23 % über dem korrekten Wert. Unter diesen Umständen wird der Stundengrenzwert mit Ozonwerten bis  $147 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eingehalten. Solche Bedingungen sind jedoch selten. In den Monaten Juli und August 2020 lagen die täglichen Höchstwerte in Montana in der Regel zwischen 20 und 25 °C. Die Ozonergebnisse bis zu  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$  entsprechen daher dem LRV-Stundengrenzwert. Eine Analyse hat gezeigt, dass 14 solcher Werte von den 74 jährlichen Überschreitungen abziehen sind, wodurch sich die Werte für Montana jenen von Saxon annähern. Die wenigsten Überschreitungen verzeichneten Regionen in der Nähe von Stadtzentren und Industrien. Da Stadtzentren näher an den Hauptquellen von NO wie dem Strassenverkehr und grossen Heizkesseln liegen, ist die Ozonbelastung aufgrund der Titrationsreaktion in der Regel kleiner. Der aussergewöhnlich tiefe Wert in Eggerberg kann dem ungewöhnlichen Anstieg von NO vonseiten des Industrieareals und vonseiten der Stadt Visp aufgrund von günstigen Wetterbedingungen zugeschrieben werden. 2020 lagen alle Stundenwerte zwischen 120 und  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und überschritten damit die LRV-Schwelle (Abb. 3). Wie im Kapitel *Das Wetter im Jahresverlauf* beschrieben, trug das Wetter von Mai bis September 2020 wenig zu einer nachhaltigen Ozonproduktion im Wallis bei. Die ersten und häufigsten Überschreitungen des Stundengrenzwerts entfallen insbesondere in der ländlichen Region in der Höhe auf den Monat April (Abb. 4). Ein geringer, aber nicht zu vernachlässigender Ozonanteil ist auf Einträge aus der Stratosphäre aus den Tropen im Januar bis März in unsere Breitengrade und in die Troposphäre zurückzuführen, die im Frühling für Höchstwerte des Schadstoffs in diesen Luftschichten sorgten (Brewer-Dobson Zirkulation). Der höchste Stundenwert wurde mit  $138 \mu\text{g}/\text{m}^3$  am 25. Juni von 16 bis 17 Uhr in Massongex gemessen, als die Chablais-Region eine kurze, über der Norm liegende Hitzeperiode verzeichnete.



Tabelle 7: O<sub>3</sub> – Ergebnisse 2020

| Regionen                         | Stationen   | O <sub>3</sub><br>Anzahl<br>Stunden ><br>120 µg/m <sup>3</sup> | O <sub>3</sub><br>Anzahl<br>Tage mit<br>Stunden<br>>120 µg/m <sup>3</sup> | O <sub>3</sub><br>Maximaler<br>Stunden-<br>wert<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | O <sub>3</sub><br>Anzahl<br>Monate mit<br>P98 >100<br>µg/m <sup>3</sup> | O <sub>3</sub><br>P98<br>Monats-<br>höchstwerte<br>[µg/m <sup>3</sup> ] |
|----------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Ländliche Region<br>in der Höhe  | Les Giettes | 50                                                             | 17                                                                        | 137                                                                     | 6                                                                       | 121                                                                     |
|                                  | Eggerberg   | 2                                                              | 1                                                                         | 120                                                                     | 4                                                                       | 108                                                                     |
|                                  | Montana     | 74                                                             | 13                                                                        | 132                                                                     | 6                                                                       | 125                                                                     |
| Ländliche Region<br>in der Ebene | Saxon       | 62                                                             | 18                                                                        | 135                                                                     | 7                                                                       | 127                                                                     |
| Stadtzentrum                     | Sitten      | 23                                                             | 7                                                                         | 131                                                                     | 7                                                                       | 117                                                                     |
| Nähe von<br>Industrien           | Massongex   | 30                                                             | 12                                                                        | 138                                                                     | 6                                                                       | 120                                                                     |
|                                  | Brigerbad   | 9                                                              | 5                                                                         | 126                                                                     | 6                                                                       | 117                                                                     |
| <b>LRV-Norm</b>                  |             | <b>1</b>                                                       |                                                                           | <b>120</b>                                                              | <b>0</b>                                                                | <b>100</b>                                                              |

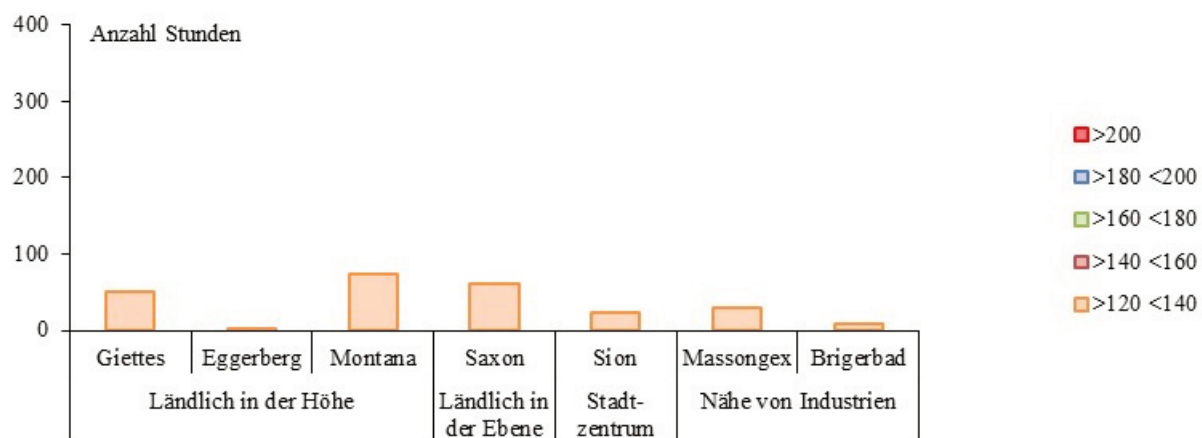
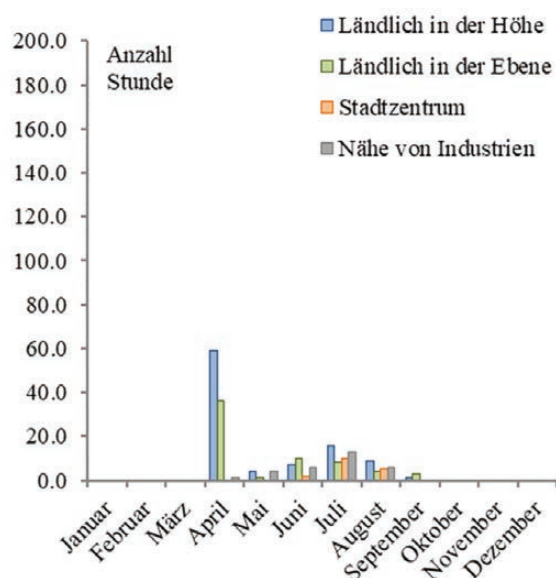
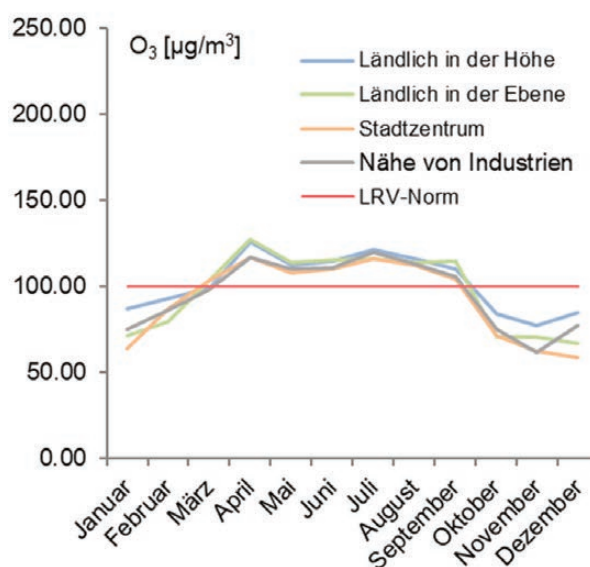
Abbildung 3: O<sub>3</sub> – Überschreitungen der Stundennorm nach Konzentrationsklassen


Abbildung 4: O<sub>3</sub> – Anzahl Stunden >120 µg/m<sup>3</sup> pro Monat

Abbildung 5: O<sub>3</sub> – monatliche 98-Perzentile


Die monatlichen 98-Perzentile (98 % der Halbstundenwerte eines Monats  $\leq 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Abb. 5) liegen weit über den gesetzlichen Anforderungen. Die höchsten P98-Überschreitungen wurden 2020 ungewöhnlicherweise im April mit Werten von 117 bis 127  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  verzeichnet, ausser in Industrienähe, wo im Juli Höchstwerte von 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  erreicht wurden. Die übermässige Belastung mit 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dauerte in der ländlichen Region in der Ebene und im Stadtzentrum 7 Monate an, von März bis September, und in der ländlichen Region in der Höhe und in Industrienähe 6 Monate, von April bis September. Während den ersten beiden Monaten und dem vierten Quartal des Jahres, wenn die Intensität der für die Ozonbildung notwendigen Sonneneinstrahlung am geringsten ist, waren die P98-Werte überall LRV-konform. Hiermit weist das Ozon einen jährlichen Verlauf auf, der jenem der meisten anderen Schadstoffe entgegengesetzt ist, denn deren Konzentrationen sind im Winter für gewöhnlich deutlich höher als im Sommer.

## Entwicklung der Immissionen

Die meisten Ergebnisse 2020 unterscheiden sich ziemlich deutlich von den vorhergehenden. In ländlichen Regionen in der Höhe und in Industrienähe wurden die tiefsten Werte seit Messbeginn 1990 verzeichnet. In der ländlichen Region in der Ebene und im Stadtzentrum liegen die Werte nahe bei den Ergebnissen des Vorjahres, abgesehen vom unerreichten Höchstwert 2019 in Saxon.

Bei der Anzahl Stunden mit über 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Abb. 6) wurde 2020 ein spektakulärer Rückgang in ländlichen Regionen in der Höhe verzeichnet. Die bis 2019 beobachtete steigende Tendenz kehrte sich 2020 um, ausser für die Station Montana, wo die lineare Regression der Jahre 2010 bis 2020 weiterhin einen positiven Gradienten aufweist. Bei den anderen Stationen begründen die im vergangenen Jahr oder seit 2019 in der ländlichen Ebene beobachteten Abnahmen durchgehend einen Trend zu weniger Überschreitungen. Die Werte variieren von Jahr zu Jahr jedoch zwischen Zu- und Abnahme. Abgesehen von der Verschlechterung der Situation bei der Station Montana zeichnet sich keine langfristige Tendenz ab.

Eine ähnliche Entwicklung ist bei der Anzahl Tage mit Überschreitungen des Stundengrenzwerts von 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Abb. 7) festzustellen, die 2020 mit 10 bzw. 9 Tagen in ländlichen Regionen in der Höhe und in Industrienähe einen historischen Tiefstwert erreicht. Obwohl die Werte auf städtischem Gebiet weiterhin zu den tiefsten gehören, nähern sich die Werte seit 2005 an jene der anderen Regionen an und

damit an die Belastungsgrenze für Ozon. Das NO aus dem Strassenverkehr löst das Ozon auf. Die Messstationen im Stadtzentrum, die in der Regel tiefe Ozonkonzentrationen verzeichnen, messen ebenfalls die höchsten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen (Abb. 25), die sich aus der Reaktion zwischen O<sub>3</sub> und NO ergeben [1]. Nur die ländlichen Regionen in der Höhe weisen seit 2003 eine wiederholte Tendenz zu einer höheren Anzahl Tage mit Überschreitungen des LRV-Stundengrenzwerts auf. Dieser Schluss lässt sich hauptsächlich aus den in Montana gemessenen Werten ziehen.

Abgesehen vom Stadtzentrum, wo früher mehr NO ausgestossen wurde, welches das O<sub>3</sub> auflöste, bleiben die Höchstwerte von 2003 mit einem aussergewöhnlich langen Hitzesommer über die letzten 20 Jahre gesehen in Bezug auf die Anzahl Tage mit Überschreitungen des Stundengrenzwerts ungeschlagen.

Betreffend die höchsten Stundenwerte für Ozon (Abb. 8) hat das Jahr 2020 ebenfalls historische Rekordwerte für die ländlichen Regionen in der Höhe und in Industrienähe zu verzeichnen. Mit 137 und 138 µg/m<sup>3</sup> wurden dort seit 1990 die tiefsten Werte gemessen. Auch das Ergebnis in Saxon für die ländliche Region in der Ebene liegt mit 135 µg/m<sup>3</sup> nahe beim Tiefstwert von 2019. Eine Prüfung durch lineare Regression, gleitend auf einen Zeitraum von 11 Jahren, zeigte eine Tendenz zur Stagnation, aber seit zwei Jahren zeichnet sich allgemein eine sinkende Tendenz ab. Hinzu kommen regelmässige Beobachtungen einer Tendenz hin zu weniger ausgeprägten Spitzenwerten in der ländlichen Region in der Ebene seit 2016. Eine ähnliche Entwicklung wurde in einer Studie des BAFU festgestellt, die im Kapitel *Das Wetter im Jahresverlauf* erwähnt wurde.

Ausser der sehr langsamen tendenziellen Annäherung der Messreihen an den zugelassenen Stundengrenzwert lässt sich keine deutliche Verbesserung bei der Einhaltung der LRV-Stundengrenzwerte ausmachen. Die in Montana beobachtete massive Verschlechterung bei der Anzahl Überschreitungen dieser Luftqualitätsnorm weist vielmehr auf eine negative Entwicklung in der Höhe hin.

Zu dieser Feststellung gibt es eine Studie der Akademien der Wissenschaften Schweiz [4]. In dieser wird darauf hingewiesen, dass die Ozonbildung begünstigende Hitzesommer wie 2003, 2015 und 2018 mit dem Klimawandel häufiger auftreten und das Problem hoher Ozonkonzentrationen in der Luft, die wir atmen, verschärfen könnten. Als Grund dafür werden die ansteigenden Konzentrationen in der oberen, freien Troposphäre in Zusammenhang mit dem interkontinentalen Transport von Ozon und dessen Vorläufergasen aus Nordamerika oder aus Südostasien angegeben. Im Alpenraum beschleunigen die Berge den Austausch des Ozons zwischen höheren und tieferen Luftschichten, wodurch sich die Belastung in Bodennähe verschärft, trotz der umgesetzten Luftreinhaltungsmassnahmen.

Abbildung 6: O<sub>3</sub> – Anzahl Stunden über 120 µg/m<sup>3</sup>, regionaler Höchstwert

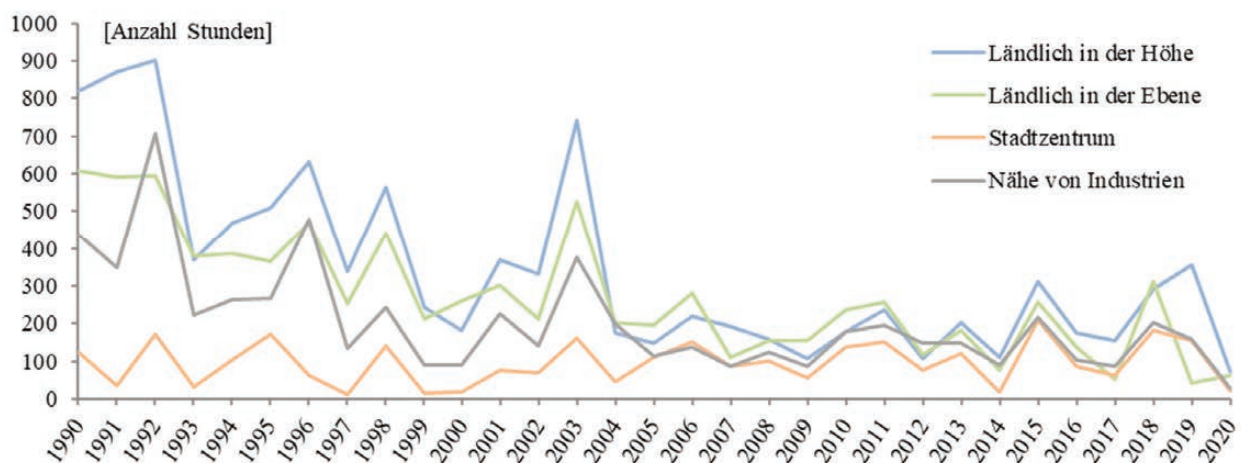
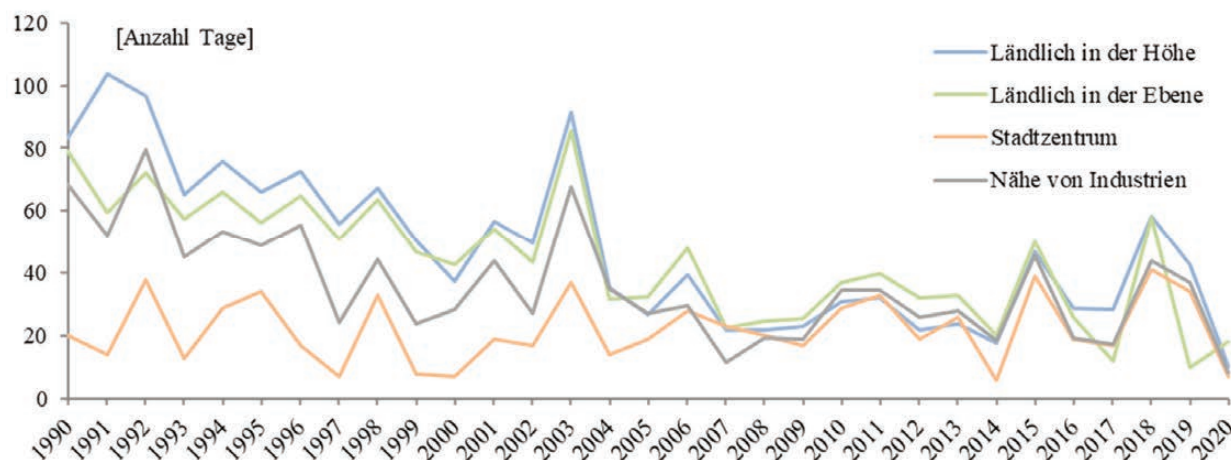
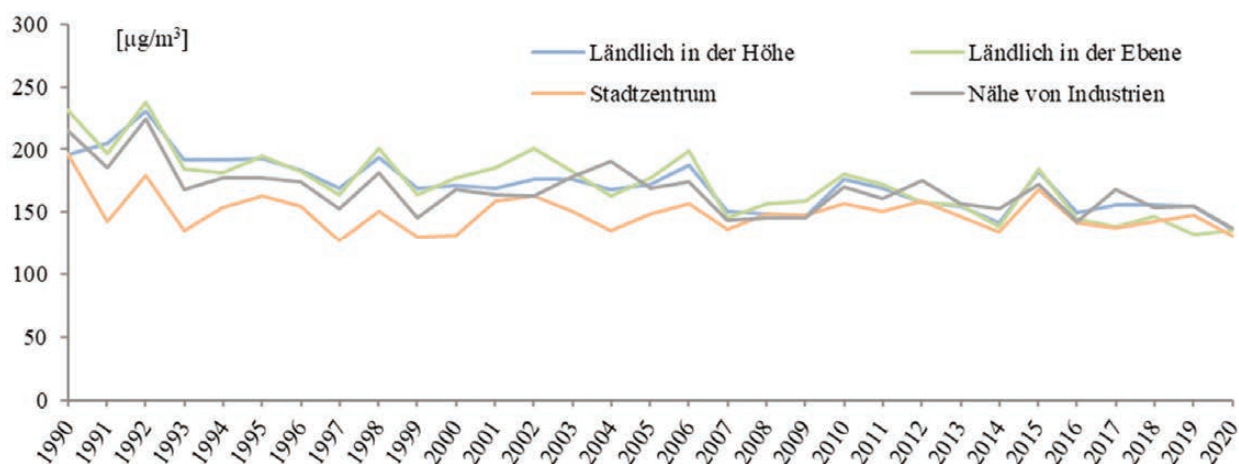


Abbildung 7: O<sub>3</sub> – Anzahl Tage mit Stunden >120µg/m<sup>3</sup>, regionale Mittelwerte

Abbildung 8: O<sub>3</sub> – Maximale Stundenspitzenwerte nach Jahren


Die Schweiz zählt zusammen mit Italien zu den europäischen Ländern, die am meisten von der Ozonbelastung betroffen sind. 2018 galten in der Schweiz die höchsten Grenzwerte im Vergleich mit der EU [2]. Die EUA weist darauf hin, dass die extrakontinentalen Quellen von O<sub>3</sub> und seiner Vorläufer mit langer Lebensdauer sowie die zunehmenden globalen Methankonzentrationen einen bedeutenden Einfluss auf die jährlichen Ozonkonzentrationen in Bodennähe haben. Sie präzisiert aber auch, dass die Spitzenwerte im Sommer hauptsächlich von den europäischen Vorläuferemissionen bestimmt werden. Als Hauptursachen werden der Strassenverkehr und die Industrie gesehen. Angesichts des Klimawandels warnt die EUA davor, dass der Anstieg der Ozonwerte in der Regel mit dem Anstieg der Temperaturen, der Sonneneinstrahlung und der Feuchtigkeit bei ausreichenden NO<sub>x</sub>-Konzentrationen, mit Trockenperioden und Wetterbedingungen, die stagnierende Luftmassen oder Hitzewellen begünstigen, einhergeht. Ein Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen hat aufgrund des Rückgangs der biogenen Emissionen einen gegenteiligen Effekt. Niederschläge senken die O<sub>3</sub>-Konzentrationen ebenfalls, indem sie seine löslichen Vorläufer binden, insbesondere die Salpetersäure (HNO<sub>3</sub>).

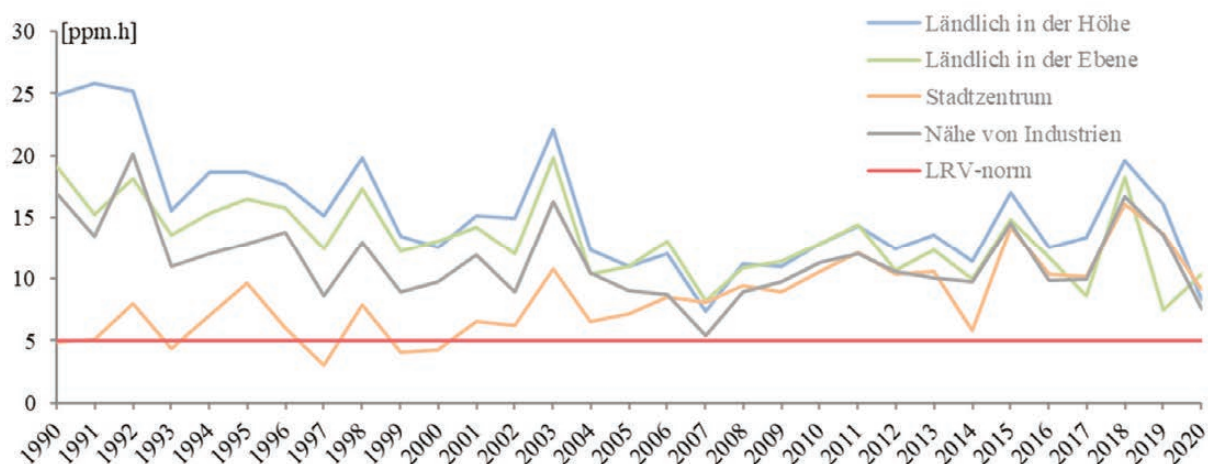
## AOT 40

Die Auswirkung von Ozon auf die Vegetation hängt von der Konzentration dieses Schadstoffs während der Wachstumsperiode von Frühjahrsbeginn bis Sommerende ab. Als Berechnungsgrösse wird der Expositionsindex AOT 40 herangezogen, der einer kumulierten Exposition im Zeitraum von April bis September über einem Schwellenwert von 40 ppb (Teile pro Milliarde) entspricht.

Der kritische Wert für den Schutz von Wald und Kulturland liegt bei 5 ppm×h. Bei höheren Konzentrationen leidet die Vegetation: Nekrose auf den Blättern, geringerer Ernteertrag, Schwächung der Wälder. Zusammen mit dem Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und den Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) ist das Ozon der problematischste Luftschadstoff für Ökosysteme. Es ist erwiesen, dass die Umweltverschmutzung durch Ozon zu Ertragsseinbussen in der Landwirtschaft führt. Die Ertragsausfälle betrugen 2019 gemäss dem BAFU zwischen 5 und 15 %, je nach Region und Produkt. Das Bundesamt präzisierte, dass der durchschnittliche Ertragsausfall beim Weizen gemäss einer Agroscope-Studie schweizweit 3 % betrug [1].

2020 bewegten sich die Konzentrationen zwischen 8 und 10 ppm×h (Abb. 9). Auch wenn ein allgemeiner Rückgang beobachtet werden kann, der bereits 2019 in der ländlichen Region in der Ebene begann, wird die kritische Schwelle weiterhin jedes Jahr seit 2001 in allen Regionen deutlich überschritten. Die Höchstwerte sind im Wesentlichen auf Perioden mit hoher Ozonbelastung während sehr sonnigen und heissen Sommermonaten wie 2003, 2015 und 2018 zurückzuführen. In den für gewöhnlich am stärksten betroffenen ländlichen Regionen in der Höhe lag die Konzentration 2020 mit 8 ppm×h nahe beim Rekord von 2007 (7 ppm×h), während die Regionen in der Ebene und im Stadtzentrum stärker betroffen waren. Im Allgemeinen fiel die bereits 2017 festgestellte Belastungspause für die Vegetation 2020 sogar noch deutlicher aus.

Abbildung 9: AOT 40 in den Jahren 1990 bis 2020, regionale Mittelwerte



Hohe Ozonkonzentrationen beeinträchtigen ebenfalls die Biodiversität. Sie beeinflussen die Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaften sowie die Blüte- und die Fruchtbildungszeit. Die Reaktion der Pflanzen auf das Ozon ist durch die Konzentration des Treibhausgases CO<sub>2</sub> und jener stickstoffhaltiger Luftschadstoffe bedingt. Diese Akteure haben eine negative Auswirkung auf das Wachstum der Pflanzen und die Ozonmenge, welche die Blätter aufnehmen, sodass die Ernteerträge und der Nutzen von Ökosystemen beeinträchtigt werden [2].







## Feinstaub - PM10 / PM2.5

### Steckbrief...

➔ Feinstaub ist eine der grössten Herausforderungen in der Luftreinhaltung. Als PM10 bzw. PM2.5 werden Staubpartikel mit einem Durchmesser unter zehn Mikrometern ( $<10\ \mu\text{m}$ ) bzw. unter  $2.5\ \mu\text{m}$  bezeichnet, die in der Luft schweben. Es gibt primären Feinstaub, der direkt bei diversen Prozessen wie Verbrennung oder Abrieb entsteht, und sekundären Feinstaub, der sich in der Luft aus Vorläufgasen bildet. Dieser Schadstoff kann wegen seiner geringen Grösse bis tief in die Atemwege eindringen.

➔ Die Liste seiner schädlichen Einwirkungen auf die Gesundheit ist lang, und PM2.5 gelten mit einer Konzentration zwischen 9 und  $10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Ursache für um die 3500 vorzeitige Todesfälle jedes Jahr in der Schweiz [2]. Während PM10 die Atemwege beeinträchtigen (Bronchitis, Husten, Kurzatmigkeit, Asthma usw.), greifen PM2.5 vor allem das Herz-Kreislaufsystem an. Zwischen hohen PM10-Konzentrationen und dem Anstieg der Sterblichkeitsrate infolge von Krebs und Herzkrankungen wurde ein Zusammenhang hergestellt. Eine Studie (Swiss TPH, [5]) zeigt, dass um  $10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  höhere PM10-Konzentrationen während 2 bis 4 Tagen zu einem Anstieg der notfallmässigen Spitaleinlieferungen wegen Herz-Kreislauf- und anderer allgemeiner Gesundheitsbeschwerden führen. Spitaleinlieferungen wegen solcher Lungenerkrankungen treten mit einer zeitlichen Verzögerung von mindestens 2 Tagen auf.

➔ Im Wallis beliefen sich die Emissionen von primärem PM10 2019 auf 517 Tonnen, nahe den Werten von 2017 und 2018. 20 % der Emissionen stammen aus dem motorisierten Verkehr, 10 % aus Heizungen, 11 % aus Industrie und Gewerbe und 6 % aus der Natur und dem Viehbestand. Andere Quellen, wie land- und forstwirtschaftliche Aktivitäten, Bautätigkeit und Bahnverkehr, sind zu 53 % beteiligt (Abb. 11).

➔ Je feiner die Partikel, umso tiefer dringen sie in die Bronchien ein und lösen Entzündungsreaktionen aus. Ultrafeine Fraktionen ( $< 0.1\ \mu\text{m}$ ) dringen bis ins Lungengewebe und in den Blutkreislauf vor. Falls sie die Blut-Gehirn-Schranke überschreiten, können Hirnschäden die Folge sein.

Abbildung 10: Feuer im Freien und hauptsächlich mit Stückholz betriebene Klein-Holzheizungen stossen grosse Mengen PM10 aus



### Feinstaub (PM10) Die Luftqualität auf einen Blick

Ländliche Region in der Höhe



Ländliche Region in der Ebene



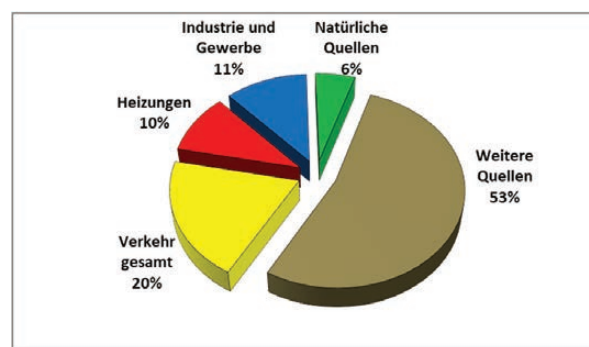
Stadtzentrum



Nähe von Industrien



Abbildung 11: primäre PM10-Emissionen, Wallis 2019



#### Andere Quellen:

Offroad-Sektor (z. B. Baumaschinen, motorisierte Maschinen und Geräte in der Land- und Forstwirtschaft, Luft- und Bahnverkehr), Graströcknung, Feuer im Freien, Feuerwerk, Lösungsmittel, illegale Abfallverbrennungen.

Daten: Kantonales Emissionskataster (Cadero, vgl. S. 11).

## Ergebnisse 2020 für PM10

Zur Messung der PM10-Konzentrationen in der Umgebungsluft im Wallis werden unterschiedliche Analyse-Methoden angewendet: die Gravimetrie «High Volume», die Beta-Absorption und optische Partikelzählungen (s. Anhang 2, Tab. 16 und 17). Um den Jahresvergleich der Zahlen zu gewährleisten, werden die Ergebnisse der kontinuierlichen Messung (Beta-Absorption, optische Partikelzählung) mit den täglichen Proben aus der Gravimetrie «High Volume» abgeglichen. Hierbei handelt es sich um ein von der EMPA bewilligtes Berichtigungsverfahren.

Der kantonale Plan zur Luftreinhaltung vom April 2009 enthält einen Massnahmenkatalog, welcher zu einer Reduktion der unterschiedlichen Luftschadstoffe, und insbesondere von Feinstaub, führen soll. Eine möglichst weitgehende Einhaltung des Jahresgrenzwertes gilt als die beste Garantie für eine nachhaltige Verbesserung der öffentlichen Gesundheit, wie den Sapaldia-Studien zu entnehmen ist, an denen sich das Wallis beteiligt hat.

Der Jahresgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde 2020 an allen Standort-Typen klar eingehalten, und der Tagesgrenzwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde nie überschritten (Tab. 8). 2019 wurde zum ersten Mal seit Messbeginn 1999 an keiner RESIVAL-Station ein Tageswert über der LRV-Norm gemessen. 2020 konnte dieses absolute Minimum nicht erreicht werden, auch wenn die 2018 eingeführte LRV-Toleranz von 3 Tagen mit zu hohen Werten nicht überschritten wurde. Alle Überschreitungen ausser jene von Saxon gehen auf die Einträge von Saharasand zurück. Dieses Phänomen war 2020 ungewöhnlich salient. Das BAFU diskutierte es bereits im Zusammenhang mit den Besonderheiten des Jahres 2019 [1]. Seine Bedeutung für die Ergebnisse im Wallis wurden 2020 bestätigt. Wenn diese Einträge mit Hochdrucklagen zusammenfallen und in die Täler vordringen, wird die Akkumulation von Feinstaub begünstigt. Die Überschreitung an der Station Saxon steht hingegen in keinem Zusammenhang mit diesen Situationen. Sie wurde am 25. März gemessen, als weder die anderen RESIVAL-Stationen noch die des Jungfraujochs einen Anstieg der PM10-Konzentration verzeichneten. In diese Zeit fiel eine Welle mit Frühjahrsfrost, während der die Verwendung von Paraffin-Frostschutzkerzen zum Schutz der Kulturen vor den zu kalten nächtlichen Temperaturen im Mittelwallis übermässige Feinstaubkonzentrationen verursachte.

**Tabelle 8: PM10 – Ergebnisse 2020**

| Regionen                            | Stationen   | PM10<br>Jahresmittel<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | PM10<br>Anzahl<br>Tage<br>> $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | PM10<br>Max.<br>Tageswert<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Blei<br>Jahresmittel<br>Pb [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ] | Cadmium<br>Jahresmittel<br>Cd [ $\text{ng}/\text{m}^3$ ] |
|-------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Ländliche<br>Region in der<br>Höhe  | Les Giettes | 7                                                    | 1                                                       | 52                                                        | 2                                                     | 0.04                                                     |
|                                     | Eggerberg   | 10                                                   | 1                                                       | 57                                                        | 2                                                     | 0.04                                                     |
|                                     | Montana     | 9                                                    | 1                                                       | 65                                                        | 1                                                     | 0.03                                                     |
| Ländliche<br>Region in der<br>Ebene | Saxon       | 13                                                   | 1                                                       | 71                                                        | 2                                                     | 0.06                                                     |
| Stadtzentrum                        | Sitten      | 13                                                   | 2                                                       | 52                                                        | 2                                                     | 0.07                                                     |
| Nähe von<br>Industrien              | Massongex   | 13                                                   | 0                                                       | 47                                                        | 3                                                     | 0.07                                                     |
|                                     | Brigerbad   | 13                                                   | 3                                                       | 63                                                        | 3                                                     | 0.07                                                     |
| <b>LRV-Norm</b>                     |             | <b>20</b>                                            | <b>3</b>                                                | <b>50</b>                                                 | <b>500</b>                                            | <b>1.5</b>                                               |

Die tiefsten Jahresmittelwerte wurden wie gewöhnlich an den Stationen in der Höhe gemessen, die über den gewohnten Temperaturumkehrungen liegen, welche im Winter bis auf ca. 1000 m ü. M. auftreten können und die Schadstoffe abfangen. Ein Beispiel hierfür liefert das Jahresmittel von Les Giettes, das immer das tiefste ist. In einer Höhe von 1140 m liegt die Station in normalen Zeiten fernab grosser lokaler Quellen für primären Feinstaub. Der angezeigte Wert steht für die Grundqualität der Höhenluft. Die Mittelwerte von 9 und 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  für Montana und Eggerberg sind ein wenig höher. Die eine Station befindet sie sich nahe an einem teils stark frequentierten Tourismusort, wo es zahlreiche Verschmutzungsquellen gibt, auch für Feinstaub. Die andere liegt im Oberwallis auf 840 m ü. M. und bleibt daher nicht immer von den Auswirkungen der Schadstoffakkumulation bei Inversionslagen verschont. Deshalb zeigt sie regelmässig einen Jahreswert an, der mit jenem von Montana identisch ist oder leicht darüber liegt. Die Ergebnisse 2020 zeigen, dass die Luftverschmutzung durch Feinstaub in der ländlichen Region in der Höhe schwach, in den übrigen Regionen im Wallis mässig ist (s. Abb. 69 in Anh. 5).

Die dargestellte PM<sub>10</sub>-Belastung weicht bei Betrachtung der Tageswerte etwas von der vorgehenden Interpretation ab. Die Höchstwerte reichen in der Höhe von 52 bis 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und in der Ebene von 47 bis 71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die Überschreitungen des Tagesgrenzwerts dauerten unabhängig von der Region nie länger als drei Tage. Unter diesem Blickwinkel ist die Luftqualität in der Höhe nicht allgemein besser, was mit der Art der LRV-Überschreitungen zu erklären ist. Von den neun Überschreitungen des Tagesgrenzwerts, die 2020 festgestellt wurden, sind acht hauptsächlich auf Einträge von Saharasand zurückzuführen, die zu einem Grossteil aus Feinstaub bestanden. Da diese Verschmutzung von oben aus der freien Atmosphäre kommt, ist die ländliche Region in der Höhe nicht besser geschützt.

Seit 2014 wurde ausschliesslich 2018 eine Pause im Kampf gegen den Frühjahresfrost eingelegt, welcher der Obstproduktion im Wallis schadet. Die meteorologischen Bedingungen ersparten nur in einem von sieben Jahren die Ergreifung von Schutzmassnahmen in den Monaten März und April. Im vergangenen Jahr kam es nur zu einer die LRV-Grenzwerte betreffend relevanten Periode, am Mittwoch 25. März. Die an der Station Saxon registrierte Minimaltemperatur betrug an diesem Tag -1.8 °C, bei einem Mittelwert von 3.2 °C. Dies entspricht einer ziemlich intensiven Forstperiode, umso mehr als die RESIVAL-Messung ungefähr 2 m über dem Boden erfolgt. Näher am Boden und bei schwachem Wind ist die Luft noch kälter. MeteoSchweiz hatte die Frostwarnungen in ihren Blog vom 15. März aufgenommen und davor gewarnt, dass das Frostrisiko im Rhonetal bis am 25. März ziemlich gross war. Es kamen Paraffinkerzen zum Einsatz. Im Jahresbericht zur Luftreinhaltung von 2018 wurden die Ergebnisse der am Rauch aus Frostschutzkerzen vorgenommenen Messungen geschildert. Dieser Rauch besteht zu einem beträchtlichen Teil aus Russ, der dafür bekannt ist, kanzerogene Substanzen wie PAK und Benzol zu enthalten. Ausserdem ist die Konformität der Frostschutzkerzen mit den Anforderungen für Brennstoffe nach Anh. 5 LRV nicht gegeben, obwohl diese Geräte zu den stationären Anlagen gezählt werden könnten, welche die Verordnung regelt. Am 25. März erreichte die PM<sub>10</sub>-Konzentration an der RESIVAL-Station Saxon zwischen 6 und 7.30 Uhr einen Höchstwert von 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Das Tagesmittel war an diesem Tag mit 71  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  das höchste, das 2020 gemessen wurde (Tab. 8). Diese deutliche Schadstoffbelastung trat während der Blütezeit im März auf. In der Blütezeit wird von einer extensiven Verwendung der Beregnung zur Schadenabwendung abgeraten, weil diese den Pollen aus den Blüten spülen würde und so keine Fruchtbildung mehr stattfinden könnte. Es gibt jedoch andere für diese heikle Periode geeignete Lösungen wie gasbetriebene Heissluftgebläse oder Ventilatoren, welche die kalte Luftschicht in Bodennähe mit der wärmeren, darüberliegenden Luft vermischen. Ein umfassenderes Verbot von Frostschutzkerzen bleibt sinnvoll. Auch wenn die LRV-Toleranz von jährlich 3 Tagen mit nicht-konformen Werten eingehalten wurde, spricht die deutliche Überschreitung des Tagesgrenzwerts am 25. März 2020 in der ländlichen Region in der Ebene für Massnahmen zur Sicherstellung einer zukünftig besseren Luftqualität während der Bekämpfung des Frühjahresfrosts.

## Entwicklung der Immissionen

Alle Werte seit 1999 wurden mittels der Gravimetrie-Referenzmethode (s. oben) ermittelt und sind daher direkt vergleichbar. Insgesamt haben sich die PM<sub>10</sub>-Konzentrationen zwischen 1999 und 2006 nur geringfügig verändert. Seit 2006 lässt sich an allen Standort-Typen im Jahresmittel eine klar rückläufige Entwicklung beobachten (Abb. 12), was auch der landesweiten Tendenz (s. Ergebnisse NABEL [1]) entspricht. Der deutliche Rückgang von 2020 gegenüber 2006 reicht von einem moderaten Fortschritt von 41 % in den ländlichen Regionen in der Höhe bis zu einem stärkeren Rückgang von 51 % im Stadtzentrum von Sitten. 2020 wurde der Jahresgrenzwert, mit anderen Worten der Langzeit-Grenzwert, wie schon in den Jahren 2010 und 2014 bis 2019, zum achten Mal seit Beginn der Messungen 1999 auf dem ganzen Kantonsgebiet eingehalten. Die Werte stagnieren jedoch seit 2016 in der Höhe und tendieren seit 2018 ebenfalls in der Ebene dazu. Nach einem kräftigen Zwischenhoch 2017 infolge ziemlich häufiger Inversionsperioden im Januar und Februar hielt die Zahl der Tagesgrenzwertüberschreitungen 2020 die Toleranzschwelle von 3 Tagen ein, auch wenn sie in der Nähe von Industrien grenzwertig war (Abb. 13).

Abbildung 12: PM<sub>10</sub> – regionale Jahresmittelwerte von 1999 bis 2020

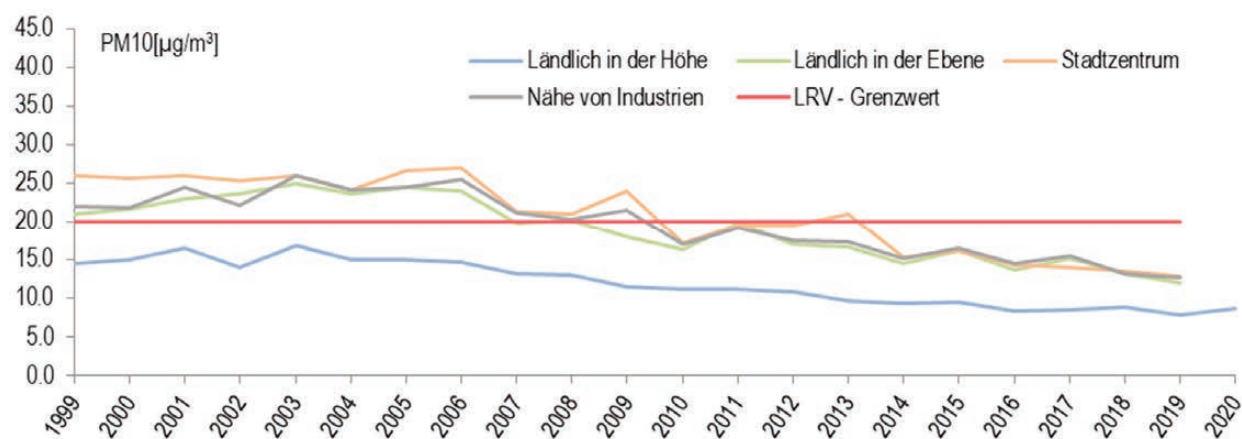
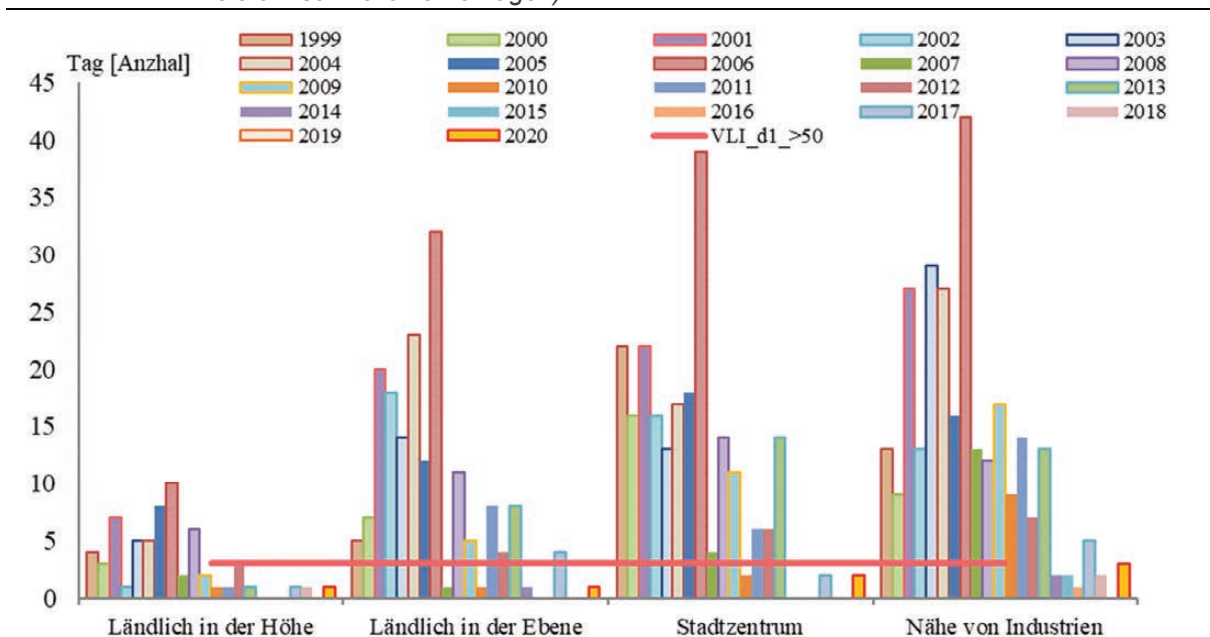


Abbildung 13: PM<sub>10</sub>, maximale Anzahl Tage > 50 µg/m<sup>3</sup>, regionale Höchstwerte (rote Linie: neue Toleranzschwelle von 3 Tagen)





Eine PSI-Studie [6] über Feinstaub an Wintertagen von 2008 bis 2012 mit Überschreitung des IGW von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  hat gezeigt, dass sich die PM<sub>10</sub>-Masse in der Schweiz wie im Wallis, und typischerweise für das letzte Jahrzehnt, zu etwa 70 % aus Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) und organischer Materie (OM) zusammensetzt. Der Rest besteht aus Metallen und Salzen wie Al, Ca, Fe, Mg, Cu, Ba, Mo, Sb,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  und  $\text{Cl}^-$  sowie elementaren Kohlenstoffen (EK). Von den anorganischen Salzen macht der Nitrat-Anteil an der Masse dieses PM<sub>10</sub> ca. 24 % aus. Die gasförmig in die Luft ausgestossenen Stickoxide sind die Vorläufer dieses bedeutenden Anteils. Eine Studie der Eidg. Kommission für Lufthygiene (EKL) von 2013 [7] fügt dem hinzu, dass im Sommer der prozentuale Nitratanteil im Feinstaub wesentlich geringer ist, unter 5 %. Seine Bildung aus Salpetersäure, deren Sättigungsdampfdruck zu seinem gasförmigen Zustand beiträgt, steht auf dem Spiel. Bei höheren Temperaturen verstärkt sich diese Tendenz. Etwa 25 % der Masse der im Rahmen der PSI-Studie im Winter bei Massongex entnommenen PM<sub>10</sub> sind organische Materie (OM) und elementarer Kohlenstoff (EK). Diese Fraktionen bestehen zu über 80 % aus nicht-fossilen Partikeln, die hauptsächlich auf Emissionen aus Holzheizungen und das Verbrennen von Grünabfällen im Freien zurückzuführen sind. Eine mithilfe der EMPA und der WMO in Genf durchgeführte wissenschaftliche Studie zeigte basierend auf 2008 und 2009 in Payerne und Zürich vorgenommenen Proben, dass die Luftqualität in Agglomerationsgebieten nicht nur durch die lokalen Verschmutzungsquellen (Emissionen von Feinstaub und den Vorläufern  $\text{NO}_x$  und  $\text{NH}_3$ ) beeinflusst wird, sondern auch durch Verschmutzungsquellen auf regionaler und kontinentaler Ebene. Die Emissionen von stickstoffhaltigen Luftschadstoffen, insbesondere Ammoniak aus landwirtschaftlichen Aktivitäten, und von Feinstaubpartikeln vor allem aus Holzheizungen und Industrien der ländlichen Region leisten einen bedeutenden Beitrag zu den in den Städten gemessenen PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2.5</sub>-Werten. Im Fall von Zürich stammen diese Emissionen hauptsächlich aus menschlichen Aktivitäten und dominieren mit ungefähr 70 % der Belastung [8].

Gemäss Emissionskataster stammen 47 % der 2019 im Kanton ausgestossenen primären Feinstaubmengen von Maschinen des Offroad-Bereichs, die z. B. auf Baustellen, in der Land- und Forstwirtschaft sowie in Steinbrüchen und Kieswerken zum Einsatz kommen. Der Offroad-Bereich ist in Abb. 11 im Bereich 'Weitere Quellen' enthalten. Zu einem überwiegenden Teil (61 %) stammt primärer PM<sub>10</sub> allerdings aus Emissionen verschiedener Arten von Abriebprozessen wie Brems- und Reifenabrieb. Daran sind zwei Bereiche, der Strassenverkehr und der Offroad-Bereich, beteiligt, mit 73 bzw. 27 % an den insgesamt ausgestossenen Abriebpartikeln. Neben den Abrieben waren die wichtigsten Quellen für primären PM<sub>10</sub> 2019 die Industrie (30 %), der Bereich Heizungen (26 %), Emissionen aus Lösungsmitteln, andere und illegale Feuer im Freien (ca. 16 %) sowie natürliche und Viehwirtschaft (14 %), die zusammen über 86 % der jährlichen Frachten im Kanton ausmachen. Holzheizungen steuern 98 % des Feinstaubs aus Feuerungsanlagen des Heizungsbereichs bei. In Anbetracht seines Schadenpotenzials zeigt dieser hohe Anteil, wie wichtig hier die Emissionsbegrenzung ist. Entscheidend ist auch, welches Holz als Brennstoff gewählt wird. Man geht davon aus, dass bei der Verbrennung von 4 Tonnen Pellets pro Jahr 1 kg Staub entsteht. Ein Holzofen mit einem Verbrauch von 3 Ster pro Jahr (was ungefähr 4 Tonnen Pellets entspricht) kann bis zu 80 kg Staub produzieren, je nach Qualität des Verbrennungsprozesses. Bei schlechter Holzverbrennung kann insbesondere der PAK-Anteil (s. weiter unten), der krebserregende Stoffe enthält, bis zu zwanzigmal grösser als im Dieselsruck sein [9].

Sekundäre Feinstoffpartikel bilden sich aus Vorläufergasen. Zu diesen zählen  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  und  $\text{NH}_3$ , die in der Atmosphäre reagieren und dabei Sulfat-, Nitrat- und Ammoniumverbindungen, also anorganische Sekundär-Aerosole, bilden. Aus Oxidierung gewisser VOC entstehen weniger flüchtige Verbindungen, aus denen sekundäre organische Aerosole entstehen. Laut BAFU machen die beiden Staubpartikel-Arten, primäre und sekundäre, landesweit je etwa 50 % der Luftbelastung aus. Dieser grosse Anteil der Sekundärschadstoffe, die sich langsamer und weiter entfernt von der Quelle bilden als  $\text{NO}_2$ , erklärt im Übrigen, warum die mittleren Umweltbelastungen zwischen Stadt und Land in der Ebene bei den PM<sub>10</sub> (Abb. 12) näher bei einander liegen als beim  $\text{NO}_2$  (Abb. 25). Die längere Lebensdauer der sekundären Feinstaubpartikel, die sich für grossräumige Verfrachtungen eignet, ist der zweite Grund für deren gleichmässigerer räumliche Verteilung an den Stationen in der Ebene [1].

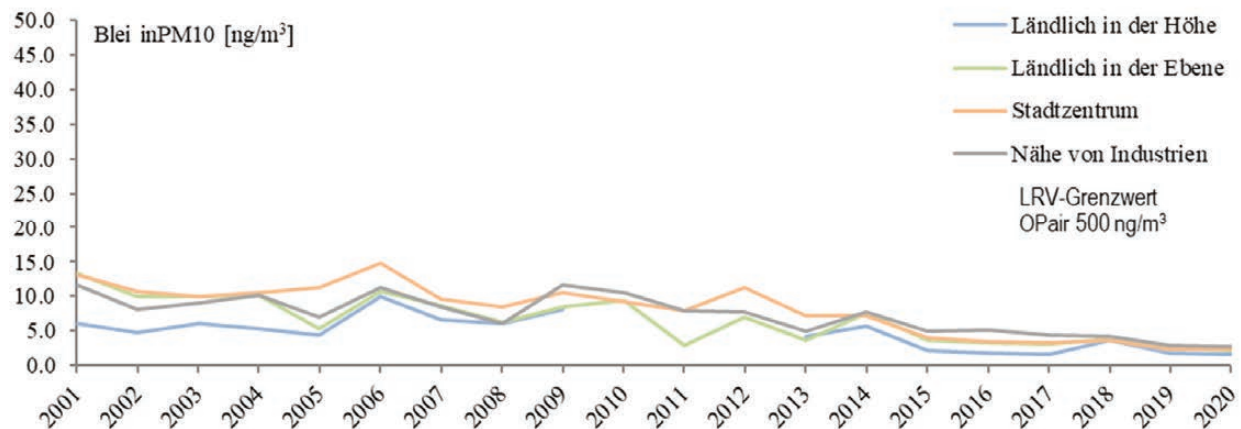
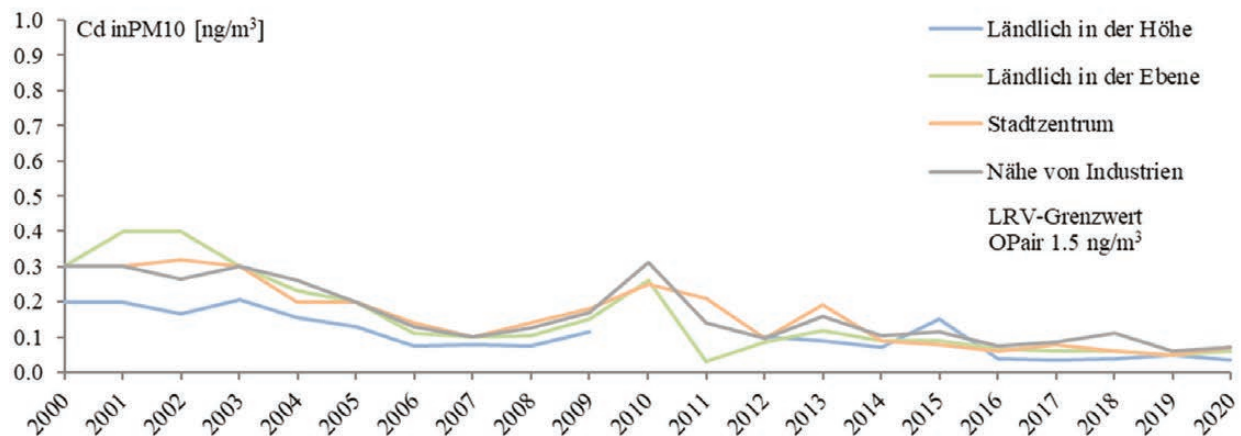
Für die primären PM10 gibt das Walliser Kataster eine regelmässige Verringerung der Emissionen um 15 % an, von 608 Tonnen 2006 auf 517 Tonnen 2019, also 91 Tonnen weniger. Seit 2015 stabilisieren sich die Mengen jedoch (s. Anh. 5 Abb. 70). Diese Entwicklung bestätigt wiederum den deutlichen Rückgang der PM10-Immissionen im Wallis im selben Zeitraum. Zu den Massnahmen an der Quelle, die zu diesem Rückgang der PM10-Konzentrationen geführt haben, gehören: die Modernisierung des Fahrzeugparks und der Maschinen mit Verbrennungsmotoren durch die seit ungefähr zwanzig Jahren bei den Herstellern verschärften Normen zur Reduktion von Treibstoff- und Feinstaubemissionen; die strengeren LRV-Begrenzungen, die 2007 für Feinstaubemissionen insgesamt eingeführt wurden (Anh. 1, LRV) und den Einbau von Staubfiltersystemen begünstigt haben; die zwischen 2007 und 2012 eingeführten, verschärften Grenzwerte für Feinstaubemissionen aus Holzheizungen (Anh. 3, LRV), die mit Fortschritten beim Bau von Heizkesseln einhergingen, die eine belastungsärmere Verbrennung gewährleisten. Der verbesserte Stand der Technik hat auch dazu geführt, dass 2015 die Begrenzungen für ortsfeste Motoren in Anh. 2 der LRV herabgesetzt wurden. Wenn die Staubemissionen einer Feuerung oder eines Motors durch den erhöhten Stand der Technik nicht ausreichend reduziert werden können, so kann man sich mit diversen Partikelfiltern behelfen, die auf dem Markt sind.

Für den Offroad-Bereich führte die LRV 2009 angesichts der krebserzeugenden Eigenschaften von Dieselschmutz die Bestimmung ein, dass alle Baumaschinen ab 37 kW Motorenleistung und alle ab 18 kW mit Baujahr nach 2010 mit einem spezifischen Partikelfilter auszustatten seien. In der Fassung der Verordnung vom Juni 2018 wurden die strengeren Begrenzungen auf alle Teile des Offroad-Bereichs ausgeweitet. Seither ist der nachträgliche Einbau von Partikelfiltern in bewegliche, ab 2019 hergestellte Dieselmotoren, welche den Begrenzungsnormen der Phase EU V entsprechen, folglich nicht mehr notwendig. Deren Abgase erfüllen bereits ab Werk die Anforderungen der LRV. Durch die Abgaswartung, die nun auf alle Aktivitäten des Offroad-Bereichs, auf Baustellen, Kiesgruben und Steinbrüche sowie auf Materialsortier- und aufbereitungsanlagen, ausgeweitet wird, wird dafür zu sorgen sein, dass die vor Inverkehrsetzung eingebauten Reinigungseinrichtungen in gutem Zustand gehalten werden.

Der starke Rückgang der SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Konzentrationen, zweier Vorläufergase für sekundären PM10, trägt zur deutlichen Verringerung der PM10-Belastungen im Kanton seit 2006 bei. Dem Emissionskataster ist zu entnehmen, dass die jährlichen Emissionsmengen an NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub> im Wallis weiterhin rückläufig sind. Die SO<sub>2</sub>-Frachten wurden für 2006 mit 1248 Tonnen angegeben, dies bedeutet gegenüber 110 Tonnen 2019 einen Rückgang um 91 % (-1138 t). Die NO<sub>x</sub>-Frachten sanken von 4232 Tonnen 2006 auf 2189 Tonnen 2019, ein Rückgang um 48 % (-2043 t). Die Betriebsschliessung der Raffinerie im Frühjahr 2015 erklärt, wieso die emittierten Mengen in jenem Jahr deutlich unter jenen der Vorjahre lagen, seit 2016 liegt der Eintrag beider Schadstoffe bei null (s. Anh. 5, Abb. 71 und 72). Bei den Ammoniakemissionen ist die Verbesserung zwischen 2006 und 2019 mit einem regelmässigen Rückgang von 6 %, von 1636 auf 1545 Tonnen (-91 t), weniger deutlich. Damit fällt das Ergebnis jedoch besser aus als in Europa, wo von 2009 bis 2018 eine Zunahme der NH<sub>3</sub>-Emissionen um 8 % verzeichnet wurde [2].

Die Schwermetall-Anteile von Blei und Cadmium im PM10 liegen weit unter den Jahresgrenzwerten (Abb. 14 und 15). Die Blei-Konzentrationen liegen seit einigen Jahren mehr als das 50-fache unter dem Grenzwert. Die Cadmium-Konzentrationen sind über zehnmal geringer als die Norm. Mit wenigen Ausnahmen, wie z. B. einem leichten Anstieg des Cadmiums im Jahre 2010, schwanken die Konzentrationen von Jahr zu Jahr nur leicht. Bei beiden Parametern liegen die Immissionen ziemlich deutlich über der Grenze des Messbaren, weshalb sich auch kleine Schwankungen bestimmen lassen, auch wenn diese weit unter der LRV-Begrenzung liegen.



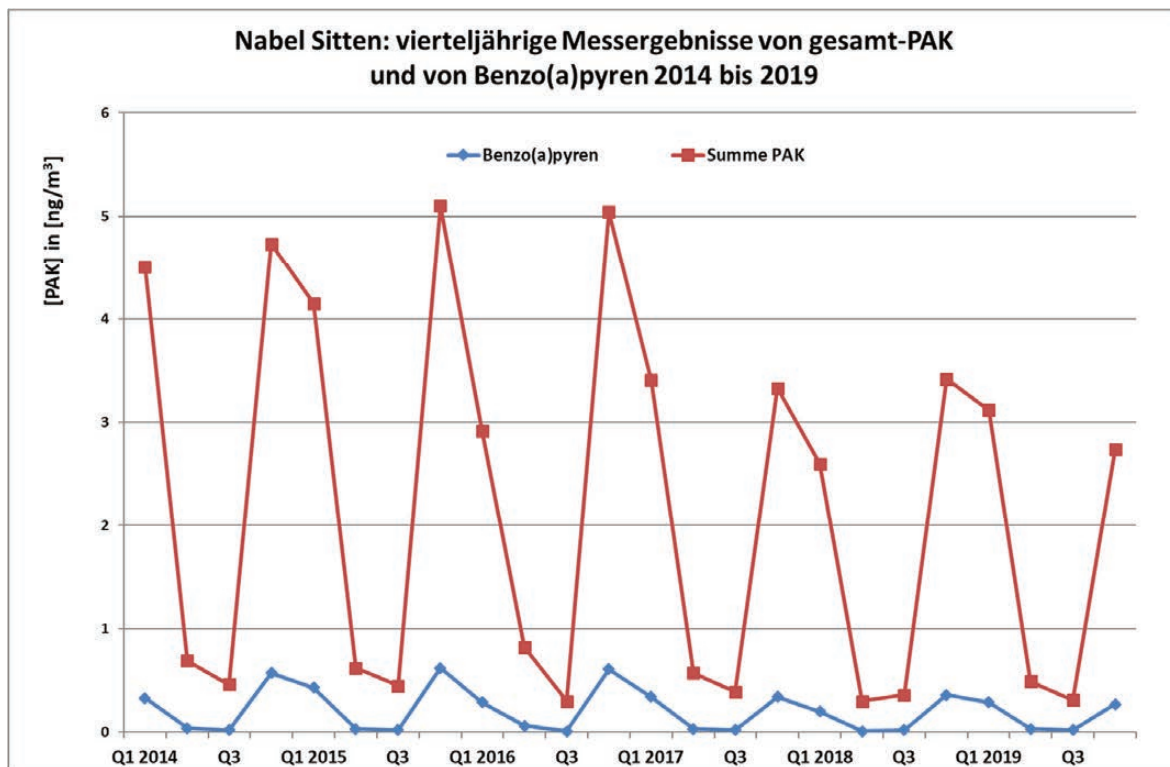
Abbildung 14 : Blei im PM10 von 2001 bis 2020, regionale Mittelwerte (LRV-Grenzwert 500 ng/m<sup>3</sup>)

Abbildung 15 : Cadmium im PM10 in ng/m<sup>3</sup> von 2001 bis 2020, regionale Mittelwerte


Die meisten Massnahmen des kantonalen Plans haben eine direkte oder indirekte Auswirkung auf die PM10-Immissionen (s. Tab. 1) und führen zu einem Rückgang der Feinstaub-Konzentrationen. Ihre vollständige Umsetzung trägt dazu bei, die PM10-Immissionen auf ein Niveau zurückzuführen, das den Jahresgrenzwerten entspricht, und konsolidiert den seit 2006 bedeutenden Rückgang, auch in Bezug auf die Einhaltung der Tagesbegrenzungen. Vor allem die verschärfte Kontrolle von Gross-Holzheizungen durch Emissionsmessungen und der Erlass von Sanierungsverfügungen für die vielen nicht LRV-konformen Anlagen gewährleistet, dass diese Staubemissionsquellen das bisher Erreichte nicht gefährden. Als Grössenvergleich: der Heizkessel einer grossen, mit Holzpellets betriebenen FW-Anlage mit einer Nennwärmeleistung von 3 MW und ausgestattet mit einem Partikelfiltersystem emittiert üblicherweise 10 bis 100 g Feinstaub pro Stunde, je nach Verbrennungsverlauf. Bei einer jährlichen Nutzung von rund 8000 Stunden entspricht das einer Menge von bis zu 800 kg PM10, die in die Luft ausgestossen werden. Messungen, die an einem neueren, mit Holzschnittel betriebenen Heizkessel mit einer Leistung von 5.4 MW und Elektrofilter anstatt Beutelfilter vorgenommen wurden, zeigen, dass zwischen 10 und 50 g Feinstaub pro Stunde ausgestossen werden. Eine fast doppelt so grosse Nennwärmeleistung bedeutet nicht grössere Emissionen. Diese Technologie eignet sich für eine angemessene Kontrolle sehr grosser Anlagen. Die Saharasaeneinträge verzerren jedoch das Bild und die Einschätzung der Feinstaubimmissionen. Diese Verschmutzung ist natürlichen Ursprungs, auch wenn die Auswirkungen des Klimawandels, zu dem die menschlichen Aktivitäten beitragen, die Reichweite und die Häufigkeit der Einträge erhöhen können. Mineralischer Staub wie Sand ist weniger problematisch als Staub aus Verbrennungsprozessen. Er verursacht aber ebenso

Atemwegsentzündungen und schädigt die Gesundheit. Daher ist Vorsicht geboten. Der Kanton empfiehlt, intensive körperliche Anstrengungen zu reduzieren, andere belastende Faktoren zu vermeiden, seine Wohnstätte nicht mehr als nötig zu lüften und individuelle Massnahmen zur Verringerung der Emission von Schadstoffen, welche die Situation verschlimmern könnten, zu treffen.

Im Feinstaub sind auch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) enthalten, die hauptsächlich bei der unvollständigen Verbrennung organischen Materials (Holz, Benzin, Diesel, Heizöl) entstehen. Die Emissionen von zweien dieser PAK, dem Benzo(a)pyren (BaP) und dem Dibenzo(a,h)anthracen (DahA), werden in Anhang 1 Ziff. 8 der LRV wegen ihrer krebserzeugenden Eigenschaften begrenzt. Die EMPA beschreibt seit 2006 jährlich 11 separate PAK. Die beiden von der LRV wegen ihren krebserzeugenden Eigenschaften begrenzten PAK (BaP und DahA) tragen jährlich zu ca. 60 % bzw. 10 % zur Gesamtoxität der PAK im PM10 bei. Von 2006 bis 2013 war ein Rückgang der BaP-Konzentrationen bei Sitten um rund 60 % festzustellen und bis 2017 blieben diese in etwa konstant. In den beiden darauffolgenden Jahren ist ein moderater Rückgang zu verzeichnen (s. nachstehend Abb. 16). Die Abbildung zeigt den von 2014 bis 2019 zu beobachtenden quartalsmässigen Verlauf der PAK und BaP-Konzentrationen. Die neueste EMPA-Studie [10] hat gezeigt, dass 2019 in der Nähe der Stadt Sitten durchschnittlich eine jährliche PAK-Konzentration von  $1.65 \text{ ng/m}^3$  im Feinstaub gemessen werden kann, mit einem BaP-Anteil von  $0.15 \text{ ng/m}^3$  und bei einem Jahresmittel von  $15 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  PM10 an der Nabel-Station (RESIVAL Sitten 2019:  $13 \text{ } \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ ). Für BaP wird ein Jahresgrenzwert von  $1 \text{ ng/m}^3$  empfohlen (europäische Richtlinie 2004/107/EG). Dieser wurde in den letzten Jahren eingehalten. Die WHO hat das Referenzniveau (RL, reference level) für BaP auf  $0.12 \text{ ng/m}^3$  im Jahr festgesetzt. Der RL ist als Schwellenwert definiert, ab dem die erhöhte Gefahr einer Krebserkrankung besteht, bei einer Standard-Lebenserwartung und einer tolerierbaren Zahl von 1 Krebserkrankung auf 100'000. 2019 wurde dieses Niveau in Sitten wie 2018 um 25 % überschritten. Die zuvor rückläufige Überschreitung des Referenzniveaus der WHO scheint nun zu stagnieren. Der 2018 verzeichnete Rückgang reicht nicht aus, um eine einwandfreie Luftqualität gemäss dem weltweiten Standard sicherzustellen.

Abbildung 16: Ergebnisse 2014 - 2019 für PAK und Benzo(a)pyren bei der NABEL-Messtation in Sitten



## Ergebnisse 2020 für PM2.5

Von 2015 bis 2017 wurden an der Station Montana durch die «High Volume»-Gravimetriemethode auch ultrafeine Staubpartikel bis 2.5 Mikrometer Grösse (PM2.5) gemessen. Seit Juni 2018 ist in der LRV ein Immissionsgrenzwert (IGW) für PM2.5 in Kraft. Dieser übernimmt den von der WHO vorgegebenen Wert und wurde auf  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgesetzt. Die WHO schreibt ausserdem einen Tagesgrenzwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vor, der höchstens an drei Tagen pro Jahr überschritten werden darf. 2018 mass das RESIVAL die Jahresmittelwerte für PM2.5 an allen Stationen mittels einer hierfür passenden Methode, die allerdings mit einer grösseren Messunsicherheit behaftet ist als die Referenzmethode. Seit 2019 stützen sich alle Ergebnisse für PM2.5 auf die Referenzmethode, ausser jene von Les Giettes und Eggerberg. In diesen beiden Stationen gibt es kein Gravimetrie-Gerät «High Volume» zur Bestimmung des PM2.5. Daher ist das Jahresmittel eine indikative Einschätzung, die mit Hilfe anderer hierfür relevanter RESIVAL-Ergebnisse ermittelt wird. Die LRV-Begrenzung wurde 2020 an allen Stationen eingehalten (Tab. 9).

Tabelle 9: PM2.5 – Ergebnisse 2020

| Regionen                         | Stationen   | PM2.5<br>Jahresmittel<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | PM2.5<br>Anzahl Tage<br>> $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ | PM2.5<br>Max. Tageswert<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |
|----------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Ländliche Region<br>in der Höhe  | Les Giettes | 4 *                                                   | -                                                     | -                                                       |
|                                  | Eggerberg   | 5.6 *                                                 | -                                                     | -                                                       |
|                                  | Montana     | 5                                                     | 1                                                     | 29                                                      |
| Ländliche Region<br>in der Ebene | Saxon       | 9                                                     | 7                                                     | 30                                                      |
| Stadtzentrum                     | Sitten      | 8                                                     | 5                                                     | 40                                                      |
| Nähe von<br>Industrien           | Massongex   | 8                                                     | 4                                                     | 29                                                      |
|                                  | Brigerbad   | 8                                                     | 8                                                     | 43                                                      |
| <b>LRV-Norm</b>                  |             | <b>10</b>                                             |                                                       |                                                         |
| <b>LRV-Norm</b>                  |             | <b>10</b>                                             | <b>3</b>                                              | <b>25</b>                                               |

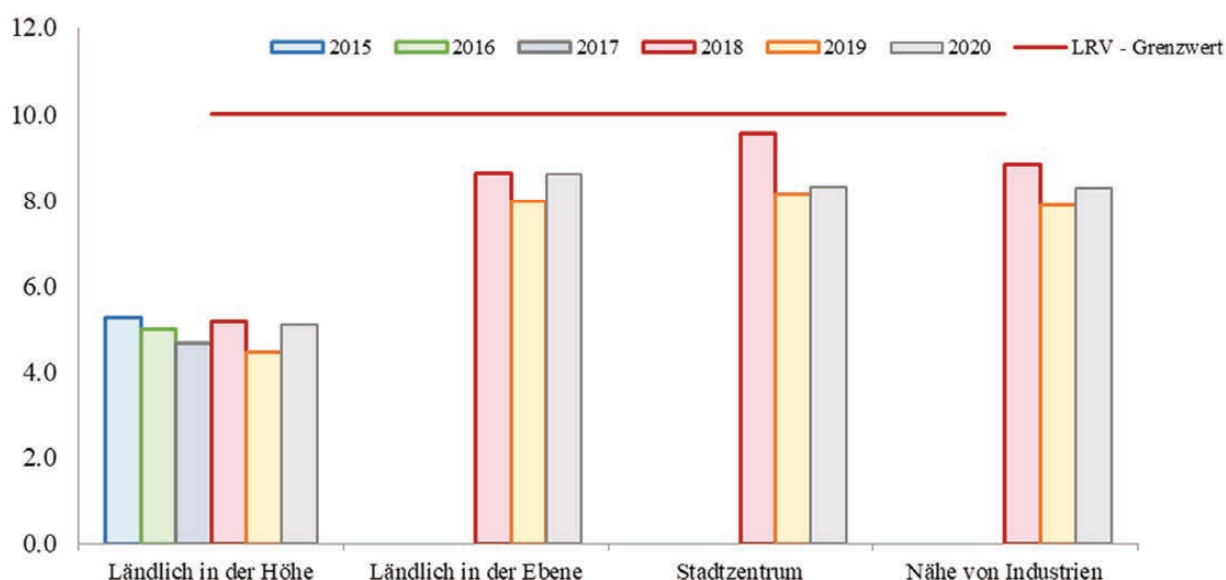
\* Geschätzter Wert, basierend auf dem Jahreswert für PM10 und auf einer Einschätzung des Verhältnisses PM2.5/PM10, in Abhängigkeit der durch die Referenzmethode für die Stationen Montana, Massongex und Brigerbad ermittelten Ergebnisse.

## Entwicklung der Immissionen

Während die im Hinblick auf die 2018 neu eingeführte Jahresbegrenzung der LRV vorgenommenen Vormessungen in Montana auf eine sichere Einhaltung der Werte hinwiesen, stellen sich die Ergebnisse für 2018 bis 2020 auf das ganze Kantonsgebiet gesehen weniger erfreulich dar (Abb. 17). Die Jahresbegrenzungen nach Regionen werden klar eingehalten, mässig ist die Belastung aber nur in Höhenlagen. In den Regionen Stadtzentrum, ländlich in der Ebene und in Industrienähe ist das Belastungsniveau erheblich. 2018 lag die Luftqualität in Sitten und Massongex gerade auf dem Niveau der LRV-Langzeitbegrenzung, 2020 kamen die Werte in Saxon der Begrenzung am nächsten. Die WHO-Begrenzungen für Tageswerte wurden 2020 wie 2018 nicht eingehalten. Unter Berücksichtigung der Toleranz von 3 Tagen pro Jahr mit einer Überschreitung des Grenzwertes von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurden sie einzig und allein 2019 eingehalten. Mit anderen Worten schreibt die WHO, dass es reicht, wenn die Begrenzung an 99 % der Tage nicht überschritten wird (99-Perzentil). Es wäre verfrüht, aus dem bisherigen Verlauf auf eine dauerhafte Tendenz zu schliessen, denn üblicherweise bedarf es dazu einer

fünf- oder idealerweise zehnjährigen Beobachtungszeit. Immerhin deuten die Ergebnisse der drei letzten Jahre darauf hin, dass die PM<sub>2.5</sub>-Konzentrationen mehr oder weniger stagnieren und in Anbetracht der LRV-Begrenzung für PM<sub>2.5</sub> keine eindeutige Gefährdung der öffentlichen Gesundheit oder der Umwelt darstellen.

Abbildung 17: PM<sub>2.5</sub> 2018-2020, regionale Jahresmittel in µg/m<sup>3</sup> (rote Linie: LRV-Grenzwert)



Die Untersuchung der Jahres-Verhältniszahl [PM<sub>2.5</sub>] / [PM<sub>10</sub>] wurde 2020 fortgesetzt. Dazu wurde die «High Volume»-Gravimetrie mit zwei Geräten pro Station, jedes mit einem Filter der jeweils erwünschten Durchlässigkeit (PM<sub>2.5</sub> oder PM<sub>10</sub>), bestückt und dann die Fraktionen gleichzeitig ermittelt. In Montana wurde mit diesem Vorgehen die 2015 begonnene historische Messserie vervollständigt. Die für 2020 ermittelte Verhältniszahl liegt auf der Bandbreite der in den 5 vorangegangenen Jahren ermittelten Zahlen, und im Jahresmittel lagen die Werte für [PM<sub>2.5</sub>] / [PM<sub>10</sub>] bei: 0.51 (± 0.04) 2015, 0.58 (± 0.04) 2016, 0.62 (± 0.05) 2017, 0.60 (± 0.05) 2018, 0.52 (± 0.04) 2019 und 0.60 (± 0.04) 2020. Die erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse gilt für ein Konfidenzintervall von 99 %. Der Wert von ± 10 % wird bei weitem eingehalten. Mit derselben Methode wurden bis 2020 für Massongex Verhältniszahlen von 0.61, 0.63 und 0.63, für Sitten von 0.65, 0.62 und 0.64 ermittelt. Zu diesen Ergebnissen kommen noch jene von 2019 und 2020 in Saxon und Brigerbad hinzu, deren Verhältniszahlen im Jahresmittel 0.67 und 0.68 resp. 0.58 und 0.64 betragen. Auf den ganzen Kanton gesehen ergibt sich aus den bisher ermittelten 16 Ergebnissen eine Jahresverhältniszahl [PM<sub>2.5</sub>] / [PM<sub>10</sub>] zwischen 0.51 und 0.68. Zum Vergleich: Bei Messungen, die von 1998 bis 2011 an den NABEL-Stationen in der Schweiz durchgeführt wurden, wurde für die Verhältniszahl [PM<sub>2.5</sub>] / [PM<sub>10</sub>] ein Jahresmittelwert von 0.71 ermittelt [7]. Bei einem Gesamtmittelwert von 0.62 an 5 Stationen im Wallis heisst das, dass der Anteil der gröberen Schwebepartikel mit einem Durchmesser zwischen 2.5 und 10 µm im Wallis grösser ist als an anderen Orten in der Schweiz (38 % gegenüber 29 %). Dies lässt sich damit erklären, dass die Umwelt im Wallis steiniger als andernorts und permanent Erosion und Windabrieb ausgesetzt ist. Die trockeneren Bedingungen als an anderen Orten in der Schweiz begünstigen zudem erhöhte Konzentrationen an mineralischem Staub [1].



## Elementarer Kohlenstoff (EK, Russ)

Der bei einer unvollständigen Verbrennung gebildete Russ besteht im Wesentlichen aus elementarem Kohlenstoff (EK), oder "black carbon" (BC). BC wird optisch definiert und umfasst in erster Linie EK (Graphit) und ausserdem schwere organische Materie. Grosse BC-Quellen sind Dieselmotoren. Im vergangenen Jahrhundert war deren Rauch schwarz und undurchsichtig. Seit Beginn der Nullerjahre wurde diese Verschmutzung durch verbesserte Verbrennung und Gasreinigungssysteme (Partikelfilter) stark reduziert. Mikroskopische Russpartikel dringen tief in unsere Lunge ein und gelangen auch in unseren Blutkreislauf. Sie verursachen Erkrankungen der Atemwege und Beeinträchtigungen des Herz-Kreislaufsystems. In Agglomerationen ist Dieselmotoren aufgrund der organischen Moleküle, namentlich der PAK, die er mittransportiert, der Hauptrisikofaktor für Krebs.

Abb. 18: Ungereinigte Abgase aus Dieselmotoren sind grosse BC-Quellen



Die Messung von EK in Massongex begann zusammen mit der Aerowood-Studie des PSI [6]. Die bis zum Bericht von 2017 veröffentlichten EK-Werte basierten, angesichts der gewählten Analysemethode, auf BC-Ergebnissen. Der BC im PM10 wurde kontinuierlich mit Hilfe eines Mehrwinkel-Absorptions-Photometers (MAAP, Multi Angle Absorption Photometer) bestimmt und dann mittels eines Konversionskoeffizienten in EK-Werte umgerechnet. Dazu wurden in regelmässigen Abständen mit einem PM10-Filter die EK-Konzentrationen während 24 Std. herausgefiltert und dann in einem thermo-optischen Verfahren (TOT-Methode) analysiert. Diese Methode wurde aufgegeben, weil der MAAP im Herbst 2017 einen irreparablen Schaden erlitt. Ihr Vorteil war, dass man mit ihr Tageswerte ermitteln konnte. Der Nachteil war jedoch, dass keine direkte Kalibrierung möglich und eine Konversion unzuverlässig war. Da der Zielwert für die Luftqualität ein Jahresmittel ist, wurde 2018 eine vorteilhaftere Methode eingeführt. Diese ist eine Kombination aus kontinuierlichen Staubentnahmen mit Quarzfiltern, mit Hilfe eines optischen Analysegeräts zur Feinstaubmessung, und der EK-Bestimmung, die mittels TOT-Methode von einem spezialisierten Labor durchgeführt wird. Dieses Verfahren liefert zweiwöchige Mittelwerte und einen Jahresmittelwert. Die entsprechenden Ergebnisse flossen in die nachstehende Tabelle 10 ein.

Tabelle 10: Elementarer Kohlenstoff (EK) – Ergebnisse 2020

| Region              | Station   | Jahresmittel<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Max. zweiwöchige Mittelwerte<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |
|---------------------|-----------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Nähe von Industrien | Massongex | 0.61                                         | 1.4                                                          |

Abbildung 19: EK – Jahresmittelwerte von 2008 bis 2020

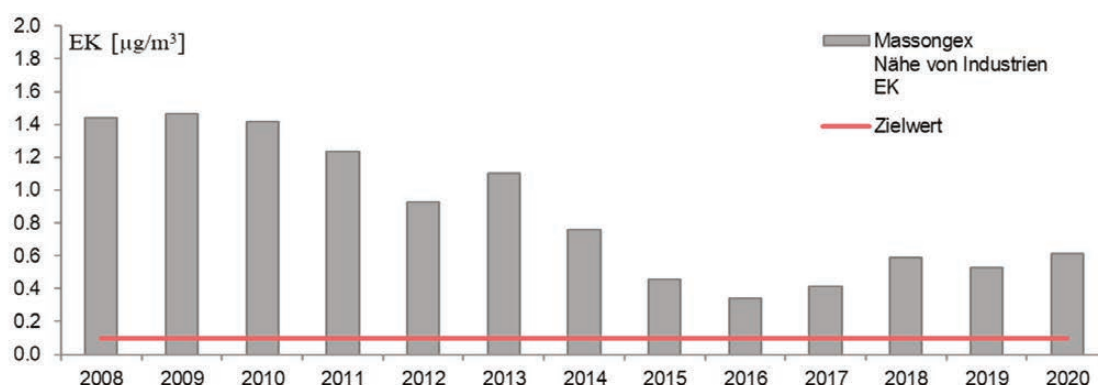




Abb. 20: EK 2020 in Massongex

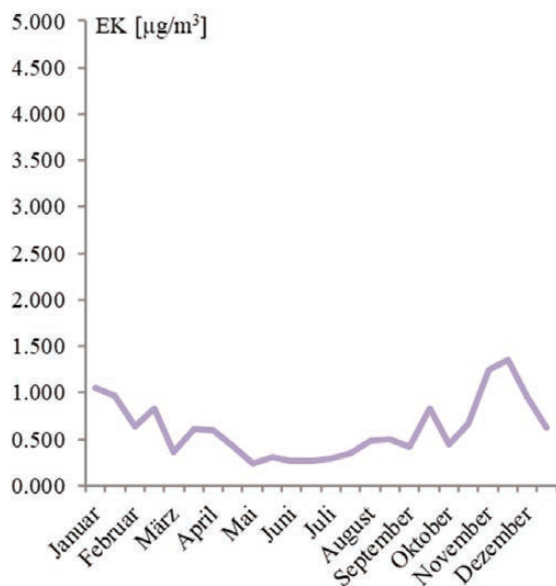
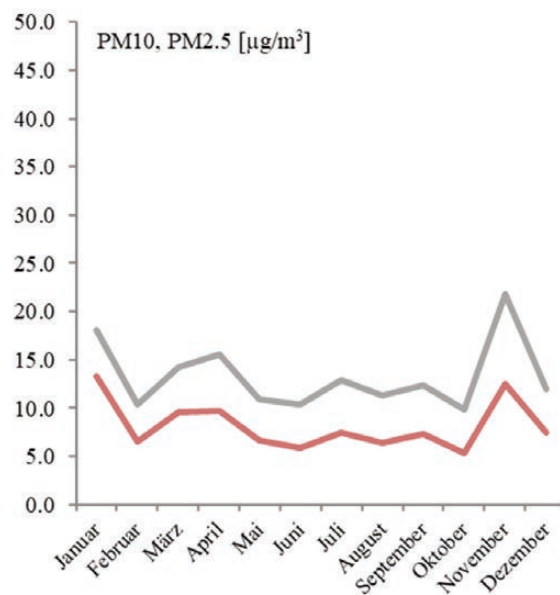


Abb. 21: PM10 und PM2.5 2020 in Massongex



Bei einer Zeitreihenuntersuchung der zweiwöchigen EK-Werte für 2020 (Abb. 20) und der monatlichen Mittelwerte für PM10 (graue Linie) und PM2.5 (rote Linie) (Abb. 21) ist das ganze Jahr über ein ziemlich deckungsgleiches Verhalten festzustellen. Die höchsten Werte wurden im Januar gemessen, als Inversionsperioden zu erhöhten Feinstaub-Konzentrationen beitrugen und im November, als die Hochdrucklagen stagnierende Luftmassen begünstigten. Im April führten ähnliche Wetterbedingungen zu einem deutlichen Anstieg. Im letzten Quartal variierten die EK-Werte stark und erreichten im November Höchstwerte zwischen 1.2 und 1.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; beim Feinstaub war ein ähnlicher Verlauf mit einer relativ konstanten Verhältniszahl  $[\text{PM}_{2.5}] / [\text{PM}_{10}]$  bei 10.5 % festzustellen. Das EK verzeichnete im September ein Zwischenhoch, aber die monatliche Verhältniszahl  $[\text{PM}_{2.5}] / [\text{PM}_{10}]$  lag mit 8.5 % nahe beim Jahresmittel. Die tiefste Verhältniszahl  $[\text{PM}_{2.5}] / [\text{PM}_{10}]$  wurde mit 4 % im Mai gemessen. Die Variationen scheinen vor allem von den Jahreszeiten bedingt, mit den tiefsten Werten von Mai bis Juli. Das Verhältnis  $[\text{PM}_{2.5}] / [\text{PM}_{10}]$  hielt sich das ganze Jahr über bei 54 bis 63 %, ausser im ersten Quartal mit einer Variation zwischen 63 und 73 %. Die Wetterbedingungen dieser ersten Monate waren ungünstig für den Grobanteil der Feinstaubpartikel zwischen PM2.5 und PM10, der vor allem durch Windabrieb von Steinen entsteht. Der im Winter 2020 ziemlich dicke Schneemantel konnte diesen Prozess minimieren. In den von häufigen Föhnperioden geprägten Monaten ging die Feinstaubbelastung zeitweilig wiederholt zurück. Die Vermischung mit höher gelegenen Luftmassen, die in der Regel weniger verschmutzt sind – ausser in speziellen Fällen wie zum Zeitpunkt von Saharasaudeinträgen – verringert die PM10-Konzentration in der ins Tal strömenden Luft beträchtlich. Im Chablais war dies im Oktober und im Dezember der Fall.

Gemäss der EKL-Studie von 2013 [7] darf die EK-Konzentration im Jahresmittel nicht über 0.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  betragen. Nach einer bis 2016 rückläufigen Tendenz stagnierten die bei Massongex ermittelten Werte die letzten drei Jahre tendenziell bei 0.5 - 0.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Abb. 19). Die Jahresmittelwerte lagen immer mindestens das Dreifache über dem Zielwert von 0.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die EKL empfiehlt, die Russ-Konzentrationen in der Nähe der Emissionsquellen bis 2023 auf höchstens noch 20 % ihrer 2013 gemessenen Werte zu reduzieren. Für den Standort Massongex, wo 2013 eine Konzentration von 1.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen wurde, bedeutet das, dass bis 2023 ein Höchstwert von 0.22  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erzielen ist. Das Ergebnis für 2020 ist noch 2.8-mal höher als diese Obergrenze. Stark befahrene Strassen sind eine Hauptquelle für Russ. Bei solchen Quellen liegt der Russanteil an der in der Nähe gemessenen Massenkonzentration der PM2.5 typischerweise bei 8 bis 12 % [1]. Bei Massongex lag er 2020 im Jahresmittel bei 7.5 %, mit einem monatlichen Höchstwert von 11.2 % (im Feb.). Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass sich die RESIVAL-Station nicht in einem Gebiet befindet, das einem starken Strassenverkehr direkt ausgesetzt ist und dass der Einfluss der 835 m entfernten Autobahn A9 mässig und von den Ausbreitungsbedingungen abhängig ist.

# Stickstoffdioxid – NO<sub>2</sub>

## Steckbrief...

➔ Stickoxid (NO<sub>x</sub>) ist der Oberbegriff für Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>). NO ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, während NO<sub>2</sub> in hoher Konzentration ein rötliches Gas mit einem starken und stechenden Geruch ist.

➔ NO<sub>x</sub> entstehen in Verbrennungsprozessen bei hohen Temperaturen und enthalten üblicherweise 5 bis 10 % NO<sub>2</sub>. Zu ihren Quellen gehören Heizanlagen und Fahrzeuge mit Wärmemotoren. Im Kontakt mit Oxidantien in der Umgebungsluft, vor allem mit Ozon, verwandelt sich NO rasch zu NO<sub>2</sub>.

➔ Aus Sicht der Lufthygiene ist es das NO<sub>2</sub>, das für den Menschen und seine Umgebung am schädlichsten ist. Es ruft Atembeschwerden und Schleimhautreizungen hervor. Eine anhaltende NO<sub>2</sub>-Exposition verringert die Lungenfunktion und verschlimmert Krankheiten wie akute Bronchitis oder Husten, vor allem bei Kindern. Auch Einwirkungen auf das Herz-Kreislaufsystem sind möglich, Auswirkungen auf die Sterblichkeitsrate wurden in einer Studie des Swiss TPH (2013) [5] evaluiert. Für die Schweiz geht die EU von rund 270 frühzeitigen Todesfällen pro Jahr verursacht vom Schadstoff NO<sub>2</sub> mit einer Konzentration um die 18 µg/m<sup>3</sup> aus [2]. Dies ist im Wallis der Jahreswert in der Ebene.

➔ Stickoxide sind zusammen mit VOC an der photochemischen Bildung von Ozon in Bodennähe beteiligt. Sie säuern die feuchten Niederschläge an und tragen durch chemische Reaktionen, die zur Bildung von Salzen, namentlich Ammoniumnitrat, führen, zur Bildung von sekundärem Feinstaub bei. Zusammen mit Ammoniak tragen sie auch zur Eutrophierung (Überdüngung) von Ökosystemen bei.

➔ Gemäss kant. Kataster betragen die NO<sub>x</sub>-Emissionen 2019 2189 Tonnen (Abb. 23), ein leichter Rückgang gegenüber 2018 (2243 t) und 2017 (2339 t). Die systematische Sanierung von Heiz- und Industrieanlagen, Low-NO<sub>x</sub>-Brenner, Brennwertkessel sowie CO oxydierende und NO<sub>x</sub> verringernde 3-Weg-Katalysatoren in Verbrennungsmotoren sind alles Mittel, die den NO<sub>x</sub>-Ausstoss gesenkt haben (s. A5 Abb. 71).

Abbildung 22: Der motorisierte Verkehr verursacht 44 % der NO<sub>x</sub>-Emissionen



## NO<sub>2</sub>

### Die Luftqualität auf einen Blick

Ländliche Region in der Höhe



Ländliche Region in der Ebene



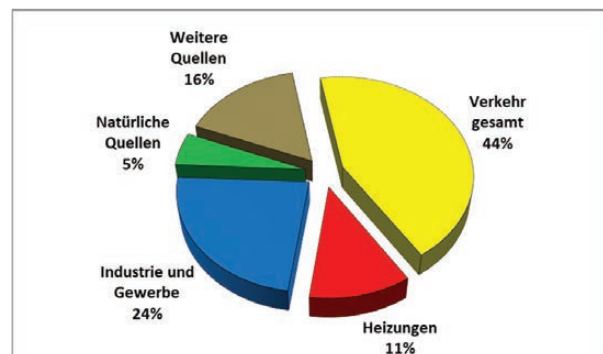
Stadtzentrum



Nähe von Industrien



Abbildung 23: NO<sub>x</sub>-Emissionen im Wallis 2019



#### Andere Quellen:

Offroad-Bereich (z. B. Baumaschinen, motorisierte Maschinen und Geräte in der Land- und Forstwirtschaft, Luft- und Bahnverkehr), Gastrocknung, Feuer im Freien, Feuerwerk, Lösungsmittel, illegale Abfallverbrennungen.

Daten: Kantonales Emissionskataster (Cadero, vgl. S. 11).

## Ergebnisse 2020

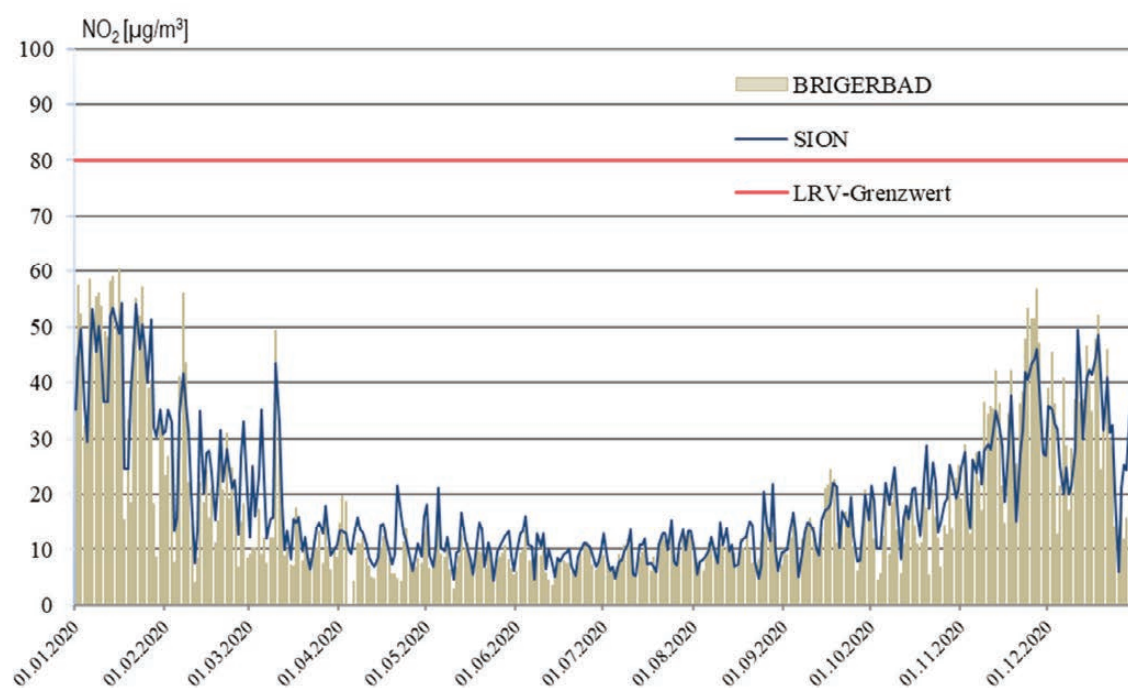
Der LRV-Grenzwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel wurde an allen RESIVAL-Stationen klar eingehalten (Tab. 11). Die höchsten Konzentrationen im Wallis werden an der NABEL-Station zwischen dem Flugplatz Sitten und (25 m neben) der Autobahn gemessen (für 2020 angekündigtes Jahresmittel:  $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Dieses Ergebnis bestätigt die Tendenz des Jahresmittels 2019 ( $29.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), das zum ersten Mal seit 1999 dem LRV-Grenzwert entsprach. Von 2016 bis 2019 lagen die Tageswerte der NABEL-Station bei Sitten immer über jenen der RESIVAL-Station im Zentrum der Stadt. Im jährlichen Durchschnitt betrugen letztere nur 66 bis 69 % des NABEL-Wertes. 2019 lag der durchschnittliche Tagesverkehr auf dem Sittener Abschnitt der A9 bei 43'802 Fahrzeugen pro Tag. Auf der Strasse in der Nähe der RESIVAL-Station beträgt er in der Regel rund 19'000 bis 20'000 Fahrzeuge pro Tag. Dieser Unterschied im Verkehrsvolumen hat grössere  $\text{NO}_x$ -Emissionen auf der Autobahn zur Folge, was sich in den Messungen in höheren  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen niederschlägt. 2020 betrug das  $\text{NO}_2$ -Jahresmittel an der RESIVAL-Station in Sitten jedoch 73 % des NABEL-Wertes in Autobahnnähe. Die einschränkenden Massnahmen während den beiden Übersterblichkeitsperioden aufgrund der Coronapandemie hatten einen erheblichen Einfluss auf den jährlichen Verkehr. Der allgemeine Verkehrsrückgang 2020 zeigt sich in einem Jahresmittel, das bei der Station «Sitten-Flugplatz-A9»  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  unter jenem von 2019 liegt (-13 %), während es an der RESIVAL-Station im Stadtzentrum nur um  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  abnahm (-5 %). Alles deutet darauf hin, dass der Verkehrsrückgang auf der Autobahn ausgeprägter war als in der Stadt. Der Unterschied zwischen den beiden Messstationen bei den jährlichen Stickstoffdioxid-Immissionen ist von 31-34 % auf 27 % gesunken. Sobald die Auswirkungen der Pandemie abgeklungen sind, wird sich zeigen, ob der Unterschied erneut wächst. Anhang 6 enthält eine detailliertere Analyse der Auswirkungen, welche die einschränkenden Massnahmen im ersten Halbjahr auf die Stickstoffdioxidkonzentrationen an der RESIVAL-Station Sitten hatten. Wie immer war auch 2020 die Region Stadtzentrum mit  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  am stärksten belastet, während die Luft in Höhenlagen am wenigsten von  $\text{NO}_2$  verschmutzt wird.

Die Ergebnisse für das 95-Perzentil (LRV-Anforderung, welche höchste Belastungsspitzen ausschliessen will, indem sie für die überwiegende Mehrheit (95%) der während eines Jahres gemessenen Halbstundenwerte als Obergrenze  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verlangt) hielten den Grenzwert weitestgehend ein. Die höchsten Werte wurden wie gewöhnlich in Sitten ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und in Brigerbad ( $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) gemessen. Die anderen beiden Stationen in der Ebene haben Werte von 34 und  $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen, höhere als die Stationen in der Höhe, die zwischen 8 und  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lagen. Der tiefste Wert stammt aus Les Giettes, dem Standort, der sich in der grössten Entfernung zu bedeutenden  $\text{NO}_x$ -Quellen befindet. Bei Eggerberg, einer Messstation, die sich zweihundert Meter über Visp mit seinem grossen Standort der chemischen Industrie befindet, welcher auch die Ergebnisse für Brigerbad beeinflusst, wurde ein erhöhtes Niveau von  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Der höchste Wert für eine Region in der Höhe wurde mit  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei der Station Montana gemessen, die sich rund 20 Meter neben einer Kantonsstrasse und nahe an einem der grössten Ferienorte des Wallis befindet.

Die LRV enthält auch einen Tageshöchstwert von  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der höchstens einmal pro Jahr überschritten werden darf. 2020 wurde er wie in den beiden vorangehenden Jahren an keiner Station überschritten. Abb. 24 zeigt die klare Einhaltung dieses Grenzwerts im vergangenen Jahr an den beiden RESIVAL-Stationen, die normalerweise die höchsten Werte anzeigen. Tatsächlich wurden in Sitten und Brigerbad die höchsten Tageswerte verzeichnet. Für das vergangene Jahr meldet das BAFU keine Überschreitungen der Tagesgrenzwerte an der NABEL-Station «Sitten-Flugplatz-A9», während für 2019 zwei Überschreitungen im Dezember gemeldet wurden. Zum ersten Mal seit Messbeginn 1999 wurden die LRV-Normen in der Nähe der Autobahn vollständig eingehalten. Der Rückgang der  $\text{NO}_x$ -Emissionen auf der A9 aufgrund der gesundheitlichen Massnahmen zur Bekämpfung der Pandemie trug wesentlich zu diesem hervorragenden Ergebnis bei. Es wäre wünschenswert, dass der Grenzwert zukünftig auch ohne die Hilfe solcher besonderen Beschränkungen eingehalten werden kann, sobald die Aktivitäten wieder ein vor der Pandemie übliches Ausmass erreicht haben.

Tabelle 11: NO<sub>2</sub> – Ergebnisse 2020

| Regionen                         | Stationen   | NO <sub>2</sub><br>Jahresmittel<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | NO <sub>2</sub><br>95 %<br>[µg/m <sup>3</sup> ] | NO <sub>2</sub><br>Anzahl Tage<br>> 80 µg/ m <sup>3</sup> | NO <sub>2</sub><br>Max.<br>Tageswert<br>[µg/m <sup>3</sup> ] |
|----------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Ländliche Region<br>in der Höhe  | Les Giettes | 3                                                       | 8                                               | 0                                                         | 14                                                           |
|                                  | Eggerberg   | 8                                                       | 23                                              | 0                                                         | 33                                                           |
|                                  | Montana     | 9                                                       | 29                                              | 0                                                         | 40                                                           |
| Ländliche Region<br>in der Ebene | Saxon       | 14                                                      | 43                                              | 0                                                         | 46                                                           |
| Stadtzentrum                     | Sitten      | 19                                                      | 50                                              | 0                                                         | 54                                                           |
| Nähe von<br>Industrien           | Massongex   | 13                                                      | 34                                              | 0                                                         | 43                                                           |
|                                  | Brigerbad   | 18                                                      | 56                                              | 0                                                         | 60                                                           |
| <b>LRV-Norm</b>                  |             | <b>30</b>                                               | <b>100</b>                                      | <b>1</b>                                                  | <b>80</b>                                                    |

Abbildung 24: NO<sub>2</sub> – durchschnittliche Tageswerte in Sitten und Brigerbad 2020


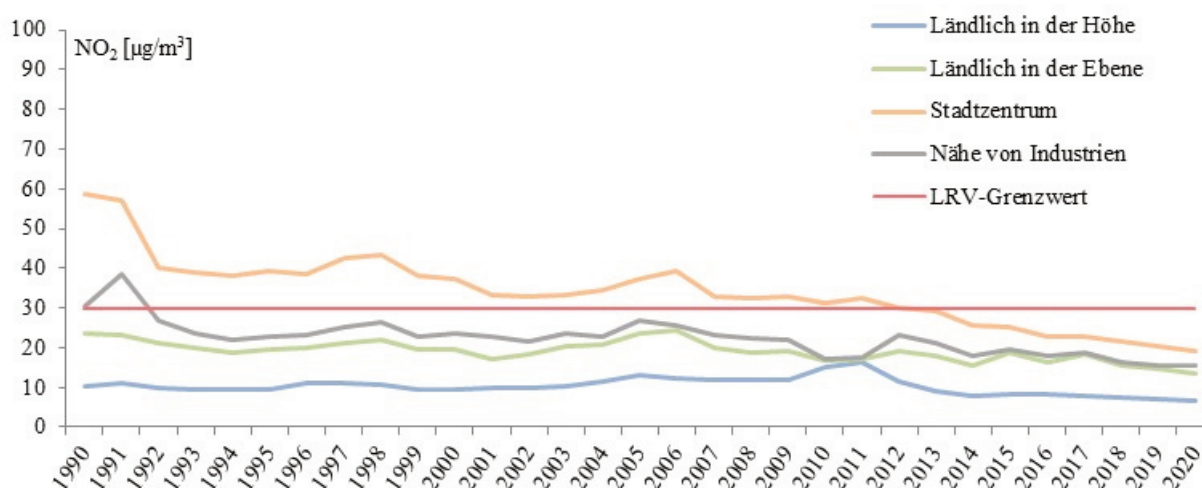


## Entwicklung der Immissionen

Bei den Stickstoffdioxidwerten konnten 2020, mit den tiefsten Werten seit Messbeginn 1990 in allen Regionen im Jahresmittel (Abb. 25), neue Rekorde in der Luftqualität verzeichnet werden. Obwohl die meteorologischen Bedingungen mit einigen starken Inversionswetterlagen vor allem im Januar und im November die Schadstoffakkumulation zeitweise begünstigten, wie sich an Abb. 24 ablesen lässt, waren die NO<sub>2</sub>-Belastungsniveaus in ländlichen Regionen tief und in der Nähe von Industrien und im Stadtzentrum nur mässig. Die tiefen Konzentrationen wurden auch vom Rückgang der Emissionen aus Verkehr und Industrien während den Beschränkungsphasen zur Bekämpfung der Pandemie begünstigt. Dadurch wurde der in allen Regionen beobachtete signifikante rückläufige Trend der Jahreswerte für NO<sub>2</sub> verstärkt. In Sitten lässt sich im Wesentlichen seit 2011 eine stark rückläufige Entwicklung feststellen. Niederschläge reinigen die Luft von Stickstoffdioxiden und anderen Schadstoffen durch feuchte Deposition in der Umwelt. Die Entwicklung der Niederschlagsmengen in den letzten zehn Jahren in Sitten (s. die Tabelle mit den meteorologischen Werten S. 23) weist keine Zunahme des Regens aus, welche die beim NO<sub>2</sub> festgestellte Abnahme erklären würde. Die Niederschlagsmenge nahm zwischen 2011 und 2020 im Durchschnitt um 10 % zu, was in keinem Verhältnis zum Rückgang von 41 % des NO<sub>2</sub>-Belastungsniveaus 2020 gegenüber 2011 in Sitten steht. Für alle Standort-Typen reichen die Senkungen 2020 gegenüber 2006, dem ersten Jahr mit signifikanten positiven Entwicklungen, von 40 % in der Nähe von Industrien bis 51 % im Stadtzentrum. Im Vergleich zum Jahr 2010 war 2020 der geringste Rückgang mit 10 % in der Nähe von Industrien und die deutlichste Abnahme mit 57 % in der ländlichen Region in der Höhe festzustellen. Die rückläufige Tendenz hält bis 2020 an.

Gemäss dem kantonalen Emissionskataster sind diese Rückgänge hauptsächlich auf gewichtige mengenmässige Abnahmen der NO<sub>x</sub> an den Quellen zurückzuführen. Nach diesem Kataster verteilte sich 2019 der gesamte Rückgang von 2043 Tonnen NO<sub>x</sub> gegenüber 2006, also eine Abnahme um 48 %, zu 86 % auf den verringerten Ausstoss der Industrie (-66 % oder -1011 t) und des Strassenverkehrs (-44 % oder -740 t). Die Schliessung des Raffineriebetriebs in Collombey im Frühling 2015 trug wesentlich zum grossen Rückgang der Emissionen im Bereich Industrie bei. Zum restlichen Rückgang 2019 gegenüber 2006 steuerten der Bereich Heizungen 8 % (-158 t) und der Offroad-Bereich 6 % (-132 t) bei.

Abbildung 25: NO<sub>2</sub> – Jahresmittelwerte nach Region von 1990 bis 2020

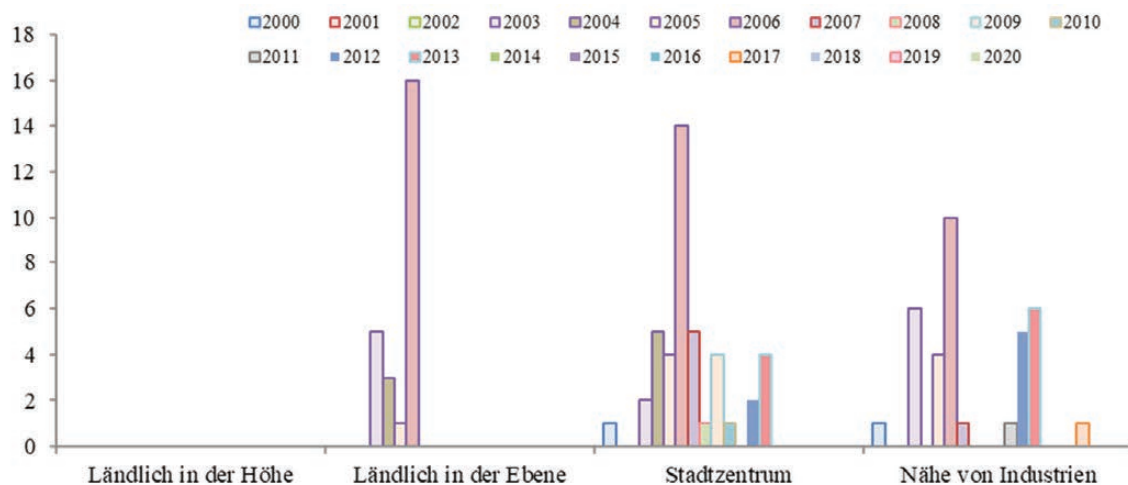




Der Beitrag des Strassenverkehrs zum Rückgang der  $\text{NO}_x$ -Emissionen seit 2006 ist wahrscheinlich nicht so gross wie deklariert, weil die Hersteller von Dieselfahrzeugen durch Trickserien Fahrzeuge auf den Markt brachten, die mehr Stickoxide ausstießen als nach den Normen für den europäischen Markt erlaubt gewesen wären. Die Rede ist vom Diesel-Skandal („Dieselgate“), der 2016 und vor allem 2017 für grossen Medienwirbel sorgte. Darum wurde die vom Kataster verwendete Emissionsbilanz überarbeitet, und eine neue Version (HBEFA 4.1) dürfte die realen Mengen besser wiedergeben. Die Implementierung der Version ist vorgesehen, aber für den Bericht 2020 konnten die aktualisierten Daten noch nicht übernommen werden. Die Korrekturen bei den  $\text{NO}_x$ -Emissionen werden sich in erster Linie auf den Zeitraum 2005-2018 erstrecken und bis zu 30%-ige Erhöhungen beinhalten. Was die Diesel-Emissionen im Einzelnen betrifft, sind die höheren Emissionen aber schon ab 1990 zu berücksichtigen und in Anbetracht der für die Ersetzung der alten Fahrzeuge durch neue normkonforme Generationen notwendigen Übergangsphase bis 2030-2035 vorherzusehen. Sie sind mit den Euro-Normen EU 0 bis 6 für Personen- und Lieferwagen sowie EU I bis EU VI für LKW in Verbindung zu setzen. Die einzige Kategorie, die keiner Korrektur nach oben bedarf, ist jene der EU-Normen 6d-TEMP und Euro 6d für Leichtfahrzeuge, die im September 2019 bzw. Januar 2021 in Kraft getreten sind. Diese Fahrzeuge können endlich als konform gelten und werden durch die neuen Protokolle WLTP und RDE überprüft (s. 5.4.2 zur Bilanz 2020 des kantonalen LRV-Plans, Anh. 1). Das WLTP wird seit der Norm Euro 6c vom September 2017 eingesetzt, die im September 2018 in Kraft getreten ist. Eine neue Norm Euro 7 ist in Vorbereitung. Der Kanton Zürich nimmt seit 20 Jahren Feldmessungen der Verkehrsemissionen mittels Fernsensoren (RSD, Remote Sensing Detector) vor. Die Ergebnisse helfen namentlich dabei, in den HBEFA-Bilanzen genauere Angaben zu den Emissionsfaktoren machen zu können. Die wichtigsten Beobachtungen wurden in einem Bericht festgehalten [11]. Diesem ist zu entnehmen, dass die  $\text{NO}_x$ -Emissionen aus dem Verkehr, die hauptsächlich auf Dieselfahrzeuge zurückzuführen sind, seit 2016 schrittweise abnehmen dank der besseren Einhaltung der Normen, die seit der Einführung der Euro 6b im September 2015 und später der Euro 6c, aber vor allem seit der Euro 6d sichergestellt wird.

2006 war nach dem Jahr 2000 das Jahr mit den meisten Überschreitungen der Tagesgrenzwerte bei den  $\text{NO}_2$  (Abb. 26). Jenes Jahr wurde geprägt durch eine stabile und lange Wetterlage im Januar und Februar, welche ungewöhnlich hohe  $\text{NO}_2$ - und  $\text{PM}_{10}$ -Belastungen begünstigte. Der kantonale Beschluss über den Wintersmog vom November 2006 (814.103) erfolgte unter dem Eindruck dieses Ereignisses. 2020, wie immer seit 2014, ausgenommen 2017, zeigte das RESIVAL-Netz allerdings keine Überschreitung dieser Begrenzung mehr an.

Abbildung 26:  $\text{NO}_2$  – maximale Anzahl Überschreitungen der Tagesnorm von 2000 bis 2020



Der kantonale LRV-Plan enthält mehrere Massnahmen (s. Tab. 1), die zur Reduktion der  $\text{NO}_x$ -Emissionen beitragen sollen, um die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen dauerhaft unter den von der LRV vorgegebenen Werten zu halten. Eine Studie des Swiss TPH [5] empfiehlt, sich bei Massnahmen zur Luftreinhaltung vor allem auf den Strassenverkehr zu konzentrieren, damit die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen in der Luft noch weiter abgebaut werden können. In eben diese Richtung gehen drei Massnahmen für Kraftfahrzeuge (5.4.1 bis 5.4.3) des kantonalen Massnahmenplans. Diese Reduktionen wirken sich auch positiv auf den  $\text{PM}_{10}$  aus, dessen Vorläufer die  $\text{NO}_x$  sind.

Ausserdem können  $\text{NO}_x$ -Reduktionen zur Senkung von Ozon-Konzentrationen beitragen, vorausgesetzt in der betreffenden Region herrscht ein atmosphärischer Systemzustand  $\text{NO}_x$ -begrenzt. In einer Untersuchung der Überschreitungen der LRV-Begrenzungen für Ozon im Juni 2019 wurde festgestellt, dass sich die Konzentrationen der  $\text{NO}_x$ -Vorläufer im Mittelwallis von Tagesanbruch bis vor Mittag im Systemzustand  $\text{NO}_x$ -gesättigt (VOC-begrenzt) befinden, in welchem eine Verringerung der Stickoxide die Ozonbildung begünstigt. Um die Mittagszeit bis Ende Nachmittag sinken die Konzentrationen auf den Systemzustand  $\text{NO}_x$ -begrenzt, ausser im Stadtzentrum, wo sie sich in einem Zwischenbereich bewegen. Diese Systemzustände werden in einer ziemlich pädagogischen Studie behandelt [12]. Die Untersuchung kommt zum Schluss, dass man die  $\text{NO}_x$ -Konzentrationen um mindestens 90 % reduzieren müsste, also auf deutlich unter ca. 5 ppb, um sicherzustellen, dass sie nie mehr in den Systemzustand  $\text{NO}_x$ -gesättigt gelangen. In Anbetracht der grossen Anteile des Strassenverkehrs, des Heizungsbereichs und der Industrie an den  $\text{NO}_x$ -Emissionen (Abb. 23) müsste man, um den Stickoxidausstoss in die Atmosphäre drastisch senken zu können, den Anteil der Elektromobile im Strassenverkehr deutlich anheben und den industriellen und massiven Verbrauch fossiler Energien stark reduzieren. Die Herausforderung wäre insbesondere, die LRV-Begrenzungen für Ozon besser einhalten zu können. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass sich ein Wechsel zu Biotreibstoffen, Biobrennstoffen und Lösungen der Art «Power-to-gas» (abgesehen vom Wasserstoffantrieb mittels Brennstoffzellen) zwar positiv auf den Klimawandel auswirken würde ( $\text{CO}_2$ -neutral), die Situation der  $\text{NO}_x$ -Emissionen würde das aber nicht verbessern, solange sich weiterhin  $\text{NO}_x$  im Abgas befinden. Welchen Energieträger man auch verwendet, in einem Wärmemotor oder einem Verbrennungskessel werden sich aufgrund des in der Verbrennungsluft enthaltenen Stickstoffs und Sauerstoffs immer Stickoxide bilden.

## Stickstoffeinträge und Ammoniak-Immissionen

Die Stickoxide, und insbesondere das Stickstoffdioxid, sind nicht die einzigen Stickstoffverbindungen, die für die Luftqualität relevant sind. In einem Artikel der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz wurde über die negativen Auswirkungen übermässiger Stickstoffeinträge berichtet [13]. Dieser erläutert, dass neben den  $\text{NO}_x$  insbesondere auch Stickstoffemissionen in Form von Ammoniak und Distickstoffdioxid problematisch sein können. Bei letzterem handelt es sich in erster Linie um ein Gas mit ausgeprägter Treibhauswirkung (THG). Diese gesundheitsschädigenden und die Biodiversität gefährdenden Luftschadstoffe stammen zu 70 % aus der Landwirtschaft, zu 18 % aus dem Verkehr und zu 9 % aus Aktivitäten von Industrie und Gewerbe. Für zwei Drittel der Stickstoff-Belastung sind landwirtschaftliche Emissionen in Form von Ammoniak verantwortlich, das zu fast 90 % aus der Viehzucht stammt. Das verbleibende Drittel stammt aus Verbrennungsprozessen und wird in Form von  $\text{NO}_x$  ausgestossen. Das  $\text{N}_2\text{O}$  (Lachgas) macht rund 6 % der in der Schweiz ausgestossenen THG aus und geht zu zwei Dritteln auf landwirtschaftliche Tätigkeiten wie Düngepraktiken und Hofdüngermanagement zurück. Dieser geringe Anteil an den THG ist von zentraler Bedeutung angesichts der Tatsache, dass 1 kg Lachgas 298 kg  $\text{CO}_2$  entspricht und dass seine Lebensdauer in der Atmosphäre rund 120 Jahre beträgt.

Die Schwellenwerte für kritische Stickstoffablagerungsmengen werden bei fast 90 % der Waldflächen in der Schweiz überschritten. Die Stickstoffablagerungen beeinträchtigen dort, wo sie jährlich 30 kg pro Hektar ( $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$ ) überschreiten, eindeutig die Vitalität und das Wachstum der Bäume und stellen eine ernste Bedrohung für die Produktion von Holzenergie dar. Im Allgemeinen können

Stickstoffablagerungen empfindliche Ökosysteme schädigen und die Biodiversität gefährden. Um festzustellen, ob übermässige Stickstoffablagerungen und Ammoniakkonzentrationen vorliegen, werden die Schwellenwerte für kritische Stickstoffablagerungsmengen (critical loads and levels) herangezogen, die im Rahmen des Genfer Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung aufgestellt wurden (Protokoll von Göteborg, SR 0.814.327). Der Bund stellt den kantonalen Behörden entsprechende Karten zur Verfügung, damit sie ihre jeweilige Situation einschätzen können. Gemäss den letzten Schätzungen für das Wallis überschreiten die Ammoniakkonzentrationen die Schwellenwerte nicht. Die Karten zu den Stickstoffablagerungen zeigen jedoch, dass die Schwellenwerte für Stickstoff in der Rhoneebene und im Talboden bestimmter Seitentäler überschritten werden. Die Schwellenwerte sind vom betrachteten Ökosystem abhängig. Um ihre Einhaltung zu prüfen, misst man den Ammoniak, die gasförmigen Stickstoffoxide und andere Stickstoffverbindungen in Form von feuchten und trockenen Depositionen und errechnet daraus die entsprechenden Ablagerungen durch Modellierung. Schliesslich wird das Ergebnis auf das untersuchte Ökosystem bezogen. Im RESIVAL-Netz sind diese Messungen nicht spezifisch vorgesehen, weil im Wallis keine intensive Viehzucht betrieben wird und kein Indikator des Bundes betreffend den Ammoniakgehalt, dem Hauptverursacher von Luftverschmutzung durch atmosphärischen Stickstoff, alarmierend ist. Eine Studie zu den in Sitten ergriffenen Massnahmen [14] zeigt jedoch, dass die Ammoniakkonzentrationen von 2000 bis 2019 zwischen 2.5 und 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  lagen, mit einem langjährigen Mittel von 3.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und ohne deutlich zu- oder abnehmende Tendenz. Diese Ergebnisse liegen beim kritischen Schwellenwert für gasförmigen Ammoniak, der für höhere Pflanzen zwischen 2 und 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  beträgt.

Die kritischen Stickstoffablagerungsmengen betreffend ist die Situation im Wallis offensichtlich besorgniserregend. Eine andere Studie mit nationaler Reichweite [15] informiert über die Ergebnisse von Messungen, die 2014 und 2019 am Standort eines Walliser Nadelwalds in der Region Visp durchgeführt wurden. 2014 wies ein früherer Bericht darauf hin, dass der Mittelwert des kritischen Schwellenwerts von 5 bis 15  $[\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}]$  mit einem Messwert von 24.6  $[\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}]$  um den Faktor 2.5 überschritten wurde. Die übermässige Belastung bestand zu 51 % aus gasförmigem Ammoniak, zu 25 % aus gasförmigem  $\text{NO}_2$  und zu 10 % aus Gravitationsablagerungen aus Ammonium- $(\text{NH}_4^+)$ - und Nitrat- $(\text{NO}_3^-)$ -Verbindungen. Der Kanton beteiligte sich finanziell an der 2019 am selben Standort im Oberwallis wiederholten Aktion. Die Ergebnisse bleiben besorgniserregend. 2019 wurde der Mittelwert des kritischen Schwellenwerts von 5 bis 15  $[\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}]$  mit einem Messwert von 21.7  $[\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}]$  um den Faktor 2.2 überschritten. Dieses Mal bestand die übermässige Belastung zu 53 % aus gasförmigem Ammoniak, zu 15 % aus gasförmigem  $\text{NO}_2$  und zu 15 % aus Gravitationsablagerungen aus Ammonium- $(\text{NH}_4^+)$ - und Nitrat- $(\text{NO}_3^-)$ -Verbindungen. Der Rest setzt sich aus verschiedenen feuchten Depositionen von Salpetersäure und Ammonium- und Nitratverbindungen zusammen. In Bezug auf den Ammoniakgehalt ist die Situation mit jener 2014 vergleichbar, aber der Anteil des gasförmigen  $\text{NO}_2$  ist deutlich zurückgegangen, während die Gravitationsablagerungen zugenommen haben. Der Ammoniumanteil ist am meisten gestiegen, von 4.6 % 2014 auf 7.7 % 2019. Alles weist demnach darauf hin, dass die Konzentrationen von Ammoniak und reduzierten Stickstoffverbindungen im Wallis tatsächlich eine übermässige und anhaltende Belastung darstellen. Die beträchtliche Verbesserung der Stickstoffoxid-Immissionen reicht nicht aus, um diese zu kompensieren.

Ein Artikel der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz [13] listet eine Reihe von Massnahmen auf, die ergriffen werden können, um die übermässigen Stickstoffeinträge in die Umwelt im Allgemeinen und in die Luft im Besonderen an der Quelle zu reduzieren. Diese Massnahmen betreffen die gängige Praxis und die Vorschriften von Bund und Kanton, insbesondere in den Bereichen Landwirtschaft, Viehzucht und Konsum, aber auch in den Bereichen Verkehr, Industrie und Gewerbe.



# Grobstaubniederschlag

## Steckbrief...

➡ Die Messung von grobem Staubniederschlag ist eine der ältesten Methoden auf dem Gebiet der Luftverschmutzungsanalyse. Dabei werden einmal pro Monat alle Luftniederschläge – Staub, aber auch Schnee und Regen – mit Hilfe eines Auffanggeräts gesammelt, das stets im Freien bleibt. Diese Staubpartikel sind, im Unterschied zu den PM10, zu gross, um längere Zeit in der Luft zu schweben. Neben dem gesamten Staubgehalt werden auch die Schwermetalle (Blei, Cadmium und Zink) untersucht.

➡ Wind, der das Gestein erodiert; Luftströmungen, die Staub vom Boden aufwirbeln und in die Atmosphäre tragen; Baustellen und Erdarbeiten – Staubniederschlag kann viele Ursachen haben. Er hängt eng mit der Witterung zusammen: Trockenheit beflügelt ihn, Regen hält ihn am Boden. Typischerweise nehmen im Wallis die Staubniederschlagkonzentrationen im Frühjahr zu (s. Tabelle der Monatswerte in Anhang 3). Die höchsten Werte sind von Juni bis August zu beobachten, mit vereinzelt auftretenden Spitzen im April und seltener im Herbst, wie z. B. in Eggerberg im Oktober 2020. Sie sind zum Teil auf lokale Vorkommnisse zurückzuführen.

➡ Im Staub enthaltene giftige Schwermetalle wie Blei, Cadmium oder Zink können in die Nahrungskette (in Pilze, Gemüse usw.) gelangen. Cadmium wird von der LRV als krebserregend eingestuft. Diese Schadstoffe werden jährlich einer Laboranalyse unterzogen, unter Verwendung einer methodischen Mischung aus den monatlich entnommenen Staubproben. In der Nähe von metallverarbeitenden Industriebetrieben können grosse Schwermetallablagerungen beobachtet werden. Im Wallis gibt es einige Betriebe dieser Art. Allerdings befindet sich keine der RESIVAL-Stationen in ausreichender Nähe, um einen von ihnen spezifisch und direkt zu überwachen. Die Stationen wurden in ausreichender Distanz platziert, um einen bestimmten Typ Region repräsentieren zu können.

Abbildung 27: Bergerhoff-Gerät für die Staubniederschlagsmessung



## Grobstaubniederschlag

### Die Luftqualität auf einen Blick

Ländliche Region in der Höhe



Ländliche Region in der Ebene



Stadtzentrum



Nähe von Industrien





## Ergebnisse 2020

An allen RESIVAL-Standorten wurde der Grenzwert für den Grobstaubniederschlag, ausgedrückt in Milligramm pro Quadratmeter und Tag ( $\text{mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ ), eingehalten (Tab. 12). Die im Jahresmittel stärksten Niederschläge wurden mit  $126 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  am Standort der ländlichen Region in der Ebene gemessen, damit wurde der Grenzwert von  $200 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  um 37 % unterschritten. Der zweithöchste Wert wurde mit  $105 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  in Eggerberg gemessen, das sind 53 % des Grenzwerts. Die übrigen Jahreswerte gingen bis zu rund 50 % des Grenzwerts und weisen damit auf einen tiefen Verschmutzungsgrad hin.

Auch die jährlichen Mengen an Schwermetallen (Blei, Cadmium, Zink) im Staubniederschlag, ausgedrückt in Mikrogramm pro Quadratmeter und Tag, liegen klar unter den Jahresgrenzwerten der LRV. Die höchste Bleimenge wurde mit  $10 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ , das heisst 90 % unter dem Grenzwert, in Les Giettes und in Saxon gemessen. Die Cadmiummengen waren mit  $0.28 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  in Montana am höchsten, lagen aber immer noch weit unter dem LRV-Grenzwert von  $2 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ . Die Zink-Konzentrationen lagen alle über das Zehnfache unterhalb der Norm von  $400 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ . Die Werte für die Schwermetalle im Staubniederschlag sind allgemein tief.

Tabelle 12: Grobstaubniederschläge und Schwermetalle – Ergebnisse im Jahresmittel 2020

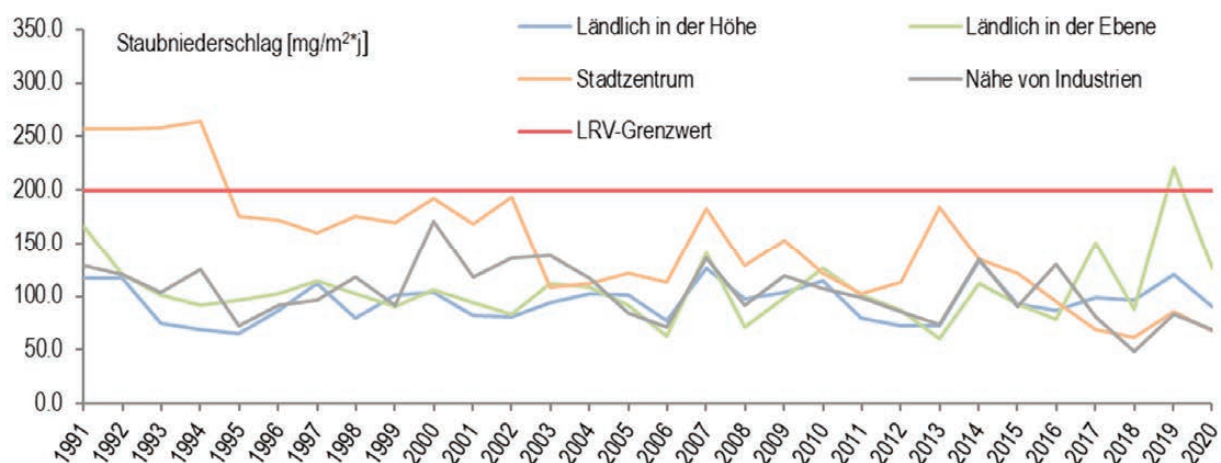
| Regionen                      | Stationen   | Jahresmittelwert<br>[ $\text{mg}/\text{m}^2 \times \text{Tag}$ ] | Blei<br>(Pb)<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{Tag}$ ] | Cadmium<br>(Cd)<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{Tag}$ ] | Zink<br>(Zn)<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^2 \times \text{Tag}$ ] |
|-------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Ländliche Region in der Höhe  | Les Giettes | 76                                                               | 10                                                             | 0.20                                                              | 22                                                             |
|                               | Eggerberg   | 105                                                              | 4                                                              | 0.14                                                              | 26                                                             |
|                               | Montana     | 89                                                               | 6                                                              | 0.28                                                              | 27                                                             |
| Ländliche Region in der Ebene | Saxon       | 126                                                              | 10                                                             | 0.14                                                              | 32                                                             |
| Stadtzentrum                  | Sitten      | 68                                                               | 4                                                              | 0.05                                                              | 35                                                             |
| Nähe von Industrien           | Massongex   | 96                                                               | 5                                                              | 0.09                                                              | 29                                                             |
|                               | Brigerbad   | 41                                                               | 7                                                              | 0.05                                                              | 21                                                             |
| <b>LRV-Norm</b>               |             | <b>200</b>                                                       | <b>100</b>                                                     | <b>2</b>                                                          | <b>400</b>                                                     |

## Entwicklung der Immissionen

Seit 1995 haben die Grobstaubniederschläge, abgesehen von der ländlichen Region 2019, den LRV-Anforderungen immer entsprochen (Abb. 28). Einen grossen Einfluss auf diese Immissionen haben die Witterungsbedingungen. In den trockensten und windigsten Jahren und Regionen werden auch die grössten Staubniederschlagsmengen verzeichnet. Wegen der grossen Veränderlichkeit dieser Verhältnisse und der betroffenen Orte von Jahr zu Jahr fallen auch die Ergebnisse sehr unterschiedlich aus. Zudem bestehen bei diesen grosse Messunsicherheiten, vor allem wegen Verfälschungen durch Fremdkörper (Insekten, Fliegen, Bienen, Laub, Vogelkot usw.). Korrigiert werden diese systematischen Verfälschungen, indem man sie während des Analyseverfahrens nach Möglichkeit eliminiert. Doch deren vollständige Behebung erweist sich manchmal, trotz striktem Analyseprotokoll, als unmöglich.

Ausser in städtischen Gebieten haben sich die Mengen in den ländlichen und industrienahen Regionen von 2003 bis 2016 um die  $100 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$  bewegt. Höhere Werte, mit Spitzenwerten, die 2007 und 2013 in die Nähe des Grenzwerts kamen, waren manchmal in Sitten festzustellen. Der Wert 2013 wurde von der Inbetriebnahme der Baustelle des ehemaligen Zeughauses an der Rue de Lausanne beeinflusst, wo sich bis Mai 2014 die Messstation in Sitten befand. Seit 2017 registriert die Station im Stadtzentrum erheblich tiefere Werte als zuvor. Im Durchschnitt über 11 Jahre zeichnet sich im Stadtzentrum, und seit dem Zeitraum 2007-2017 auch in Industrienähe, eine deutlich rückläufige Tendenz ab. In der Region in der Höhe lässt sich keine Tendenz ausmachen. In der ländlichen Region in der Ebene wurde 2019 bei der Station Saxon mit nicht LRV-konformen Werten eine Anomalie verzeichnet. Diese wurde im letztjährigen Jahresbericht diskutiert. Zahlreiche lokale und regionale Quellen können einen Einfluss auf diesen Standort haben: landwirtschaftliche Maschinen und Aktivitäten, Obstbau, allgemeiner Verkehr der Betriebe, Baustellen. Die höchsten Monatswerte wurden von April bis Juli 2019 erreicht, während ihrer aktivsten Zeit. Die Überschreitung des LRV-Jahresgrenzwerts für Immissionen 2019 hängt mit den entsprechenden Emissionen zusammen, die Perioden mit starkem Wind verstärkt haben können. 2020 hat sich der Jahreswert jedoch wieder normalisiert.

Abbildung 28: Staubbiederschlag von 1991 bis 2020 – regionale Mittelwerte



Die Abbildungen 29 bis 31 zeigen die Entwicklung des Blei-, Cadmium- und Zink-Anteils im Grobstaubbiederschlag. Die Mengen an Blei und Cadmium sind seit 2000 niedrig und liegen weit unter den Grenzwerten. 2017 zeigten sich jedoch für Cadmium Belastungsspitzen in ländlichen Regionen, und in mehreren Regionen auch für Blei, welches im Stadtzentrum seine deutlichste Spitze erreichte. Der dortige Wert für Blei war fünf- bis sechsmal höher als in den drei vorangegangenen Jahren. Seit 2018 sind alle Werte wieder stark zurückgegangen, auf das ungefähre Niveau von vor 2017.

Der 2020 für Blei im Stadtzentrum verzeichnete Wert war der tiefste seit Messbeginn 1991. Der Wert 2017 für Sitten stammte hauptsächlich von einer sehr starken Spitze im Januar. Es handelte sich um ein zeitlich isoliertes Ereignis mit Auswirkungen, die sich auf die städtische Umgebung beschränkten, auch wenn die ländlichen Regionen in der Höhe zu diesem Zeitpunkt ebenfalls einen relativ markanten Anstieg verzeichneten. In Bezug auf den Grenzwert blieb der Belastungsgrad jedoch gering. Der deutliche Rückgang der Bleigehalte im Staub in der Stadt von 1991 bis 2001 (Abb. 29) hängt mit dem seit 1985 geschaffenen Anreiz zusammen, bleifreies Benzin zu verwenden, was auch eine Voraussetzung für das Funktionieren der Katalysatoren war, und dem dann vom Bundesrat erlassenen, seit 2000 gültigen Verkaufsverbot für bleihaltiges Benzin, das seinerzeit als «Super» bezeichnet wurde.

Die Entwicklung beim Cadmium ist ähnlich wie die beim Blei. Seit 1991 haben die Cadmium-Frachten im Staub stark abgenommen, hauptsächlich dank des Einbaus von Rauchgasreinigungsanlagen z. B. in der Kehrlichtverbrennung und dank des Verzichts auf dieses Metall in vielen Produkten.

Der Anstieg beim Zink im Stadtzentrum, der 2015 einsetzte, setzte sich weiter fort und erreichte 2018 293  $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ , den höchsten Wert seit Messbeginn. Ein Anstieg der Konzentrationen dieses Metalls ist nur in Sitten zu beobachten. Im Frühjahr 2014 wurde die Station Sitten an einen neuen Standort verlegt, von der Rue de Lausanne auf das Gelände des Kantonslabors der DVV. Seither haben die Zinkwerte von 2013 bis 2015 im Mittel um 100  $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ , 2018 um fast das Dreifache zugenommen. Der Bericht von 2018 wies darauf hin, dass der Metallzaun, an welchem das Auffanggerät seit 2014 befestigt war, sehr wahrscheinlich an diesem Effekt beteiligt war. Solche Maschendrahtzäune enthalten meistens Zink, weil das ihre Lebensdauer verlängert. Je nach Wind und Abnutzung konnten sich wohl Partikel dieses Metalls aus dem Zaun lösen und in der Luft schweben, von wo sie schliesslich vom nahen Staubsammler eingesammelt wurden. Um das zu vermeiden wurde der Sammler im Februar 2019 an eine andere Stelle versetzt. Nun stellt man fest, dass diese Massnahme mit einer deutlichen Abnahme der Zink-Konzentrationen einhergeht. Nachdem das Auffanggerät vom Metallzaun entfernt worden ist, hat der Abrieb des Zauns keinen bedeutenden Einfluss mehr auf die Zink-Konzentrationen im Jahresmittel. In den letzten beiden Jahren lagen die Werte aller Regionen erneut nahe beieinander. In der ländlichen Region in der Ebene und im Stadtzentrum wurden 2020 die tiefsten Werte seit Messbeginn 1991 festgestellt, während sich die Ergebnisse für die Regionen in der Höhe und in Industrienähe jenen von 2018 annäherten, bei denen es sich ebenfalls um Tiefstwerte handelte.

Abbildung 29: Blei im Staubsiederschlag von 1991 bis 2020 – regionale Mittelwerte

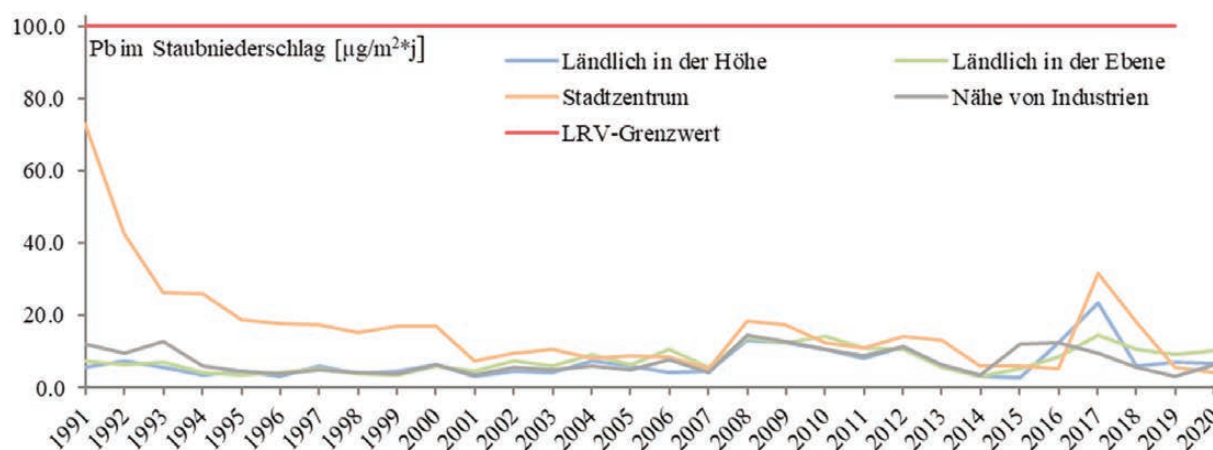


Abbildung 30: Cadmium im Staubbiederschlag von 1991 bis 2020 – regionale Mittelwerte

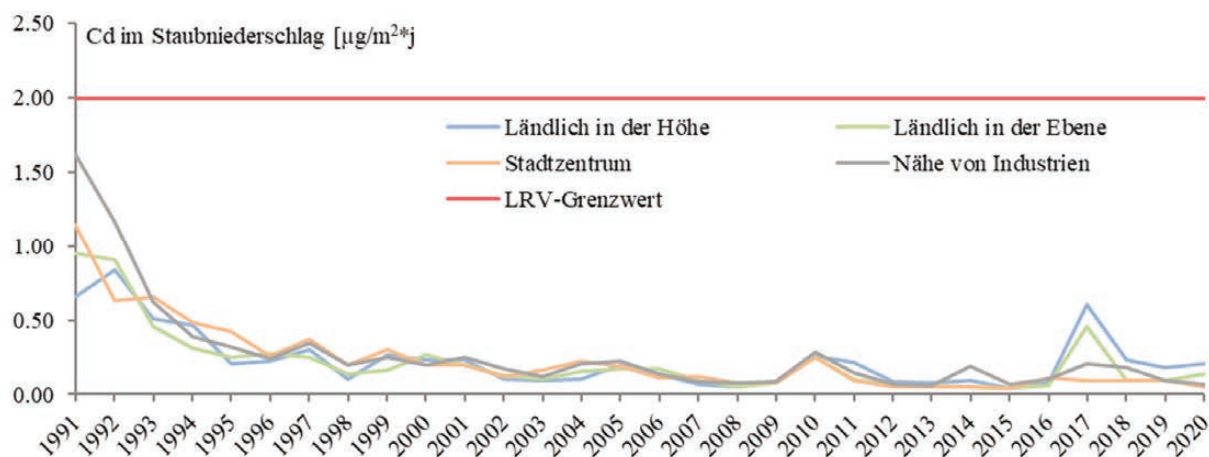
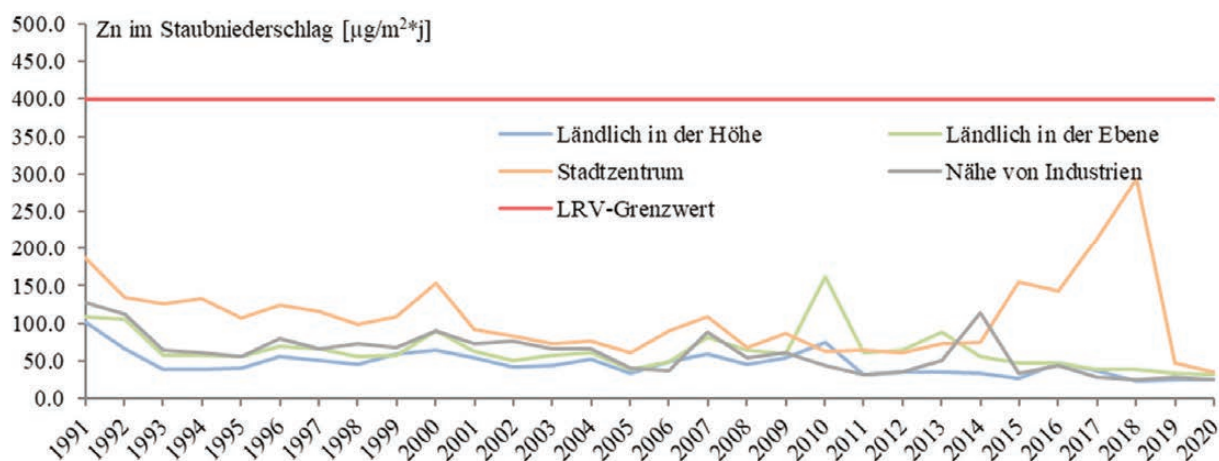


Abbildung 31: Zink im Staubbiederschlag von 1991 bis 2020 – regionale Mittelwerte







# Flüchtige organische Verbindungen – VOC

## Steckbrief...

➔ Die flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) bilden eine grosse Familie von organischen Molekülen, die alle Kohlenstoff enthalten. Die einfachsten sind die Kohlenwasserstoffe, die nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen. Andere enthalten Sauerstoff (Aldehyde und Ketone), Chlor oder Fluor; wieder andere Halogene, wie das krebserregende Trichlorethylen, das (vermutlich) krebserregende Perchlorethylen oder das als Kühl- oder Isoliermittel verwendete F134a ( $\text{CH}_2\text{FCF}_3$ ), das gemäss dem Protokoll von Kyoto ein THG ist.

➔ Diese Moleküle stammen vor allem aus Treibstoffen und fossilen Brennstoffen, Lösungsmitteln, Farben, Fleckenentfernern, Klebstoffen oder Kosmetika, aber auch aus natürlichen Quellen wie Wäldern und Wiesen. Im Wallis gehen ca. 83 % der NMVOC-Emissionen, die für 2019 insgesamt 12'602 Tonnen betrugen, auf natürliche Quellen zurück (Abb. 33), nahe der Menge von 12'614 Tonnen 2018. VOC aus natürlichen Quellen sind nicht schädlich, im Gegensatz zu den vom Menschen hergestellten, die gesundheitsschädlich sind. Doch für alle VOC gilt, dass sie grossen Anteil an der Bildung von Ozon und von Feinstaub aus sekundären organischen Aerosolen haben. Andere NMVOC-Quellen, mit einem Anteil von 11 % am jährlichen Ausstoss, sind hauptsächlich Lösungsmittel, die im Haushalt oder beim Bau (namentlich in Verkleidungen) verwendet werden.

➔ Aromatische Verbindungen, wie Benzol, Toluol, Äthylbenzol und die Isomere von Xylol (BTEX), befinden sich in der Umgebungsluft. Sie sind vor allem in Motorentreibstoffen enthalten. Das Benzol besitzt krebserregende Eigenschaften. Im Jahr 2000 wurde sein maximaler Gehalt im Benzin von 5 auf 1 % gesenkt. Es wird bei unvollständiger Verbrennung von Treib- und Brennstoffen ausgestossen. Es entsteht auch im Verbrennungsprozess von Wärmemotoren. Eine weitere grosse Emissionsquelle für Benzol ist vermutlich die Walliser Chemieindustrie. Einer dieser Betriebe deklarierte einen jährlichen Ausstoss von 1.6 bis 3 Tonnen Benzol, was fast 0.3 % der gesamten jährlichen VOC-Emissionen der Schweiz von rund 700 Tonnen entspricht (Bezugsjahr 2010) [16].

➔ Zur Messung dieser Stoffe bedarf es hochentwickelter Analyseinstrumente. Die Trennung erfolgt in der gasförmigen Phase mittels

eines Säulenchromatographen und die Quantifizierung mittels Photoionisationsdetektoren (PID) oder Flammenionisationsdetektoren (FID).

Abbildung 32: Bei Umschlag und Lagerung von Treibstoffen gelangen jährlich 35 bis 65 Tonnen Benzol in die Luft [16]



## VOC

### Die Luftqualität auf einen Blick

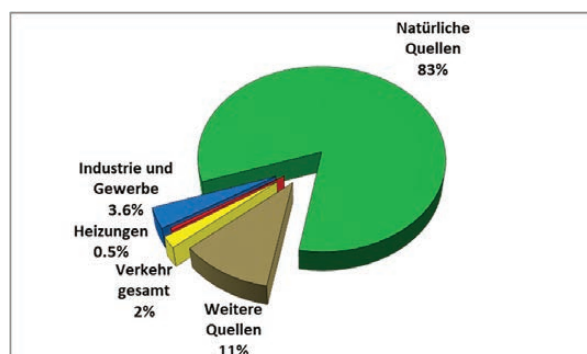
Stadtzentrum



Nähe von Industrien



Abb. 33: NMVOC-Emissionen (VOC ohne Methan) im Wallis 2019



#### Andere Quellen:

Offroad-Bereich (z. B. Baumaschinen, motorisierte Maschinen und Geräte in der Land- und Forstwirtschaft, Luft- und Bahnverkehr), Grastrocknung, Feuer im Freien, Feuerwerk, Lösungsmittel, illegale Abfallverbrennungen.

Daten: Kantonales Emissionskataster (Cadero, vgl. S. 11).

## Ergebnisse 2020

**Benzol** zählt zu den kanzerogenen und genotoxischen Luftschadstoffen, für welche die Wissenschaftler keinen Schwellenwert festsetzen konnten, unter dem keine Gefahr für die Gesundheit bestehen würde. In der LRV sind für Benzol keine Grenzwerte vorgesehen, da es im Prinzip in der Luft, die wir atmen, überhaupt nicht vorkommen dürfte. Es ist der Grundsatz der LRV, dass Emissionen von krebserregenden Stoffen, unabhängig davon, wie hoch ihre schädigende Wirkung ist, soweit zu begrenzen sind, wie das technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (LRV Anh. 1 Ziff. 8). 3 bis 5 % der Benzol-Emissionen sind allerdings natürlichen Ursprungs [16]. Die Europäische Union hat als jährlichen Richt-Grenzwert  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgesetzt (Richtlinie 2000/69/EG). Das Referenzniveau der WHO (RL, Reference Level) liegt bei  $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel.

Tabelle 13: Benzol und Toluol – Ergebnisse 2020

| Regionen               | Stationen              | Benzol<br>Jahresmittel<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Benzol<br>Max.<br>Tageswert<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Toluol<br>Jahresmittel<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Toluol<br>Max.<br>Tageswert<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |
|------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Stadtzentrum           | Sitten                 | 0.5                                                    | 3.2                                                         | 2.6                                                    | 11.5                                                        |
| Nähe von<br>Industrien | Massongex<br>Brigerbad | 0.4<br>1.0                                             | 1.9<br>10.6                                                 | 2.3<br>3.8                                             | 15.1<br>40.7                                                |

Abbildung 34: Benzol – Jahresmittelwerte

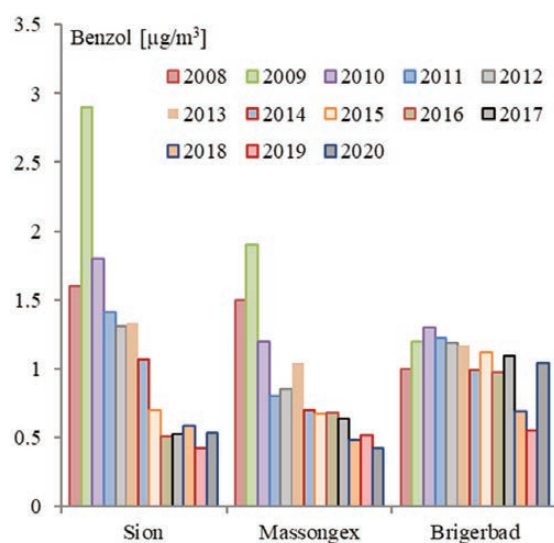
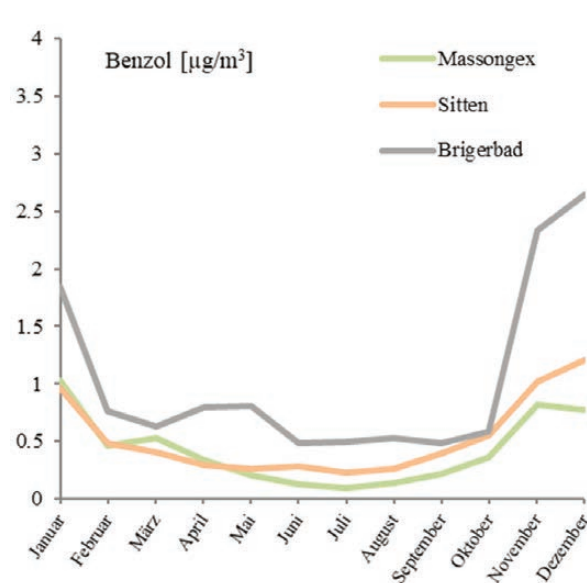


Abbildung 35: Benzol – Monatsmittelwerte 2020



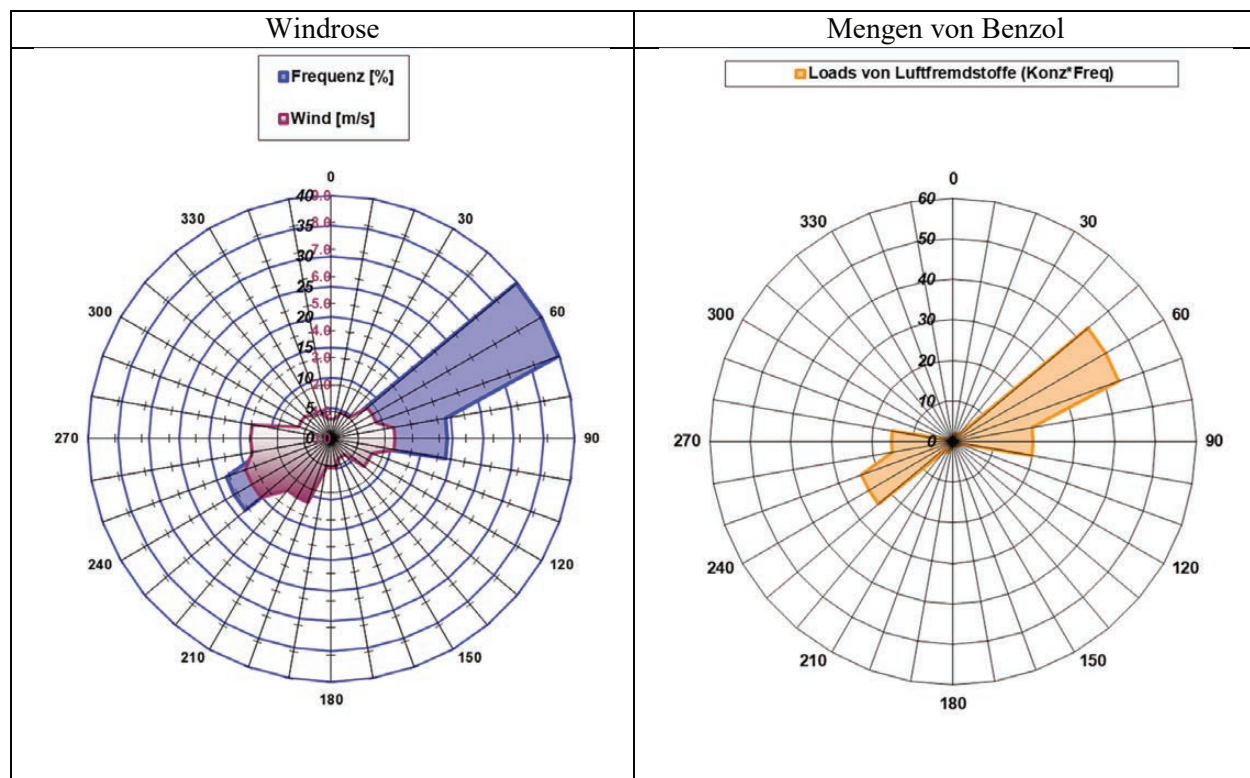
Die an den Standorten von Sitten, Massongex und Brigerbad gemessenen Benzolwerte, die in Tabelle 13 wiedergegeben werden, liegen weit unter dem Grenzwert der Europäischen Union. Sie liegen auch klar unter dem RL der WHO. Das Risiko, im Wallis aufgrund des Benzols in der Luft an Krebs zu erkranken, liegt somit nicht über einem Fall auf 100'000 Personen, bei 340'000 Einwohnern sind das weniger als 3.4 Fälle. In Abb. 34 wird die Entwicklung in den letzten 13 Jahren gezeigt. Seit Messbeginn 2008 weisen die Jahreswerte für Benzol eine rückläufige Tendenz auf. Sehr deutlich sichtbar ist diese in Sitten, ziemlich deutlich in Massongex. Der 2020 gemessene Wert von  $0.42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ist der tiefste seit Messbeginn in Massongex, auch jener in Sitten liegt nahe beim Tiefstwert von 2019. In Brigerbad war die Entwicklung bis 2017 nicht eindeutig, 2018 und 2019 wurde ein starker Rückgang verzeichnet, bevor die Werte sich wieder jenen von 2014 bis 2017 annäherten. Im Unterwallis kann im Gegensatz

zum Oberwallis eine anhaltende Verbesserung der Luftqualität hinsichtlich des Benzols festgestellt werden. Da sich die Schadstoffe aufgrund ihrer Beschaffenheit in der kalten Jahreszeit weniger gut verteilen und verdünnen, weil die Luftdurchmischung weniger stark ist als im Sommer, werden die tiefsten Monatswerte jeweils in der warmen Jahreszeit von April bis September gemessen (Abb. 35).

2020 überschritt keiner der Tageswerte für Benzol den europäischen Grenzwert von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , abgesehen von Brigerbad (Tab. 13). Die Konzentrationen über 24 Stunden waren nur an der Station im Oberwallis kritisch, wo der Schwellenwert 5 Tage lang überschritten wurde: am 23., 28. und 29. November sowie am 13. und 26. Dezember. Die Werte lagen an 65 Tagen über dem Referenzniveau der WHO (RL  $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), vor allem im Januar, im November und im Dezember. Zum Vergleich: In Sitten wurde das Referenzniveau der WHO an 13 Tagen und in Massongex an 3 Tagen überschritten. Ein dermassen grosser Unterschied scheint unwahrscheinlich. Er wurde jedoch von einer mobilen Station bestätigt, die westlich von Visp platziert wurde, während sich die Station Brigerbad im Osten befindet. Dadurch wurde die Überwachung der Immissionen nicht mehr von der Richtung der Windströmung beeinflusst, die im Rhonetal zwischen Osten und Westen abwechselt (s. Windrosen in Abb. 36 unten). 2020 wurden an der mobilen Station Baltschieder der europäische Grenzwert für Benzol an 20 Tagen und das Referenzniveau der WHO an 65 Tagen überschritten. Die 20 Tage mit Werten über  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  beinhalten die in Brigerbad gemessenen Überschreitungen ausser dem 26. Dezember. Sie wurden zwischen dem 12. November und dem 30. Dezember beobachtet, mit ununterbrochener 6-tägiger Überschreitung vom 27. November bis 2. Dezember und 4-tägiger Überschreitung vom 11. bis 14. Dezember. Ein Grossteil (62 %) der Überschreitungen des RL an 65 Tagen in Brigerbad und Baltschieder traten an beiden Standorten gleichzeitig und überwiegend innerhalb der beiden letzten Monate des Jahres 2020 auf. Diese Überschneidungen zeigen, dass die gesamte Region Visp, auf einer Länge von zwei Kilometern östlich und westlich der Stadt, von der Belastung betroffen war. Im November und zeitweise im Dezember begünstigte die Wetterlage die Akkumulation von Luftschadstoffen. Als Hauptursache für Benzolemissionen gilt der Verkehr. Es ist jedoch schwer vorstellbar, dass der Verkehr allein für die im November und Dezember festgestellte sehr viel höhere Belastung als im Januar desselben Jahres verantwortlich ist, weil im Januar ebenfalls die Luftverschmutzung begünstigende Bedingungen herrschten. Da die Qualitätssicherung bei den Messungen das ganze Jahr über dieselbe war, kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Industrie im November und Dezember 2020 wesentlich zu den besorgniserregenden Benzolkonzentrationen in der Region Visp beigetragen hat.

Untenstehend sind die Windrosen sowie die Benzolbelastungen für die beiden Stationen in Industrienähe abgebildet (Abb. 36 und 37). Die Darstellungen zeigen die Schadstoffmenge an einem Messstandort, ohne die Transportgeschwindigkeit zu berücksichtigen, die ihre Verdünnung während der Transmission zwischen der Emissionsquelle und dem Rezeptor verringern kann. Unter Einbeziehung der Transportgeschwindigkeit in die Berechnungen sind die Einträge umso grösser, je grösser die Geschwindigkeit. Die Windrose für Brigerbad zeigt, dass der Wind 2020 sehr viel häufiger aus dem Osten wehte. Dies stimmt mit den lokalen Wetterbedingungen überein, für die Perioden mit Föhn aus dem Osten und in den wärmeren Jahreszeiten thermische Brisen typisch sind, die vor allem am Nachmittag aus dem Westen und abends bis mittags von den Bergen ins Tal strömen. Das Benzol, das von östlich der Station gelegenen Quellen ausgestossen wird, wie den Tanks und der KVA, die sich 1.5 bis 2.5 km entfernt befinden, sowie dem Verkehr in der Region Brig, wird am häufigsten von der Station eingefangen. Die Höchstwerte der Windgeschwindigkeiten im Jahresmittel liegen für die Sektoren Ost und West mit 2.4 bzw. 3.4 [m/s] nahe beieinander. Einträge aus dem Westen, wo sich ca. 2 km von der RESIVAL-Station entfernt die chemische Industrie von Visp befindet, sind deutlich seltener, aber grösser, weil der Wind in der Regel ein wenig schneller ist. Insgesamt misst die Messstation Brigerbad vor allem die vom Wind aus dem Sektor Ost herbeigetragene Belastung. Die aus der Region Visp stammenden Emissionen, die der Wind von der Station fortträgt, erreichen sie sehr viel seltener. Bei Westwind werden die Schadstoffeinträge jedoch weniger verdünnt und widerspiegeln daher die Konzentrationen an den bis zu zwei oder drei Kilometer entfernten Quellen besser. Dies muss bei der Interpretation der Luftverschmutzungs-Spitzenwerte berücksichtigt werden.

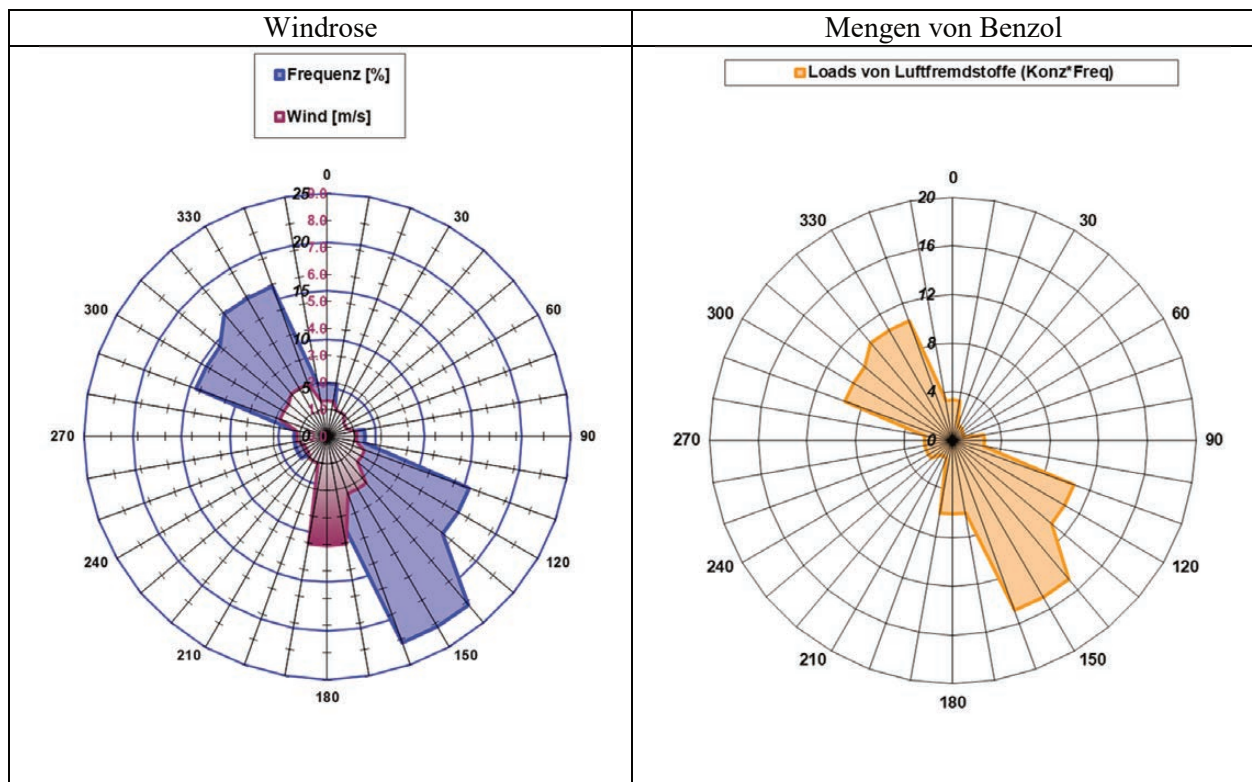
Abbildung 36: Benzol-Immissionen an der Station Brigerbad 2020



Die andere Messstation in Industrienähe erhält wie Brigerbad fast keinen Wind aus der Richtung Industriestandort, den sie eigentlich bemessen soll. Die Windrose für Massongex (Abb. 37) zeigt klar, dass der Wind häufiger aus Süden weht, als aus dem Norden, wo sich die chemische Grossindustrie befindet. Die Höchstwerte der Windgeschwindigkeiten im Jahresmittel für beide Abschnitte unterscheiden sich mit 4 [m/s] für den Südwind und 2.1 [m/s] für den Nordwind stärker. Der Wind in Richtung Genfersee weht in der Regel heftiger. Das Rhonetal wird an diesem Ort auch vom Föhn heimgesucht, der von Süden nach Norden weht. Die Luftverschmutzung ist daher ländlich, weil es südlich der Station Massongex nur wenig Industrie gibt. Genau wie in Brigerbad, aber in geringerem Ausmass angesichts der ausgewogeneren Winde aus den beiden Hauptrichtungen, wird bei Massongex vor allem die Verschmutzung des Bereichs ausserhalb der Grossindustrie gemessen. Die vom Chablais nach Martigny aufsteigende thermische Brise ist jedoch etwas stärker als die von Visp nach Brig strömende. Das Benzol wird von der Industrie und in ihren Produkten seit Jahren kaum mehr als Lösungsmittel verwendet. Wenn diese Verbesserung für Massongex als gegeben angenommen wird, deutet die Darstellung der Benzolmengen in Abbildung 37 darauf hin, dass die Benzoleinträge hauptsächlich auf den Verkehr zurückzuführen sind.



Abbildung 37: Benzol-Immissionen an der Station Massongex 2020



Für **Toluol**-Immissionen wurde kein Grenzwert festgelegt. Die Ergebnisse für 2020 gibt Tab. 13 wieder. Seit 2017 werden die höchsten maximalen Tageswerte am industrienahen Standort Brigerbad verzeichnet. Die Jahreswerte für das vergangene Jahr gleichen den Werten von 2016 bis 2018, ausser in Massongex, das den tiefsten seit Messbeginn 2008 gemessenen Wert verzeichnete und sich damit den Tiefstwerten von 2019 annähert. In den letzten Jahren war in Massongex und Sion eine deutliche Verbesserung der Luftqualität zu beobachten, in Brigerbad ist sie jedoch verhalten (Abb. 38). Wie bei anderen Schadstoffen, die keinen von der Sonneneinstrahlung beförderten photochemischen Prozess durchlaufen, darunter auch das Benzol und insbesondere die  $\text{NO}_x$ , sind die Toluol-Frachten im Winter am höchsten (Abb. 35 und 39). Im Januar und im November begünstigten Hochdruckwetterlagen die Akkumulation der Luftverschmutzung, weshalb die Belastung in diesen Monaten besonders ausgeprägt war.

Die im Westen der Ortschaft Visp platzierte mobile Messstation verzeichnete vom 23. bis 29. November aussergewöhnlich hohe Toluol-Konzentrationen. Das Mittel der sieben Tageswerte lag bei  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , das heisst 15 mal höher als das Jahresmittel von  $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gegenüber einem Jahresmittel von  $3.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Brigerbad (Tab. 13). Diese RESIVAL-Station verzeichnete am 28. November ebenfalls einen Tageswert von  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In diesem Monat wurden in der Region Visp allgemein Rekordwerte bei der Benzol- und der Toluol-Belastung festgestellt. Als Toluol-Quellen gelten der Strassenverkehr, Industrie und Gewerbe sowie die Haushalte. Diese drei Bereiche sind in der Nähe der Messstationen in der Ebene des Oberwallis zu finden. Das vorgehende Kapitel hat für das Benzol gezeigt, dass in der Regel nur der Verkehr für die Belastung verantwortlich ist. Im Falle der Region Visp kann ein bedeutender Anteil der Industrie an der Luftverschmutzung jedoch nicht ausgeschlossen werden. Die hohen Schadstoffwerte der VOC Benzol und Toluol können in dieser Region zu variablen Anteilen dem Strassenverkehr und den industriellen Tätigkeiten zugeschrieben werden. Für das krebserregende Benzol sollten letztere als Quelle ausgeschlossen werden können.



Abb. 38: Toluol – Jahresmittelwerte

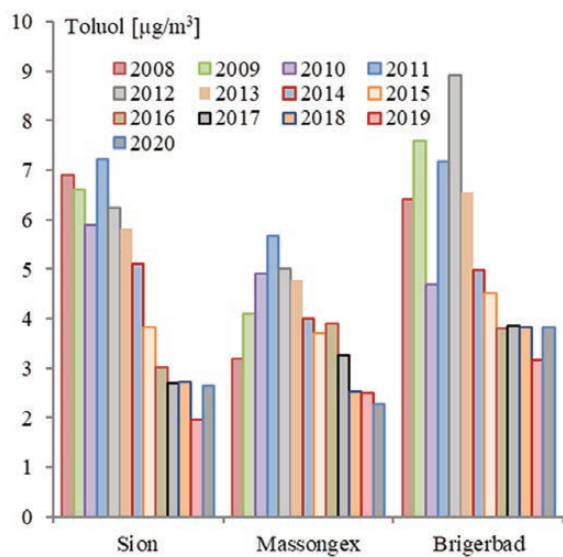
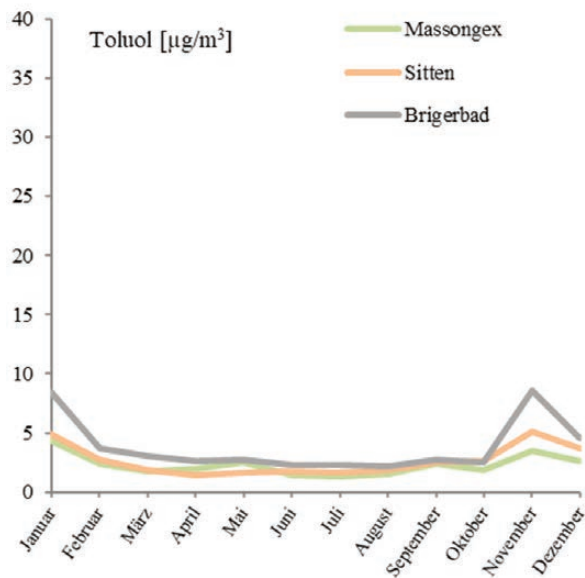


Abb. 39: Toluol – Monatsmittelwerte 2020



Eine Studie von 2020 [17] an 22 Orten in der Deutschschweiz und im Wallis hat gezeigt, dass die Verhältniszahl zwischen Toluol und Benzol im Jahresmittel für gewöhnlich 3 bis 5 beträgt, ausser in Gebieten in Industrienähe, wo höhere Werte erreicht wurden. An den 4 im Wallis gemessenen Orten – Monthey Nord und Süd, Visp Ost und West – lag diese Verhältniszahl 2019 wie erwartet über 5. Der tiefste Wert wurde mit 5 in Visp Ost verzeichnet, einem typisch vorstädtischen Raum. Für die anderen drei Orte ist die Industrienähe charakteristischer, insbesondere aufgrund der oben vorgestellten Windverhältnisse (Abb. 36 und 37). 2019 betrugen die Verhältniszahlen an diesen Standorten zwischen 8 und 11.

Die Studie [17] hat ausserdem ergeben, dass die Walliser Standorte im nationalen Vergleich die höchsten Jahreswerte aufwiesen, sowohl für Toluol mit  $5.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Visp West, als auch für 1,2-Dichlorethan mit  $0.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Visp West, für Chlorbenzol mit  $0.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Visp Ost, für Tetrachlorethen mit  $0.19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Monthey Nord und für 1,2-Dichlorbenzol mit  $0.81 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in Monthey Nord. Das 1,2-Dichlorethan ist gemäss LRV (Anhang 1 Ziff. 8) krebserregend. Sein unbeabsichtigter industrieller Ursprung wurde im Zusammenhang mit der Benzol-Belastung an der mobilen Station dokumentiert. Die Ergebnisse dieser Aktion weisen darauf hin, dass die Standorte in Industrienähe Luftverschmutzungs-Spitzenwerte verzeichnen, die über das ganze Jahr verteilt sind. Die Belastung an den ländlichen Standorten ist regelmässiger, mit Tiefstwerten im Sommer und Höchstwerten im Winter. Einen solchen Verlauf zeigen die jährlichen Belastungskurven für Benzol im Wallis, auch wenn die Region Visp im Sommer plötzliche Anstiege verzeichnete. Dieser Verlauf spricht dafür, dass der recht gleichmässig über das ganze Jahr verteilte Strassenverkehr die Hauptquelle dieses Schadstoffs ist, während die ziemlich seltenen Spitzenwerte auf den industriellen Bereich zurückzugehen scheinen. Eine in Visp gelegene Konversionsanlage zum Cracken von Mineralöl könnte insbesondere für solche punktuelle Ereignisse verantwortlich sein. Der Jahresverlauf der Toluol-Belastung ist hingegen unbeständig und lässt keine deutlichen Tendenzen zu Tiefstwerten im Sommer erkennen. Diese Feststellung hängt mit den verschiedenen Quellen und den im Jahresverlauf variablen Tätigkeiten zusammen, die zur Freisetzung dieses Schadstoffs führen, der für zahlreiche industrielle Produkte insbesondere als Lösungsmittel eingesetzt wird.

Auch wenn die Verhältniszahlen zwischen Toluol und Benzol im Jahresmittel eines methodischen Abgleichs zwischen verschiedenen Messprinzipien bedürfen, konnten sie für die Jahre 2017 bis 2020 für die drei RESIVAL-Messstationen, welche diese Schadstoffe messen, und letztes Jahr für die mobile

Station ermittelt werden. Die Ergebnisse einschliesslich der Auswertungen der Kampagne 2019 der Studie [17] können der untenstehenden Tab. 14 entnommen werden.

**Tabelle 14: Ergebnisse von 2017 bis 2020 zur Verhältniszahl Toluol/Benzol\* im Wallis**

|              | 2017             | 2018 | 2019 | 2020 |
|--------------|------------------|------|------|------|
|              | Jahresmittelwert |      |      |      |
| Sion         | 13.8             | 5.6  | 5.1  | 5.6  |
| Massongex    | 8.9              | 6.6  | 6.0  | 7.8  |
| Monthey Süd  | -                | -    | 8.0  | -    |
| Monthey Nord | -                | -    | 9.0  | -    |
| Brigerbad    | 4.4              | 6.6  | 9.4  | 4.3  |
| Visp Ost     | -                | -    | 5.0  | -    |
| Baltschieder | -                | -    | -    | 4.2  |
| Visp West    | -                | -    | 10.9 | -    |

\* Ohne Einheit, Jahresmittel der Verhältnisse der halbmonatlichen Werte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Die Tabelle gibt die Bandbreite der Verhältniszahl in Sitten von 3 bis 5 (ausser 2017) ziemlich eindeutig wieder. Nur die Standorte von Massongex und der Region Monthey weisen in den vier untersuchten Jahren konstant deutlich über 5 liegende Werte auf. An der Verhältniszahl lässt sich die Industrienähe dieser Orte regelmässig ablesen. In der Region Visp, von Baltschieder bis Brigerbad, wechselt die Verhältniszahl zwischen ländlichen Werten unter 5 und für industrielle Räume typischen Werten über dieser Schwelle ab. Die Studie [17] untersuchte ebenfalls das Verhältnis der Werte von alpha-Pinen und Limonen (Verhältnis AP/L). Diese VOC gehören zur Familie der Monoterpene natürlichen Ursprungs. Sie werden aber auch in kommerziellen Produkten verwendet, insbesondere das Limonen. Gemäss der Studie weist ein deutlich über 3 liegendes Verhältnis AP/L mit ziemlich hoher Verlässlichkeit auf ein ländliches Umfeld hin. 2019 lag das Verhältnis in der Region Monthey zwischen 5.1 und 6.1 und in der Region Visp zwischen 7.9 und 10.5. Im Oberwallis ist die ländliche Zusammensetzung der Messungen an Orten, die sich in 200 bis 300 Metern Entfernung vom Industriebereich befinden, besonders ausgeprägt. Die in diesem Tal speziell häufig und stark auftretenden Winde spielen wahrscheinlich eine grössere Rolle bei der Verteilung der Luftverschmutzung, welche die Sichtbarkeit des industriellen Ursprungs der an diesem Ort gemessenen Immissionen reduziert. Die hohen Kamine dürften ebenfalls dazu beitragen, dass sich die Luftverschmutzung nicht auf die nähere Umgebung der Fabriken konzentriert.

Die höchsten Werte für das Toluol/Benzol-Verhältnis werden in der Regel im Sommer gemessen. Diese Tatsache wurde bereits in früheren Berichten erwähnt und ist hauptsächlich dadurch zu erklären, dass die im Winter stabilere Atmosphäre einen grösseren Benzolanteil enthält (Lebensdauer rund 6 bis 10 Tage zum Hydroxylradikal, bei einer Hydroxylradikalkonzentration von  $2 \times 10^6 \text{ Molek.} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), weil es weniger reaktiv ist als das Toluol (Lebensdauer rund 1 bis 2 Tage zum OH [12], bei gleichbleibender Hydroxylradikalkonzentration). Ausserdem evaporieren im Sommer bei einem höheren Anteil Toluol als Benzol in der Luft mehr Benzin und Lösungsmittel. Angesichts der begrenzten Aussagekraft des Verhältnisses aufgrund seiner jährlichen Variationen wird in Zukunft auf seine Überprüfung verzichtet.

Die VOC sind zusammen mit den  $\text{NO}_x$  Ozonvorläufersubstanzen. Ihre Fähigkeit, zur Ozonbildung beizutragen, ist je nach VOC sehr unterschiedlich. VOC mit einer hohen Reaktivität wie die natürlichen VOC Isopren und  $\alpha$ -Pinen sind für kurzfristige Ozonspitzenwerte im Umfeld der Quellen verantwortlich. Dieses Phänomen lässt sich bei den täglichen Konzentrationsprofilen für Ozon an sonnigen Tagen im Sommer feststellen. Die Konzentration nimmt am Morgen stark zu und erreicht am Nachmittag zwischen 15 und 19 Uhr Höchstwerte, um dann mit dem Einbruch der Nacht zu fallen. Die im Wallis klar überwiegenden natürlichen Quellen tragen zu diesem Prozess bei (Abb. 33). VOC mit einer geringeren Reaktivität wie Benzol, Aceton und Methan führen hingegen zum Anstieg der grossräumigen Ozon-Grundbelastung. Aus diesem Grund trägt eine Reduzierung aller VOC, unter

Berücksichtigung der natürlichen Emissionen, zum Abbau der Ozonbelastung bei, wenn auch unterschiedlich schnell.

Isopren ist ein biogener Kohlenwasserstoff, der in grossen Mengen von der Vegetation freigesetzt wird. Die Menge nimmt mit der Temperatur der Blätter zu. Einmal in der Luft oxidiert dieser VOC und trägt zur Bildung sekundärer organischer Aerosole bei, aus denen sich das PM<sub>10</sub> zusammensetzt. Zusammen mit NO<sub>x</sub> und Sonneneinstrahlung kann der Oxidationsprozess auch zur Bildung von Ozon führen. Die Klimaerwärmung begünstigt diese Prozesse und hat damit Folgen für die Luftqualität. In einem Artikel werden die Auswirkungen der Hitzeperiode im August 2003 in Europa vor diesem Hintergrund diskutiert [18]. Höhere Temperaturen begünstigen in der Regel die Ozonbildung. Die geringe Luftfeuchtigkeit hat den Abbau dieses Schadstoffs sowie die Bildung von Hydroxylradikalen reduziert. Letztere bauen zahlreiche Luftschadstoffe ab, insbesondere die Ozonvorläuferstoffe. Die Vegetation leidet unter den Folgen der hohen Temperaturen und dem Mangel an Niederschlägen. Ausserdem wurde dadurch die Tilgung der Luftverschmutzung, vor allem durch trockene Deposition am Boden, beeinträchtigt. Unter Einwirkung der hohen Temperaturen haben die Emissionen von biogenen VOC, Ozonvorläuferstoffen, stark zugenommen. Es wurde ein Anstieg von bis zu 100 % zusätzlich ausgestossenen Isopren verzeichnet. Schliesslich trug die stabile Wetterlage mit einem während zwei Wochen wolkenlosen Himmel zur Begrenzung der Schadstoffe in der atmosphärischen Grenzschicht und einer sehr aktiven und anhaltenden Photochemie am Tag bei.

Den Ausstoss aus menschlichen Aktivitäten betreffend stellt die Anwendung der Verordnung über die Lenkungsabgabe auf flüchtigen organischen Verbindungen (VOCV) zusammen mit den Kontrollen der Emissionen hinsichtlich der LRV-Grenzwerte eine zentrale Massnahme zur Reduktion der Belastung der Atmosphäre durch VOC aus menschlicher Tätigkeit dar. Sekundäre Massnahmen wie Eco-Drive-Fahrkurse sowie Informations- und Sensibilisierungsmassnahmen können die Belastung ebenfalls senken.

# Literatur

- [1] OFEV, 2020: La qualité de l'air en 2019. Résultats du Réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL). Office fédéral de l'environnement, Berne. État de l'environnement no 2020 : 28 p.
- [2] European Environment Agency (EEA), EEA Report | No 09/2020: Air quality in Europe – 2020 Report. ISSN 1977-8449.
- [3] Centre d'Enseignement et de Recherche en Environnement Atmosphérique ([www.cerea-lab.fr](http://www.cerea-lab.fr)): Modélisation de la pollution atmosphérique, cours de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. B. Sportisse.
- [4] Académie suisses des sciences, Vol. 11, No. 5, 2016: Ozone et smog estival : les changements climatiques menacent les succès d'aujourd'hui. Swiss academies factsheets.
- [5] Swiss Tropical and Public Health Institute (SwissTPH), Kanton Zürich Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), 2013: Study of the effect of particulate matter (PM10) on emergency hospital admissions and mortality for the period of 2001 to 2010 and of nitrogen dioxide on mortality for the period of 1995 to 2010.
- [6] Labor für Atmosphärenchemie, Paul Scherrer Institut (PSI), Labor für Radio- und Umweltchemie, Universität Bern, 2013: Quellenzuordnung von Feinstaub für Wintertage mit Grenzwertüberschreitungen. P. Zotter, A. Prévôt, S. Szidat, G. Ciobanu, Y. Zhang, K. Dällenbach, I. El-Haddad, U. Baltensperger.
- [7] Commission fédérale de l'hygiène de l'air (CFHA), 2013: Les poussières fines en Suisse 2013. Berne 66 p.
- [8] Atmos. Chem. Phys., 20, 409-429, 2020: Long-range and local air pollution: what can we learn from chemical speciation of particulate matter at paired sites ? C. Hüglin, O. Tarasova & 13 other authors.
- [9] Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA), 8152 Glattbrugg, 31 mars 2015: Recommandation du VSA, filtres à particules fines auto-nettoyants pour les chauffages au bois.
- [10] Empa, Abteilung Luftfremdstoffe/Umwelttechnik, 8600 Dübendorf, August 2020: Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe im PM10 an ausgewählten Stationen des NABEL sowie der Kantone, Messbericht 2019. A. Fischer und C. Hüglin.
- [11] Kanton Zürich, 12 Dezember 2020 ([www.luft.zh.ch](http://www.luft.zh.ch)): Langjährige Abgasmessungen im realen Fahrbetrieb mittels Remote Sensing. AWEL, Monitoring-Bericht Nr. 1, v1.3.
- [12] Commission Romande de Physique (CRP), organe de la Société suisse des professeurs de mathématiques et de physique (SSPMP), [www.crp.sspmp.ch](http://www.crp.sspmp.ch), Formations 2015 : La physique des phénomènes atmosphériques. Présentation d'Emmanuel Mahieu, Université de Liège.
- [13] Académie suisses des sciences, Vol. 15, No. 8, 2020: Apports excessifs d'azote et de phosphore nuisent à la biodiversité, aux forêts et aux eaux. Swiss academies factsheets.
- [14] Forschungsstelle für Umweltbeobachtung (FUB), Rapperswil, Juni 2020, 73 S.: Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2019. Seitler E., Meier M.
- [15] Forschungsstelle für Umweltbeobachtung (FUB), Rapperswil, Januar 2021, 131 S.: Atmosphärische Stickstoff-Deposition in der Schweiz 2000 bis 2019. Seitler E., Meier M. Ehrenmann Z.
- [16] Commission fédérale de l'hygiène de l'air (CFHA), EKL – BUWAL 2003: Le benzène en Suisse. Cahier de l'environnement n° 350. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne. 38 p.
- [17] Luftkollektiv GmbH, 4052 Basel, 6. Oktober 2020, 60 S.: VOC-Immissionsmessungen in der Schweiz 1991 – 2019. A. Schneider, Y. Eggenberger.
- [18] Bulletin de l'OMM 58 (1), 10-15, janvier 2009: Incidences du changement climatique sur la qualité de l'air. G. P. Brasseur.





## Abkürzungen, Einheiten und Symbole

|                 |                                                                                                                                                                                         |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AGVS            | Auto Gewerbe Verband Schweiz ( <a href="http://www.agvs-upsa.ch">www.agvs-upsa.ch</a> )                                                                                                 |
| BAFU            | Bundesamt für Umwelt                                                                                                                                                                    |
| BC              | «Black carbon». BC wird optisch durch seine Lichtabsorption definiert und umfasst in erster Linie EK und ausserdem schwere organische Materie                                           |
| BFS             | Bundesamt für Statistik                                                                                                                                                                 |
| BTEX            | Benzol, Toluol, Äthylbenzol und Xylol (aromatische VOC)                                                                                                                                 |
| Cadéro          | Cadastre d'émissions atmosphériques romand. D: Emissionskataster der Romandie (Genf, Waadt, Wallis)                                                                                     |
| Cd              | Cadmium                                                                                                                                                                                 |
| Cercl'Air       | Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute ( <a href="https://cerclair.ch">https://cerclair.ch</a> )                                                                         |
| CH <sub>4</sub> | Methan                                                                                                                                                                                  |
| ChemRRV         | Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen oder Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (SR 814.81) |
| CO              | Kohlenstoffmonoxid                                                                                                                                                                      |
| CO <sub>2</sub> | Kohlenstoffdioxid                                                                                                                                                                       |
| DFE             | Departement für Finanzen und Energie (Kanton Wallis)                                                                                                                                    |
| DFM             | Dienststelle für Mobilität ( <a href="https://www.vs.ch/de/web/sdm">https://www.vs.ch/de/web/sdm</a> )                                                                                  |
| DEWK            | Dienststelle für Energie und Wasserkraft ( <a href="https://www.vs.ch/de/web/sefh">https://www.vs.ch/de/web/sefh</a> )                                                                  |
| DMRU            | Departement für Mobilität, Raumentwicklung und Umwelt (Kanton Wallis)                                                                                                                   |
| DPM             | Dienststelle für Personalmanagement ( <a href="https://www.vs.ch/de/web/srh">https://www.vs.ch/de/web/srh</a> )                                                                         |
| DSUS            | Dienststelle für Strassenverkehr und Schifffahrt ( <a href="https://www.vs.ch/de/web/scn">https://www.vs.ch/de/web/scn</a> )                                                            |
| DUW             | Dienststelle für Umwelt ( <a href="https://www.vs.ch/de/web/sen">https://www.vs.ch/de/web/sen</a> )                                                                                     |
| DVSV            | Dienststelle für Verbraucherschutz und Veterinärwesen ( <a href="https://www.vs.ch/de/web/scav">https://www.vs.ch/de/web/scav</a> )                                                     |
| DWFL            | Dienststelle für Wald, Flussbau und Landschaft ( <a href="https://www.vs.ch/de/web/sfcep">https://www.vs.ch/de/web/sfcep</a> )                                                          |
| DWTI            | Dienststelle für Wirtschaft, Tourismus und Innovation ( <a href="https://www.vs.ch/de/web/seti">https://www.vs.ch/de/web/seti</a> )                                                     |
| EGW             | Emissionsgrenzwert                                                                                                                                                                      |
| EK              | Elementarer Kohlenstoff, Graphit. Er wird chemisch definiert. E: Elementary carbon (EC)                                                                                                 |
| EKL             | Eidg. Kommission für Lufthygiene                                                                                                                                                        |
| EMPA            | Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, <a href="http://www.empa.ch">www.empa.ch</a>                                                                                    |
| EUA             | Europäische Umweltagentur. E: EEA - European Environment Agency                                                                                                                         |
| FDDM            | Stiftung für die nachhaltige Entwicklung der Bergregionen ( <a href="http://www.fddm.ch">www.fddm.ch</a> )                                                                              |
| FW-Anlage       | Fernwärmanlage                                                                                                                                                                          |
| H <sub>2</sub>  | Molekularer Wasserstoff                                                                                                                                                                 |

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HBEFA                                      | Handbuch für Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs (E: Handbook Emission Factors for Road Transport – HBEFA)                                                                                                                                                                                                         |
| IARC                                       | International Agency for Research on cancer. D: Internationale Agentur für Krebsforschung (eine Einrichtung der WHO)                                                                                                                                                                                                  |
| IGW                                        | Immissionsgrenzwert                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| KKRL                                       | Kantonale Kommission für die Reinhaltung der Luft (Kanton Wallis)                                                                                                                                                                                                                                                     |
| KVA                                        | Kehrichtverwertungsanlage                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| kW                                         | Kilowatt ( $10^3$ Watt, SI-Einheit der Leistung (Energieumsatz pro Zeitspanne) in [J/s])                                                                                                                                                                                                                              |
| kWh                                        | Kilowattstunde (SI-Einheit der Energie in [J]; ein während einer Stunde laufender Generator mit einer Leistung von 1 kW (1000 W) liefert 1 kWh Energie, das heisst $3.6 \text{ MJ}$ ( $1000 \text{ [J/s]} \times 3600 \text{ [s]} = 3.6 \text{ [MJ]}$ )                                                               |
| LRV                                        | Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (SR 814.318.142.1)                                                                                                                                                                                                                                                     |
| $\mu\text{g}/\text{m}^3$                   | Mikrogramm pro Kubikmeter (manchmal als $\mu\text{g}/\text{m}^3$ abgekürzt). Eine auf diese Weise ausgedrückte Konzentration stellt die absolute Anzahl Moleküle in einem Kubikmeter dar, unter Berücksichtigung ihres spezifischen Gewichts. Sie variiert je nach Höhe mit der Ausdehnung oder Verdichtung der Luft. |
| $\text{mg}/\text{m}^3$                     | Milligramm pro Kubikmeter (absolute Anzahl Moleküle in einem Kubikmeter unter Berücksichtigung ihres spezifischen Gewichts)                                                                                                                                                                                           |
| $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ | Mikrogramm pro Quadratmeter und Tag                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| $\text{mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$   | Milligramm pro Quadratmeter und Tag                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| MW                                         | Megawatt ( $10^6$ Watt, SI-Einheit der Leistung in [J/s])                                                                                                                                                                                                                                                             |
| MWh                                        | Megawattstunde (SI-Einheit der Energie in [J]; $1 \text{ MWh} = 3.6 \text{ GJ}$ )                                                                                                                                                                                                                                     |
| $\text{NH}_3$                              | Ammoniak                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| NM VOC                                     | Flüchtige organische Verbindungen ohne Methan                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| $\text{N}_2\text{O}$                       | Distickstoffoxid, Stickoxydul, Lachgas                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| $\text{NO}$                                | Stickstoffmonoxid (1 ppb entspricht $1.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 293.15 K (20°C) und 1013.25 hPa (mbar))                                                                                                                                                                                                         |
| $\text{NO}_2$                              | Stickstoffdioxid (1 ppb entspricht $1.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 293.15 K (20°C) und 1013.25 hPa (mbar))                                                                                                                                                                                                          |
| $\text{NO}_x$                              | Stickstoffoxide ( $\text{NO} + \text{NO}_2$ )                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| $\text{O}_3$                               | Ozon (1 ppb entspricht $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 293.15 K (20°C) und 1013.25 hPa (mbar))                                                                                                                                                                                                                         |
| PAK                                        | Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (manchmal Polybenzole genannt)                                                                                                                                                                                                                                           |
| Pb                                         | Blei                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| PF                                         | Partikelfilter                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| PM                                         | Gesamter Schwebstaub                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| PM <sub>2.5</sub>                          | Feinstaub mit einem aerodynamischen Durchmesser, der kleiner oder gleich 2.5 Mikrometer ( $\mu\text{m}$ oder $\mu\text{m}$ ) ist                                                                                                                                                                                      |
| PM <sub>10</sub>                           | Feinstaub mit einem aerodynamischen Durchmesser, der kleiner oder gleich 10 Mikrometer ( $\mu\text{m}$ oder $\mu\text{m}$ ) ist                                                                                                                                                                                       |
| ppb                                        | Teile pro Milliarde (parts per billion). Damit wird ausgedrückt, dass eine Konzentration einer Milliarde Moleküle entspricht, unabhängig von ihrem Volumen und von der Höhe.                                                                                                                                          |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ppm             | Teile pro Million (parts per million). Damit wird ausgedrückt, dass eine Konzentration einer Milliarde Moleküle entspricht, unabhängig von ihrem Volumen.                                                                                         |
| PSI             | Paul Scherrer Institut ( <a href="https://www.psi.ch">https://www.psi.ch</a> )                                                                                                                                                                    |
| QMS             | Qualitätsmanagementsystem                                                                                                                                                                                                                         |
| RL              | Reference level (Referenzniveau). Die WHO definiert ein Referenzniveau, über dem das Risiko, bei einem Individuum Krebs auszulösen, bei einer durchschnittlichen Lebenserwartung die tolerierte Schwelle von einer Person auf 100'000 übersteigt. |
| RTS             | Radio Télévision Suisse (öffentlich-rechtlicher Rundfunk, <a href="http://www.rts.ch">www.rts.ch</a> )                                                                                                                                            |
| SAS             | Schweizerische Akkreditierungsstelle ( <a href="http://www.sas.admin.ch/sas">www.sas.admin.ch/sas</a> )                                                                                                                                           |
| SI              | Internationales Einheitensystem                                                                                                                                                                                                                   |
| SO <sub>2</sub> | Schwefeldioxid                                                                                                                                                                                                                                    |
| SUL             | Sektion Umweltbelastungen und Labor (in die DUW integriert)                                                                                                                                                                                       |
| SVK             | Schweizerischer Verband für Kältetechnik ( <a href="http://www.asf-froid.ch">www.asf-froid.ch</a> )                                                                                                                                               |
| Swiss TPH       | Swiss Tropical and Public Health Institute ( <a href="http://www.swisstph.ch">www.swisstph.ch</a> )                                                                                                                                               |
| TCS             | Touring Club Schweiz ( <a href="http://www.tcs.ch">www.tcs.ch</a> )                                                                                                                                                                               |
| THG             | Treibhausgas (vor allem CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)                                                                                                                                                                     |
| USG             | Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983 (SR 814.01)                                                                                                                                                                                |
| VKTS            | Verein Kontrollstelle Textilreinigung Schweiz ( <a href="http://textilpflege.ch">textilpflege.ch</a> )                                                                                                                                            |
| VOC             | Flüchtige organische Verbindungen                                                                                                                                                                                                                 |
| VOCV            | Verordnung über die Lenkungsabgabe auf flüchtigen organischen Verbindungen vom 12. November 1997 (SR 814.018)                                                                                                                                     |
| WBV             | Walliser Baumeisterverband ( <a href="http://www.ave-wbv.ch">www.ave-wbv.ch</a> )                                                                                                                                                                 |
| WHO             | Weltgesundheitsorganisation. E: World Health Organisation (WHO)                                                                                                                                                                                   |
| WKMV            | Walliser Kaminfegermeister-Verband                                                                                                                                                                                                                |
| WMO             | Weltorganisation für Meteorologie. E: World Meteorological Organization (WMO)                                                                                                                                                                     |
| Zn              | Zink                                                                                                                                                                                                                                              |



# Anhang







## *A1: Kantonaler Massnahmenplan für die Luftreinhaltung: Massnahmenblätter*





|                   |                                             |
|-------------------|---------------------------------------------|
| MASSNAHMENBEREICH | Sensibilisierung und Information            |
| GEGENSTAND        | Sensibilisierung und allgemeine Information |

|                 |          |
|-----------------|----------|
| MASSNAHME NR.   | 5.1.1    |
| ERSTELLT AM     | 27.11.06 |
| AKTUALISIERT AM |          |
| VERSION         | 01       |

### Zweck

Für eine **objektive Information** der Öffentlichkeit über die Luftqualität im Wallis Sorge tragen.  
Darlegung der **freiwilligen individuellen Massnahmen**, die zur Reinhaltung der Luft beitragen.  
Beschreibung der zweckmässigen **Verhaltensweisen**, um eine persönliche Exposition gegenüber der Luftverschmutzung zu verringern.

### Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DUW (Dienststelle für Umwelt)

### Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

2020 wurde mit einer Medienmitteilung über die Luftreinhaltung berichtet:

- Montag, 24. August: Veröffentlichung des Jahresberichts über die Luftreinhaltung im Wallis 2019 auf der Website des Kantons.

Die beiden grössten Walliser Tageszeitungen, Le Nouvelliste (NF) und der Walliser Bote (WB) thematisierten den Jahresbericht 2019 in ihren Ausgaben vom Dienstag, 25. August. Online-Medien wie tdg.ch, bluewin.ch und rhonefm.ch berichteten noch am Tag der Veröffentlichung der Medienmitteilung darüber.

NF und WB publizieren in ihrer Wetter-Rubrik auf der letzten Seite jeden Tag auch die von der DUW übermittelten Messwerte der beiden wichtigsten Luftschadstoffe im Wallis (O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>) vom Vortag, in Gegenüberstellung zu den entsprechenden LRV-Grenzwerten.

Themen zur Luftqualität in der französischsprachigen Walliser Presse waren: ein Unfall bei der KVA in Sitten, der vorübergehend für eine übermässig starke Rauchentwicklung sorgte; die Sanierung der Böden von mit Quecksilber belasteten Parzellen im Oberwallis, deren Staubbiederschlag durch die DUW überwacht wird; der Abbruch der Raffinerie von Collombey bis 2024; der Fortschritt bei den Bauarbeiten für die A9, deren Baumaschinen durch einen konventionellen Beauftragten der DUW überprüft wurden; die Problematik der Luftverschmutzung durch Pestizide, insbesondere ein Fungizid, das regelmässig im Weinbau verwendet wird und sowohl die Personen, welche das Mittel anwenden, als auch die Anwohner ausserhalb der kultivierten Parzellen beeinträchtigt, ohne dass es durch eine Reglementierung zur Luftreinhaltung oder den Kantonschemiker, den Kantonsarzt oder die kantonale Dienststelle für Landwirtschaft geregelt würde; die Einweihung eines neuen Holz-Heizkessels in der FW-Anlage von Martigny mit einer Leistung von 4.5 MW, was die durch diesen erneuerbaren Brennstoff gewährleistete Energieleistung im Wärmenetz dieser Stadt auf 7.5 MW erhöht, was 50 % der Gesamtleistung der Zentrale entspricht; die erhebliche Zunahme der Heizölbestellungen nach der Preissenkung aufgrund des Rückgangs der Nachfrage während der einschränkenden Massnahmen, die in der ersten Coronapandemiewelle zwischen März und Mai erlassen wurden, sowie wegen des Handelskriegs rund um den Rohstoff zwischen den Hauptproduzenten Saudi-Arabien, Vereinigte Staaten und Russland; die Einweihung einer Power-to-Gas-Methananlage in Sitten, die CO<sub>2</sub> mit Wasserstoff (H<sub>2</sub>) kombiniert, der dank Ökostrom durch Elektrolyse produziert wird, um Methan zu bilden, das dem regulären Verteilersystem dieses Gases zugeführt werden kann. Dieses letzte Thema leitet zum Klimawandel und den möglichen Lösungen zur Reduzierung oder Einstellung der Treibhausgasemissionen über, deren voraussichtliche gesellschaftliche Folgen beunruhigend sind. Die Presse erwähnt den Beitrag der Walliser Chemieindustrie insbesondere durch ihren Ausstoss von Stickstoffdioxid (N<sub>2</sub>O, Lachgas) und mit Blick auf die Zukunftstauglichkeit die Produktion von synthetischem Kerosin mittels eines Solarreaktors und der Absorption von CO<sub>2</sub> aus der Luft, um die Atmosphäre von seinen zunehmenden Konzentrationen zu entlasten.

---

### Indikatoren 2020

|                                                                |       |
|----------------------------------------------------------------|-------|
| Anzahl erstellter Unterlagen und herausgegebener Mitteilungen: | 1     |
| Feedback (Reaktionen aus der Bevölkerung):                     | keine |
| Echo in den Medien:                                            | gut   |

---

### Planung 2021

Publikation des jährlichen Berichts zur Luftqualität, fortgesetzte Kommunikationsarbeit (Medienmitteilungen und -konferenzen, Studien und Berichte).

---

### Auswirkungen, Folgen

Informationsmonitoring.

---

### Finanzen

---

### Vorschläge an den Staatsrat

---

### Bemerkungen

Das Medienecho wird an der Berichterstattung im Le Nouvelliste und im Walliser Boten über die erschienenen Medienmitteilungen gemessen. Die Berichte führten zu keinen Leserbriefen in der Woche vom 24. August.

Der Sender RTS strahlte vom 1. bis 3. Juni Reportagen über die Luftqualität aus. Die erste war dem Feinstaub in der Luft von städtischen Gebieten gewidmet, die zweite der Rolle der Messstationen und die letzte behandelte die Luftschadstoffemissionen der Zementwerke, die als Quelle von rund 4 % der gesamten Stickstoffoxidemissionen in der Schweiz gelten. Keines dieser Unternehmen hat seinen Sitz im Wallis. Auf dem Kantonsgebiet liegen jedoch mehrere Produktionsstätten für Beton und Asphaltmischanlagen. Letztere unterliegen seit Juni 2018 gemäss LRV spezifischen Anforderungen.

Ein in der Ausgabe vom Mai 2020 der Zeitschrift Scientific American erschienener Artikel stellt die jüngsten Ergebnisse für die Auswirkung der Luftverschmutzung, vor allem des Feinstaubs PM<sub>2.5</sub>, auf die Gesundheit vor. Im Vordergrund stehen neurodegenerative Krankheiten, insbesondere Alzheimer. Die Forschung hat erwiesen, dass die Schadstoffe ins Gehirn gelangen können. Es stellt sich heraus, dass es wie andere Organe nicht vor schädlichen Einflüssen sicher ist. Ein beachtenswertes Ergebnis ist, dass Personen, die weniger als 50 m entfernt von einer stark befahrenen Verkehrsachse wohnen, ein um 12 % höheres Risiko haben, eine Demenzerkrankung zu entwickeln als in einer Entfernung von über 200 m lebende Personen. Die Erkenntnisse sprechen für striktere Massnahmen zur Gewährleistung der Luftqualität.

Zwei Artikel des NF betrafen den Zeitraum von Februar bis Mai mit restriktiven Massnahmen aufgrund der Coronapandemie in Europa. Jener vom 24. März stellte die Ergebnisse von Satellitenmessungen vor, die einen ungewöhnlichen Rückgang der Stickstoffdioxidkonzentrationen (NO<sub>2</sub>) zwischen Januar und Mitte März 2020 in Norditalien zeigten. Italien hatte strenge einschränkende Massnahmen ergriffen, welche die Mobilität und die wirtschaftliche Tätigkeit stark beschränkten. Der Rückgang der Luftverschmutzung hat gesundheitliche Vorteile, aber er müsste dauerhaft sein, um spezifische anhaltende Wirkungen zu zeigen. Der zweite Artikel vom 4. April fokussierte sich auf den Kanton. Er wies darauf hin, dass die Verschmutzung im Wallis zu diesem Zeitpunkt nicht wesentlich zurückgegangen war seit der Einführung der einschränkenden Massnahmen am Freitag, 13. März in der Schweiz. Tatsächlich konnten über den ganzen Monat April gesehen schliesslich Auswirkungen der Massnahmen festgestellt werden, obwohl die Wetterbedingungen in diesem Monat die Akkumulation von Luftschadstoffen begünstigten, insbesondere die Flachdrucklage während der zweiten Hälfte des Monats.

Im Mai 2020 hat das BAFU eine neue Website zum Thema Plastik eröffnet (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/fachinformationen/abfallpolitik-und-massnahmen/kunststoffe-in-umwelt.html>). Der Strassenverkehr ist die Hauptquelle von Mikroplastik in



der Luft. Unter anderem Reifen, Bremsbeläge und Strassenmarkierungen beinhalten diesen Stoff, der durch Abrieb und Suspension in die Luft gelangt. Im Vergleich zur Gesamtmenge des Feinstaubes ist der Anteil des Mikroplastiks jedoch gering.

Auf nationaler Ebene werden Jugendliche, aber auch Erwachsene, durch die Internet-Lernplattform «Luftlabor» für Fragen der Luftreinhaltung sensibilisiert. Diese gibt es schon seit November 2015 auf Deutsch ([www.luftlabor.ch](http://www.luftlabor.ch)), auf Französisch ist sie seit 2017 verfügbar ([www.explor-air.ch](http://www.explor-air.ch)).

---

|                          |                                                                             |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Sensibilisierung und Information</b>                                     |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Anlegen von Themenpfaden und sonstige Veranstaltungen zum Thema Luft</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.1.2    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 22.08.08 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> |          |
| <b>VERSION</b>         | 01       |

## Zweck

**Informieren und sensibilisieren** der Bevölkerung für die Herausforderungen im Zusammenhang mit der Luftqualität und dem Klima.

Förderung eines **richtigen Verständnisses** der Problematik der Luftreinhaltung und des Klimaschutzes.

Zu freiwilligen **Verhaltensweisen** anregen, die zu einer Reduktion der Schadstoffbelastung beitragen.

Aufwertung des positiven **touristischen Aspekts** einer hochwertigen Luft („die gute Alpenluft“).

## Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DUW

## Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Von 2013 bis 2017 konnten im ganzen Wallis zwischen 3000 und 4000 Schülerinnen und Schüler für die Luftreinhaltung und die Umwelt sensibilisiert werden. Dies war dank der Umweltateliers der DUW in Zusammenarbeit mit der FDDM möglich, welche der Kanton und die Stadt Sitten mit der Konkretisierung der Charta zur nachhaltigen Entwicklung beauftragt haben. Seit 2018 finden keine Ateliers mehr statt, dafür stehen Unterrichtssequenzen im Zusammenhang mit den belasteten Standorten auf dem Programm, da ein besonderes Interesse an dieser Thematik festgestellt wurde. Eine Grossbaustelle zur Veranschaulichung dieses Themas wird die Sanierung der Sonderdeponie Gamsenried sein. In den Medienmitteilungen vom 7. April und 15. September wurde die Öffentlichkeit über die Einsetzung eines Koordinationsausschusses und die neuen Analyseergebnisse, insbesondere zum Benzidin, informiert sowie über die Grundsätze der Sanierungsstrategie für diese ehemalige Deponie. Die Bodensanierung hat den Ausstoss von Luftschadstoffen zur Folge, wenn die Behandlungsanlagen eine Gasphase mit flüchtigen Schadstoffen beinhalten.

## Indikatoren 2020

|                                                     |       |
|-----------------------------------------------------|-------|
| Feedback (Reaktionen von Einwohnern und Touristen): | keine |
| Besuch des Lehrpfads und anderer Veranstaltungen:   | offen |

## Planung 2021

Die FDDM setzt ihre Zusammenarbeit mit der DUW fort, um weitere Informationsveranstaltungen zu Umweltthemen zu organisieren. Zu diesem Zweck werden unter der Leitung der Dienststelle und in Zusammenarbeit mit den Walliser Lehrkräften pädagogische Unterlagen zum Thema Boden ausgearbeitet, die sich an die breite Öffentlichkeit richten. Für 2021 sind ausserdem 6 Unterrichtsblätter vorgesehen, die an den Walliser Orientierungsschulen eingesetzt werden sollen.

## Auswirkungen, Folgen

## Finanzen

## Vorschläge an den Staatsrat

### **Bemerkungen**

Die beiden Lehrpfade zur Luftreinhaltung wurden 2015 neu beschildert. Beide Wege, jener in Crans-Montana und jener von Mund nach Eggerberg, freuen sich nach wie vor über Besucher. Die Internetseite der DUW präsentiert die Wege unter der Adresse «[www.vs.ch/luft](http://www.vs.ch/luft) > Themenwege der Luft». Zu beiden Wegen gibt es eine Broschüre, die auch eine Karte mit dem Anfahrtsweg enthält. Auch allgemeine Informationen zu Luftreinhaltung und Umweltschutz sind darin enthalten.

Andere Internetseiten, z. B. Erlebnispfad Wallis ([www.erlebnispfad.ch](http://www.erlebnispfad.ch) > Lehrpfade Natur/Kultur > andere Themen) geben Interessierten ebenfalls Auskunft über die Pfade und enthalten auch ein Streckenprofil.

---

|                          |                                                                         |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Sensibilisierung und Information</b>                                 |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Information der Gemeinden über Massnahmen in ihrer Zuständigkeit</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.1.3    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 27.03.09 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> |          |
| <b>VERSION</b>         | 01       |

## Zweck

In einer Broschüre die Massnahmen beschreiben, die **auf der kommunalen Ebene** ergriffen werden können, um eine hochwertige Luftqualität sicherzustellen.

## Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DUW

## Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Vom kantonalen Plan für die Luftreinhaltung eingeführte Massnahme. Nach Abgabe der Informationsbroschüre im Frühjahr 2013 wurde im September 2014 in einer Medienmitteilung auf diese Informationskampagne hingewiesen.

## Indikatoren 2020

Reaktionen der Gemeinden: keine

## Planung 2021

## Auswirkungen, Folgen

Die Gemeinde ist die zuständige Behörde für die Vergabe von Bau- und Betriebsbewilligungen, als Polizeibehörde ist sie auch dafür verantwortlich, über die Einhaltung dieser Bewilligungen und der Verbote für Feuer im Freien zu wachen, und als Bauherrin kann sie bei den guten Praktiken in der Luftreinhaltung mit gutem Beispiel vorangehen. Hierzu ist eine angemessene Schulung ihres Personals angezeigt, denn für manche Aufgaben braucht es ziemlich vertiefte Kenntnisse, z. B. über Partikelfilter (PF) an Dieselmotoren und über die Massnahmen der Baurichtlinie Luft. Besonders wichtig angesichts der möglichen Schäden ist die Bekämpfung von Staubemissionen, gerade auch bei Sandstrahlarbeiten an Gebäuden. Der Gemeinde obliegt es auch, neu in Betrieb genommene Feuerungsanlagen (Öl, Gas, Holz usw.) dem Kaminfegerdienst anzuzeigen, gemäss Art. 7 der Verordnung betreffend den Unterhalt, die Reinigung und die Kontrolle der Feuerungs- und Rauchabzugsanlagen.

## Finanzen

## Vorschläge an den Staatsrat

## Bemerkungen

Die Broschüre kann von der Internetseite des Staates Wallis heruntergeladen werden ([www.vs.ch/luft](http://www.vs.ch/luft) > Luftverschmutzung > kantonaler Massnahmenplan zur Luftreinhaltung).

2020 fanden keine Gemeindefusionen statt. Per 1. Januar 2021 traten drei Gemeindefusionen in Kraft.

|                          |                                                                            |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Sensibilisierung und Information</b>                                    |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Einsetzung einer kantonalen Kommission für die Reinhaltung der Luft</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.1.4    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 27.03.09 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> |          |
| <b>VERSION</b>         | 01       |

### Zweck

Für eine **objektive Beurteilung** der Zusammenhänge zwischen Luftqualität und Gesundheit Sorge tragen.

### Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DUW

### Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Vom kantonalen Plan für die Luftreinhaltung eingeführte Massnahme. Die Kantonale Kommission für die Reinhaltung der Luft (KKRL) hat Anfang Juni zum Jahresbericht zur Luftreinhaltung Stellung genommen.

Die dreijährige Kampagne zur Sensibilisierung der Bevölkerung für Feinstaubemissionen durch Holzheizungen wurde im Winter 2019 abgeschlossen. Die anschliessend gezogene Bilanz zeigte, dass die illegale Praxis der Abfallverbrennung in kleinen Anlagen wie Heizöfen, Öfen und Kaminen eine besorgniserregende Wende genommen hatte. Die Einführung einer Gebühr für Abfallsäcke im Wallis 2018 motivierte wahrscheinlich unter anderem dieses Fehlverhalten. Die Kommission und insbesondere der WKMV wollten ihre Kampagnen auf die Prävention dieses Problems ausrichten, mit einer Broschüre zum korrekten Umgang mit Holzheizungen. Infolge der Änderungen der LRV 2018 in diesem Bereich wurde jedoch eine interkantonale Kampagne lanciert. Die Mehrheit der Kantone der Romandie hat sich auf eine Informationsbroschüre betreffend Kontrollen kleiner Holz-Zentralheizungen mit einer Wärmeleistung bis zu 70 kW geeinigt. Die Broschüre enthält einen gemeinsamen Teil zu den gesetzlichen Bestimmungen, den Kontrollen, den guten Praktiken und den Sanierungen. Hinzu kommen spezifische Informationen für jeden Kanton zu den Kontrollbeauftragten, den Kosten und der Häufigkeit der Kontrollen sowie den Einstellungen der Anlagen. In Verbindung mit diesem Dokument wird die kantonale Rechtsgrundlage zurzeit überarbeitet.

Die Vorschläge der Sektion Umweltbelastungen und Labor und ihrer Gruppe Luftreinhaltung zur Änderung von vier Massnahmen des kantonalen Plans für die Luftreinhaltung wurden der KKRL in Anwesenheit der Leitung der Dienststelle (DUW) im September vorgestellt. Die Massnahmen 5.3.1 (Verschärfte Kontrollen), 5.3.2 (Grenzwerte für grosse Emittenten), 5.5.3 (Verkürzung der Sanierungsfristen und Verschärfung der Normen für Holzheizungen) und 5.5.4 (Subventionierung des Einbaus von Partikelfiltern in Holzheizungen) bedürfen einer Überarbeitung. Nach ihrer Bestätigung durch die Kommission und die Dienststelle werden die Vorschläge dem Staatsrat unterbreitet werden.

### Indikatoren 2020

Tätigkeiten der Kommission:

am Laufen

### Planung 2021

Fortführung der Sitzungen und Arbeiten.

Den Vorschlägen zur Überarbeitung des kantonalen Massnahmenplans für die Luftreinhaltung wird ein interner Bericht beigelegt werden.

### Auswirkungen, Folgen



## **Finanzen**

Im Staatsbudget werden über vier Jahre nach dem Inkrafttreten des überarbeiteten kantonalen Plans durchschnittlich Fr. 500'000 Subventionen pro Jahr eingerechnet werden müssen.

---

## **Vorschläge an den Staatsrat**

---

## **Bemerkungen**

Mit Beschluss vom 17. Januar 2018 hat der Staatsrat die Zusammensetzung der KKRL für die Amtsperiode 2018 bis 2021 bestätigt.

Im November wurde eine interaktive Computergraphik zu den erwiesenen gesundheitlichen Auswirkungen der Luftverschmutzung auf der Website des Swiss TPH aufgeschaltet (<https://www.swisstph.ch/de/projects/ludok/healtheffects/>). Darin werden die kurzfristigen Auswirkungen für Stunden und Tage sowie die langfristigen Auswirkungen für Monate bis Jahre der Luftverschmutzung durch die drei wichtigsten Schadstoffe PM10 (Feinstaub), O<sub>3</sub> (Ozon) und NO<sub>2</sub> (Stickstoffdioxid) aufgezeigt. Die interaktive Graphik sieht den Feinstaub jedoch nur als mögliche Ursache der Schädigung des Nervensystems durch eine Reduktion des Gehirnvolumens oder Verminderung der kognitiven Leistungsfähigkeit. Ein klarer kausaler Zusammenhang wird für dieses Organ nicht anerkannt, trotz Ergebnissen wie jenen, die im Abschnitt «Bemerkungen» des Massnahmenblattes 5.1.1 insbesondere zu Alzheimer vorgestellt wurden. Die erwiesenen Auswirkungen betreffen die Atemwege, das Herz-Kreislauf-System, die Sterblichkeit und Notfälle.

---

|                   |                                            |                 |          |
|-------------------|--------------------------------------------|-----------------|----------|
| MASSNAHMENBEREICH | Sektorenübergreifende Massnahmen           | MASSNAHME NR.   | 5.2.1    |
| GEGENSTAND        | Bekämpfung der Abfallverbrennung im Freien | ERSTELLT AM     | 20.06.07 |
|                   |                                            | AKTUALISIERT AM |          |
|                   |                                            | VERSION         | 01       |

## Zweck

Für eine harmonisierte Einhaltung des Verbots, Abfälle im Freien zu verbrennen, in **den Walliser Gemeinden** Sorge tragen.

Die Schadstoffemissionen infolge des **Verbrennens von grünen Abfällen** im Freien verringern.

Die **Gesundheit** der Bevölkerung vor den durch solche Feuer freigesetzten Schadstoffen schützen.

## Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DUW

## Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Diese Massnahme ist seit Sommer 2007 in Kraft. 2020 wurden von der DUW 80 Ausnahmegesuche für das Verbrennen von Grünabfall behandelt. Nach den 114 Gesuchen im Jahr 2013 wurde die Zahl von hundert Gesuchen pro Jahr nie mehr überschritten. 96 % der Gesuche stammten 2020 aus dem Unterwallis, dieser Anteil liegt seit 2010 stets über 95 %. Die Mehrheit der Gesuche betraf Wein- und Obstbaugebiete, die im Unterwallis stärker verbreitet sind als im Oberwallis. 26 Ausnahmegesuche wurden im vergangenen Jahr abgelehnt, das ist eine Quote von 33 %. Zwischen 2010 und 2018 lag diese Quote stets unter 20 %. Die 2019 (27 %) und 2020 verzeichnete Zunahme an abgelehnten Gesuchen zeigt, dass weniger stichhaltige Begründungen vorgebracht werden. Die unzulässigen Gesuche machten hauptsächlich eine angebliche Unmöglichkeit der Zufahrt (62 %) oder der Einlagerung des Materials vor Ort (19 %) geltend. Begründungen mit Esca, einer von holzzersetzenden Pilzen ausgelöste Abbaukrankheit von Weinreben, oder mit invasiven Arten wie der Riesenbärenklau oder dem Schmetterlingsstrauch, die eine Bedrohung für die Biodiversität darstellen, machten 8 % der abgelehnten Gesuche aus. In solchen Fällen können aber auch Ausnahmen gemacht werden, wenn die Schwierigkeiten und die Risiken der Vernichtung der Pflanzen als Grünabfälle in den KVA angemessen begründet sind. Die Mehrheit der 54 2020 genehmigten Ausnahmen wurden mit Unmöglichkeit der Zufahrt begründet (67 %), an zweiter Stelle stand die Bekämpfung des Kastanienrindenkrebses (15 %). Manchmal werden beide Begründungen zum Verbrennen derselben Grünabfälle auf Platz geltend gemacht.

Im letzten Jahr wurden 23 Verstösse angezeigt, 15 im Unterwallis, 8 im Oberwallis. 19 Verstösse wurden von Gemeindepolizeien erfasst (s. Blatt 5.1.3), drei weitere von der Kantonspolizei und einer von der Feuerwehr. In einem Fall wurde das Verbrennen von Abfall in flagranti festgestellt, in einem Kamin, der an einen handwerklich betriebenen Ofen angeschlossen war. Die gemeldeten Verstösse haben strafrechtliche Konsequenzen gemäss Art. 61 USG und werden gebüsst. Bis Ende 2020 wurden den Zuwiderhandelnden Bussen für insgesamt Fr. 8480.00 in Rechnung gestellt.

## Indikatoren 2020

|                                        |                  |
|----------------------------------------|------------------|
| Wahrnehmung durch die Tourismuskreise: | ziemlich positiv |
| Anzahl Ausnahmegewilligungen:          | 54               |
| Anzahl festgestellter Verstösse:       | 23               |

## Planung 2021

Fortführung der Massnahme.

---

### Auswirkungen, Folgen

Diese Massnahme trägt zur bedeutenden, seit 2006 im Wallis anhaltenden Abnahme der Feinstaubgehalte in der Umgebungsluft bei. 2012 wurde anlässlich des 50-jährigen Jubiläums der DUW (ehemalige DUS, Dienststelle für Umweltschutz) eine Broschüre herausgegeben, um die Öffentlichkeit darüber zu informieren, dass es für einen Ausstoss von 1 kg Feinstaub und die Verschmutzung von 50'000'000 m<sup>3</sup> Luft genügt, 100'000 Liter Heizöl in einer Heizung zu verbrennen, mit einem Lastwagen eine Strecke von 5'000 km zurückzulegen oder 50 kg Grünabfälle im Freien zu verbrennen. Letzteres ist ohne Ausnahmegewilligung verboten.

---

### Finanzen

---

### Vorschläge an den Staatsrat

---

### Bemerkungen

Über die Wahrnehmung in der Tourismusbranche wurde bei der Walliser Tourismuskammer (WTK) und bei Valais/Wallis Promotion (VWP) von 2014 bis 2017 eine Untersuchung durchgeführt. Die WTK begrüsst einerseits den Schutz der öffentlichen Gesundheit, gab andererseits aber zu bedenken, dass bei einem allzu umfassenden Verbot Feuer zum Verschwinden gebracht würden, die wegen ihres ländlich-idyllischen Aspekts eine gewisse Attraktivität für den Tourismus hätten. In dieser Hinsicht sieht Art. 3 des Beschlusses über das Abfallverbrennen im Freien vor, dass Feuer zu bestimmten Anlässen wie dem ersten August oder Grillfeuer von Amts wegen erlaubt sind, wenn natürliches Holz oder Holzkohle verwendet wird. Die VWP gab an, nicht für die direkt Betroffenen, sprich für die Tourismusorte, Stellung nehmen zu können. Sie denkt, dass das Verbot der Abfallverbrennung im Freien zwar im öffentlichen Interesse liegt, dass das Verbot aber von Fall zu Fall abzuwägen ist. Diese Aufgabe packt die DUW in den Vormeinungen an, die sie den Gemeinden nach Art. 4 des Beschlusses liefert.

---

| MASSNAHMENBEREICH | Sektorenübergreifende Massnahmen                         |
|-------------------|----------------------------------------------------------|
| GEGENSTAND        | Informations- und Interventionsmassnahmen bei Wintersmog |

|                 |          |
|-----------------|----------|
| MASSNAHME NR.   | 5.2.2    |
| ERSTELLT AM     | 29.11.06 |
| AKTUALISIERT AM |          |
| VERSION         | 01       |

## Zweck

Zur Reduktion der **Spitzenbelastung durch PM10** während der Winterperiode beitragen.

Die Information der Bevölkerung über die empfohlenen Verhaltensweisen bei Wintersmog sicherstellen.

Umsetzung der kurzfristigen Interventionsmassnahmen bei Wintersmog.

Eine koordinierte Reaktion der verschiedenen Kantone bei Wintersmog sicherstellen.

## Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DUW – DFM-SV (Dienststelle für Mobilität, Sektion Verkehr)

## Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Die Koordinationsperiode dauerte vom 1. Januar bis zum 15. März, und dann vom 2. November bis zum Jahresende. Die Informationsschwelle wurde nicht erreicht, obwohl im Januar (vor allem vom 1. bis 3. und vom 21. bis 26.) in der gesamten Romandie winterliche Hochdrucklagen herrschten, welche die regionale Schadstoffakkumulation begünstigten. Trotz dieser Wetterbedingungen überschritten die in diesem Monat im Wallis gemessenen Werte den LRV-Tagesgrenzwert für PM10 nur zweimal in Brigerbad und zweimal in Sitten und betrugen zu keinem Zeitpunkt mehr als 1.5-mal den Tagesgrenzwert.

## Indikatoren 2020

|                                                                                                        |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Anzahl Auslösungen der Informationsstufe (1.5 x LRV-Grenzwert).                                        | 0 |
| Anzahl Auslösungen der Interventionsstufen 1 und 2 (2 x bzw. 3 x LRV-Grenzwert):                       | 0 |
| Anzahl der im Wallis eingetauschten Gutscheine (20 Fr. Rabatt auf einem Schnupper-Halbtax-Abonnement): | 0 |

## Planung 2021

Fortführung der Koordination in der Romandie und der kantonalen Aktionen im Bedarfsfall.

## Auswirkungen, Folgen

Diese Massnahme kommt nur in Zeiten sehr hoher Belastung zum Tragen, wenn der Tagesgrenzwert für Feinstaub (PM10) um 50 % überschritten wird. Die Öffentlichkeit kann sich auch über die Luftqualität informieren, wenn die Belastung tiefer, aber dennoch bedeutend ist (ab Überschreiten des Grenzwerts von 50 µg /m³). Interessierte können sich mit der AirCheck-App und auf der Internetseite des Kantons (<https://www.vs.ch/de/web/sen/situation-actuelle>) in Echtzeit über die Qualität der Luft informieren.

---

**Finanzen**

---

**Vorschläge an den Staatsrat**

---

**Bemerkungen**

Das mit Fr. 20.- Rabatt erhältliche Abonnement ist ein zweimonatiges Schnupper-Halbtax der SBB. Voraussetzung für dessen Bezug ist ein fester Wohnsitz im Wallis. Wer danach ein Standard-Halbtax kauft, erhält eine Ermässigung von Fr. 33.-. Diese Aktion ist mit dem Kanton Waadt koordiniert. Von dieser Massnahme musste 2020 kein Gebrauch gemacht werden, obwohl die meteorologischen Bedingungen im Januar und etwas weniger deutlich im November dafür sprachen.

Die beiden grössten Walliser Tageszeitungen publizieren im Winter jeweils die PM10-Messwerte vom Vortag.

---



|                          |                                              |
|--------------------------|----------------------------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Sektorenübergreifende Massnahmen</b>      |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Informationsmassnahmen bei Sommersmog</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.2.3    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 12.07.07 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> |          |
| <b>VERSION</b>         | 01       |

## Zweck

Zur Reduktion der **Spitzenbelastung durch Ozon** während der Sommerperiode beitragen.

Die Information der Bevölkerung über die empfohlenen Verhaltensweisen bei Sommersmog sicherstellen.

Eine koordinierte Reaktion der verschiedenen Kantone bei Sommersmog sicherstellen.

## Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DUW – DFM-SV

## Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Die Koordinationsperiode dauerte vom 11. Mai bis zum 20. September. Die Informationsschwelle wurde nicht überschritten. Im Sommer 2020 gab es keine langen Perioden mit heissen, sonnigen Tagen, welche die Bildung von bodennahem Ozon in hohem Masse begünstigt hätten. Von Juni bis September wurden regelmässige Niederschläge verzeichnet, welche die Luftverschmutzung umwälzten und verteilten.

## Indikatoren 2020

|                                                                                                        |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Anzahl Auslösungen der Informationsstufe (Schwelle: $1.5 \times \text{LRV-Grenzwert}$ ):               | 0 |
| Anzahl der im Wallis eingetauschten Gutscheine (20 Fr. Rabatt auf einem Schnupper-Halbtax-Abonnement): | 0 |

## Planung 2021

Fortführung der Koordination in der Romandie und der kantonalen Aktionen im Bedarfsfall.

## Auswirkungen, Folgen

Diese Massnahme kommt nur in Zeiten sehr hoher Belastung zum Tragen, wenn der Stundengrenzwert für Ozon um 50 % überschritten wird. Die Öffentlichkeit kann sich auch über die Luftqualität informieren, wenn die Belastung tiefer, aber dennoch bedeutend ist (ab Überschreiten des Grenzwerts von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Interessierte können sich mit der AirCheck-App und auf der Internetseite des Kantons (<https://www.vs.ch/de/web/sen/situation-actuelle>) über die Qualität der Luft informieren.

## Finanzen

## Vorschläge an den Staatsrat

---

### **Bemerkungen**

Das mit Rabatt erhältliche Abonnement und dessen Konditionen für den Eintausch sind dieselben wie bei Massnahme 5.2.2. Die angebrachten Änderungen erfolgten im Einvernehmen mit dem Kundendienst der SBB. Ob das Angebot aufrechterhalten wird, hängt vom Erfolg ab, der in den Kantonen Waadt und Wallis erzielt wird.

Hitzewellen, und die mit ihnen einhergehenden starken Sonneneinstrahlungen, begünstigen in hohem Masse die bodennahe Ozonbildung. 2020 wies aber nur einige kleinere Hitzeperioden dieser Art auf.

Die beiden grössten Walliser Tageszeitungen publizieren im Sommer jeweils die O<sub>3</sub>-Messwerte vom Vortag.

---

|                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Industrie und Gewerbe</b>  |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Verschärfte Kontrollen</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.3.1    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 27.03.09 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> |          |
| <b>VERSION</b>         | 01       |

## Zweck

Eine **Kontrolle der Anlagen** in der von der Luftreinhalteverordnung (LRV) vorgeschriebenen Häufigkeit sowie häufigere **unvermutete Kontrollen und Sondierungen (Stichproben)** sicherstellen.

## Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DUW

## Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Vom kantonalen LRV-Plan eingeführte Massnahme. 193 industrielle oder KMU-Anlagen wurden 2020 von der DUW kontrolliert, davon 26 anhand ihrer Materialbilanzen bzgl. VOCV und 167 durch Emissionsmessungen (wobei in 44 Fällen LRV-Verstösse festgestellt wurden). Interne Umstrukturierungen und die Coronaviruspandemie haben zu einem deutlichen Rückgang der Anzahl Kontrollen gegenüber dem Vorjahr geführt.

Das Labor der Cimo SA führt Anlagenkontrollen durch Emissionsmessungen durch. Im vergangenen Jahr wurden 12 Kontrollen in der chemischen Industrie bei Monthey durchgeführt: an 3 Anlagen der BASF SA, an 3 der Huntsman Sàrl und an 6 der Syngenta SA. Zudem wurden 5 Anlagen bei der Siegfried Evionnaz SA kontrolliert, womit die Cimo insgesamt 17 Anlagen kontrollierte. Dabei wurden 3 LRV-Verstösse ausfindig gemacht. Ausserdem führte die Cimo auch 3 Selbstkontrollen an eigenen Anlagen durch, bei denen kein LRV-Verstoss festgestellt wurde.

Die Lonza AG reichte 2020 20 Berichte über Selbstkontrollen an 23 Anlagen ein, von denen 3 Verstösse gegen die LRV ergaben. Ein LRV-konformes Ergebnis kam durch eine Verdünnung des Abgasstroms zustande, welche die Bedingungen von Anhang 1 Ziff. 23 LRV nicht klar erfüllt. Die Informationen wurden gemäss Art. 12 LRV zur Kenntnis genommen.

6 weitere Kontrollen wurden von spezialisierten Drittfirmen, das heisst Unternehmen der Luftunion ([www.luftunion.ch](http://www.luftunion.ch)) oder aufgrund ihres Qualitätsnachweises als kompetent anerkannten Unternehmen, bei 7 Anlagen der Cimo und der Lonza durchgeführt. In den Art. 13 LRV entsprechenden Berichten zu diesen Kontrollen wurde 2020 ein Verstoss gegen die LRV festgestellt.

Somit wurden 2020 insgesamt 24 amtliche Kontrollen durch Dritte und 26 Selbstkontrollen durchgeführt, alles in allem 50 Erhebungen, deren Ergebnisse hinsichtlich der LRV geprüft worden sind. Alle Berichte werden von der DUW als Aufsichtsbehörde überprüft. Falls bei den Ergebnissen einer Selbstkontrolle Zweifel bestehen sollten, behält sich die kantonale Dienststelle vor, den Bericht abzulehnen oder auf einer unabhängigen Kontrolle zu bestehen.

Im Sommer wurde in einer Besprechung mit dem ASF/SVK eine Bilanz der 2019 durchgeführten Kontrollen und der zu unternehmenden Schritte gezogen. Daraufhin wurde von der DUW eine Liste mit den 2020 zu kontrollierenden Anlagen erstellt und dem Verband überreicht. Die Kontrollen wurden von Mai bis Oktober bei 6 Unternehmen durchgeführt. Zudem wurden die neuen Vollzugshilfen des BAFU die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) betreffend erörtert.

Die AGVS kontrollierte 2020 im Rahmen der mit ihr bestehenden Branchenvereinbarung 118 Tankstellen, d.h. 517 Einfüllstutzen. Die Gruppe Luftreinhaltung der DUW hat an 10 Tankstellen 45 Einfüllstutzen einer Kontrolle unterzogen. Alle Zapfsäulen waren LRV-konform.

Gestützt auf die mit der Branche geschlossene Vereinbarung, stattete der AINTS/VKTS 2020 einem Bügelservice einen Kontrollbesuch ab. Eine Wäschetrommel wurde ausser Betrieb genommen.

Im Rahmen der zwischen der DUW und dem WBV geschlossenen Vereinbarung für die LRV-mässige Kontrolle von Baumaschinen wurden 2020 84 Dieselmotoren auf Baustellen inspiziert, wobei 4 nicht konforme Maschinen (5 %) festgestellt wurden. Dieser Anteil liegt deutlich unter jenem der Jahre 2018 (10 %) und 2019 (11 %), in denen jeweils 55 bis 60 Maschinen untersucht wurden. Die Kontrollen betreffen hauptsächlich die Einhaltung der Verpflichtung zum Einbau von Partikelfiltern bei Maschinen, die weder mit einem OEM-Motor mit Konformitätsbescheinigung gemäss LRV ausgerüstet sind noch nach 2019 gemäss der Verordnung EU 2016/1628 (Euro-Norm Phase V) gebaut wurden. Letztere müssen nicht nachträglich mit einem PF ausgestattet werden.

Die im Oktober 2019 eingeleitete Aktion zur Ausrüstung von Dieselmotoren mit Baujahr vor 2007, die den 2003 durch das Bundesamt für Umwelt (vormals BUWAL) herausgegebenen Vorschriften unterliegen, in Walliser Kieswerken und Steinbrüchen mit Partikelfiltern wurde 2020 fortgesetzt. Diese Abgasreinigungstechnik ist die einzige anerkannte, mit der die Einhaltung des LRV-Grenzwerts für krebserregenden Dieselschmutz bei Maschinen mit einer Motorleistung von 30 kW oder mehr sichergestellt werden kann.

Bis Ende 2020 wurden 1508 aktive holzbefeuerte Anlagen mit bekannter Nennleistung in der kantonalen Datenbank erfasst, davon sind 48 bis 71 % handbeschickt. Die Nennleistung all dieser Anlagen zusammengefasst beträgt 121 MW. 335 Anlagen verfügen über eine Wärmeleistung von 70 kW oder mehr, diese ergeben eine Leistung von insgesamt 97 MW. Über 80 % dieser Anlagen sind automatisch beschickt.

Der Feuerungsinspektor der Gruppe Luftreinhaltung der DUW führte 29 Verbrennungsmessungen an Heizanlagen durch, die einer periodischen Kontrolle durch den Kaminfeger oder eine qualifizierte Fachfirma unterliegen. Über eine systematische Kontrolle von Holzheizungen mit unter 70 kW wird zurzeit mit der Kaminfegerbranche verhandelt.

---

### Indikatoren 2020

|                                                                 |       |
|-----------------------------------------------------------------|-------|
| Anzahl der von der DUW durchgeführten jährlichen Kontrollen:    | 167   |
| Anzahl der von Fachfirmen durchgeführten jährlichen Kontrollen: | 24    |
| Statistisch erfasste Holzheizungen und Holzfeuerungsanlagen:    | 1'508 |

---

### Planung 2021

Fortführung der verschärften Kontrollen durch die DUW.

---

### Auswirkungen, Folgen

Fortführung der Branchenvereinbarungen mit den Fachverbänden (VKTS, SVK, AGVS, WBV).

---

### Finanzen

---

### Vorschläge an den Staatsrat

Es wurde eine Änderung an diesem Blatt des kantonalen Massnahmenplans ausgearbeitet und im Herbst 2019 über den Dienstweg kommuniziert. Die Neufassung wurde im September an einer Sitzung der

---

DUW und der KKRL präsentiert. Die Massnahme 5.3.1 wird in «Gezielte Verschärfung der Kontrollen» umbenannt. Die Grundlage für die Kontrollabstände wird die in Art. 13 LRV verlangte Häufigkeit bleiben, damit die Gleichbehandlung gewährleistet wird. Hingegen kann man unter Berücksichtigung der Kontrollergebnisse die Kontrollabstände bei Anlagen mit geringer Verschmutzung vergrössern und bei solchen, welche kritisch sind, verkürzen, um die für die Luftverschmutzung bereitgestellten Ressourcen optimal einzusetzen. Die Gross-Emittenten würden von dieser Anordnung nicht betroffen. Der Zeitpunkt der nächsten LRV-Kontrolle einer Anlage würde von der Gruppe Luftreinhaltung der DUW im Laufe der Auswertung der Ergebnisse und mithilfe der im Massnahmenblatt erläuterten Richtlinien festgelegt.

---

### **Bemerkungen**

Die zurzeit von der SAS durchgeführte Akkreditierung der Gruppe Luftreinhaltung der DUW dauert bis im Juli 2021. 2017 wurden aufgrund der Einführung einer neuen Version der Norm ISO 17'025 Änderungen vorgenommen. Ein externes Audit der Gruppe Luftreinhaltung hat im August 2019 eine erfolgreiche Integration des modifizierten Standards bestätigt. Das Audit zur Reakkreditierung wurde im Januar 2021 eingeleitet.

Die mit den Emissionsmassnahmen verbundenen Kosten werden hauptsächlich durch das kantonale Reglement 814.104 (Beschluss über die Kostentarife für behördliche Leistungen im Umwelt- und Gewässerschutz vom 17.01.2018) festgelegt.

---

|                          |                                                   |
|--------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Industrie und Gewerbe</b>                      |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Strengere Grenzwerte für grosse Emittenten</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.3.2    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 27.03.09 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> |          |
| <b>VERSION</b>         | 01       |

## Zweck

Begrenzung der **Emissionen der grossen Emittenten** (mehr als 1 % der gesamten Emissionen im Wallis bzw. mehr als 5 % der Emissionen auf lokaler Ebene) durch den Einsatz der besten Technologien, unter Beachtung des Prinzips der Verhältnismässigkeit.

## Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DUW

## Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Vom kantonalen Plan für die Luftreinhaltung eingeführte Massnahme. Die nachstehenden Indikatoren widerspiegeln die wichtigsten grossen Emissionsquellen der Walliser Industrie, gestützt auf die Situation von 2009 und 2010 zu Beginn des kantonalen Plans. Demzufolge war die Raffinerie von Collombey die Hauptquelle der Luftverschmutzung. Die Schliessung der Raffinerie im April 2015 hat das Bild der Emissionen deutlich verändert. Die historische Zeitreihe der Indikatoren hebt einige markante, durch ihren Schadstoffausstoss bedingte Entwicklungen hervor. Der Rückgang der SO<sub>2</sub>-Konzentrationen 2013 liess sich vor allem durch die Zuverlässigkeit des im Herbst 2012 eingeführten Verfahrens zur Rückgewinnung von Schwefel erklären. Die NO<sub>x</sub>-Zunahme seit 2011 wurde ebenfalls massgeblich von den variablen Emissionen der Raffinerie beeinflusst: von 291 t (2011) auf 559 t (2014). Seit der Einstellung der Erdölindustrie gingen die Indikatoren für die 3 wichtigsten Schadstoffe gegenüber den Werten des Produktionsjahres 2014 deutlich zurück. Dies geht vor allem aus dem Vergleich der Werte für 2016 mit jenen für 2014 hervor. Die NO<sub>x</sub>-Emissionen sanken um 62 %, die des SO<sub>2</sub> um 85 % und die des Feinstaubes um 67 %. Der stärkste Rückgang war bei den für Raffinerungsprozesse typischen Schwefeloxiden festzustellen. 2014 war die Erdölindustrie noch für 72 % des gesamten SO<sub>2</sub>-Ausstosses verantwortlich und machte 56 % der NO<sub>x</sub>- und 61 % der PM10-Gesamtemissionen aus. Seit 2016 entfällt ihr Beitrag und die Schadstoffkonzentrationen der verbleibenden 10 Emissionsquellen sind relativ stabil. Sie variieren zwischen 360 und 404 t/Jahr für das NO<sub>x</sub>, zwischen 18 und 25 t/Jahr für das SO<sub>2</sub> und zwischen 7 und 17 t/Jahr für den Feinstaub.

Anthropogene flüchtige organische Verbindungen (VOC) sind ebenfalls gefährliche Schadstoffe, denn sie enthalten gesundheitsschädliche oder krebserregende Stoffe, wie z. B. das Benzol. Aus der Überwachung der Entwicklung ihrer jährlichen Ausstossbilanzen bei den 11 grössten Emittenten ergeben sich für 2010 bis 2019 folgende Werte (in Tonnen, t): 965 t (2010), 912 t (2011), 1'049 t (2012), 930 t (2013), 910 t (2014), 684 t (2015), 227 t (2016), 230 t (2017), 252 t (2018), 261 t (2019). Auch hier zeigt sich 2016 gegenüber 2014 ein hauptsächlich auf die Einstellung der Raffinerie zurückzuführender, deutlicher Rückgang von 683 t. Die Reduktion der VOC-Emissionen der Raffinerie in diesen zwei Jahren (577 t weniger) entspricht 85 % des gesamten VOC-Rückgangs.

## Indikatoren 2020

|                                                                         |       | NO <sub>x</sub> | SO <sub>2</sub> | PM10 |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------|-----------------|------|
| Entwicklung der jährlichen Ausstossbilanzen der 11 grössten Schadstoff- | 2009: | 848             | 334             | 64   |
| Emittenten im Wallis (Emissionsmengen im Kanton in Tonnen/Jahr          | 2010: | 744             | 287             | 40   |
| gemäss Emissionserklärungen der 7 grössten Chemieindustrien in          | 2011: | 688             | 303             | 44   |
| Monthey (4), Evionnaz (1) und Visp (2), der 3 KVA (SATOM, UTO,          | 2012: | 822             | 365             | 58   |
| KVO) und (bis März 2015) der Raffinerie in Collombey)                   | 2013: | 873             | 143             | 43   |
|                                                                         | 2014: | 996             | 165             | 41   |
|                                                                         | 2015: | 489             | 69              | 21   |



### Fortsetzung der Tabelle

Seit 2016 fällt der Beitrag der Raffinerie weg (eingestellt)

|       | NO <sub>x</sub> | SO <sub>2</sub> | PM10 |
|-------|-----------------|-----------------|------|
| 2016: | 383             | 25              | 14   |
| 2017: | 404             | 23              | 17   |
| 2018: | 360             | 18              | 11   |
| 2019: | 365             | 18              | 7    |

### Planung 2021

Fortführung der Massnahme.

### Auswirkungen, Folgen

Die Liste der Gross-Emittenten wurde überarbeitet. Seit 2017 enthält sie 10 Unternehmen, welche dem Kriterium dieser Massnahme auf kantonaler Ebene entsprechen, und 12 auf lokaler Ebene, nämlich auf einem Gemeindegebiet. Die Raffinerie in Collombey taucht in dieser Aufstellung seit 2016 nicht mehr auf.

Die 10 Unternehmen der Kategorie Gross-Emittenten im Kanton sind alle in der Liste der 11 wichtigsten ursprünglichen Gross-Emittenten enthalten, ausser zwei Unternehmen der Metallindustrie, von denen eines aus drei Zweigstellen an verschiedenen Standorten besteht, und einem Unternehmen, das synthetische Kristalle erzeugt. Drei der 12 Unternehmen der Kategorie der kommunalen Gross-Emittenten sind in der Liste der 11 wichtigsten ursprünglichen Gross-Emittenten enthalten. Die 9 übrigen sind auf unterschiedlichen Gebieten tätig, u. a. in der synthetischen Chemie, in der Pigmentherstellung und im Pharmabereich. Die gesamten Emissionen der 10 Gross-Emittenten im Kanton und der 12 Gross-Emittenten auf kommunaler Ebene betrugen 2018: 462 t NO<sub>x</sub>, 20 t SO<sub>2</sub> und 24 t PM10. Beim NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub> ist das ein Plus von 27 bzw. 9 % gegenüber der bisherigen Liste der 11 wichtigsten ursprünglichen Emittenten, doch beim PM10 sind es 337 % mehr. Dieser beträchtliche Unterschied ist auf die Metallindustrie zurückzuführen. Für die VOC-Emissionen gaben die hinzugekommenen Gross-Emittenten 2019 insgesamt 197 t an, das heisst rund  $\frac{3}{4}$  der jährlichen Emissionsmengen der ursprünglich indizierten Unternehmen.

### Finanzen

### Vorschläge an den Staatsrat

Es wurde eine Änderung an diesem Blatt des kantonalen Massnahmenplans ausgearbeitet und im Herbst 2019 über den Dienstweg kommuniziert. Die Neufassung wurde im September an einer Sitzung der DUW und der KKRL präsentiert. Die Überschrift der Massnahme 5.3.2 bleibt dieselbe («Strengere Grenzwerte für grosse Emittenten»). Die Kriterien zur Definition eines grossen Emittenten werden jedoch abgeändert. Es ändert sich nichts am Anteil an den Gesamtemissionen im Wallis, aber für jenen von 5 % auf lokaler Ebene wird präzisiert, dass es sich um den Anteil an den Emissionen einer Gemeinde handeln muss. Für drei der vier Schadstoffe (NO<sub>x</sub>, PM, NMVOC) werden Minimalmengen des Ausstosses festgelegt, die eine Anlage zu einem Gross-Emittenten machen. Eine Grundeinheit der Luftreinhalte-Verordnung ist die stationäre Anlage. Das SO<sub>2</sub> wird nicht berücksichtigt, weil seine Emissionen in den letzten 15 Jahren stark zurückgegangen sind. Die Schwellenwerte, die eine Anlage zu einem Gross-Emittenten machen, wurden im letztjährigen Bericht vorgestellt. Sie basieren auf einem Anteil von rund 1 % an den Gesamtemissionen im Bereich Heizungen und Industrie im Referenzjahr 2017 gemäss dem kantonalen Kataster und auf den Erwägungen der Verordnungen der beiden Halbkantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt, die strengere Beschränkungen der NO<sub>x</sub>- und VOC-Emissionen kennen. Im Übrigen ist bei neuen Anlagen weiterhin der Einsatz der besten Technologien vorgeschrieben. Dieser wird zur Reduktion der VOC- und Feinstaubemissionen aber auch auf bereits

bestehende Anlagen ausgeweitet. Zu den besten verfügbaren Technologien werden neu auch Brennwertkessel gezählt, die für die Reduzierung der NO<sub>x</sub>-Emissionen empfohlen werden. Die Reduktion auf 1/3 der EGW bei als nicht konform beurteilten Anlagen ist weiterhin möglich unter Beachtung des Prinzips der Verhältnismässigkeit und wenn die Technik dies zulässt.

---

### Bemerkungen

Die Emissionserklärungen der Industrie für 2020 sind noch nicht verfügbar. Sie werden normalerweise bis im Sommer 2021 abgegeben.

Die deklarierten PM-Emissionen werden als repräsentativ für den PM10 angesehen, da die ausgestossenen Staubfrachten im Wesentlichen als Schwebepartikel in der Luft bleiben.

Das von KVA ausgestossene CO<sub>2</sub> ist ein direkter Indikator für die verbrannten Abfallvolumina, da es unbehandelt freigesetzt wird. Stickoxide (NO<sub>x</sub>) werden hingegen gereinigt und die jährlich ausgestossenen Mengen hängen auch von der variierenden Reinigungsleistung der DeNO<sub>x</sub>-Anlagen ab. Die Einführung der Sackgebühr 2018 soll zu einem Rückgang der in den KVA verbrannten Haushaltsabfälle um 30 % geführt haben. Der von den KVA aufgrund von kontinuierlichen Messungen und/oder den Emissionsfaktoren für die in die Öfen gegebenen Mengen gemeldete Rückgang bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen beträgt jedoch maximal 10 %. Dieses Ergebnis basiert auf dem Emissionsmittel 2018-2019 gegenüber jenem von 2016-2017. Dieser Wert ist allerdings zu relativieren angesichts der Art der Abfälle, die in diesen Anlagen verbrannt werden, wie Sonderabfälle und Abfälle aus Sammelstellen. Die Menge dieser in den KVA entsorgten Abfälle dürfte keinen deutlichen Rückgang, wenn nicht sogar eine Zunahme verzeichnet haben.

---

|                          |                                                                                                         |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Industrie und Gewerbe</b>                                                                            |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Überprüfung der Umweltverträglichkeit eines Unternehmens vor Gewährung einer Steuererleichterung</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.3.3    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 27.03.09 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> |          |
| <b>VERSION</b>         | 01       |

### Zweck

Überprüfung der Umweltverträglichkeit eines Unternehmens vor der Gewährung einer Steuererleichterung.

Verhindern, dass Unternehmen, die nicht **gesetzeskonform** sind, namentlich im Bereich der Luftreinhaltung, Steuererleichterungen erhalten.

### Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

StR (Staatsrat) – DUW

### Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Vom kantonalen Plan für die Luftreinhaltung eingeführte Massnahme. Im letzten Jahr fand keine Überprüfung der Luftreinhaltung im Zusammenhang mit dieser Massnahme statt.

### Indikatoren 2020

|                                                                                               |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Steuererleichterung abgelehnt:                                                                | 0 |
| Anzahl Unternehmen, die Sanierungen durchgeführt haben, um Steuererleichterungen zu erhalten: | 0 |

### Planung 2021

Fortführung der Massnahme.

### Auswirkungen, Folgen

Koordination zwischen DFI (Finanzen, Steuern) und DMRU. Prüfung der Dossiers durch die DUW.

### Finanzen

### Vorschläge an den Staatsrat

### Bemerkungen

Bei den im Indikator berücksichtigten Sanierungen handelt es sich um solche, die auf einer Verfügung der Dienststelle beruhen. Behebungen von LRV-Verstössen, die nicht auf dem Verfügungsweg geregelt werden, gelten als das Erfüllen einer Grundanforderung, das zu keiner steuerlichen Begünstigung berechtigt.

|                          |                                                                                                                                                        |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Kraftfahrzeuge</b>                                                                                                                                  |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Ausrüstung neuer Fahrzeuge und anderer Dieselmotoren des Staats mit einem Partikelfilter und einem System zur Reduktion der Stickoxidemissionen</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.4.1    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 27.03.09 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> |          |
| <b>VERSION</b>         | 01       |

## Zweck

Ausrüstung der vom Staat gekauften neuen Fahrzeuge und anderer Dieselmotoren mit einem **Partikelfilter (PF)** und, soweit möglich, mit einem **System zur Reduktion** von Stickoxidemissionen

## Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

Alle Dienststellen des Staates Wallis.

## Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Diese Massnahme ist am 8. April 2009 in Kraft getreten. Für ihre Umsetzung sind die Dienststellen in den Departementen zuständig. Die Statistik für 2020 (Stand: 1. Januar 2021) wurde von der DSUS kommuniziert. Demnach setzte der Staat Wallis 2020 60 Dieselfahrzeuge in Verkehr, davon:

- 52 mit PF;
- 8 ohne PF.

Die Fahrzeuge ohne PF sind in 6 kantonalen Dienststellen zu finden. Auf Nachfrage erwiesen sich vier von ihnen doch als konform, entweder, weil sie mit einem PF ausgestattet waren, ohne dass dies im Informatiksystem verzeichnet war, oder weil sie der Norm Euro 5 oder einer noch jüngeren Norm entsprachen. Die vier verbleibenden Fahrzeuge, eine Dampfwalze der Norm Euro IIIA (Code D02), ein Schneepflug Euro IV (Code D04), eine landwirtschaftliche Erntemaschine Euro IIIA (Code D02) und eine Kehrmaschine Euro IIIA (Code FO2) wurden genauer überprüft.

Die Dampfwalze verfügt tatsächlich über einen PF, der im Fahrzeugausweis ausgewiesen ist. Der Schneepflug ebenfalls, aber der PF wird im Fahrzeugausweis nicht aufgeführt. Er wurde mit einem Abgasreinigungsmodul mit PF und einem SCR-DeNO<sub>x</sub>-System ausgestattet, wie aus der Dokumentation zum Motor hervorgeht. Die Kehrmaschine verfügt über einen Motor von 27 kW, für den weder der Lieferant noch der Importeur ein PF-Modul im Angebot haben. Ein technisches Gutachten rät von der Ausstattung ab, weil insbesondere die Unterhaltskosten unter Berücksichtigung vorhersehbarer Stösse unverhältnismässig sein könnten. Unter diesen Umständen kommen die DUW und die DSUS zum Schluss, dass eine Ausnahmegewilligung für diese Maschine zulässig ist. Ihre Motorisierung entspricht dem LRV-Grenzwert für krebserzeugende Dieselmotoremissionen abseits des Strassenverkehrs. Das Fahrzeug ist für den Hauptverwendungszweck für den öffentlichen Strassenverkehr zugelassen, ohne rechtliche Verpflichtung zur Ausstattung mit einem Partikelfilter. Bei der letzten nicht konformen Maschine handelt es sich um die landwirtschaftliche Erntemaschine, einen Baggerlader. Ihr Perkins-Motor mit 24.3 kW, der nicht auf der Liste der OEM-Motoren des BAFU aufgeführt ist, hat keinen PF. Infolge dieser Feststellung wurde im Februar 2021 eine Offerte für den Kauf und die Installation eines Filters eingeholt. Die DUW hat diese Offerte angenommen und die zuständige Dienststelle angewiesen, den Baggerlader so bald wie möglich auszurüsten.

Die Hubarbeitsbühne und der Anpralldämpfer mit Warnschwellenleger, die in der Bilanz für 2019 als nicht konform befunden wurden, sind aus dem Maschinenpark der betreffenden Dienststelle ausgeschieden. Sie wurden zur Weiterverwendung ausserhalb des Geltungsbereichs der kantonalen Massnahme von privaten Garagen übernommen. Der Landwirtschaftstraktor, der 2018 als nichtkonform erklärt wurde, wurde ausgetauscht mit einem Traktor, der gemäss der Überprüfung 2019 über einen PF verfügt.

## Indikatoren 2020

|                                                                |    |         |
|----------------------------------------------------------------|----|---------|
| Kontrolle der Einhaltung der Richtlinie (Diesel-Neufahrzeuge): | 60 | (100 %) |
| Ausstattung mit PF oder EURO 5-/EURO 6-konform:                | 58 | (97 %)  |
| Nicht ausgestattet:                                            | 2  | (3 %)   |

## Planung 2021

Fortführung der Massnahme und Controlling mit der DSUS für Jahresbilanz.

## Auswirkungen, Folgen

Statistische Erfassung der Dieselfahrzeuge in Zusammenarbeit mit der DSUS.

## Finanzen

## Vorschläge an den Staatsrat

## Bemerkungen

Fahrzeuge, die 2020 vom Staat (wieder) in Verkehr gesetzt wurden, gelten als Neufahrzeuge.

Die Statistik wird gegen Jahresmitte überprüft, um zu beurteilen, ob die staatlichen Dienststellen den internen Weisungen bezüglich der Einhaltung dieser Massnahme auch Folge leisten.

|                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Kraftfahrzeuge</b>      |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Kraftfahrzeugsteuer</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.4.2    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 27.03.09 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> | 18.06.14 |
| <b>VERSION</b>         | 02       |

### Zweck

Förderung der umweltschonendsten Kraftfahrzeuge durch eine **Senkung** der kantonalen Kraftfahrzeugsteuer.

### Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DSUS (Dienststelle für Strassenverkehr und Schifffahrt)

### Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Von 2010 bis 2012 galt für Fahrzeuge der Energieklasse A (CO<sub>2</sub>-Ausstoss unter 130 g/km und mit Partikelfilterpflicht für Dieselmotoren) eine Ermässigung auf der Kraftfahrzeugsteuer. Ab 2013 waren dann die neuen, vom Staatsrat per Beschluss vom 19. September 2012 gutgeheissenen Kriterien in Kraft. Demzufolge galt die Steuerermässigung noch für Fahrzeuge der Energieklasse A, die maximal 115 g CO<sub>2</sub> pro km ausstossen, und für Dieselmotoren mit Partikelfiltern. Am 18. Juni 2014 beschloss der Staatsrat die Massnahme auf Ende der zweiten Dreijahresperiode (2013-2015) aus Spargründen und Haushaltskürzungen ganz aufzuheben. Daher wurde sie in der dritten Periode von 2016 bis 2018 nicht mehr umgesetzt. Mit einem Beschluss vom 26. September 2018 änderte der Staatsrat seine Optik wieder und beauftragte eine Arbeitsgruppe (AGr) damit, sich eine Strategie zur Förderung von Elektro- und Hybrid-Fahrzeugen im öffentlichen und privaten Verkehr zu überlegen. Nach einigen Sitzungen gab die AGr am 4. November 2019, dem Tag ihrer Auflösung durch den Staatsrat, einen Bericht ab. Darin werden 10 Massnahmen vorgestellt, 7 davon betreffen die Öffentlichkeit direkt. Zwei davon sind sich ähnlich, indem sie eine Finanzhilfe für die Elektromobilität vorsehen; seit November 2020 und bis am 31. Dezember 2022 profitieren Personen, die ein Elektro- oder ein aufladbares Hybrid-(Plug-in)-Fahrzeug kaufen oder eine Ladestation installieren, von einer Prämie. Die Bedingungen zur Berechtigung von Prämien basieren auf der kantonalen Richtlinie betreffend die Förderung von Elektro- und Hybrid-Mobilität vom 12. August 2020, welche die zu beachtenden Kriterien und die Höhe der Prämien nach Fahrzeugart und nach Art der Ladestation festlegt. Alle Details können den Webseiten der Agenda 2030 des Staates Wallis (<https://www.vs.ch/de/web/agenda2030/mobilitat>) entnommen werden. Die DSUS ist für die Umsetzung dieses Förderprogramms zuständig, in Zusammenarbeit mit der Dienststelle für Energie und Wasserkraft (DEWK).

Das von 2010 bis 2015 umgesetzte Konzept einer Steuererleichterung wurde hingegen mindestens bis 2022 fallen gelassen. Über eine allfällige Wiedereinführung wird nach einer Evaluation der Wirkung der die Elektromobilität begünstigenden Kaufprämien gegen Ende der ersten zweijährigen Periode entschieden, die dieses Jahr begonnen hat.

### Indikatoren 2020

|                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Anzahl der Gas- oder Hybrid-Fahrzeuge, die (seit dem 01.01.2007) eine Ermässigung von 50 % erhalten | n/a |
| Anzahl der Fahrzeuge mit herkömmlichem Treibstoff, die eine Ermässigung erhalten:                   | n/a |

### Planung 2021



Die Förderung von Elektro- und Hybrid-Fahrzeugen im öffentlichen und privaten Verkehr zählt zu den zentralen Massnahmen und Projekten des Aktionsbereiches «Die Mobilität verbessern» des Regierungsprogramms des Staatsrates. Der DFM (Dienststelle für Mobilität), der DSUS und der DWTI (Dienststelle für Wirtschaft, Tourismus und Innovation) kommt eine proaktive Rolle bei der Umsetzung der Massnahmen zur Begünstigung der Elektromobilität zu. Die Coronaviruspandemie hat jedoch insbesondere bei der DWTI zu einer Hinterfragung der 2020 festgelegten Prioritäten geführt.

---

### Auswirkungen, Folgen

Der Öko-Bonus durch Steuererleichterung bleibt bis auf Weiteres komplett eingefroren.

---

### Finanzen

Nach Aufhebung des Steuerrabatts ab 2016 schätzte man die Zunahme der Einnahmen für den Staatshaushalt auf Fr. 500'000 bis 700'000 pro Jahr. Mit diesem Betrag können pro Jahr 200-280 Prämien für den Kauf von Hybridfahrzeugen oder 143-200 Prämien für den Kauf von 100 % elektrischen Personenkraftwagen ausgezahlt werden. Sollte die Nachfrage darüber liegen, wird der Staat ein zusätzliches Budget dafür in der IMP einplanen müssen. Eine allfällige Wiedereinführung der Steuererleichterung wird von der sozioökonomischen Bedeutung, welche die Elektrofahrzeuge bis 2023 angesichts einer umweltfreundlicheren Mobilität gewonnen haben werden, abhängen.

---

### Vorschläge an den Staatsrat

---

### Bemerkungen

Abgesehen von der von 2010 bis 2015 gemachten Erkenntnis, dass ein Erlass auf die Fahrzeugsteuer von Fr. 130.- pro Fahrzeug und Jahr nur wenige Leute zum Kauf eines umweltschonenden Fahrzeugs der Energieklasse A bewegte, war die Energieklasse von den Werten her auch gar nicht richtig sichergestellt. Die Ablösung der NEFZ-Methode für die Abgasmessung, die für die Typengenehmigung der Personenkraftwagen verwendet wird, durch das neue Abgas-Messverfahren namens WLTP (Worldwide light duty vehicle test procedure) schreitet voran. Dieses neue Verfahren wurde im ersten Quartal 2020 durch den Automobilsektor eingeführt. Die Messungen werden weiterhin am Prüfstand im Labor durchgeführt, aber nach einem realistischeren Vorgehen. Gemäss dem TCS können die Werksangaben nun mit einer besonders umweltschonenden Fahrweise (Eco-Drive-Fahrweise, Massnahme 5.4.3) im realen Strassenverkehr erreicht werden, was mit der NEFZ-Methode mit einem zu realitätsfernen Protokoll früher unmöglich war. Die NEFZ-Methode unterschätzte die Emissionen, indem sie mit einem bis zu rund 1.6 l auf 100 km unter den realen Werten liegenden Verbrauch rechnete. Bei Fahrzeugen, die angeblich 5 l auf 100 km verbrauchen, macht dies mit 25 % unter dem tatsächlichen Verbrauch einen wesentlichen Unterschied aus. Die Schwachstellen der toleranten NEFZ-Methode wurden im Hinblick auf die Zulassung immer interessanter und die Hersteller achteten bei der Konzeption des Motors eher darauf, beim Labortest gut abzuschneiden, als auf niedrigere Emissionen im Verkehr. Die ersten Ergebnisse für die Verbrauchsdaten weisen darauf hin, dass die neue Evaluierungsgrundlage WLTP sehr viel zuverlässigere Werte liefert. In Kombination mit der RDE-Methode (Real Driving Emissions) können zuverlässige wissenschaftliche Informationen erhoben werden. Ob der Öko-Bonus wieder in Betracht gezogen werden kann, wird mehr denn je von der Verfügbarkeit dieser Daten abhängig sein. Sie sollten die offiziellen Stellen der Abgasüberwachung vor den betrügerischen Manipulationen, die den Dieselskandal (Dieselgate) auslösten, schützen. Die Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute (Cerc'l'Air) rät, keines der am tiefsten in den Dieselskandal verwickelten Dieselfahrzeuge, d.h. keines der Kategorie Euro 4, 5, 6b oder 6c zu kaufen. Nach der Euro-Norm 6d-Temp gebaute Fahrzeuge sollten hingegen in Ordnung und deren Emissionen auch bei Fahrzeuggebrauch auf der Strasse kontrolliert worden sein.

Der Jahresbericht über die Luftreinhaltung 2019 wies darauf hin, dass die LRV-Grenzwerte für Ozonimmissionen angesichts der in der Atmosphäre wirkenden Prozesse nur durch eine drastische Reduzierung der NO<sub>x</sub>-Vorläufgase in der Schweiz werden eingehalten werden können. Basierend auf einer Auswertung der während der Hitzewelle im Juni 2019 erhobenen Messergebnisse im Mittelwallis wird davon ausgegangen, dass die aktuellen Stickoxidkonzentrationen um mindestens 90 % abgebaut werden müssten, um die von der LRV vorgesehene Luftqualität jederzeit gewährleisten zu können. Dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn im Rahmen der Energiewende eine grosse Mehrheit der Heizanlagen und der Verbrennungsmotoren durch alternative Energieträger ersetzt wird, die bei der Energieproduktion weder CO<sub>2</sub> noch NO<sub>x</sub> freisetzen. Zu diesem Zweck sind alternativ auch Verfahren möglich, welche die Schadstoffe auffangen, bevor sie in die Atmosphäre gelangen. In bestimmten Fällen wie bei grossen Öfen oder grossen Fahrzeugen und Lastkraftwagen könnten diese geeigneter sein. Für Personenkraftwagen und Motorräder ist die Elektromobilität hingegen die am besten ausgereifte Technologie zur Sicherstellung einer wesentlich geringeren Abhängigkeit von fossilen Energien, vorbehaltlich der in der Produktion der gekauften Fahrzeuge aufgewendeten grauen Energie. Diese Problematik wurde von einer Studie der EMPA aufgegriffen, über welche die Medien im Januar 2020 berichteten. Sie stellt fest, dass die Umweltauswirkung des gesamten Lebenszyklus eines Elektrofahrzeugs deutlich weniger gross ist als jene eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor. Ein Beispiel zeigt, dass das elektrisch betriebene Fahrzeug ab einem Kilometerstand von 20'000 bis 80'000 km für ein Spektrum an Umweltbelastungen im Zusammenhang mit der Produktion einer Batterie weniger Treibhausgas freisetzt als sein Gegenstück mit Benzinantrieb.

Die mit der Batterieproduktion verbundene negative Auswirkung auf die Umwelt hängt mit dem weiten Transport von Rohstoffen wie den Metallen Lithium, Kobalt und Nickel sowie der Verschmutzung zusammen, die durch für den Abbau der Metalle notwendige Verfahren, deren Verarbeitung und Transport verursacht wird. Auf dem schweizerischen und dem europäischen Markt fehlt es zudem an effizienten Recyclingverfahren, was die Bemühungen, eine optimale Umweltverträglichkeit dieser Technologien sicherzustellen, erschwert. Es wird intensive Forschung betrieben, um nachhaltige Lösungen auf der sozialen, der ökonomischen und der ökologischen Ebene zu finden. Dieses Thema wurde letztes Jahr in der Presse wiederholt aufgegriffen, nachdem am 1. Januar 2020 der Grenzwert von 95 g CO<sub>2</sub> pro km in Kraft getreten ist. Er gilt für alle erstmals zum Verkehr in der Schweiz zugelassenen Personenkraftwagen jeder Klasse. Für jedes Gramm CO<sub>2</sub>-Überschreitung ist eine Sanktionszahlung von Fr. 109 zu leisten. Wenn sich die Sanktion auf den Kaufpreis auswirkt, verteilen sich die Kosten auf den Hersteller, den Importeur und den Käufer. Die Elektromobilität ist die ideale Lösung zur Umgehung dieser Verteuerung. Einige Artikel berichteten über hybride Fahrzeuge mit Elektro- und Verbrennungsmotor, andere beschränkten sich auf 100 % elektrische Lösungen. Die Produktion der Batterien wird allgemein als eine der grössten Herausforderung angesehen. Das Inverkehrbringen der dafür notwendigen Rohstoffe ist insbesondere beim Lithium problematisch, das eine zentrale, aber beschränkte Ressource ist, deren Abbau und Verarbeitung umweltschädlich sind. Laufende Forschungsarbeiten haben sich zum Ziel gesetzt, nachhaltige Surrogate für dieses Metall zu finden, deren Beschaffung weniger geopolitischen Bedrohungen ausgesetzt ist. Vielversprechende Fortschritte deuten auf einen möglichen Ersatz des Lithiums durch Natrium hin, das in Form von ungeordneten, aber hochsymmetrischen Kristallen durch einen nicht entflammaren, auf Hydroboraten (Borwasserstoffverbindungen) basierenden Festelektrolyten geleitet wird. Daraus würde eine neue Generation von umweltfreundlicheren Batterien resultieren. Die Universität Genf und die EMPA sind an dem Projekt beteiligt. Andererseits gibt es auch Lösungen zur Verlängerung der Lebensdauer von Lithium-Ionen-Akkus. Die ersten diesbezüglichen Erfahrungsberichte von Herstellern klingen ziemlich zuversichtlich. Nach einem ersten Lebenszyklus, der die Garantie von 8 Jahren und 160'000 km überschreiten kann, ist ein zweiter Lebenszyklus der Antriebsbatterie von rund einem Jahrzehnt möglich. In dieser zweiten Phase kann sie als Speicher für Energie aus erneuerbaren Technologien wie Solarkollektoren und Windkraftanlagen oder für andere Zwecke, zum Beispiel in Kühlsystemen von Fahrzeugen, dienen.

|                          |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Kraftfahrzeuge</b>               |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Fahrkurse des Typs Eco-Drive</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.4.3    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 27.03.09 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> |          |
| <b>VERSION</b>         | 01       |

## Zweck

Förderung einer umweltbewussten, wirtschaftlichen und sichereren **Fahrweise**.

## Für die Massnahme verantwortliche Dienststellen

DUW, unter Mitwirkung des TCS

## Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Die DPM des Kantons setzt den Kurs weiterhin auf ihr jährliches Weiterbildungsprogramm. Im Januar 2020 informierte die Dienststelle darüber, dass im Verlauf des Jahres 2020 zwei Kurse in Zusammenarbeit mit dem von ihr beauftragten IPC stattfinden würden. Die Leitungen der betreffenden Dienststellen hatten ihrer herkömmlichen Finanzierung zu 50 % durch die DEWK und zu 50 % durch die DUW zugestimmt. Die Coronapandemie hat den ursprünglichen Kalender auf den Kopf gestellt. Nach zwei Verschiebungen der im April und im Mai vorgesehenen Daten kam die Schulung schliesslich am 13. Oktober zustande. Eine erste Lektion fand am Morgen mit 4 Teilnehmenden statt, die zweite wurde am Nachmittag mit 3 Personen abgehalten, da die vierte Person dieser Gruppe verhindert war.

Der TCS hält sein Angebot aufrecht, verzeichnete aber seit 2015 keine an der Eco-Drive-Schulung Interessierte aus dem Wallis. Das letzte Jahr erwies sich allgemein als ungünstig, weil das gesamte Schulungsangebot durch die Coronakrise beeinträchtigt wurde. Fast alle Kurse mussten abgesagt werden.

## Indikatoren 2020

Anzahl der Teilnehmer an Eco-Drive-Fahrkursen: 7

## Planung 2021

Auch wenn der Eco-Drive-Fahrkurs weiterhin unter der Rubrik «Fachkompetenzen» des internen Weiterbildungsangebots der kantonalen Verwaltung aufgeführt wird, ist bei der DPM noch keine Anmeldung für 2021 eingegangen. Die Dienststelle wird dieses Jahr auf eine Durchführung verzichten.

Angesichts der fehlenden Nachfrage für diese Kursart hat der TCS 2021 keine Kurse vorgesehen. Wie immer wird der Verein aber sein Möglichstes tun, sollten sich noch Interessierte melden. Kurse werden ab 3 Personen pro Halbtage durchgeführt. Die Anmeldungen können telefonisch direkt beim Sekretariat in Sitten (027 329 28 10) oder über Internet erfolgen.

## Auswirkungen, Folgen

Eine umweltbewusste Fahrweise führt zu einem flüssigeren Verkehr und ermöglicht Treibstoffeinsparungen bis zu 15 %. Angesichts dieser Vorteile empfiehlt die DUW diese Schulung jedem Automobilisten, der mit einem Fahrzeug unterwegs ist, das mit fossilen Energien läuft.

In seiner politischen Governance trägt der TCS dem gesellschaftlichen Gesamtinteresse gemäss Art. 2 seiner Statuten Rechnung. Der Verein ist folglich ein wertvoller Partner der kantonalen Verwaltung.

---

### Finanzen

Die Kosten für öffentliche Kurse laufen unter Aufwand des ordentlichen Budgets der DUW.

---

### Vorschläge an den Staatsrat

---

### Bemerkungen

Die Eco-Drive-Kurse sind nicht immer auf der Internetseite der Walliser TCS-Sektion (<https://www.tcs.ch/de/der-tcs/sektionen/wallis/content/kurse-fahrtrainings/>) zu finden. Die Schulung kann aber auf telefonische Anfrage beim Sekretariat in Sitten organisiert werden.

In Anbetracht der fortbestehenden Gesundheitskrise bietet der Staat Wallis mindestens bis Ende Februar oder sogar Ende März 2021 keine Präsenzkurse an.

---

|                          |                                                                                                 |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Kraftfahrzeuge</b>                                                                           |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Subventionierung des Einbaus von Partikelfiltern bei forstwirtschaftlichen Dieselmotoren</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.4.4    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 27.03.09 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> | 19.06.13 |
| <b>VERSION</b>         | 02       |

### Zweck

Schaffung eines **finanziellen Anreizes** für den Einbau von Vorrichtungen, die es gestatten, die PM10-Belastung der Luft über das strikte gesetzliche Minimum hinaus zu reduzieren.

### Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DUW und DWFL

### Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Durch den kantonalen Massnahmenplan eingeführte Massnahme, abgeändert per StRE vom 19. Juni 2013. Seither besteht die Massnahme darin, die Vergabe von Krediten oder zinslosen Darlehen durch die Dienststelle für Wald, Flussbau und Landschaft (DWFL) davon abhängig zu machen, dass bei forstwirtschaftlichen Dieselmotoren ein Partikelfilter (PF) eingebaut wird. 2020 wurde einem Holzhandelbetrieb, der Partner eines Forstreviers ist, ein Investitionskredit von Fr. 200'000.- für den Kauf eines Schreitbaggers auf Rädern gewährt. Die Motorisierung dieses Modells ist ein TIER IV Final-Motor, der mit einem SCR-Katalysator mit AdBlue ausgestattet ist, der hauptsächlich den NO<sub>x</sub>-Ausstoss reduziert, und einem Dieselmotorspartikelfilter (DPF) mit automatischer Regeneration. Die Maschine fällt demnach nicht unter die Verpflichtung zum nachträglichen PF-Einbau. Ihr 4-Zylinder-Dieselmotor mit Turbolader und 115 kW ist ausserdem auf der Liste des BAFU der OEM-Motoren aufgeführt, die über eine Konformitätsbescheinigung der EMPA verfügen, welche sicherstellt, dass ihre Emissionen die Anforderungen der LRV an Baumaschinen und deren Partikelfiltersysteme ab Werk erfüllen.

### Indikatoren 2020

Anzahl subventionierter Maschinen: 1

### Planung 2021

Fortführung der Massnahme durch die DWFL. Die in der letztjährigen Bilanz für 2019 beantragte Stellungnahme der DUW zum nichtkonformen Forstschlepper ist noch in Ausarbeitung. Dieser Forsttraktor verfügte ebenfalls über eine TIER IV-Motorisierung, die aber nur mit einem AdBlue-Katalysator ausgestattet war und nicht auf der Liste der OEM-Motoren steht. Das betreffende Forstrevier wurde über die DWFL damit beauftragt, die notwendigen Schritte für einen nachträglichen PF-Einbau zu unternehmen. Es musste zuerst eine Offerte eingeholt werden, auch wenn die Ergebnisse des Abgastests selbst ohne zusätzlichen Filter gut ausfielen. Die Konformitätsprüfung wurde mittlerweile dokumentiert und ist beinahe abgeschlossen. Es muss jedoch aktiv nach einer zusätzlichen Finanzierungsquelle Ausschau gehalten werden, weil keine Ausnahme von der Verpflichtung zur Nachrüstung gemacht werden kann.

### **Auswirkungen, Folgen**

Die DWFL denkt darüber nach, eine Informationsbroschüre für die Forstreviere zu erarbeiten, um die mit der Massnahme 5.4.4 verbundenen Verpflichtungen in Erinnerung zu rufen. Die DUW unterstützt die DWFL bei dieser Aktion.

---

### **Finanzen**

---

### **Vorschläge an den Staatsrat**

---

### **Bemerkungen**

Kredite werden manchmal auch für andere Ausstattungen als für Maschinen mit PF gewährt, die aber dennoch zu einer besseren Luftqualität beitragen. So werden Anreize geschaffen, damit die Forstreviere Hallen zur Lagerung von Brennholz so einrichten, dass die Brennqualität des Holzes verbessert werden kann, indem insbesondere der Feuchtigkeitsgrad des Holzes vor der Verbrennung optimal reduziert wird. Dadurch können Schadstoffemissionen aus der Holzenergie, vor allem Staub und dessen Feinpartikel (PM10), vermieden werden. Ausserdem sind Maschinen, die mit Strom statt mit fossilem Brennstoff angetrieben werden, der Lufthygiene förderlich, weil dabei z. B. der krebserregende Dieselschmutz wegfällt. Anreize dieser Art kommen der Umwelt zugute, vor allem wenn dabei der Energiebedarf mit erneuerbaren Energien wie Strom aus Wasserkraft gedeckt wird.

---



|                          |                                                                  |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Heizungen</b>                                                 |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Sanierungen der Heizungen und Wärmeisolierung der Gebäude</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.5.1    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 27.03.09 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> |          |
| <b>VERSION</b>         | 01       |

### Zweck

Für die sanierungsbedürftigen Öl- und Gasheizungen Verlängerung der Fristen für die Anpassung an die Vorschriften, wenn die Wärmeisolierung des betroffenen Gebäudes verstärkt wird.

### Für die Massnahme verantwortliche Dienststellen

DEWK und DUW

### Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Vom kantonalen Plan für die Luftreinhaltung eingeführte Massnahme. Kommuniziert wird sie zusammen mit Sanierungsverfügungen für Heizungen. Wie die DEWK mitteilt, ging 2020 kein Gesuch per Formular E89 bei ihr ein. Die Gruppe Luftreinhaltung der DUW erteilte eine Fristverlängerung für eine Sanierung aufgrund dieser Massnahme. Die ursprünglich auf den Juli 2020 festgesetzte Frist der Verfügung von 2013 wurde um 3 Jahre verlängert.

### Indikatoren 2020

Anzahl wärmeisolierter Gebäude, bei denen eine Verlängerung der Sanierungsfrist für die Feuerungsanlage möglich ist:

1

### Planung 2021

Fortführung der Massnahme.

### Auswirkungen, Folgen

Die Fristverlängerungen werden in der kantonalen Datenbank für Feuerungsanlagen gespeichert. Eine elektronische Verwaltung der Dokumente ermöglicht es, die Verantwortung für die Fristverlängerungen zu übernehmen.

### Finanzen

### Vorschläge an den Staatsrat

### Bemerkungen

Die Wärmeisolierung von Gebäuden, die vor 2000 erbaut wurden, kann auch im Rahmen des Programms zur Erneuerung der Gebäudehülle erfolgen. Schweizweit wird dieses auf der Internetseite [www.dasgebaeudeprogramm.ch](http://www.dasgebaeudeprogramm.ch) präsentiert. Die Subventionen dafür müssen mindestens Fr. 3000.- betragen. In der Regel kann man diese Subventionsweise nur für Gebäudeteile beanspruchen, die auch schon vor den Bauarbeiten beheizt wurden. Sie ist Bestandteil der Massnahme «M-01» auf der Website der DEWK ([www.vs/energie](http://www.vs/energie) > Förderprogramme / Finanzhilfe > M-01 Wärmedämmung). Sie erstreckt sich auf Fassaden, Dächer, Mauern und Böden gegen Erdreich, nicht aber auf Fenster. Auskünfte können bei Fachleuten, von denen es auch im Wallis mehrere Dutzend gibt, eingeholt werden. Eine Adressliste befindet sich auf der Internetseite zur Massnahme M-01, wo sich auch die Richtlinie für das kantonale Programm befindet, die im Januar 2020 aktualisiert wurde. Ansonsten informiert auch das Beratungszentrum Wallis der Effienergie AG in Zürich die Gesuchsteller über das Vorgehen. Das Unternehmen hat einen Mehrwert durch die professionelle Umsetzung der Subventionsprogramme (<https://effienergie.ch>).



|                          |                                                                                        |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Heizungen</b>                                                                       |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Subventionen gemäss Energiegesetz den umweltverträglichsten Anlagen vorbehalten</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.5.2    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 23.01.08 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> |          |
| <b>VERSION</b>         | 01       |

### Zweck

Gewährung einer **Subventionierung** gemäss Energiegesetz nur für die neuen Holzheizungsanlagen, die am umweltverträglichsten sind.

### Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DEWK

### Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Diese auf die Subventionierung der umweltfreundlichsten Holzheizungsanlagen ausgerichtete Massnahme ist seit dem 23. Januar 2008 in Kraft.

2020 erhielten 7 Subventionsgesuche einen positiven Bescheid von der DEWK, für einen Gesamtbetrag von Fr. 226'981. Die insgesamt installierte Leistung betrug 331 kW. Fünf der sieben Anlagen haben weniger als 70 kW Leistung, bei den anderen beiden handelt es sich um Grossheizungsanlagen mit je 90 kW. Eine kleine Anlage wurde vergangenes Jahr in Betrieb genommen, ihrem Besitzer wurde die Subvention bereits ausgezahlt, die anderen sechs werden ab diesem Jahr in Betrieb genommen. Manchmal müssen Gesuche abgelehnt werden, weil deren Prüfung ergibt, dass sie die Vergabekriterien des Programms nicht erfüllen.

2020 wurden vier Anlagensubventionen ausgezahlt. Der Gesamtbetrag für dieses Jahr belief sich auf Fr. 219'374 und betraf eine Gesamtleistung von 921 kW. Eine dieser Anlagen mit einer Wärmeleistung von 800 kW wurde mit Fr. 165'000 subventioniert. Eine Anlage mit 32 kW, die im Zusammenhang mit den letztjährigen Entscheiden erwähnt wurde, erhielt eine Subvention von Fr. 22'824. Die anderen beiden Anlagen waren ebenfalls Klein-Holzheizungen mit je unter 70 kW. Die Subventionsentscheide erstreckten sich auf die Jahre 2018 bis 2020, die entsprechenden Inbetriebnahmen auf die Jahre 2019 und 2020.

### Indikatoren 2020

|                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| Anzahl subventionierter Anlagen:      | 7           |
| Betrag der ausgezahlten Subventionen: | Fr. 219'374 |

### Planung 2021

Fortführung der Massnahme.

### Auswirkungen, Folgen

Alle in den letzten Jahren von der DEWK im Rahmen dieser Massnahme gewährten und ausgezahlten Subventionen galten Holzpellet-Heizungen. Dieses Granulat ist der umweltverträglichste Brennstoff unter dem Brennholz im Naturzustand, das auch als Schnitzel oder als Stückholz verkauft wird. Dessen Verbrennung ist optimal, weil die Brennrückstände, sprich die Feinstaubemissionen, dabei minimal sind, und die Asche, sofern die Pellets den geltenden Normen entsprechen, nur minimale Mengen Metall

wie Cadmium, Chrom, Blei und Nickel enthält. Die LRV (Anh. 5 Ziff. 32) verlangt für Holzpellets, dass die Anforderungen der Norm SN EN 17225-2 erfüllt werden. Für die Schweiz bedeutet das die Qualitätsklasse ENplus (s. [www.propellets.ch](http://www.propellets.ch)). Diese Klasse übertrifft in einigen Punkten sogar die Anforderungen der ISO 17225-2, so beim Feinanteil der Sackware ab Werk und bei der Vorschrift, dass der Schmelzpunkt der Asche bei 815 °C liegt. Je mehr Mineralien das Holz enthält, desto mehr Asche entsteht bei der Verbrennung. Idealerweise sollte die Verbrennungstemperatur unter dem Schmelzpunkt der Asche liegen, ab dem sie vom festen Zustand in den flüchtigen Zustand übergeht, um zu verhindern, dass sich die Asche verflüchtigt und im Kamin wieder fest wird. Dies kann nämlich verschiedene schädliche Auswirkungen haben wie die Bildung einer festen Schlacke und Verglasung, die chemische Ätzung und Korrosion des Materials oder die Verhinderung einer regelmässigen Verteilung der Verbrennungsluft. Moderne Verbrennungsanlagen entsprechen diesen Anforderungen. Wichtig ist, dass auch Ascheteilchen, selbst im flüchtigen Zustand, Schadstoffe sein können, insbesondere wenn Holzmaterialien aus Gebäudeabbrüchen verbrannt werden, die mit unnatürlichen Stoffen beschichtet sind und Stoffe freisetzen, die für den Menschen, die Umwelt und die Pflanzen, die Mineralien eines belasteten Bodens absorbiert haben, gefährlich sind. Ausserdem ist der Gehalt an Chrom (VI) in der Asche gemäss LRV bei Einatmung krebserregend und kritisch für die Entsorgung als Sonderabfall. Gemäss den ENplus-Normen darf der Chrom-Gehalt in den Pellets 10 ppm nicht überschreiten.

---

## Finanzen

---

### Vorschläge an den Staatsrat

---

### Bemerkungen

Die frühere Massnahme des Programms «Holzenergie» der DEWK (Formular E83) wurde von der DEWK 2017 durch die Massnahmen M-03 (automatische Holz-Hauptheizungen bis 70 kW) und M-04 (automatische Holzheizungsanlagen P > 70 kW) ersetzt.

Die Massnahmen M-03 und M-04 sind beschränkt auf Anlagen ab 800 m ü. M., die eine Öl-, Erdgas- oder Elektroheizung ersetzen. Auf unter 800 m. ü. M. gelegene Anlagen werden von der Schadstoffakkumulation in der Luft beeinflusst, die durch Wetterbedingungen begünstigt wird, welche Inversionswetterlagen in tieferen Luftschichten zur Folge haben. Dies ist insbesondere bei winterlichen Hochdruckperioden der Fall. Dieses Kriterium wurde unter Berücksichtigung dieses Einflusses eingeführt. Die Kaltluftseen sind in der Rhoneebene manchmal sehr ausgeprägt und der schädliche und lästige Rauch aus Holzheizungsanlagen bleibt dann in der Luft hängen, die wir einatmen.

Die vollständige Liste mit den Bedingungen befindet sich auf der Internetseite der Dienststelle für Energie, auf der auch die Richtlinie für das kantonale Programm zu finden ist ([www.vs.ch/energie](http://www.vs.ch/energie) > Förderprogramme / Finanzhilfe > Ersatz des Heizungssystems, Massnahmen M-03 und M-04). Ob Holzheizungen ab 70 kW in der Betriebsphase die Grenzwerte einhalten, wird von der Gruppe Luftreinhaltung der DUW im Rahmen ihres Aufsichtsauftrags durch Emissionsmessungen kontrolliert.

Im Rahmen der Massnahme M-10 der DEWK (Verbesserung der GEAK-Effizienzklasse der Gebäudehülle und der gesamten Energieeffizienz eines vor dem Jahr 2000 bewilligten Gebäudes) wurden 2020 21 Subventionen beschlossen für Programme, die auch Klein-Holzheizungen bis 20 kW Wärmeleistung umschliessen. Der insgesamt vergebene Betrag belief sich auf Fr. 844'386, davon gingen Fr. 148'850 spezifisch an Heizanlagen mit einer kumulierten Leistung von 150 kW. Die Subventionen für Heizanlagen entsprechen rund 15 % der Kosten von Wärmeerzeugern. Die 21 geplanten Heizungen werden mit Pellets betrieben und sollten bis 2022 fertiggestellt sein. 2020 wurden 9 zwischen 2017 und 2019 gewährte Subventionen ausbezahlt, deren Arbeiten 2019 und 2020 fertiggestellt wurden. Der insgesamt überwiesene Betrag belief sich auf Fr. 437'634, davon gingen Fr. 93'863 spezifisch an Holzheizungen mit einer kumulierten Leistung von 175 kW. Eine der 9 Anlagen ist eine Gross-Heizung von 100 kW, die Fr. 400'000 kostete. Die Renovierungsarbeiten zur Verbesserung der GEAK-Effizienz um mindestens 2 Klassen des entsprechenden Gebäudes kosteten

1 Mio. Franken. Die anderen 8 Anlagen sind Klein-Heizungen bis 13 kW. Manche Gesuche müssen nach einer Prüfung abgelehnt werden, weil sie nicht alle Bedingungen für den Programmeintritt erfüllen. Die Subventionsleistungen für Teile der Gebäudehülle (M-01, Massnahme 5.5.1) und für einzelne Anlagen (insbesondere die im Rahmen dieses Massnahmenblatts 5.5.2 diskutierten Massnahmen M-03 und M-04) können nicht kombiniert werden.

---

|                          |                                                                                       |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Heizungen</b>                                                                      |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Verkürzung der Sanierungsfristen und Verschärfung der Normen für Holzheizungen</b> |

|                        |          |
|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.5.3    |
| <b>ERSTELLT AM</b>     | 27.03.09 |
| <b>AKTUALISIERT AM</b> |          |
| <b>VERSION</b>         | 01       |

## Zweck

Verringerung der Staubemissionen der Holzheizungen durch eine Verschärfung der Normen und kürzere Sanierungsfristen.

## Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DUW

## Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Vom kantonalen Plan für die Luftreinhaltung eingeführte Massnahme. Im Juni 2019 wurde der Grenzwert, den diese Massnahme für Hauptholzheizungen mit geringer Wärmeleistung bis 70 kW auf 300 mg/m<sup>3</sup> festgesetzt hatte, hinfällig, da die neue LRV seit Juni 2018 eine noch strengere Begrenzung für solche Klein-Heizungen vorsieht. Er liegt nun bei 100 mg/m<sup>3</sup> oder 50 mg/m<sup>3</sup>, je nachdem, ob die Anlage manuell oder automatisch beschickt ist, oder ob sie über 40 kW Leistung hat und Restholz aus der Holzverarbeitenden Industrie verbrennt. Angesichts dieser neuesten Änderung ist die Massnahme 5.5.3 vollständig obsolet geworden, nachdem die verkürzten Fristen auf Ende 2013 und Ende 2017 angesetzt waren für Anlagen mit über 500 kW, die vor dem Januar 2008 bewilligt worden waren, bzw. für Anlagen mit 70 bis 500 kW von vor Januar 2012. Die Schlussbilanz ist nachstehend unter «Bemerkungen» zu finden.

2020 wurde bei 15 Gross-Holzheizungen ( $\geq 70$  kW) ein Verstoß gegen die Staubemissionsbegrenzungen der LRV festgestellt.

Nachdem die vorliegende Massnahme gegenstandslos geworden ist, wurde an einer Sitzung der KKRL und der Leitung der Dienststelle im September ein Änderungsvorschlag vorgestellt und diskutiert.

## Indikatoren 2020

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| Anzahl betroffener neuer Anlagen (< 70 kW):   | 0  |
| Anzahl festgestellter nichtkonformer Anlagen: | 15 |

## Planung 2021

Totalrevision der Massnahme.

## Auswirkungen, Folgen

Der weiter unten im Abschnitt «Vorschläge an den Staatsrat» erläuterte Änderungsvorschlag wird dem Staatsrat zur Genehmigung vorgelegt. Andernfalls ist die Massnahme gegenstandslos.

## Finanzen

LRV-Kontrollen durch Emissionsmessungen werden den Anlageninhabern in Rechnung gestellt.



## Vorschläge an den Staatsrat

Es wurde eine Änderung an diesem Blatt des kantonalen Massnahmenplans ausgearbeitet und im Herbst 2019 über den Dienstweg kommuniziert. Die Neufassung wurde im September an einer Sitzung der DUW und der KKRL präsentiert. Die Massnahme 5.5.3 soll neu «Verstärkte Kontrollen von Holzheizungen» heissen. Ziel ist die nachhaltige Verringerung der Staubemissionen der Holzheizungen. Die Massnahme rechtfertigt sich aufgrund der kritischen Feinstaubbelastung durch diese Art Heizung und die gesundheitliche Auswirkung für die Sterblichkeit und die Krankheitsanfälligkeit bei PM<sub>2.5</sub>-Konzentrationen, die im Jahresmittel bei 5 bis 10 µg/m<sup>3</sup> liegen. Ohne ins Detail zu gehen umfasst sie Anforderungen in 4 Bereichen. Erstens wird die Frist für den Einbau eines PF bei Nichteinhaltung der LRV-Begrenzung für Feinstaub aus Klein-Holzheizungen bis 70 kW auf zwei Jahre verkürzt. Zweitens wird für nicht konforme Anlagen mit grösserer Leistung die Pflicht bestehen, eine Messeinrichtung einzubauen, welche die Reinigungsleistung des PF kontinuierlich misst. Diese Anforderung ist die konkrete Umsetzung der neuen diesbezüglichen Bestimmung in Anhang 3 Ziff. 525 LRV. Drittens wird für sehr grosse Holzheizanlagen mit 1 MW oder mehr Leistung verlangt, dass die wichtigsten Verbrennungsparameter, d. h. die Temperatur der Abgase, das ausgestossene Kohlenmonoxid und der Sauerstoff kontinuierlich gemessen werden. Die permanente Bemessung der Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und des Staubs könnte bei einer ausreichenden Qualitätssicherung und unter Beachtung des Prinzips der Verhältnismässigkeit noch hinzugefügt werden. Die administrative Überwachung läge beim Kanton. Viertens könnten Inhaber von Anlagen, deren Gesamtnennleistung 7 MW nicht überschreitet, ein Subventionierungsgesuch für eine Kostenbeteiligung in Höhe von 50 % an der Ausrüstung mit einem System zur kontinuierlichen Messung gemäss Art. 13 LRV einreichen, bis zu einem Höchstbetrag von Fr. 30'000 pro Kamin. Ausgehend vom Anlagenbestand von 2019 wird der vom Staat jährlich während einem Zeitraum von vier Jahren auszuschüttende Betrag gemäss den vorhandenen Haushaltsmitteln auf rund Fr. 600'000 geschätzt.

## Bemerkungen

Die Berichte über die Luftreinhaltung für 2017 bis 2019 haben gezeigt, dass die Sanierungsziele bei den Heizungsarten, auf die diese Massnahme ursprünglich abzielte, nicht erreicht wurden. In der ersten Kategorie, bei den Anlagen über 500 kW, verstiesse 64 %, d. h. 7 der Ende 2013 betriebenen 11 Anlagen, gegen die Staubemissionsbegrenzungen der LRV. Dieser Anteil hat sich mit der Zeit nicht stark verändert: Ende 2017 waren noch 7 (70 %), Ende 2018 6 (60 %) und Ende 2019 5 (50 %) der verbleibenden 10 Anlagen nicht konform. Dieses erste Ziel konnte unmöglich erreicht werden, wenn bis zur Mitteilung der Verstösse mehr als 5 Jahre verstrichen. Bei der Frist von 5 Jahren handelt es sich jedoch nicht um eine verkürzte Frist, sondern die Standardfrist gemäss LRV (Art. 10). In der zweiten Kategorie, bei den Anlagen von 70 bis 500 kW, verstiesse 52 (30 %) der 176 Anlagen, die Ende 2017 in Betrieb waren, zum Zeitpunkt der festgelegten Sanierungsfrist gegen die Staubemissionsbegrenzungen der LRV, obwohl das Ziel idealerweise ein Anteil von 0 % war. Ein Jahr später, Ende 2018, waren noch 50 (29 %) der verbleibenden 175 Anlagen nicht konform. Ende 2019 wurden 174 aktive Anlagen der zweiten Kategorie verzeichnet; bei 103 der Anlagen wurde in diesem Jahr eine Emissionsmessung durchgeführt und bei 26 (25 %) ein Verstoß gegen die Staubemissionsbegrenzungen der LRV festgestellt. Trotz einem beachtlichen Rückgang der Verstösse wurde das Ziel bei keiner der Holzheizungskategorien, auf die diese Massnahme abzielte, erreicht. Ende 2017 waren noch insgesamt 32 % von 186 Anlagen nicht konform, Ende 2018 lag dieser Anteil bei 30 % von 185 Anlagen.

2017 wurden die ersten behördlichen Sanierungsverfügungen für nicht LRV-konforme Holzheizungen zugestellt. Der Prozess zur Bereitstellung der dafür erforderlichen Unterlagen zusammen mit den Rechtsdiensten hat mehrere Jahre in Anspruch genommen. Dies erklärt zum Teil den Misserfolg der Massnahme. Da man innert nützlicher Frist kein klar definiertes Verfahren zur Hand hatte, um den verantwortlichen Inhabern die Sanierungen anzuzeigen, konnten diese nicht so schnell wie gewünscht

durchgeführt werden. Ein anderer Grund dafür ist, dass es für holzbefeuerte Anlagen keine so effizienten und manchmal auch billigeren Dienstleister gibt wie für die Regulierung von Gas- und Ölheizungen.

Die jährlich schwankende Zahl der Holzheizungen, die gegen die Staubemissionsnormen verstossen, zeigt den Verschleiss dieser Anlagen und die Schwierigkeit, sie in funktionstüchtigem Zustand zu halten. Gegen die festgestellten Störungen und Grenzwertüberschreitungen vermögen die Instandsetzungsinterventionen nur mehr oder weniger dauerhafte Abhilfe zu schaffen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Instandsetzungen keinen Nutzen haben. Diese Feststellung weist vielmehr darauf hin, dass regelmässige Wartungen, mindestens einmal im Jahr, durch den technischen Dienst des Herstellers oder Fachunternehmen zentral sind.

---

|                          |                                                                          |                        |          |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|
| <b>MASSNAHMENBEREICH</b> | <b>Heizungen</b>                                                         | <b>MASSNAHME NR.</b>   | 5.5.4    |
| <b>GEGENSTAND</b>        | <b>Subventionierung des Einbaus von Partikelfiltern in Holzheizungen</b> | <b>ERSTELLT AM</b>     | 27.03.09 |
|                          |                                                                          | <b>AKTUALISIERT AM</b> | 18.06.14 |
|                          |                                                                          | <b>VERSION</b>         | 03       |

## Zweck

Schaffung eines **finanziellen Anreizes** zur Förderung der Einführung von Massnahmen zur Reduktion der Luftverschmutzung durch den Einbau von Filtern in den Holzfeuerungsanlagen.

## Für die Massnahme verantwortliche Dienststelle

DUW

## Durchführung / Stand der Umsetzung 2020

Vom kantonalen Plan für die Luftreinhaltung eingeführte Massnahme, in Kraft seit dem 19. Oktober 2011. Am 18. Juni 2014 stimmte der Staatsrat der Änderung des kantonalen LRV-Plans zu, wodurch diese Massnahme auf grosse Holzheizungen ab 70 kW beschränkt wurde.

2020 wurden zwei Subventionen ausbezahlt. Eine Subvention von Fr. 62'615.60 für eine Anlage von 710 kW, für die das Gesuch 2019 einging, und eine von Fr. 54'551.95 für ein 2018 für eine Anlage von 500 kW gestelltes Gesuch. Die Bearbeitungsfrist dieser zweiten wurde verlängert, da keine Bauabschlussrechnung vorlag; eine Emissionskontrollmessung ergab allerdings, dass die Situation hinsichtlich LRV in Ordnung war. Ausserdem wurden zwei Gesuche für Subventionen von für vollständig befundenen Dossiers mit einem maximalen Gesamtbetrag von Fr. 46'279.75 vom Inspektor für Feuerungsanlagen eingereicht.

## Indikatoren 2020

|                                                          |   |
|----------------------------------------------------------|---|
| Anzahl der jährlich ausgezahlten Subventionen:           | 2 |
| Anzahl subventionierter Anlagen (Subventionsentscheide): | 0 |

## Planung 2021

Totalrevision der Massnahme im Hinblick auf die Fortführung.

## Auswirkungen, Folgen

Der weiter unten im Abschnitt «Vorschläge an den Staatsrat» erläuterte Änderungsvorschlag wird dem Staatsrat zur Genehmigung vorgelegt. Andernfalls ist die Massnahme gegenstandslos, da die Subventionsvergabekriterien von der obsolet gewordenen aktuellen Version der Massnahme 5.5.3 abhängig sind.

## Finanzen

Gemäss den vorhandenen Haushaltsmitteln.

### Vorschläge an den Staatsrat

Es wurde eine Änderung an diesem Blatt des kantonalen Massnahmenplans ausgearbeitet und im Herbst 2019 über den Dienstweg kommuniziert. Die Neufassung wurde im September an einer Sitzung der DUW und der KKRL präsentiert. Der Name der Massnahme 5.5.4 «Subventionierung des Einbaus von Partikelfiltern in Holzheizungen» wird beibehalten. Der Zweck des finanziellen Anreizes ist weiterhin die Förderung der Einführung von Massnahmen zur Reduktion der Luftverschmutzung durch Feinstaub. Die Referenzen zur Massnahme 5.5.3, welche die Verkürzung der Sanierungsfristen für alte Anlagen vorsah, würden jedoch wegfallen. Es müssen neue Bedingungen für den Zugang zu Subventionen festgelegt werden. Folgende vier Kriterien scheinen zweckdienlich: (i) die LRV-Emissionsbegrenzung muss mindestens um das 1.3-fache überschritten werden; (ii) zwischen der Inbetriebnahme der Holzheizung und dem Datum der Subventionsgesucheingabe müssen mindesten 5 Jahre liegen, damit sichergestellt wird, dass die Anlagen am Anfang LRV-konform waren; (iii) es wurde jährlich eine technische Wartung durch ein Fachunternehmen durchgeführt; (iv) der Filter wird nach Installation während mindestens 10 Jahren verwendet und gewartet, andernfalls ist die Subvention zeitanteilmässig zurückzuzahlen. Als Subventionierung ist eine Kostenbeteiligung in Höhe von 50 % am Kauf und am Einbau des PF vorgesehen. Ausgehend von einer Situationsanalyse über 18 Monate (2018-2019) und früheren Auszahlungen wird der vom Staat jährlich auszuschüttende Betrag auf bis zu Fr. 350'000 für einen unbestimmten Zeitraum geschätzt. Dies entspricht einem ähnlichen Aufwand wie den 2011-2012 provisorisch mit Fr. 300'000 pro Jahr veranschlagten Kosten der diese Massnahme betreffenden Motion Veuthey (5.092) vom April 2008. Klein-Holzheizungen mit einer geringeren Nennleistung als 70 kW werden weiterhin von der Massnahme ausgeschlossen. Eine Überprüfung zeigt, dass ihre Feinstaubemissionen im Wallis zwischen 50 und 100 % der Emissionen grosser Heizungen ausmachen. Die lokale Umweltbelastung einer kleinen Anlage ist ausserdem deutlich geringer als die einer Anlage mit mittlerer oder grosser Leistung. Zur Einhaltung der LRV-Begrenzungen notwendige Investitionen sind für kleine Heizungen sehr viel preisgünstiger: Lösungen mit PF sind auf dem Markt für weniger als Fr. 5000 pro Kamin erhältlich. Für Anlagen mit 70 bis 500 kW liegen die Kosten in der Regel bei Fr. 60'000, für Anlagen über 500 kW bei Fr. 200'000.

---

### Bemerkungen

Die Offerten für den Einbau von Partikelfiltern werden für jedes Dossier einzeln geprüft, damit sichergestellt werden kann, dass sie in Bezug auf Kosten, Qualität und Umstände optimal sind. Gerade die Umstände, z. B. der vom Aufbau des Heizkessels und vom vorhandenen Platz abhängige Einbau eines Filters, können von Anlage zu Anlage äusserst unterschiedlich ausfallen. Selbst bei vergleichbaren Heizkesseln und für eine gleich grosse Reduktion der Staubemissionen kann sich der Preis für die Anschaffung und den Einbau eines Filters schnell einmal verdoppeln.

---







## *A2: RESIVAL: Allgemeines*



© Chab Lathion



## Die Messstationen des RESIVAL

Abbildung 40: Lage der Messstationen des Messnetzes RESIVAL



Ländliche Region in der Höhe

Les Giettes, Eggerberg, Montana

Ländliche Region in der Ebene

Saxon

Stadtzentrum

Sion

Nähe von Industrien

Massongex, Brigerbad

## LRV-Grenzwerte

Tabelle 15: LRV-Grenzwerte

| Schadstoff                          | Immissionsgrenzwert        | Statistische Definitionen                                                          |
|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) | 30 µg/m <sup>3</sup>       | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)                                       |
|                                     | 100 µg/m <sup>3</sup>      | 95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres<br>≤ 100 µg/m <sup>3</sup>                   |
|                                     | 80 µg/m <sup>3</sup>       | 24-h-Mittelwert; darf keinesfalls öfter als einmal pro Jahr überschritten werden   |
| Ozon (O <sub>3</sub> )              | 100 µg/m <sup>3</sup>      | 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats<br>≤ 100 µg/m <sup>3</sup>                   |
|                                     | 120 µg/m <sup>3</sup>      | Stundenmittelwert; darf keinesfalls öfter als einmal pro Jahr überschritten werden |
| Schwebestaub (PM10)                 | 20 µg/m <sup>3</sup>       | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)                                       |
|                                     | 50 µg/m <sup>3</sup>       | 24-h-Mittelwert; darf keinesfalls öfter als einmal pro Jahr überschritten werden   |
| Schwebestaub (PM2.5)                | 10 µg/m <sup>3</sup>       | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)                                       |
| Blei (Pb) im Schwebestaub (PM10)    | 500 ng/m <sup>3</sup>      | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)                                       |
| Cadmium (Cd) im Schwebestaub (PM10) | 1.5 ng/m <sup>3</sup>      | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)                                       |
| Staubniederschlag (insgesamt)       | 200 mg/(m <sup>2</sup> ×d) | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)                                       |
| Blei (Pb) im Staubniederschlag      | 100 µg/(m <sup>2</sup> ×d) | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)                                       |
| Cadmium (Cd) im Staubniederschlag   | 2 µg/(m <sup>2</sup> ×d)   | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)                                       |
| Zink (Zn) im Staubniederschlag      | 400 µg/(m <sup>2</sup> ×d) | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)                                       |

Die Grenzwerte für SO<sub>2</sub> und CO werden in dieser Tabelle nicht mehr aufgeführt, weil seit 2019 keine RESIVAL-Messungen dieser Schadstoffe mehr durchgeführt werden. Sie sind jedoch im Anhang 7 LRV aufgeführt.

## *Messunsicherheit*

Bei den Immissionsgrenzwerten wird die Messunsicherheit berücksichtigt. Für den Vergleich der erhobenen Messwerte mit den Immissionsgrenzwerten der LRV gilt:

- x < IGW: der Immissionsgrenzwert wird eingehalten;
- x > IGW: der Immissionsgrenzwert wird überschritten.

wobei:

- x: gemessener Immissionswert (z.B. Jahresmittelwert in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );
- und IGW: Grenzwert gemäss LRV.

Die Immissionsmessungen richten sich nach den Messempfehlungen des BAFU. In Übereinstimmung mit den Bestimmungen dieser Empfehlungen ist die Messunsicherheit bei den Jahresmittelwerten nicht grösser als  $\pm 10\%$  und bei den Tageswerten nicht grösser als  $\pm 15\%$ . Diese Intervalle werden eingehalten, wenn sich die Messmethoden streng an die durch experimentelle Beurteilungen etablierten normativen Anforderungen halten. Dies trifft auf das Messnetz RESIVAL zu. Die systematischen Fehler werden durch häufige Überprüfungen der Kalibrierung und Korrektur der beobachteten Abweichungen behoben.

## Analyse-Programm

Tabelle 16: Analyse-Programm RESIVAL

| Parameter                                                | Les Giettes | Massongex | Saxon | Sitten | Eggerberg | Brigerbad | Montana |
|----------------------------------------------------------|-------------|-----------|-------|--------|-----------|-----------|---------|
| Stickstoffoxide<br>NO-NO <sub>2</sub> (NO <sub>x</sub> ) | X           | X         | X     | X      | X         | X         | X       |
| Ozon<br>O <sub>3</sub>                                   | X           | X         | X     | X      | X         | X         | X       |
| VOC / BTEX                                               | -           | X         | -     | X      | -         | X         | -       |
| Schwebstaub PM10 einschliesslich<br>Cd, Pb               | X           | X         | X     | X      | X         | X         | X       |
| Schwebstaub PM2.5                                        | -           | X         | X     | X      | -         | X         | X       |
| Staubniederschlag einschliesslich Pb,<br>Cd, Zn          | X           | X         | X     | X      | X         | X         | X       |
| Russ (EK) und organischer<br>Kohlenstoff (TOC)           | -           | X         | -     | -      | -         | -         | -       |
| Umgebungsradioaktivität                                  | -           | -         | -     | X      | -         | -         | -       |
| Meteorologische Parameter                                | X           | X         | X     | X      | X         | X         | X       |

X: Parameter analysiert;

–: Parameter nicht analysiert.

2018 wurde an der Station Massongex die neue Messmethode für elementaren Kohlenstoff eingeführt, bei der auch der organische Kohlenstoff ermittelt wird. Seit 2019 wird der PM2.5 in Les Giettes und in Eggerberg nicht mehr gemessen. In diesen Stationen gibt es weder ein Messgerät zur kontinuierlichen Messung noch einen HVS für Feinstaub. Die Werte für eine ländliche Region in der Höhe werden nur noch in Montana ermittelt.

Da Radioaktivität-Messungen hauptsächlich Sache des Bundes sind, wird dafür seit 2017 im RESIVAL nur noch ein Gerät betrieben. Das nationale Messnetz für Radioaktivität (NADAM, [www.naz.ch](http://www.naz.ch)) besteht aus 76 über die ganze Schweiz verteilten Sonden; fünf davon befinden sich im Wallis: in Sitten, Visp, Ulrichen, Zermatt und am Grossen St. Bernhard. Für gesicherte quantitative Werte muss man sich auf die NADAM-Messungen stützen.



# Analytische Methoden

Tabelle 17: Immissionsmessung, analytische Methoden

| Parameter                                             | Messfrequenz                            | Messmethode                                                         | Messgerät                       | Kalibrierung                                                    |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Stickstoffoxide<br>NO-NO <sub>2</sub> NO <sub>x</sub> | Kontinuierlich<br>½-h-Mittelwerte       | UV-Fluoreszenz<br>EN 14211                                          | Horiba APNA-370                 | Alle 25 Stunden,<br>Verdünnung des<br>Kalibrierungsgases        |
| Ozon<br>O <sub>3</sub>                                | Kontinuierlich<br>½-h-Mittelwerte       | UV-Absorption<br>EN 14625                                           | Umwelt<br>O3 42 M               | Monatlich, TEI 49C PS,<br>Horiba OZGU 370-SE                    |
| Flüchtige organische<br>Verbindungen<br>VOC, BTEX     | Kontinuierlich<br>½-h-Mittelwerte       | Gaschromatografie (GC),<br>PID- oder FID-Detektor                   | Chromatotech VOC<br>GC 866      | Alle 75 Stunden,<br>Verdünnung des<br>Kalibrierungsgases        |
| Schwebstaub<br>PM10, PM2.5                            | Alle 4 Tage<br>24-h-Mittelwert          | Gravimetrie High Volume<br>Sampler VDI 2463 Blatt 8                 | HVS Digital<br>DHA-80           | VDI 2463, Bl.8                                                  |
|                                                       | Kontinuierlich<br>½-h-Mittelwerte       | Beta-Absorption<br>Äquivalent EN 12341                              | Thermo ESM<br>FH62 I-R          | Alle 3 Monate mit einem<br>Referenzabsorptionsmittel            |
|                                                       | Kontinuierlich<br>½-h-Mittelwerte       | Optische Partikelzählung<br>180 nm bis 18 µm<br>Äquivalent EN 12341 | Horiba APDA-372                 | Alle Monate: Durchfluss<br>und Verteilung der<br>Partikelgrösse |
| Pb und Cd im PM10                                     | Alle 4 Tage<br>Jahresmittelwerte        | ICP-MS<br>ISO 17294-2A                                              | -                               | Externe Analyse                                                 |
| Elementarer Kohlenstoff,<br>Russ (EK im Staub)        | Kontinuierlich<br>½-monatl.-Mittelwerte | TSP: APDA-Filter<br>EK: TOT EUSAAR_2                                | Horiba APDA-372                 | Externe Analyse<br>(EK/TOC)                                     |
| Staubniederschlag                                     | Kontinuierlich<br>Monatsmittelwerte     | Bergerhoff<br>VDI 2119 Blatt 2                                      | Mettler Toledo<br>AX205 DR      | Nach jeder Analysenserie                                        |
| In den<br>Staubniederschlägen: Pb<br>– Cd – Zn        | Kontinuierlich<br>Jahresmittelwerte     | ICP-OES (Zn) / ICP-MS<br>ISO11885 / ISO17294-2A                     | -                               | Externe Analyse                                                 |
| Umgebungsradioaktivität                               | Kontinuierlich<br>½-h-Mittelwerte       | Gamma-Strahlen-Detektor                                             | Thermo Eberline<br>ESM FHT 6020 | -                                                               |
| Lufttemperatur                                        | Kontinuierlich<br>½-h-Mittelwerte       | Pt 100                                                              | Friedrichs 2010                 | Jährliche Kontrolle                                             |
| Luftfeuchtigkeit                                      | Kontinuierlich<br>½-h-Mittelwerte       | Kapazitätshygrometer                                                | Rotronic hydroclip              | Jährliche Kontrolle                                             |
| Sonneneinstrahlung                                    | Kontinuierlich<br>½-h-Mittelwerte       | Photovoltaische Zelle                                               | K + Z CM5                       | -                                                               |
| Luftdruck                                             | Kontinuierlich<br>½-h-Mittelwerte       | Barometer                                                           | EDA 310/111                     | Jährliche Kontrolle                                             |
| Wind: Stärke und<br>Richtung                          | Kontinuierlich<br>½-h-Mittelwerte       | Schalenkreuzanemometer<br>Ultraschallanemometer                     | Friedrichs<br>METEK             | Jährliche Kontrolle                                             |

## Qualitätssicherung

Tabelle 18: Nach der Norm ISO-17025 akkreditierte Messungen

| Parameter                                             | Messprinzip                                                        | Norm                  | Datum      |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------|
| Ozon (O <sub>3</sub> )                                | UV-Photometrie                                                     | EN 14625              | 06.07.2006 |
| Stickoxide (NO, NO <sub>2</sub> )                     | Chemilumineszenz                                                   | EN 14211              | 06.07.2006 |
| Schwebstaub (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> )   | Gravimetrie (Digitel DA80)                                         | EN 12341 (Äquivalent) | 11.11.2008 |
| Schwebstaub (PM <sub>10</sub> )                       | Beta-Absorption (Betameter)                                        | EN 12341 (Äquivalent) | 11.11.2008 |
| Schwebstaub (PM <sub>10</sub> und PM <sub>2.5</sub> ) | Optische Zählung der Partikel-Konzentrationen (p/cm <sup>3</sup> ) | EN 12341 (Äquivalent) | 11.11.2008 |

Unsere Immissionsmessungen werden alle zwei Jahre von einer externen Stelle kontrolliert. An der Ergebnisauswertung ist auch das METAS beteiligt. Ein Ringversuch fand im Juli 2019 unter Leitung des Umwelt- und Gesundheitsschutzamtes der Stadt Zürich (UGZ) und unter Aufsicht des Cercl'Air an der RESIVAL-Station Brigerbad statt. Dabei wurden für das NO<sub>2</sub>, das O<sub>3</sub>, sowie den PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub> in einer kontinuierlichen Doppel-Bemessung über sieben Tage hervorragend übereinstimmende Werte ermittelt. Auch die Werte über 5 Tage für PM<sub>10</sub> stimmten weitgehend überein. Dennoch wurde zwischen dem RESIVAL- und dem Referenzsystem eine mittlere Diskrepanz zwischen 10 und 15 % festgestellt, obschon die Durchlaufmengen am HVS-Gerät dem normierten Richtwert von 9° C und 950 hPa bis fast auf 5 % genau entsprachen. Der nächste Ringversuch wird aufgrund der Coronapandemie frühestens 2022 durchgeführt werden.

Die Gruppe Luftreinhaltung ist nach ISO-Norm 17025 akkreditiert. Seit 2018 wurden im Labor der Dienststelle für Umweltschutz die punkto QMS erforderlichen Arbeiten erledigt, um der neuen ISO-Norm 17025 zu entsprechen. Diese Arbeiten führten namentlich dazu, für die Sektion Umweltbelastungen und Labor (SUL) eine neue Qualitätspolitik zu deklarieren und ihr Qualitätshandbuch zu aktualisieren. Das im August 2019 von der Schweizerischen Akkreditierungsstelle (SAS) durchgeführte Kontroll-Audit wurde mit Erfolg bestanden. Mit diesem Audit sollte insbesondere überprüft werden, ob die Neufassung der Norm erfolgreich integriert wurde. Die Akkreditierung wurde bestätigt und bleibt bis zum 5. Juli 2021 gültig. Der Prozess der Wiederakkreditierung hat im Januar 2021 mit einem externen Audit begonnen.

## Publikationen

Die amtliche Publikation der Immissionsergebnisse des RESIVAL erfolgt jedes Jahr mit dem Bericht über die Luftreinhaltung (vorliegender Bericht).

Die Daten über die Luftqualität werden auch fortlaufend im Internet unter **[www.vs.ch/luft](http://www.vs.ch/luft)** veröffentlicht. Neben den Echtzeit-Daten, die auf einer Karte des Kantons Wallis unter «Aktuelle Messwerte» angezeigt werden, präsentiert die Website auch Grafiken der Daten der drei letzten Tage oder der Vorwoche. Mithilfe des Daten-Abfragemoduls kann auch eine Auswahl von Werten aus einer Datenbank abgerufen werden, die bis auf 1990 zurückgeht. Die Seite «Standard Auswertung» liefert einen Überblick über die Jahreswerte und die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte.

Auf der Website **[www.transalpair.eu](http://www.transalpair.eu)** sind die Immissionswerte der zuständigen Stellen in Frankreich (Departemente Savoyen, Obersavoyen und L'Ain) und Italien (Autonome Region Aostatal) einsehbar. Darin wirken die Kantone Genf, Waadt und Wallis als assoziierte Partner aus der Schweiz mit.

Die Walliser Medien werden täglich über die Resultate der RESIVAL-Luftanalysen informiert; im Winter über das PM10, im Sommer über das Ozon. Die beiden grössten Tageszeitungen, Le Nouvelliste für den französischsprachigen Teil des Kantons und der Walliser Bote für das Oberwallis, veröffentlichen die Ergebnisse zusammen mit den Wetterprognosen.

Die Daten werden auch an das Bundesamt für Umwelt übermittelt und sind in auf nationaler Ebene aggregierter Form abrufbar unter:

- **<https://www.bafu.admin.ch>**, Thema Luft;
- **<https://bafu.meteotest.ch/idb-tabellen/index.php/maps>** (mit Stunden- und Tageswerten).

«AirCheck», die Smartphone-App, liefert – insbesondere für das Wallis, aber auch für die übrige Schweiz – jederzeit Angaben zum aktuellen Stand der Luftbelastung. Seit 2013 gibt es Karten für das Wallis, auf denen die Luftqualität bildlich dargestellt und stündlich aktualisiert wird. Die App liefert auch Informationen zu Massnahmen und Verhaltensweisen für Phasen mit erhöhter oder stark erhöhter Luftbelastung. Links für den Download aus dem App Store und von Google Play:

- **<https://www.vs.ch/web/sen/qualite-air>** > airCheck.

Das Geoportal des Kantons Wallis enthält auch interaktive Umweltkarten. Auf einer dieser Karten («RESIVAL und Schadstoffregister») sind die grössten Luftschadstoff-Emittenten des Kantons sowie die Stationen des Walliser Messnetzes für die Luftqualität eingezeichnet. Zu finden ist sie auf:

- **[www.vs.ch/web/egeo/environnement](http://www.vs.ch/web/egeo/environnement)**

Wie schon an anderer Stelle erwähnt, ist die Raffinerie in Collombey seit ihrer Einstellung nicht mehr als Schadstoffquelle zu berücksichtigen. Anfang dieses Jahres wurde mit ihrem Abbruch begonnen.



## *A3: RESIVAL: Ergebnisse nach Messstation*



© Chab Lathion





# Les Giettes

Tabelle 19: Les Giettes, Standortbeschreibung

| Standort-Typ                           | Verkehrsbelastung | Bebauung | Koordinaten (MN03) | Höhe [m] |
|----------------------------------------|-------------------|----------|--------------------|----------|
| Ländliche Zone in der Höhe über 1000 m | Gering            | Offen    | 563 267 / 119 297  | 1'140    |

Abbildung 41: Les Giettes, Lage des Standorts



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© SPE

Tabelle 20: Les Giettes, Ergebnisse für das Jahr 2020

| Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )    | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 30         | 3         |
| 95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres  | [µg/m <sup>3</sup> ] | 100        | 8         |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 80         | 14        |
| Tagesmittelwert > 80 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 1          | 0         |

| Ozon (O <sub>3</sub> )                                                       | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Höchster Stundenmittelwert                                                   | [µg/m <sup>3</sup> ] | 120        | 137       |
| Stundenmittelwert > 120 µg/m <sup>3</sup>                                    | [Stunden]            | 1          | 50        |
| 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats                                        | [µg/m <sup>3</sup> ] | 100        | 121       |
| Anzahl Monate, 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats > 100 µg/m <sup>3</sup> | [Monat]              | 0          | 6         |

| Schwebstaub (PM <sub>10</sub> )        | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 20         | 7         |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 50         | 52        |
| Tagesmittelwert > 50 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 3          | 1         |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert            | [ng/m <sup>3</sup> ] | 500        | 2.0       |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert         | [ng/m <sup>3</sup> ] | 1.5        | 0.04      |

| Staubniederschlag              | Messgrösse             | Grenzwerte | Résultats |
|--------------------------------|------------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert               | [mg/m <sup>2</sup> *T] | 200        | 76        |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert    | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 100        | 9.7       |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 2          | 0.20      |
| Zink (Zn), Jahresmittelwert    | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 400        | 22        |

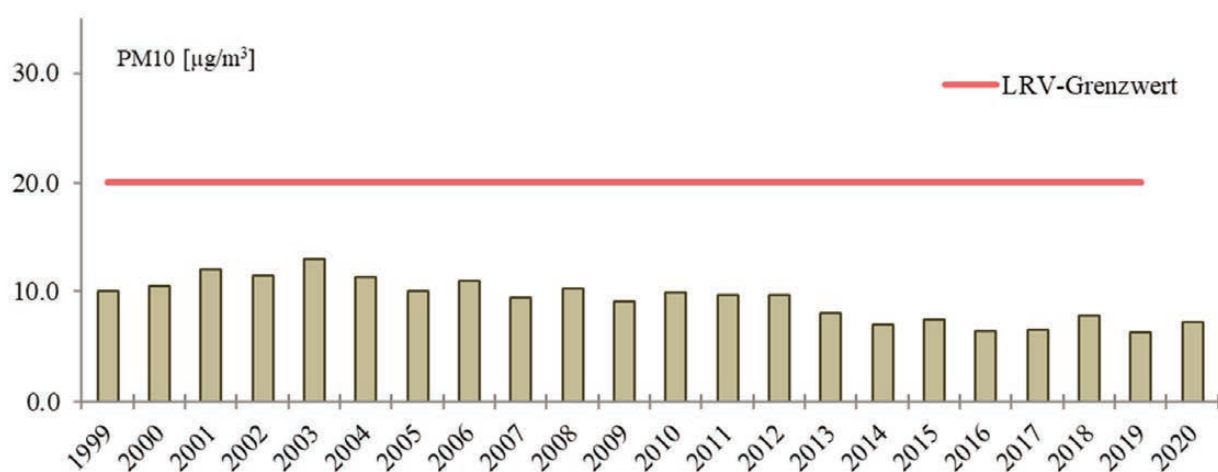
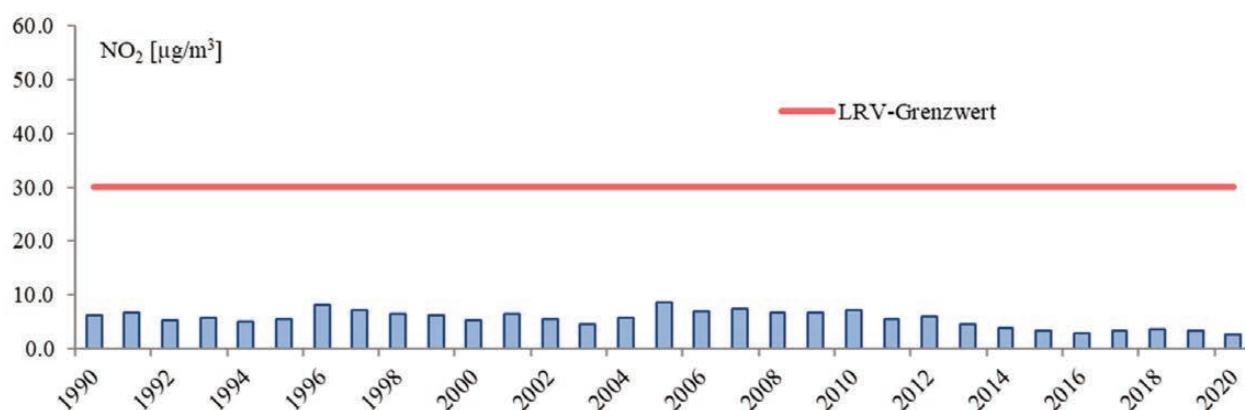
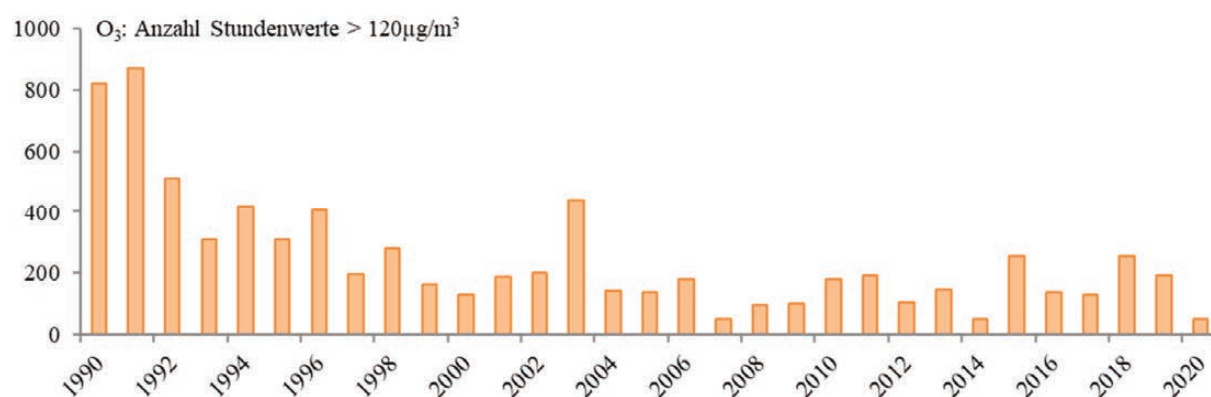
Abbildung 42: Les Giettes, Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub> von 1999 bis 2020


Tabelle 21: Les Giettes, Ergebnisse 2020 nach Monaten

| Parameter         | Einheit                                 | Statistik     | Jan | Feb | März | Apr | Mai | Juni | Juli | Aug | Sept | Okt | Nov | Dez |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| Stickstoffdioxid  | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 2   | 2   | 4    | 3   | 3   | 2    | 2    | 2   | 3    | 3   | 3   | 3   |
|                   | Anzahl                                  | 24hMw.> 80    | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0    | 0    | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   |
| Ozone             | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 70  | 73  | 68   | 79  | 53  | 61   | 65   | 65  | 53   | 43  | 42  | 54  |
|                   | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Max. h-Mw.    | 92  | 100 | 102  | 129 | 122 | 134  | 134  | 137 | 122  | 84  | 80  | 84  |
|                   | Anzahl                                  | 24hMw.> 120   | 0   | 0   | 0    | 13  | 4   | 7    | 16   | 9   | 1    | 0   | 0   | 0   |
|                   | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | 98% Perzentil | 86  | 93  | 95   | 121 | 107 | 114  | 121  | 116 | 103  | 71  | 67  | 79  |
|                   | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 5   | 5   | 8    | 11  | 8   | 7    | 10   | 8   | 9    | 5   | 8   | 3   |
| Schwebstaub       | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 5   | 5   | 8    | 11  | 8   | 7    | 10   | 8   | 9    | 5   | 8   | 3   |
| Staubniederschlag | [ $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{j}$ ] | Mittelwert    | 12  | 31  | 27   | 58  | 115 | 68   | 272  | 111 | 65   | 114 | 18  | 26  |
|                   | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 0   | 0   | 1    | 1   | 1   | 1    | 1    | 1   | 1    | 1   | 1   | 1   |
| NO                | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 0   | 0   | 1    | 1   | 1   | 1    | 1    | 1   | 1    | 1   | 1   | 1   |

Abbildung 43: Les Giettes, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020


Abbildung 44: Les Giettes, Anzahl O<sub>3</sub>-Stundenwerte >120 µg/m³ von 1990 bis 2020






# Massongex

Tabelle 22: Massongex, Standortbeschreibung

| Standort-Typ                        | Verkehrsbelastung | Bebauung | Koordinaten (MN03) | Höhe [m] |
|-------------------------------------|-------------------|----------|--------------------|----------|
| Ländliche Zone, Nähe von Industrien | Mittel            | Offen    | 564 941 / 121 275  | 400      |

Abbildung 45: Massongex, Lage des Standorts



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© Chab Lathion

Tabelle 23: Massongex, Ergebnisse für das Jahr 2020

| Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )                  | Messgrösse             | Grenzwerte | Resultate |
|------------------------------------------------------|------------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                                     | [µg/m <sup>3</sup> ]   | 30         | 13        |
| 95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres                | [µg/m <sup>3</sup> ]   | 100        | 34        |
| Höchster Tagesmittelwert                             | [µg/m <sup>3</sup> ]   | 80         | 43        |
| Tagesmittelwert > 80 µg/m <sup>3</sup>               | [Tag]                  | 1          | 0         |
| Ozon (O <sub>3</sub> )                               | Messgrösse             | Grenzwerte | Resultate |
| Höchster Stundenmittelwert                           | [µg/m <sup>3</sup> ]   | 120        | 138       |
| Stundenmittelwert > 120 µg/m <sup>3</sup>            | [Stunden]              | 3          | 30        |
| 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats                | [µg/m <sup>3</sup> ]   | 100        | 120       |
| Anzahl Monate, 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats | [Monat]                | 0          | 6         |
| Schwebstaub (PM <sub>10</sub> )                      | Messgrösse             | Grenzwerte | Resultate |
| Jahresmittelwert                                     | [µg/m <sup>3</sup> ]   | 20         | 13        |
| Höchster Tagesmittelwert                             | [µg/m <sup>3</sup> ]   | 50         | 47        |
| Tagesmittelwert > 50 µg/m <sup>3</sup>               | [Tag]                  | 3          | 0         |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert                          | [ng/m <sup>3</sup> ]   | 500        | 3         |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert                       | [ng/m <sup>3</sup> ]   | 1.5        | 0         |
| Schwebstaub (PM <sub>2,5</sub> )                     | Messgrösse             | Grenzwerte | Résultats |
| Jahresmittelwert                                     | [µg/m <sup>3</sup> ]   | 10 (OPair) | 8         |
| Höchster Tagesmittelwert                             | [µg/m <sup>3</sup> ]   | 25 (OMS)   | 29        |
| Tagesmittelwert > 25 µg/m <sup>3</sup>               | [µg/m <sup>3</sup> ]   | 3 (OMS)    | 4         |
| Staubniederschlag                                    | Messgrösse             | Grenzwerte | Resultate |
| Jahresmittelwert                                     | [mg/m <sup>2</sup> *T] | 200        | 96        |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert                          | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 100        | 5         |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 2          | 0         |
| Zink (Zn), Jahresmittelwert                          | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 400        | 29        |

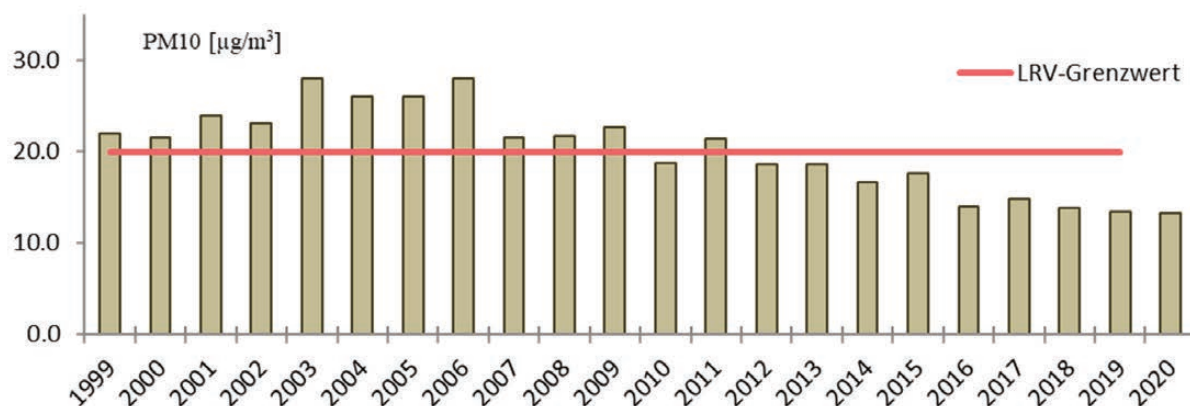
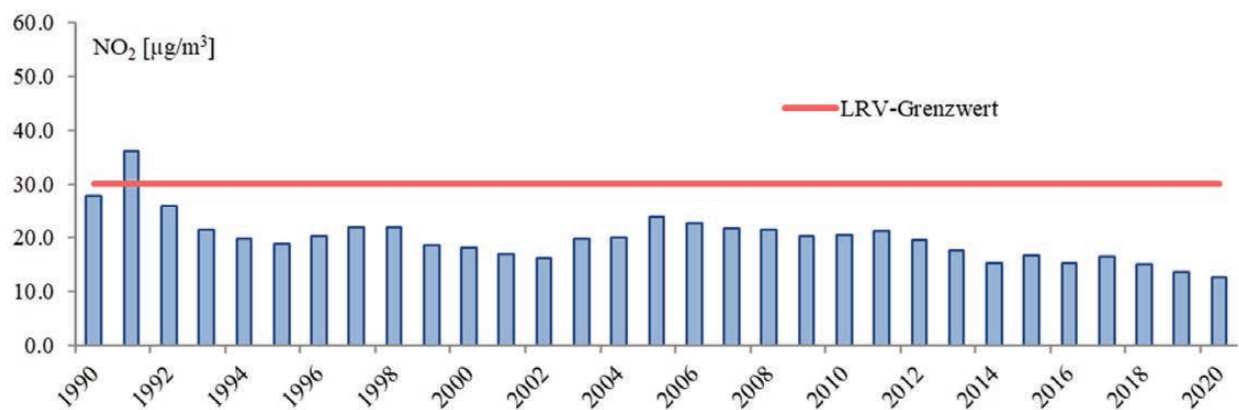
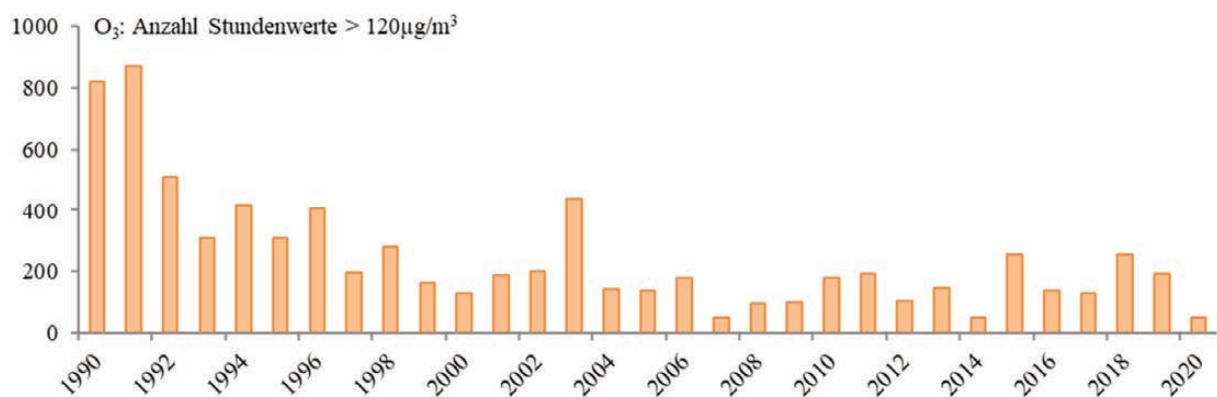
Abbildung 46: Massongex, Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub> von 1999 bis 2020




Tabelle 24: Massongex, Ergebnisse 2020 nach Monaten

| Parameter         | Einheit                                   | Statistik     | Jan | Feb | März | Apr | Mai | Juni | Juli | Aug | Sept | Okt | Nov | Dez |
|-------------------|-------------------------------------------|---------------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| Stickstoffdioxid  | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]              | Mittelwert    | 27  | 15  | 12   | 10  | 8   | 7    | 8    | 7   | 10   | 11  | 20  | 17  |
|                   | Anzahl                                    | 24hMw. > 80   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0    | 0    | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   |
| Ozone             | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]              | Mittelwert    | 24  | 47  | 51   | 62  | 55  | 55   | 60   | 59  | 47   | 32  | 16  | 34  |
|                   | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]              | Max. h-Mw.    | 79  | 94  | 97   | 122 | 125 | 138  | 134  | 130 | 118  | 87  | 73  | 88  |
|                   | Anzahl                                    | 24hMw. > 120  | 0   | 0   | 0    | 1   | 4   | 6    | 13   | 6   | 0    | 0   | 0   | 0   |
|                   | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]              | 98% Perzentil | 71  | 87  | 89   | 116 | 110 | 111  | 120  | 113 | 106  | 71  | 59  | 77  |
| Schwebestaub      | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]              | Mittelwert    | 18  | 10  | 14   | 16  | 11  | 10   | 13   | 11  | 12   | 10  | 22  | 12  |
| Staubniederschlag | [ $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{j}$ ] | Mittelwert    | 23  | 47  | 73   | 104 | 148 | 231  | 173  | 85  | 46   | 116 | 67  | 37  |
| NO                | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]              | Mittelwert    | 11  | 4   | 2    | 2   | 2   | 2    | 1    | 1   | 3    | 4   | 11  | 6   |

Abbildung 47: Massongex, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020


Abbildung 48: Massongex, Anzahl O<sub>3</sub>-Stundenwerte >120 µg/m³ von 1990 bis 2020




# Saxon

Tabelle 25: Saxon, Standortbeschreibung

| Standort-Typ                          | Verkehrsbelastung | Bebauung | Koordinaten (MN03) | Höhe [m] |
|---------------------------------------|-------------------|----------|--------------------|----------|
| Ländliche Zone, mit Verkehrsbelastung | Stark             | Keine    | 577 566 / 109 764  | 460      |

Abbildung 49: Saxon, Lage des Standorts



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© Chab Lathion

Tabelle 26: Saxon, Ergebnisse für das Jahr 2020

| Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )    | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 30         | 14        |
| 95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres  | [µg/m <sup>3</sup> ] | 100        | 43        |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 80         | 46        |
| Tagesmittelwert > 80 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 1          | 0         |

| Ozon (O <sub>3</sub> )                               | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|------------------------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Höchster Stundenmittelwert                           | [µg/m <sup>3</sup> ] | 120        | 135       |
| Stundenmittelwert > 120 µg/m <sup>3</sup>            | [Stunden]            | 1          | 62        |
| 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats                | [µg/m <sup>3</sup> ] | 100        | 127       |
| Anzahl Monate, 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats | [Monat]              | 0          | 7         |

| Schwebstaub (PM <sub>10</sub> )        | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 20         | 13        |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 50         | 71        |
| Tagesmittelwert > 50 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 3          | 1         |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert            | [ng/m <sup>3</sup> ] | 500        | 2.2       |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert         | [ng/m <sup>3</sup> ] | 1.5        | 0.06      |

| Schwebstaub (PM <sub>2,5</sub> )       | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 10 (OPair) | 9         |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 25 (OMS)   | 30        |
| Tagesmittelwert > 25 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 3 (OMS)    | 7         |

| Staubniederschlag              | Messgrösse             | Grenzwerte | Résultats |
|--------------------------------|------------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert               | [mg/m <sup>2</sup> *T] | 200        | 126       |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert    | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 100        | 10.1      |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 2          | 0.14      |
| Zink (Zn), Jahresmittelwert    | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 400        | 32        |

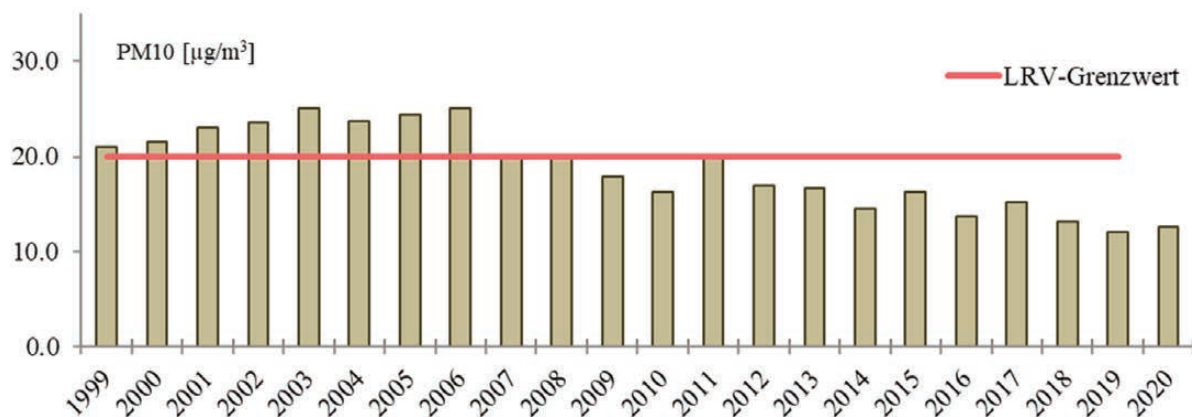
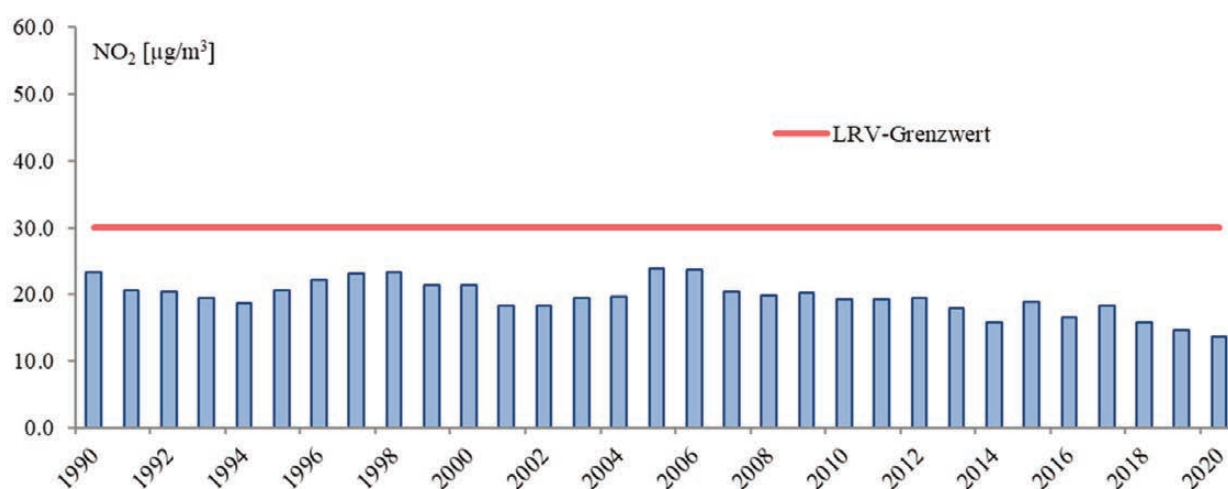
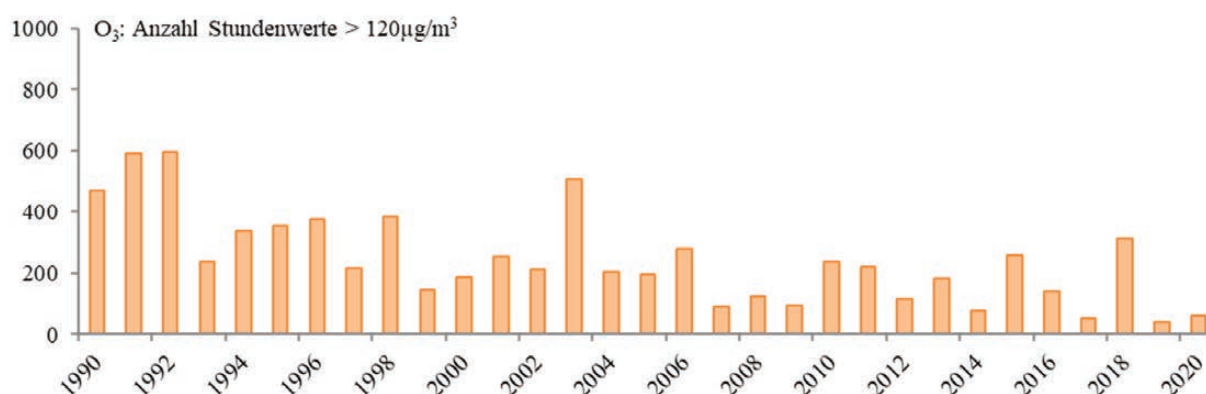
Abbildung 50: Saxon, Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub> von 1999 bis 2020


Tabelle 27: Saxon, Ergebnisse 2020 nach Monaten

| Parameter         | Einheit                                 | Statistik     | Jan | Feb | März | Apr | Mai | Juni | Juli | Aug | Sept | Okt | Nov | Dez |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| Stickstoffdioxid  | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 33  | 18  | 12   | 10  | 6   | 5    | 7    | 7   | 8    | 11  | 22  | 24  |
|                   | Anzahl                                  | 24hMw. > 80   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0    | 0    | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   |
| Ozone             | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 18  | 41  | 56   | 71  | 63  | 64   | 62   | 58  | 48   | 32  | 16  | 21  |
|                   | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Max. h-Mw.    | 78  | 86  | 110  | 135 | 120 | 135  | 127  | 128 | 121  | 85  | 74  | 78  |
|                   | Anzahl                                  | 24hMw. > 120  | 0   | 0   | 0    | 36  | 1   | 10   | 8    | 4   | 3    | 0   | 0   | 0   |
|                   | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | 98% Perzentil | 71  | 80  | 103  | 127 | 114 | 116  | 116  | 114 | 115  | 71  | 71  | 67  |
| Schwebestaub      | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 18  | 9   | 13   | 16  | 11  | 9    | 13   | 11  | 12   | 10  | 22  | 11  |
| Staubniederschlag | [ $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{j}$ ] | Mittelwert    | 18  | 35  | 177  | 234 | 95  | 66   | 367  | 222 | 54   | 50  | 43  | 154 |
| NO                | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 20  | 5   | 3    | 5   | 2   | 1    | 3    | 2   | 4    | 6   | 19  | 14  |

Abbildung 51: Saxon, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020


Abbildung 52: Saxon, Anzahl O<sub>3</sub>-Stundenwerte >120 µg/m³ von 1990 bis 2020




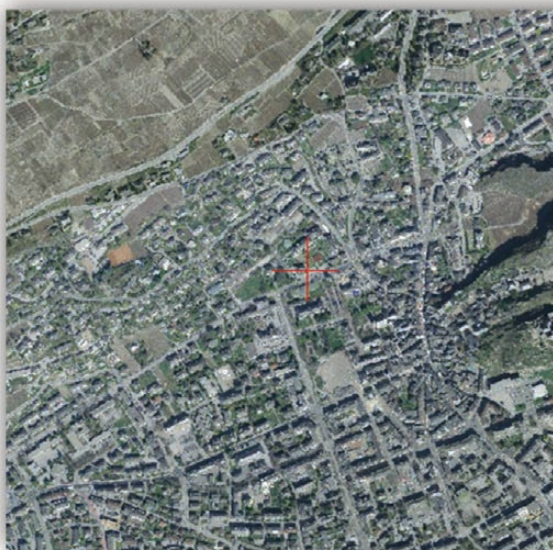


# Sitten

Tabelle 28: Sitten, Standortbeschreibung

| Standort-Typ                        | Verkehrsbelastung | Bebauung    | Koordinaten (MN03) | Höhe [m] |
|-------------------------------------|-------------------|-------------|--------------------|----------|
| In der Stadt, mit Verkehrsbelastung | Sehr stark        | Geschlossen | 593 702 / 120 409  | 527      |

Abbildung 53: Sitten, Lage des Standorts



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© SEN

Tabelle 29: Sitten, Ergebnisse für das Jahr 2020

| Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )    | Messgrösse           | Grenzwerte | Resultate |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 30         | 19        |
| 95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres  | [µg/m <sup>3</sup> ] | 100        | 50        |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 80         | 54        |
| Tagesmittelwert > 80 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 1          | 0         |

| Ozon (O <sub>3</sub> )                               | Messgrösse           | Grenzwerte | Resultate |
|------------------------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Höchster Stundenmittelwert                           | [µg/m <sup>3</sup> ] | 120        | 131       |
| Stundenmittelwert > 120 µg/m <sup>3</sup>            | [Stunden]            | 1          | 23        |
| 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats                | [µg/m <sup>3</sup> ] | 100        | 117       |
| Anzahl Monate, 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats | [Monat]              | 0          | 7         |

| Schwebstaub (PM <sub>10</sub> )        | Messgrösse           | Grenzwerte | Resultate |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 20         | 13        |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 50         | 52        |
| Tagesmittelwert > 50 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 3          | 2         |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert            | [ng/m <sup>3</sup> ] | 500        | 2.4       |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert         | [ng/m <sup>3</sup> ] | 1.5        | 0.07      |

| Schwebstaub (PM <sub>2,5</sub> )       | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 10 (OPair) | 8         |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 25 (OMS)   | 40        |
| Tagesmittelwert > 25 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 3 (OMS)    | 5         |

| Staubniederschlag              | Messgrösse             | Grenzwerte | Resultate |
|--------------------------------|------------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert               | [mg/m <sup>2</sup> *T] | 200        | 68        |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert    | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 100        | 4.1       |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 2          | 0.05      |
| Zink (Zn), Jahresmittelwert    | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 400        | 35        |

Abbildung 54: Sitten, Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub> von 1999 bis 2020

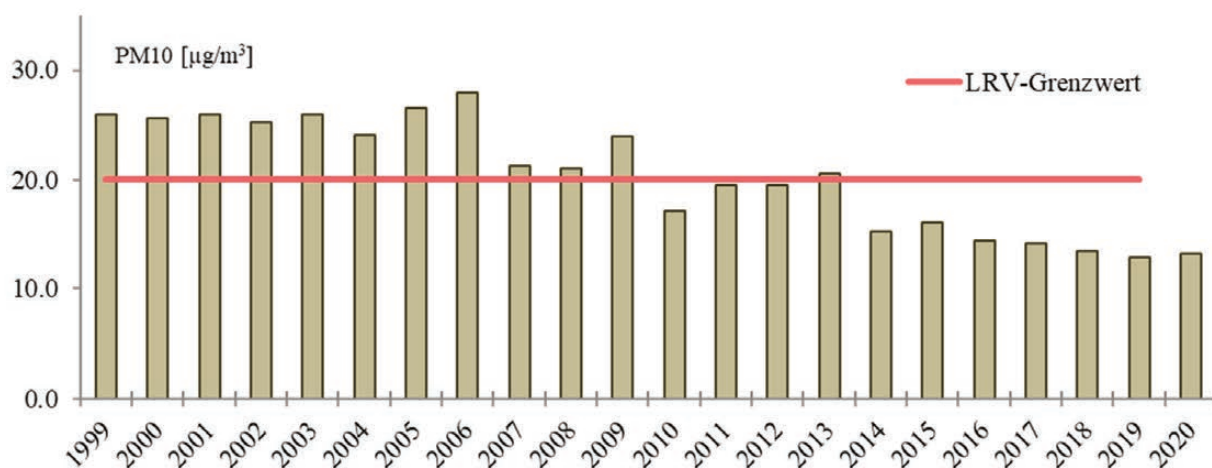
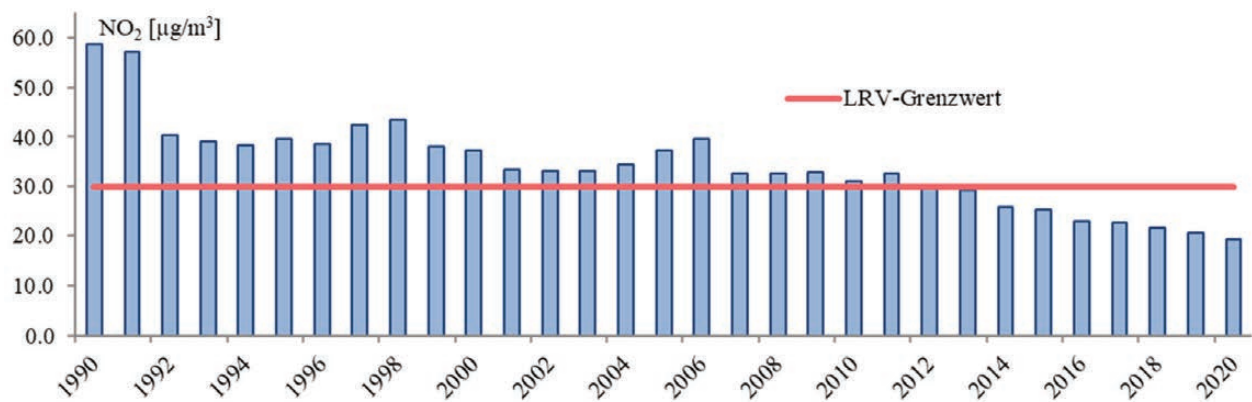
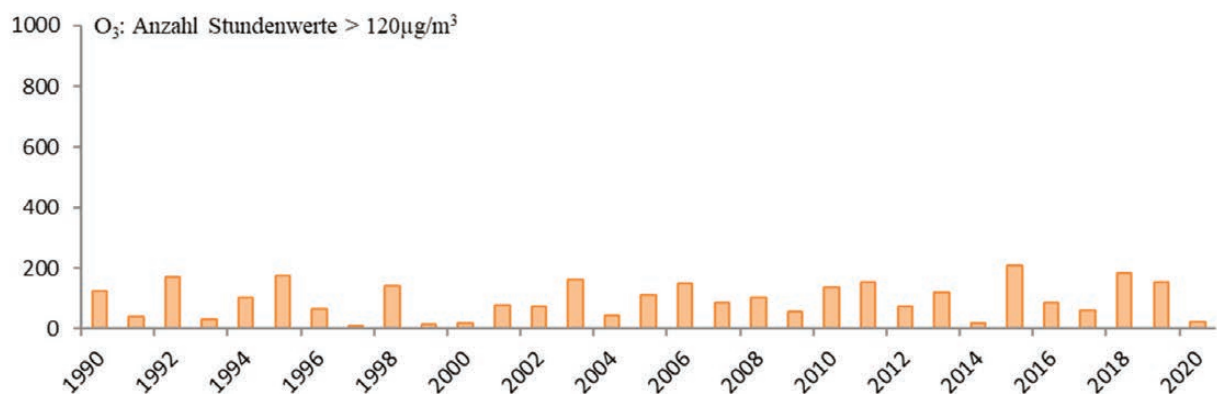


Tabelle 30: Sitten, Ergebnisse 2020 nach Monaten

| Parameter         | Einheit   | Statistik     | Jan | Feb | März | Apr | Mai | Juni | Juli | Aug | Sept | Okt | Nov | Dez |
|-------------------|-----------|---------------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| Stickstoffdioxid  | [µg/m³]   | Mittelwert    | 42  | 25  | 16   | 11  | 10  | 9    | 10   | 11  | 14   | 19  | 30  | 32  |
|                   | Anzahl    | 24hMw.> 80    | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0    | 0    | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   |
| Ozone             | [µg/m³]   | Mittelwert    | 20  | 44  | 58   | 75  | 64  | 64   | 67   | 64  | 51   | 28  | 16  | 18  |
|                   | [µg/m³]   | Max. h-Mw.    | 81  | 98  | 112  | 130 | 112 | 125  | 131  | 125 | 115  | 82  | 68  | 72  |
|                   | Anzahl    | 24hMw.> 120   | 0   | 0   | 0    | 6   | 0   | 2    | 10   | 5   | 0    | 0   | 0   | 0   |
|                   | [µg/m³]   | 98% Perzentil | 64  | 87  | 103  | 117 | 108 | 111  | 116  | 112 | 104  | 71  | 62  | 59  |
| Schwebestaub      | [µg/m³]   | Mittelwert    | 22  | 11  | 12   | 14  | 10  | 10   | 14   | 12  | 14   | 9   | 17  | 14  |
| Staubniederschlag | [mg/m²*j] | Mittelwert    | 39  | 0   | 45   | 67  | 140 | 166  | 54   | 34  | 0    | 67  | 32  | 37  |
| NO                | [µg/m³]   | Mittelwert    | 21  | 8   | 4    | 2   | 3   | 2    | 2    | 2   | 4    | 7   | 15  | 16  |

Abbildung 55: Sitten, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020


Abbildung 56: Sitten, Anzahl O<sub>3</sub>-Stundenwerte >120 µg/m³ von 1990 bis 2020




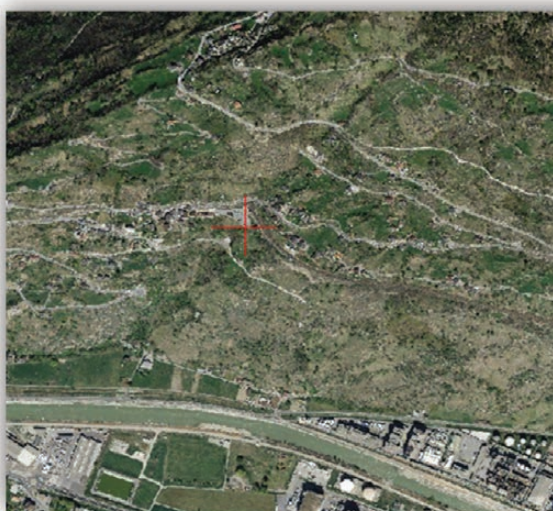


# Eggerberg

Tabelle 31: Eggerberg, Standortbeschreibung

| Standort-Typ                             | Verkehrsbelastung | Bebauung | Koordinaten (MN03) | Höhe [m] |
|------------------------------------------|-------------------|----------|--------------------|----------|
| Ländliche Zone in der Höhe, unter 1000 m | Gering            | Offen    | 634 047 / 128 450  | 840      |

Abbildung 57: Eggerberg, Lage des Standorts



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© Chab Lathion

Tabelle 32: Eggerberg, Ergebnisse für das Jahr 2020

| Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )    | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 30         | 8         |
| 95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres  | [µg/m <sup>3</sup> ] | 100        | 23        |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 80         | 33        |
| Tagesmittelwert > 80 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 1          | 0         |

| Ozon (O <sub>3</sub> )                               | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|------------------------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Höchster Stundenmittelwert                           | [µg/m <sup>3</sup> ] | 120        | 120       |
| Stundenmittelwert > 120 µg/m <sup>3</sup>            | [Stunden]            | 1          | 2         |
| 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats                | [µg/m <sup>3</sup> ] | 100        | 108       |
| Anzahl Monate, 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats | [Monat]              | 0          | 4         |

| Schwebstaub (PM <sub>10</sub> )        | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 20         | 10        |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 50         | 57        |
| Tagesmittelwert > 50 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 3          | 1         |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert            | [ng/m <sup>3</sup> ] | 500        | 2.0       |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert         | [ng/m <sup>3</sup> ] | 1.5        | 0.04      |

| Staubniederschlag              | Messgrösse             | Grenzwerte | Résultats |
|--------------------------------|------------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert               | [mg/m <sup>2</sup> *T] | 200        | 105       |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert    | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 100        | 3.5       |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 2          | 0.14      |
| Zink (Zn), Jahresmittelwert    | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 400        | 26        |

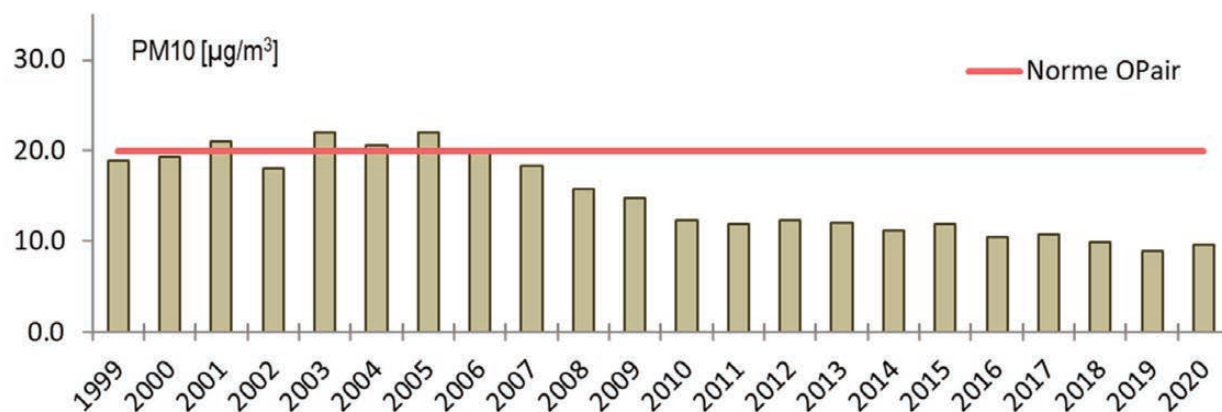
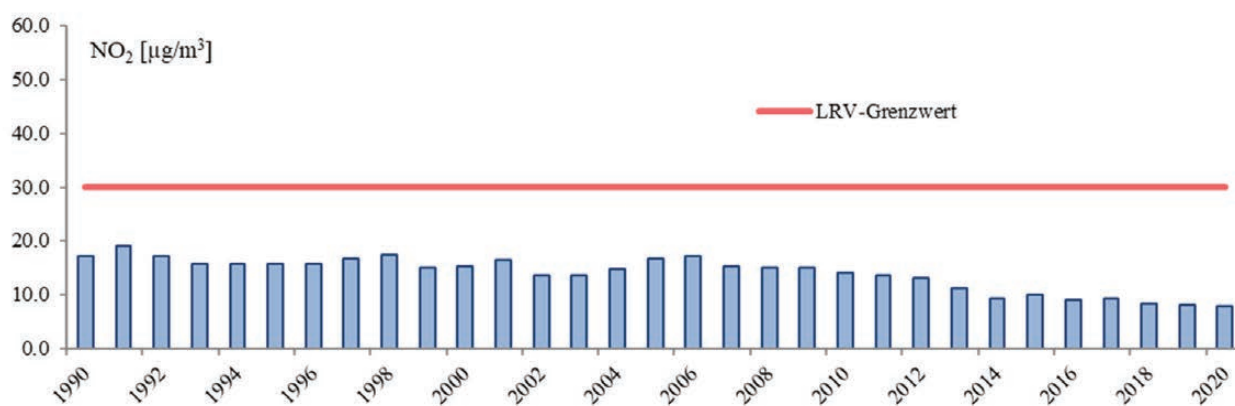
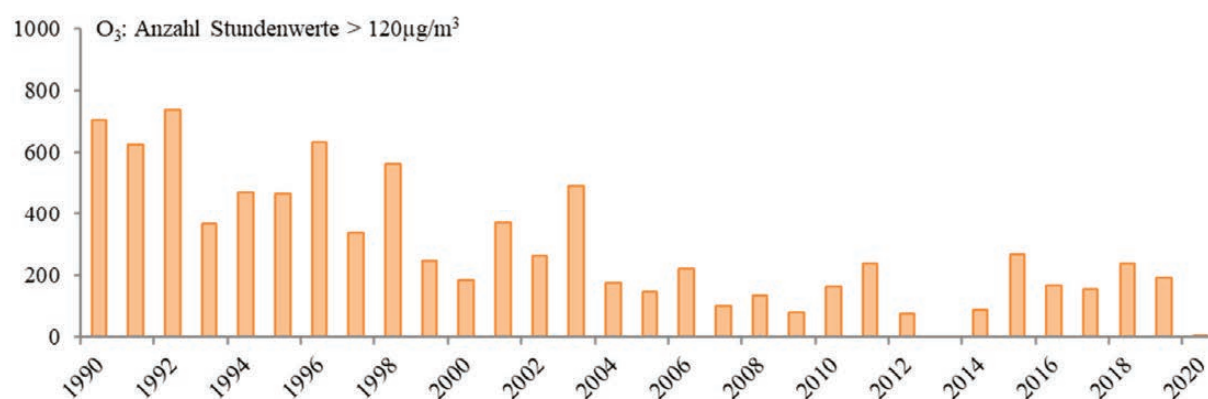
Abbildung 58: Eggerberg, Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub> von 1999 bis 2020




Tabelle 33: Eggerberg, Ergebnisse 2020 nach Monaten

| Parameter         | Einheit   | Statistik     | Jan | Feb | März | Apr | Mai | Juni | Juli | Aug | Sept | Okt | Nov | Dez |
|-------------------|-----------|---------------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| Stickstoffdioxid  | [µg/m³]   | Mittelwert    | 12  | 7   | 8    | 5   | 5   | 5    | 5    | 6   | 7    | 8   | 12  | 13  |
|                   | Anzahl    | 24hMw.> 80    | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0    | 0    | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   |
| Ozone             | [µg/m³]   | Mittelwert    | 59  | 68  | 64   | 75  | 64  | 60   | 65   | 63  | 59   | 44  | 39  | 45  |
|                   | [µg/m³]   | Max. h-Mw.    | 91  | 97  | 99   | 107 | 110 | 104  | 120  | 111 | 104  | 81  | 78  | 89  |
|                   | Anzahl    | 24hMw.> 120   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0    | 2    | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   |
|                   | [µg/m³]   | 98% Perzentil | 84  | 93  | 94   | 101 | 102 | 92   | 108  | 102 | 99   | 77  | 68  | 81  |
| Schwebstaub       | [µg/m³]   | Mittelwert    | 10  | 7   | 10   | 10  | 9   | 8    | 12   | 10  | 11   | 7   | 14  | 7   |
| Staubniederschlag | [mg/m²*j] | Mittelwert    | 26  | 46  | 49   | 59  | 0   | 323  | 113  | 183 | 66   | 225 | 42  | 25  |
| NO                | [µg/m³]   | Mittelwert    | 2   | 1   | 1    | 1   | 1   | 1    | 1    | 1   | 1    | 2   | 3   | 2   |

Abbildung 59: Eggerberg, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020


Abbildung 60: Eggerberg, Anzahl O<sub>3</sub>-Stundenwerte >120 µg/m³ von 1990 bis 2020


Für 2013 sind wegen eines technischen Problems bei der Probenahmeleitung keine Stundenwerte über 120 µg/m³ angegeben. Die Ergebnisse wurden für ungültig erklärt.



# Brigerbad

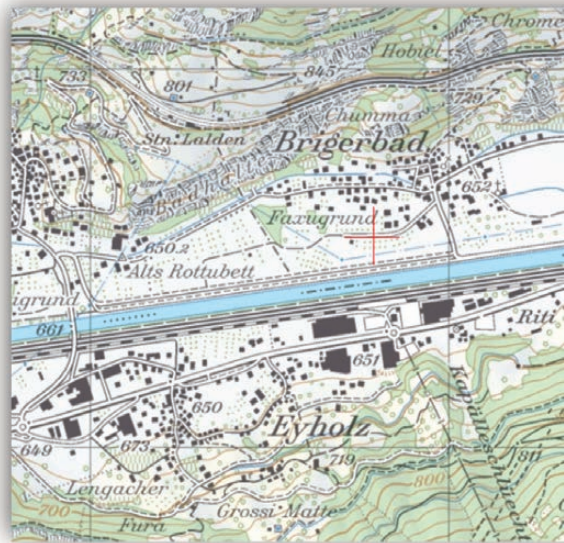
Tabelle 34: Brigerbad, Standortbeschreibung

| Standort-Typ                        | Verkehrsbelastung | Bebauung | Koordinaten (MN03) | Höhe [m] |
|-------------------------------------|-------------------|----------|--------------------|----------|
| Ländliche Zone, Nähe von Industrien | Mittel            | Offen    | 636 790 / 127 555  | 650      |

Abbildung 61: Brigerbad, Lage des Standorts



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© Chab Lathion

Tabelle 35: Brigerbad, Ergebnisse für das Jahr 2020

| Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )    | Messgrösse           | Grenzwerte | Resultate |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 30         | 18        |
| 95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres  | [µg/m <sup>3</sup> ] | 100        | 56        |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 80         | 60        |
| Tagesmittelwert > 80 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 1          | 0         |

| Ozon (O <sub>3</sub> )                               | Messgrösse           | Grenzwerte | Resultate |
|------------------------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Höchster Stundenmittelwert                           | [µg/m <sup>3</sup> ] | 120        | 126       |
| Stundenmittelwert > 120 µg/m <sup>3</sup>            | [Stunden]            | 1          | 9         |
| 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats                | [µg/m <sup>3</sup> ] | 100        | 117       |
| Anzahl Monate, 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats | [Monat]              | 0          | 6         |

| Schwebstaub (PM <sub>10</sub> )        | Messgrösse           | Grenzwerte | Resultate |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 20         | 13        |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 50         | 63        |
| Tagesmittelwert > 50 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 3          | 3         |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert            | [ng/m <sup>3</sup> ] | 500        | 2.7       |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert         | [ng/m <sup>3</sup> ] | 1.5        | 0.07      |

| Schwebstaub (PM <sub>2,5</sub> )       | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 10 (OPair) | 8         |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 25 (OMS)   | 43        |
| Tagesmittelwert > 25 µg/m <sup>3</sup> | [µg/m <sup>3</sup> ] | 3 (OMS)    | 8         |

| Staubniederschlag              | Messgrösse             | Grenzwerte | Resultate |
|--------------------------------|------------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert               | [mg/m <sup>2</sup> *T] | 200        | 41        |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert    | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 100        | 7         |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 2          | 0.05      |
| Zink (Zn), Jahresmittelwert    | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 400        | 21        |

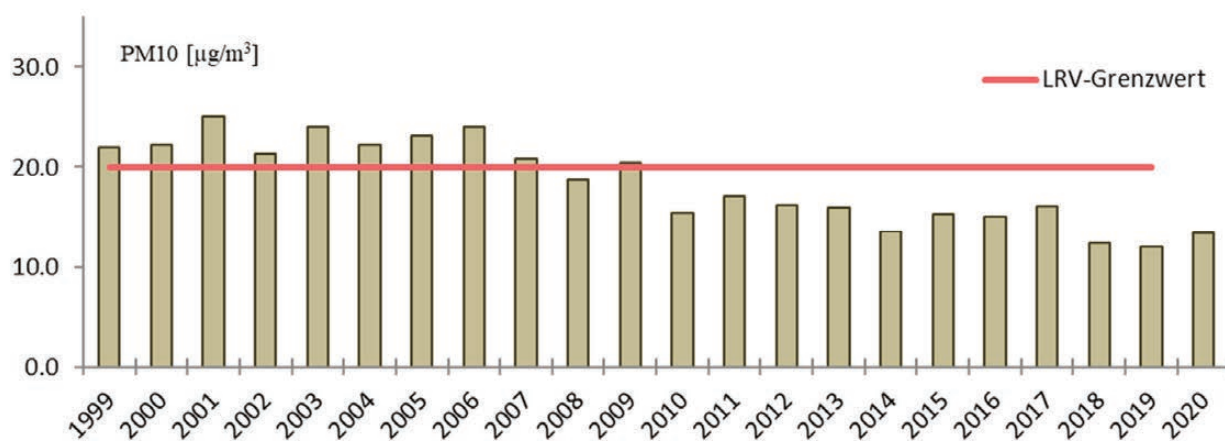
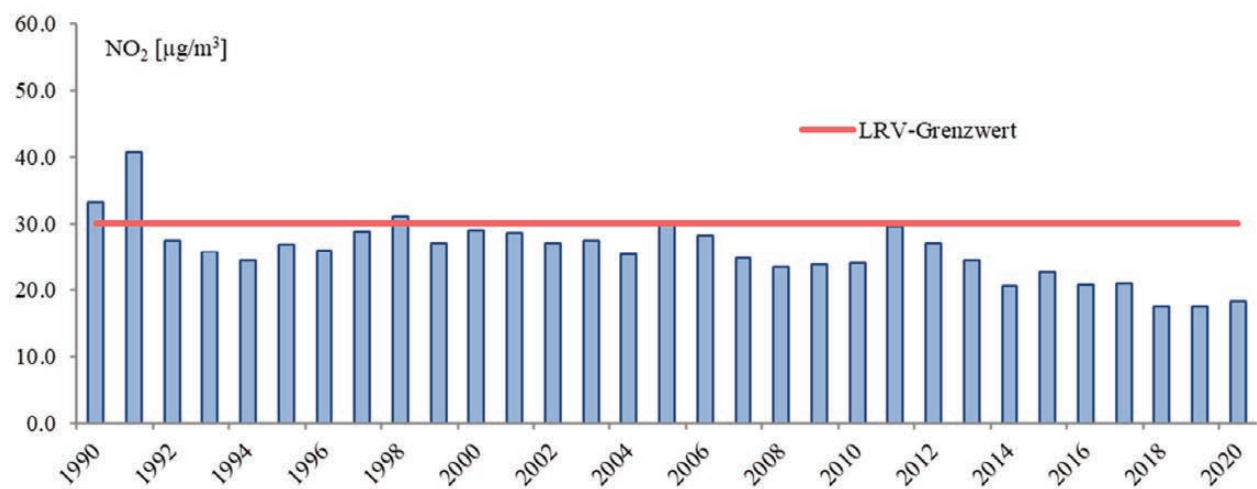
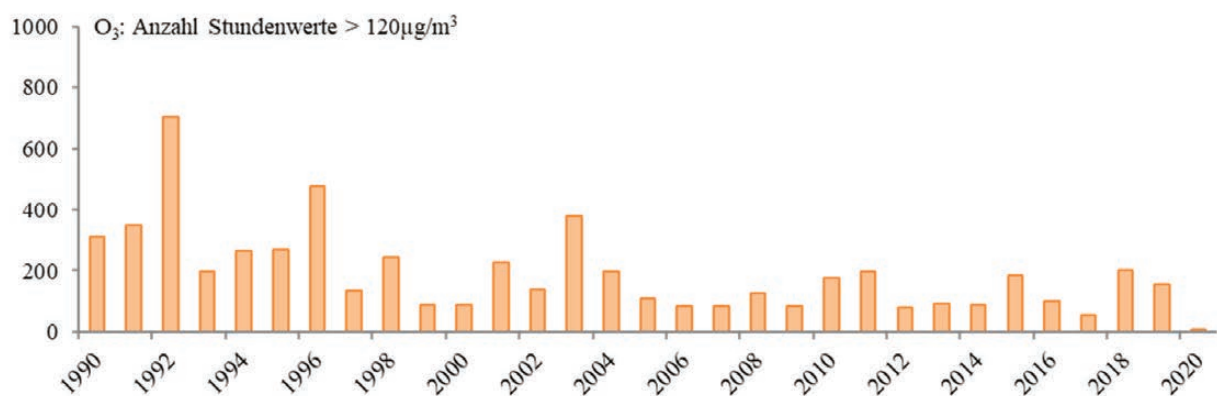
Abbildung 62: Brigerbad, Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub> von 1999 bis 2020


Tabelle 36: Brigerbad, Ergebnisse 2020 nach Monaten

| Parameter        | Einheit                                 | Statistik     | Jan | Feb | März | Apr | Mai | Juni | Juli | Aug | Sept | Okt | Nov | Dez |
|------------------|-----------------------------------------|---------------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| Stickstoffdioxid | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 44  | 21  | 13   | 9   | 9   | 8    | 9    | 10  | 14   | 15  | 33  | 31  |
|                  | Anzahl                                  | 24hMw. > 80   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0    | 0    | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   |
| Ozone            | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 19  | 46  | 57   | 73  | 62  | 60   | 63   | 60  | 52   | 34  | 15  | 25  |
|                  | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Max. h-Mw.    | 85  | 95  | 111  | 123 | 121 | 118  | 126  | 126 | 112  | 85  | 68  | 85  |
|                  | Anzahl                                  | 24hMw. > 120  | 0   | 0   | 0    | 1   | 1   | 0    | 4    | 3   | 0    | 0   | 0   | 0   |
|                  | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | 98% Perzentil | 75  | 87  | 98   | 117 | 108 | 104  | 111  | 110 | 103  | 76  | 61  | 74  |
|                  | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 24  | 10  | 14   | 16  | 10  | 8    | 13   | 11  | 12   | 8   | 21  | 14  |
| Schwebestaub     | [ $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{j}$ ] | Mittelwert    | 14  | 33  | 29   | 60  | 40  | 113  | 57   | 26  | 16   | 61  | 22  | 21  |
| NO               | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 26  | 6   | 3    | 2   | 2   | 1    | 1    | 1   | 3    | 5   | 36  | 15  |

Abbildung 63: Brigerbad, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020


Abbildung 64: Brigerbad, Anzahl O<sub>3</sub>-Stundenwerte >120 µg/m³ von 1990 bis 2020






# Montana

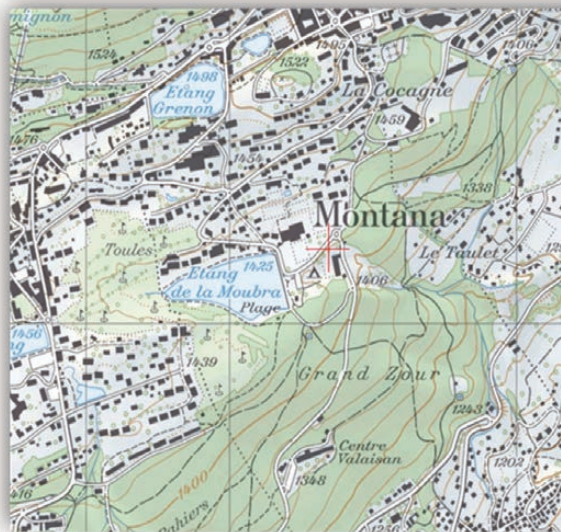
Tabelle 37: Montana, Standortbeschreibung

| Standort-Typ                           | Verkehrsbelastung | Bebauung | Koordinaten (MN03) | Höhe [m] |
|----------------------------------------|-------------------|----------|--------------------|----------|
| Ländliche Zone in der Höhe über 1000 m | Mittel            | Offen    | 603 346 / 128 235  | 1'420    |

Abbildung 65: Montana, Lage des Standorts



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© Chab Lathion

Tabelle 38: Montana, Ergebnisse für das Jahr 2020

| Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )    | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 30         | 9         |
| 95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres  | [µg/m <sup>3</sup> ] | 100        | 29        |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 80         | 40        |
| Tagesmittelwert > 80 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 1          | 0         |

| Ozon (O <sub>3</sub> )                               | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|------------------------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Höchster Stundenmittelwert                           | [µg/m <sup>3</sup> ] | 120        | 132       |
| Stundenmittelwert > 120 µg/m <sup>3</sup>            | [Stunden]            | 1          | 74        |
| 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats                | [µg/m <sup>3</sup> ] | 100        | 125       |
| Anzahl Monate, 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats | [Monat]              | 0          | 6         |

| Schwebstaub (PM <sub>10</sub> )        | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 20         | 9         |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 50         | 65        |
| Tagesmittelwert > 50 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 3          | 1         |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert            | [ng/m <sup>3</sup> ] | 500        | 1.1       |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert         | [ng/m <sup>3</sup> ] | 1.5        | 0.03      |

| Schwebstaub (PM <sub>2,5</sub> )       | Messgrösse           | Grenzwerte | Résultats |
|----------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert                       | [µg/m <sup>3</sup> ] | 10 (Opair) | 5         |
| Höchster Tagesmittelwert               | [µg/m <sup>3</sup> ] | 25 (OMS)   | 29        |
| Tagesmittelwert > 25 µg/m <sup>3</sup> | [Tag]                | 3 (OMS)    | 1         |

| Staubniederschlag              | Messgrösse             | Grenzwerte | Résultats |
|--------------------------------|------------------------|------------|-----------|
| Jahresmittelwert               | [mg/m <sup>2</sup> *T] | 200        | 89        |
| Blei (Pb), Jahresmittelwert    | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 100        | 6.4       |
| Cadmium (Cd), Jahresmittelwert | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 2          | 0.28      |
| Zink (Zn), Jahresmittelwert    | [µg/m <sup>2</sup> *T] | 400        | 27        |

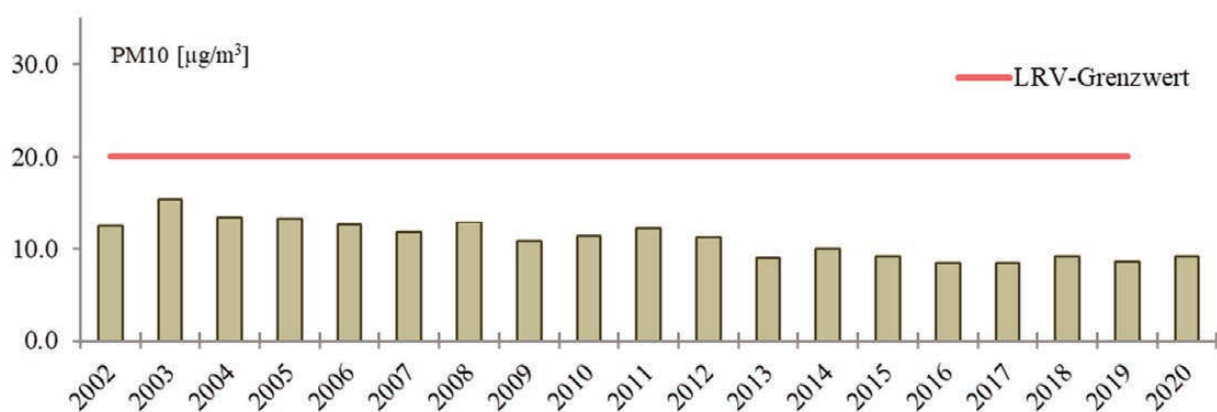
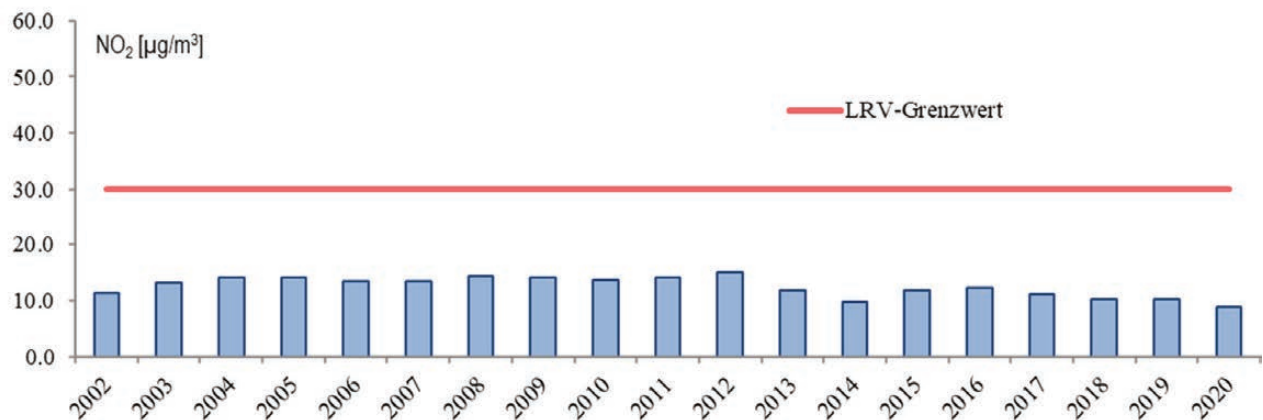
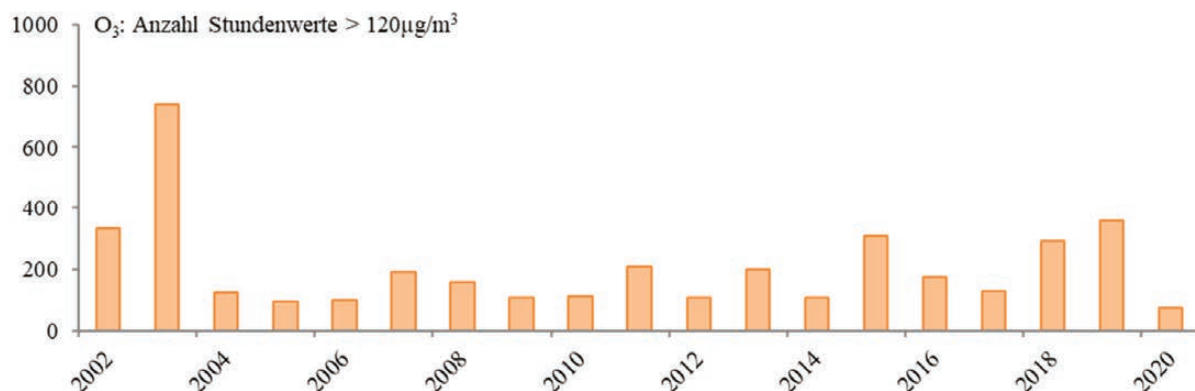
Abbildung 66: Montana, Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub> von 1999 bis 2020


Tabelle 39: Montana, Ergebnisse 2020 nach Monaten

| Parameter         | Einheit                                 | Statistik     | Jan | Feb | März | Apr | Mai | Juni | Juli | Aug | Sept | Okt | Nov | Dez |
|-------------------|-----------------------------------------|---------------|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| Stickstoffdioxid  | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 19  | 14  | 9    | 5   | 4   | 4    | 6    | 5   | 8    | 8   | 11  | 14  |
|                   | Anzahl                                  | 24hMw. > 80   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0    | 0    | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   |
| Ozone             | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 61  | 67  | 71   | 94  | 77  | 75   | 77   | 79  | 71   | 55  | 50  | 57  |
|                   | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Max. h-Mw.    | 91  | 101 | 110  | 132 | 118 | 120  | 125  | 127 | 118  | 97  | 84  | 90  |
|                   | Anzahl                                  | 24hMw. > 120  | 0   | 0   | 0    | 59  | 0   | 1    | 10   | 4   | 0    | 0   | 0   | 0   |
|                   | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | 98% Perzentil | 87  | 93  | 99   | 125 | 113 | 113  | 118  | 115 | 110  | 84  | 77  | 85  |
| Schwebstaub       | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 10  | 8   | 10   | 10  | 11  | 5    | 10   | 10  | 11   | 8   | 11  | 4   |
| Staubniederschlag | [ $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{j}$ ] | Mittelwert    | 34  | 60  | 103  | 50  | 165 | 76   | 109  | 302 | 15   | 87  | 36  | 35  |
| NO                | [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]            | Mittelwert    | 6   | 4   | 3    | 1   | 2   | 1    | 1    | 2   | 2    | 2   | 3   | 5   |

Abbildung 67: Montana, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2020


Abbildung 68: Montana, Anzahl O<sub>3</sub>-Stundenwerte >120 µg/m³ von 1990 bis 2020




## A4: RESIVAL: Piktogramme für die Luftqualität

### NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, Staubbiederschlag (SN)

|                                                                                   |              |                                                                       | NO <sub>2</sub><br>(IGW: 30) | PM <sub>10</sub><br>(IGW: 20) | PM <sub>2.5</sub><br>(IGW: 10) | SN<br>(IGW: 200) |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------|
|  | Jahresmittel | $< 0.95 \times \text{VLI}$                                            | $< 28$                       | $< 19$                        | $< 9.5$                        | $< 190$          |
|  | Jahresmittel | $\geq 0.95 \times \text{VLI}$<br>und<br>$\leq 1.05 \times \text{VLI}$ | 28 bis 32                    | 19 bis 21                     | 9.5 bis 10.5                   | 190 bis 210      |
|  | Jahresmittel | $> 1.05 \times \text{VLI}$                                            | $> 32$                       | $> 21$                        | $> 10.5$                       | $> 210$          |

**Bemerkungen:** Jahreswerte werden gerundet; IGW: Immissionsgrenzwerte der LRV (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>: µg/m<sup>3</sup>; SN: mg/m<sup>2</sup>×d).

### O<sub>3</sub>

|                                                                                     |                                                                                                                     |            |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|
|    | Anzahl Stunden mit $> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$                                                                   | <b>Und</b> | $\leq 1$ |
|                                                                                     | Anzahl Monate mit Überschreitung des P98 von 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats auf $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |            | 0        |
|  | Anzahl Stunden mit $> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$                                                                   | <b>Und</b> | 2 bis 10 |
|                                                                                     | Anzahl Monate mit Überschreitung des P98 von 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats auf $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |            | 1 bis 2  |
|  | Anzahl Stunden mit $> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$                                                                   | <b>Und</b> | $> 10$   |
|                                                                                     | Anzahl Monate mit Überschreitung des P98 von 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats auf $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ |            | $> 2$    |

### Benzol

|                                                                                     |                                                                                                          |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|  | Jahresmittel in µg/m <sup>3</sup><br>(mind. zehnmal geringer als der IGW nach der Richtlinie 2000/69/EG) | $< 0.5$   |
|  | Jahresmittel in µg/m <sup>3</sup>                                                                        | 0.5 bis 5 |
|  | Jahresmittel in µg/m <sup>3</sup><br>(über dem IGW nach der Richtlinie 2000/69/EG)                       | $> 5$     |

N.B. Die Piktogramme beziehen sich auf den Mittelwert aller Messstationen eines Standort-Typs (ländlich in der Höhe, ländlich in der Ebene, Stadtzentrum, Nähe von Industrien).





## A5: Wirksamkeit des kantonalen LRV-Plans

Seit seiner Einführung im April 2009 war der kantonale Massnahmenplan zur Luftreinhaltung (kantonaler LRV-Plan) nun bis Ende 2020 volle 11 Jahre in Kraft. Die wichtigsten Schadstoffe, die mit den 18 Massnahmen des Plans (s. Tab. 1) bekämpft werden, sind: PM10 (61 % der Massnahmen), NO<sub>x</sub> (33 % der Massnahmen), SO<sub>2</sub> (11 % der Massnahmen) und VOC (6 % der Massnahmen). Der Rückgang der Ozonbelastungen (O<sub>3</sub>) wird von 11 Massnahmen begünstigt, die allerdings auf die Vorläufer von Ozon (NO<sub>x</sub>, VOC) einwirken. Auch wenn eine Massnahme, wie die sensibilisierenden und informierenden Massnahmen, nicht direkt zur Verringerung eines Schadstoffs führt, kann sie dennoch wirken, indem sie Folgeaktionen auslöst. Die LRV (Art. 33) schreibt vor: die Wirksamkeit von Massnahmen ist zu überprüfen und die Öffentlichkeit darüber zu informieren.

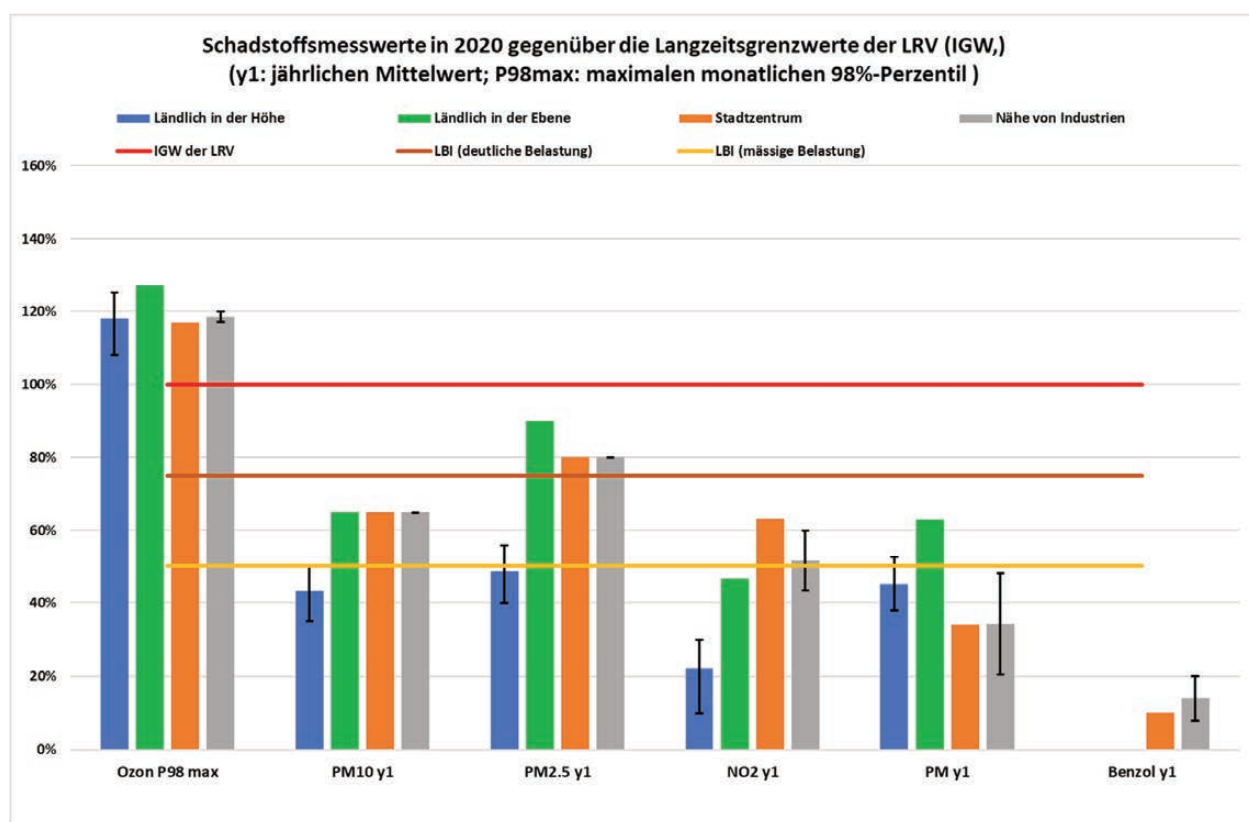
Die Massnahmen des LRV-Plans, die auf erwiesenen oder absehbaren Überschreitungen der LRV-Immissionsbegrenzungen basieren, setzen bei den Schadstoffquellen an, denn da kann das Einhalten der LRV-Grenzwerte, die von einer Massnahme des kantonalen LRV-Plans manchmal noch verschärft wurden (Bsp. 5.3.2), überprüft und wenn nötig korrigiert werden. Die Wirksamkeit der Massnahmen ist immissionsseitig zu überprüfen, was die RESIVAL-Stationen zur Bemessung der Luftqualität besorgen. Um die Veränderung der ausgestossenen Menge eines Primärschadstoffs mit einer Veränderung in der immissionsseitigen Konzentration desselben Primärschadstoffs oder eines seiner aus ihm hervorgehenden Sekundärschadstoffe vergleichen zu können, werden im Folgenden die Informationen aus dem kantonalen Kataster (Emissionen) den Messungen der Luftqualität gegenübergestellt. Der Proportionalitätsfaktor zwischen einer Veränderung an der Quelle und jener in der Luft eines Standorttyps wird durch den Kenntnisstand über die beteiligten Prozesse ermittelt. So ist zu beurteilen, ob die Massnahmen des kant. LRV-Plans die Entwicklung der Schadstoffbelastung der Luft im Wallis in höherem oder minderem Masse beeinflussen. Die Bewertung ihrer Relevanz stützt sich auf die Werte in den nachstehenden Abb. 69 bis 73, die vor allem Aufschluss über die Beiträge nach den Bereichen der Verschmutzungsquellen geben, und es ermöglichen, ihre zeitliche Entwicklung unter Berücksichtigung der Veränderungen auf Ebene der Technik, des Betriebs und der wirtschaftlichen Ausrichtung zu verfolgen.

Das Wetter ist nicht mehr als vier bis fünf Tage im Voraus zuverlässig vorhersehbar. Weil Belastungsniveaus, insbesondere Ozon-, NO<sub>2</sub>- und PM10-Belastungen, ziemlich stark vom Faktor Wetter abhängig sind, ist ihre künftige Entwicklung ungewiss. Auf eine Reihe von Jahren ohne starke Inversionslage im Winter kann eine Reihe von Jahren mit starken Inversionslagen folgen, welche die Jahresmittelwerte z. B. für PM2.5 wieder über die LRV-Begrenzung anheben. Dennoch hat sich diese Ungewissheit im Wallis mit der immer deutlicheren Einhaltung der Feinstaub-(PM10)- und Stickoxid-Begrenzungen in den letzten Jahren vermindert. Hingegen können Jahre mit grossen Sommerhitzen die Ozonbelastungen auf deutlich höhere Werte treiben als auf jene, die bisher schon jeweils die LRV-Grenzwerte überschreiten, wodurch sich das Problem noch verschärft. Eine möglichst gute Einhaltung der LRV-Begrenzungen, d.h. mindestens ein Drittel unter dem monatlichen P98-Perzentil, wäre die beste Garantie für eine Einhaltung der regulären Ozon-Werte. Die gegenwärtigen Ergebnisse sind weit von diesem Ziel entfernt. Die bis 2022 zur Förderung der Elektromobilität geplanten staatlichen Massnahmen könnten einen Beitrag zur Annäherung an dieses Ziel leisten. Die Lösungen für die Energiewende helfen manchmal, die Luftqualität zu verbessern, ihr Ziel ist aber vor allem, die Auswirkungen des Klimawandels, seine Störungen und Schäden, zu begrenzen. Die gesetzlichen Vorgaben für die Luftverschmutzung, die auf ökotoxikologischen Erwägungen beruhen, sind der beste Weg zu einer nachhaltig gesunden Luft und einer umweltverträglichen bodennahen Luft in der Umgebung von Biotopen.

Die letzten RESIVAL-Ergebnisse für SO<sub>2</sub> und CO wurden 2018 im LRV-Bericht publiziert. Das Walliser Messnetz misst diese Stoffe nicht mehr, das wird künftig der alleinigen Oberaufsicht des

Bundes überlassen. Sie werden daher nicht mehr in Abb. 69 wiedergegeben, welche die Situation 2020 hinsichtlich der Langzeit-Begrenzungen der LRV für die wichtigsten Schadstoffe darstellt, die die Luftqualität weiterhin erheblich beeinträchtigen. Alle Jahreswerte, die unter dem gemässigten Niveau des Langzeit-Indexes der Luftbelastung (LIL) liegen, sind als gering einzustufen. Dies sind die besten Garanten für eine dauerhaft gesunde Luft für Mensch und Umwelt, denn sie sind so gut wie unabhängig von schwankenden Einflüssen wie Klima und Wetter. Im Wallis gehören die Belastungsniveaus des Feinstaubs PM10 in ländlicher Region in der Höhe, die Stickoxide (NO<sub>2</sub>) in ländlichen Regionen und der Staubbiederschlag auf städtischem Gebiet und in Industrienähe zu dieser Kategorie. Beim Benzol verhält es sich anders, denn die geltende Begrenzung stammt von der EU und entspricht nicht dem Grundsatz der LRV der Nulltoleranz für krebserzeugende Stoffe. Jahreswerte unterhalb des ausschlaggebenden LIL-Niveaus entsprechen einer mässigen Verschmutzung. Sie sind zuverlässige Garanten für dauerhafte Vorteile für die Umwelt und die öffentliche Gesundheit. Von den klimatisch-meteorologischen Einflüssen geht kaum eine Gefahr aus, dass sie die Werte, bei ungefähr gleichbleibender Grösse der Verschmutzungsquellen, wieder über die Begrenzungswerte anheben. Im Wallis gehören die Belastungsniveaus des Feinstaubs PM10 in der Ebene, die Stickoxide (NO<sub>2</sub>) auf städtischem Gebiet und in Industrienähe sowie der Staubbiederschlag im ländlichen Gebiet zu dieser Kategorie. Jahreswerte bis 25 % unter den LRV-Begrenzungen entsprechen im Sinne der LIL-Werte einer erheblichen Verschmutzung. Sie sind anfällig für die Schwankungen des Wetters von Jahr zu Jahr und garantieren keinen dauerhaften Nutzen für den Menschen und die Umwelt hinsichtlich der Prinzipien des Umweltschutzgesetzes. Im Wallis trifft das auf die PM2.5-Niveaus zu, ausser in Höhenlagen. Werte über den LRV-Begrenzungen (IGW) stellen eine nachhaltig schädliche Verschmutzung für den Menschen und die Natur dar. Im Wallis gehören die Ozon-Konzentrationen, in der Regel von April bis September, zu dieser Kategorie.

Abbildung 69: Gegenüberstellung der Immissionswerte im Wallis 2020 mit den wichtigsten LRV-Begrenzungen

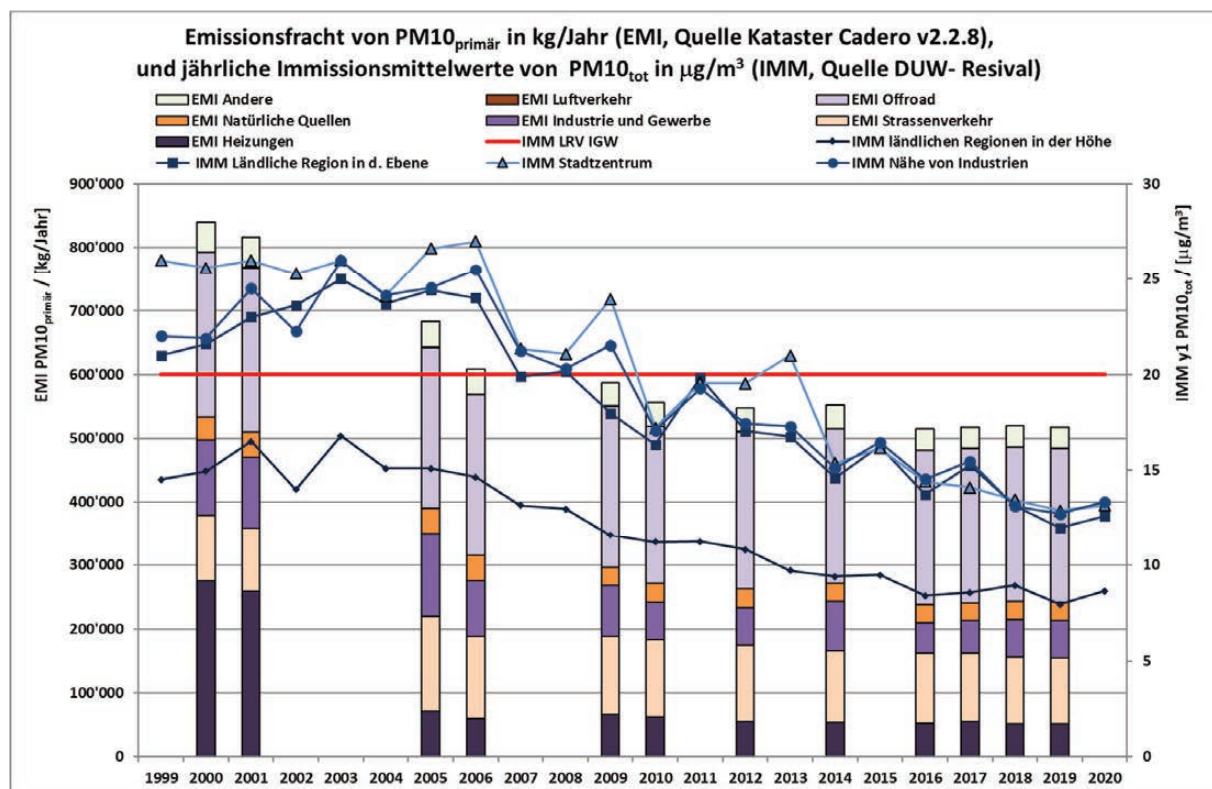


Die Massnahmen des LRV-Plans geben manchmal einem politischen Willen Ausdruck, dessen Absicht gar nicht unbedingt eine grösstmögliche Wirkung ist. Dabei handelt es sich z. B. um die Massnahmen zur Ausstattung staatlicher Fahrzeuge und Maschinen mit Partikelfiltern (Massnahme 5.4.1) oder die Massnahme zur Verkürzung der Sanierungsfristen von grossen Holzheizungen (Massnahme 5.5.3), die 2018 hinfällig wurde.

## Wirksamkeit in Bezug auf die Feinstaubbelastung (PM10)

Von den 18 Massnahmen des kantonalen LRV-Plans richten sich 11 ganz direkt gegen diesen Schadstoff, während 6 weitere dessen Verringerung generell begünstigen. Nachstehende Abb. 70 zeigt die Entwicklung der jährlich ausgestossenen Mengen von primärem PM10 von 2000 bis 2019, sowie die Messergebnisse für den insgesamt in der Luft schwebenden primären und sekundären Feinstaub, und zwar im Jahresmittel und für den jeweiligen Standort-Typ. Bis 2006 war bei den Immissionen eine Stagnation zu beobachten, während die Emissionen von primärem PM10 um rund 20 % zurückgingen. Der Rückgang beim PM10-Ausstoss von 15 % von 2019 gegenüber 2006 spiegelt sich nur teilweise im Rückgang der gesamten PM10-Belastungen in der Luft um 50 % seit 2006 wider, der seit 2018 zwischen 45 und 50 % stagniert. Abb. 70 zeigt ziemlich deutlich, dass die prozentuale Verringerung der PM10-Immissionen höher ist als diejenige der emittierten primären PM10. Eine bedeutende Verringerung sekundärer PM10-Immissionen, die sich zu den aus dem Emissionskataster abzuleitenden primären PM10-Mengen gesellt, dürfte zum gesamthaften Rückgang beitragen. Dieser zweite Rückgang, der von grösserer Tragweite sein muss als jener des primären PM10, ist auf eine erhebliche Reduktion der Vorläufer-Emissionen zurückzuführen. Dazu gehören zu einem grossen Teil das NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub>, da der Feinstaub aus Nitrat- und Sulfatverbindungen im Winter etwa 40 %, im Sommer etwa 20 % der PM10-Gesamtmenge ausmacht [7]. Ihr massiver Rückgang könnte die jährlichen PM10-Immissionen insgesamt möglicherweise um rund 30 % senken. So zeigt sich in den Kapiteln zu NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub> denn auch, dass die NO<sub>x</sub>- und SO<sub>2</sub>-Emissionen seit 2006 stark zurückgegangen sind, die NO<sub>x</sub> um 48 % (Abb. 71) und das SO<sub>2</sub> um 91 % (Abb. 72).

Abbildung 70: PM10, Entwicklung der Belastungsniveaus von 1999 bis 2020



Der gesamthafte Rückgang der Emissionen von primärem PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub> erklärt rund 25 bis 30 % der Senkung der PM<sub>10</sub>-Gesamtbelastung. Der restliche Rückgang von 15 bis 20 % könnte teilweise auf einen leicht, aber ungenügend verminderten Ausstoss von primärem Ammoniak und seiner Derivate zurückzuführen sein. Wie nachstehend im Kapitel zu den VOC erläutert, sind vermutlich auch die anthropogenen organischen Vorläufer verantwortlich. Die ziemlich stabilen Emissionen der natürlichen organischen Vorläufer können den Rückgang der PM<sub>10</sub>-Belastung hingegen nicht erklären. Die Klimaerwärmung hemmt ausserdem im Winter die Neigung der Vorläufergase, sich zu sekundären Aerosolen, die heute fast 50 % des Gesamt-PM<sub>10</sub> ausmachen, zu verdichten [1]. Eine Studie von Ineris (Institut national de l'environnement industriel et des risques), einer öffentlichen Einrichtung des französischen Staates, weist darauf hin, dass mit der zunehmenden Höhe der atmosphärischen Grenzschicht in der kalten Jahreszeit auch die Verteilung von Schadstoffen und die Abnahme ihrer Konzentrationen begünstigt werden. Der Klimawandel kann im Sommer aber die PM<sub>10</sub>-Belastung erhöhen, da höhere Temperaturen zu einer grösseren Menge organischer Sekundär-Aerosole führen. Die globale Auswirkung wird auf einen Unterschied von maximal zwei bis drei µg/m<sup>3</sup> zu den jährlichen Immissionen bei gleichbleibendem Emissionsniveau geschätzt. Die deutliche Klimaerwärmung seit 2010 trägt demnach in geringem Masse zu den Schwankungen bei, die bei den PM<sub>10</sub>-Konzentrationen beobachtet wurden und mit denen mittelfristig bis 2030 zu rechnen ist. An Abbildung 70 lässt sich auch die Entwicklung der PM<sub>10</sub>-Belastungen seit 2009, dem Zeitpunkt des Inkrafttretens des kantonalen LRV-Plans, ablesen. Immissionsseitig verlief der seit 2006 einsetzende Rückgang ziemlich regelmässig, ohne erkennbare Veränderung seit 2009. Seit 2016 zeichnet sich ziemlich deutlich eine Stabilisierung der Niveaus in ländlichen Regionen in der Höhe ab, die in den letzten drei Jahren auch die Ebene betroffen hat. Die im Kapitel zum PM<sub>10</sub> abgegebenen Erklärungen, d.h. die 2007 eingeführten neuen LRV-Begrenzungen für Feinstaub- und Dieselsrussmissionen, sind der wichtigste Grund für die seither zu beobachtende PM<sub>10</sub>-Entwicklung. Die NABEL-Ergebnisse zeigen auf nationaler Ebene von 2006 bis 2019 eine ähnliche Entwicklung wie im Wallis an [1]. Allerdings trägt der kantonale Beschluss von 2007 über das Abfallverbrennen im Freien ganz konkret zum Rückgang der PM<sub>10</sub> bei. Dieser kantonale Rechtserlass wurde (als Massnahme 5.2.1) in den LRV-Plan integriert, sein Geltungsbereich bleibt auf das Kantonsgebiet beschränkt. Seine grosse Wirkung erzielt er vor allem lokal. Sein Beitrag auf kantonomer Ebene ist eher zweitrangig, verglichen mit den getroffenen Hauptmassnahmen zur PM<sub>10</sub>-Bekämpfung: Verschärfte Kontrollen für Industrieanlagen und Holzheizungen (Massnahmen 5.3.1), Subventionen für den Einbau von Partikelfiltern in Gross-Holzheizungen (Massnahme 5.5.4) und Subventionen nur für die umweltfreundlichsten Heizanlagen (Massnahme 5.5.2). Diese Massnahmen sind kantonale Umsetzungen und Konkretisierungen eidg. Bestimmungen mit landesweiter Wirkung, die den grössten Beitrag des kantonalen LRV-Plans zur feststellbaren Verringerung der PM<sub>10</sub>-Belastungen darstellen.

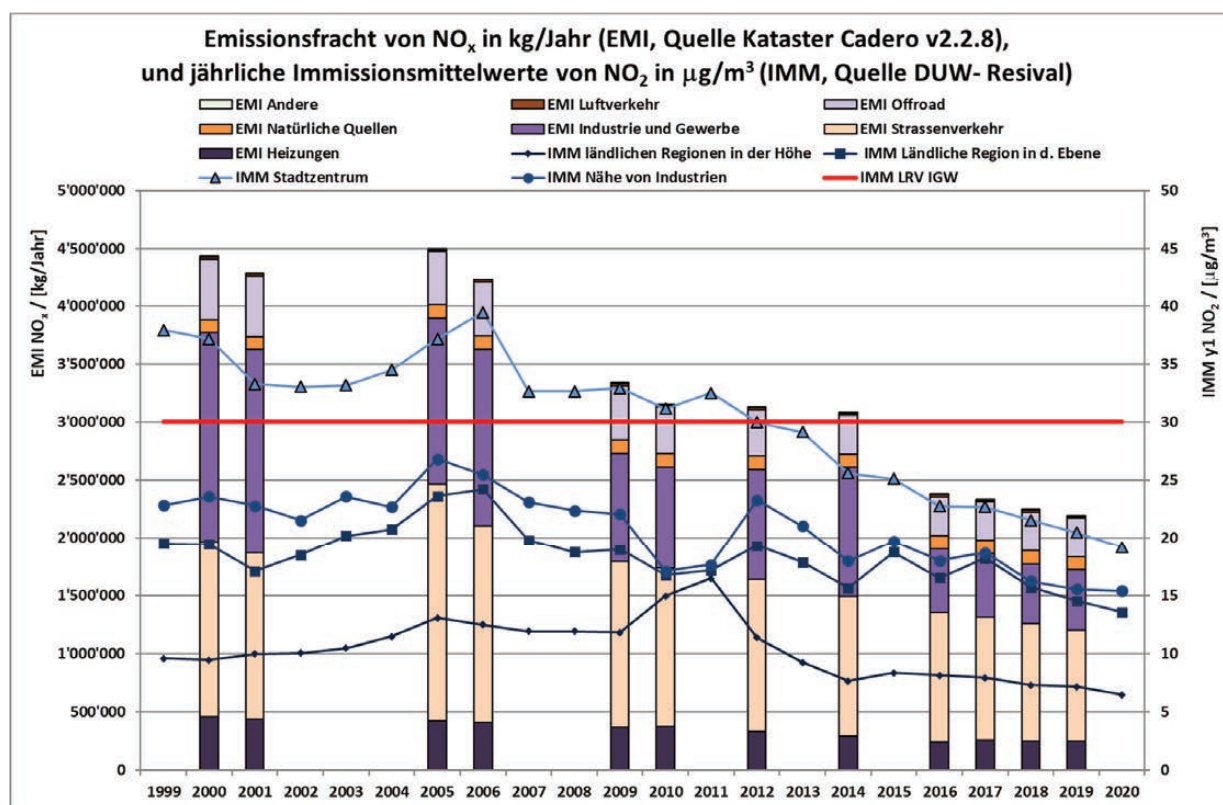
Was nun die gesamthafte Emissionen von Primär-PM<sub>10</sub> betrifft (s. Abb. 11), so sind diese gemäss kant. Kataster zu 61 % auf Abriebprozesse zurückzuführen. Diese Schadstoffquellen, die sich vor allem im Strassen- und Offroad-Bereich befinden, bleiben vom kant. Massnahmenplan unbehelligt. Im Wesentlichen hängt die Verbreitung von Abriebpartikeln von den Bewegungen der mobilen Maschinen z. B. durch die Abnutzung von Bremsen und Reifen sowie von der immissionsverstärkenden Wirkung des Windes ab. Der deutlichste Rückgang beim primären PM<sub>10</sub> fand 2019 gegenüber 2009 gemäss Kataster jedoch in den Bereichen Industrie (-20 t), Strassenverkehr (-20 t) und Heizungen (-15 t) statt. Der von 2014 bis 2016 in der Industrie erkennbare Rückgang ist vor allem auf die Schliessung der Raffinerie zurückzuführen, durch welche die Emissionen um 30 Tonnen pro Jahr abnahmen. Im Bereich Strassenverkehr blieben die Emissionen aus Abrieb von 2009 bis 2019 gleich, der Rückgang um 20 Tonnen bei den PM<sub>10</sub>-Emissionen 2019 gegenüber 2009 ist auf Verbesserungen beim Abgasausstoss der Motoren zurückzuführen. Im Heizungsbereich ist der grösste Teil der 15 Tonnen weniger emittierten PM<sub>10</sub> auf Verbesserungen an den Holzheizungen zurückzuführen. Die Verstärkung der Kontrollen, die im Rahmen des kantonalen LRV-Plans stattfinden, liefert dieser Entwicklung einen starken Antrieb.



## Wirksamkeit in Bezug auf die Stickoxidbelastung (NO<sub>x</sub>)

Von den 18 Massnahmen des kantonalen LRV-Plans richten sich 6 ganz direkt gegen diesen Schadstoff, während 9 weitere dessen Verringerung generell begünstigen. Nachstehende Abb. 71 zeigt die Entwicklung von 2000 bis 2019 der jährlich ausgestossenen NO<sub>x</sub>-Mengen sowie die entsprechenden Messergebnisse für das Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) in der Luft im Jahresmittel und für den jeweiligen Standort-Typ. NO und NO<sub>2</sub> treten in der Atmosphäre immer zusammen mit anderen Stickoxiden (z. B. NO<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>) auf und wandeln sich unter Einfluss der Luftchemie laufend vom einen zum anderen um. Nur ein Teil der NO<sub>x</sub>-Emissionen wird von den RESIVAL-Stationen als NO<sub>2</sub> gemessen, dies weil die LRV nur für NO<sub>2</sub> einen Immissionsgrenzwert festlegt, weil dies die schädlichste und konzentrierteste NO-Verbindung ist. Im Monatsmittel verzeichnete 2020 nur die Station Brigerbad einen Monat mit einer höheren NO- als NO<sub>2</sub>-Konzentration, nämlich den November mit einem Verhältnis NO<sub>2</sub>/NO von 0.9 bei einem Vergleich in µg/m<sup>3</sup> oder von 0.6 in ppb. Das auf ppb-Werten basierende Verhältnis spiegelt das Verhältnis NO<sub>2</sub>/NO in Hinsicht auf die Anzahl Moleküle in einem bestimmten Volumen besser wider. Im November 2020 entfielen in der Luft von Brigerbad 60 NO<sub>2</sub>-Moleküle auf 100 NO-Moleküle. Dies stellt eine Ausnahme dar, denn die RESIVAL-Stationen verzeichneten 2020 in der Regel monatlich 110 bis 450 NO<sub>2</sub>-Moleküle für 100 NO-Moleküle. Im Jahresmittel wurde das tiefste Verhältnis mit 1.7 (2.6 basierend auf µg/m<sup>3</sup>) in Saxon und das höchste mit 3.6 (5.6 basierend auf µg/m<sup>3</sup>) in Eggerberg gemessen. Betreffend den Beitrag der NO<sub>x</sub>-Emissionen zur Bildung von sekundärem PM10 ist zu sagen, dass die PM10-Gesamtmenge im Winter zu rund 25 % aus Nitraten besteht, im Sommer sind es etwa 5 % [7]. Wie im vorhergehenden Kapitel erläutert, vermag also eine starke Verringerung des Vorläufergases das PM10-Niveau deutlich zu senken. Im Winter, der punkto Feinstaub kritischsten Jahreszeit, ist dieser Effekt aufgrund des höheren Feinstaubgehalts in der Luft am grössten.

Abb. 71 zeigt die ungefähre Stagnation der NO<sub>2</sub>-Niveaus in der Luft, die gut mit dem von 2000 bis 2006 ziemlich konstanten NO<sub>x</sub>-Ausstoss übereinstimmen. Dagegen weisen die Niveaus seit 2006 sowohl emissionsseitig (Rückgang bis 2019 um 48 %) als auch immissionsseitig (Rückgang um 45 %) insgesamt einen seit 2006 währenden Abwärtstrend auf. Diese analog verlaufende Entwicklung stützt die Hypothese, dass sich die NO<sub>x</sub>-Emissionen und NO<sub>2</sub>-Immissionen sinnvoll vergleichen lassen und dass sie bedeutenden Proportionalitäten unterliegen. Diese Schlussfolgerung leuchtet angesichts der komplexen Luftchemie, die bei den Stickoxiden zum Tragen kommt, nicht sofort ein. Bei näherer Betrachtung lässt Abb. 71 erkennen, dass die sinkenden NO<sub>x</sub>-Niveaus zu 86 % auf die Industrie und den Strassenverkehr zurückzuführen sind: in der Industrie wurden 2019 gegenüber 2006 66 % weniger NO<sub>x</sub> ausgestossen (-1011 t) und im Strassenverkehr 44 % weniger (-740 t). 80 % des gesamten Rückgangs bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen 2016 gegenüber 2014 (-704 t) entfallen auf den Bereich Industrie (-562 t) und sind vor allem mit der Betriebseinstellung der Raffinerie in Collombey von 2015 zu erklären; auf den Strassenverkehr entfallen 14 %. Der Rückgang zwischen 2014 und 2016 infolge Schliessung der Ölindustrie ist in Abb. 71 (Bereich EMI Industrie und Gewerbe) offensichtlich. Doch jener, der auf den Strassenverkehr entfällt, ist mit Vorsicht zu beurteilen, wie im Kapitel über die Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Immissionen im RESIVAL-Teil dieses Berichts zum Thema HBEFA-4.1-Revision erläutert wird.

Abbildung 71: NO<sub>x</sub>, Entwicklung der Belastungsniveaus von 1999 bis 2020

An Abbildung 71 lässt sich insbesondere auch ablesen, wie sich die NO<sub>x</sub>-Belastungen seit 2009, dem Inkrafttreten des LRV-Plans, entwickelt haben. Immissionsseitig wurde die seither generell rückläufige Tendenz 2010 bis 2012 von Zunahmen unterbrochen. Die Einführung der kantonalen Massnahmen hat, vielleicht mit Ausnahme der ländlichen Regionen in der Höhe und der Stadt Sitten ab 2011, die allmähliche Abnahme der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen seit 2006 nicht beschleunigt. Das NO<sub>2</sub>-Niveau in Stadtzentren stagnierte nämlich noch von 2007 bis 2011, bevor dann ab 2013 ein deutlicher Rückgang einsetzte, der die Jahreswerte seither dauerhaft unter der jährlichen LRV-Begrenzung hält. Auch das Absinken der NO<sub>2</sub>-Niveaus in ländlichen Regionen in der Höhe seit 2011, das sich hauptsächlich in den 4 Jahren bis 2014 vollzogen hat, ist auffällig. Emissionsseitig verringerten sich von 2009 bis 2019 die von der Industrie ausgestossenen NO<sub>x</sub>-Mengen um 45 % (-424 t), im Strassenverkehr um 33 % (-467 t), zusammen zu einer Gesamtreduktion in allen Bereichen von 34 % (-1145 t) der Emissionen. Der Rückgang der Emissionen in Industrie und Transport, den der kantonale Plan insbesondere bei grossen Unternehmen begünstigt, machen 78 % dieser Verbesserung aus. Die Massnahmen 5.4.1 und 5.4.3 des LRV-Plans, die den Automobilverkehr betreffen, haben zum Beispiel eine geringe, aber bedeutende Auswirkung. Im Offroad-Bereich wurden 2019 gegenüber 2009 28 %, also 132 t weniger NO<sub>x</sub> ausgestossen, bei den Heizungen waren es 32 % (-120 t) weniger. Diese zweitrangigen Abnahmen geben die schrittweisen Verbesserungen des Stands der Technik bei den Motoren und Heizanlagen wieder. Die von der DUW veranlassten Sanierungen von Heizanlagen haben wesentlich dazu beigetragen, die NO<sub>x</sub>-Emissionen in diesem Bereich zu verringern. Wie bereits festgestellt, kommt im Industriebereich die überragende Rolle bei der starken Abnahme wohl der Schliessung der Raffinerie im Jahre 2015 zu, infolge derer 2016 559 Tonnen NO<sub>x</sub> weniger ausgestossen wurden als 2014, was fast 99 % der gesamten, in diesen beiden Jahren in der Industrie beobachteten Gesamtabnahme darstellt. Dieser spezielle Rückgang wurde somit nicht vom LRV-Plan bewirkt und von ihm auch nicht beabsichtigt, obschon er ihm natürlich indirekt nützt. Ein mittelfristiges Hauptziel ist nämlich eine deutlich geringere Abhängigkeit des Energiebedarfs von fossilen Treib- und Brennstoffen, sowohl für die Luftqualität als auch eine nachhaltige Entwicklung und um vom Klimawandel beeinflusste Veränderungen, die auf Treibhausgasemissionen zurückzuführen sind, besser bewältigen zu können.



Die hauptsächlich gegen die NO<sub>x</sub> gerichteten Massnahmen des kantonalen LRV-Plans betreffen alle Standort-Typen, auch wenn die Massnahmen 5.3.1 (Verschärfte Kontrollen) und 5.3.2 (strengere Begrenzungen für Gross-Emittenten) vor allem die Talebene betreffen. Da die ländlichen Regionen, insbesondere in der Höhe, eine geringe NO<sub>2</sub>-Belastung aufweisen (Abb. 69), ist es wichtig, die Bemühungen auf die in der Talebene gelegenen Schadstoffquellen zu konzentrieren.

Der beträchtliche Rückgang der NO<sub>2</sub>-Immissionsniveaus um 41 % im Stadtzentrum in Sitten von 2011 bis 2020 (34 bzw. 37 % von 2011 bis 2018 bzw. 2019) dürfte gemäss kantonalem Kataster (Abb. 71) hauptsächlich auf Reduktionen im Strassenverkehr und in der Industrie zurückzuführen sein. Der Heizungsbereich trug mit rund 10 % einen geringeren Beitrag zum Rückgang bei. Auf der Ebene der Gemeinde Sitten ist der Strassenverkehr gemäss Kataster ebenfalls die Hauptursache für den Rückgang der NO<sub>x</sub>-Emissionen von 158 t im Jahr 2010 auf 109 t 2019, d. h. 31 % (-50 t) weniger. Dieser eine herausragende Rolle spielende Bereich ist für 76 % der Gesamtabnahme verantwortlich. Den zweitwichtigsten Beitrag zu den Reduktionen leistete nicht mehr die Industrie, sondern der Heizungsbereich, dessen Emissionen zwischen 2010 und 2019 von 27 t auf 19 t, d. h. um 32 % (-9 t) sanken. Die Industrie kommt an dritter Stelle mit 5 t weniger NO<sub>x</sub> 2019 als 2010, d. h. einem Rückgang von 17 %. Die Ablösung der Industrie durch den Heizungsbereich ist vor allem auf den deutlich geringeren Anteil der Emissionen aus der Industrie zurückzuführen. Die KVA UTO zum Beispiel liegt 2.5 km von der RESIVAL-Station entfernt und ist beinahe die einzige Emissionsquelle industrieller Art in diesem Gebiet. Der Heizungsbereich machte 13 % der Gesamtabnahme der NO<sub>x</sub>-Emissionen in der Gemeinde Sitten aus, einen grösseren Anteil also, der jedoch dem kantonalen Anteil gleicht. Gründe für seinen grösseren Einfluss im städtischen Kontext sind die Aufhebung der Ausnahmen von den NO<sub>x</sub>-Begrenzungen für vor 1993 in Verkehr gebrachte Gas- und Ölheizungsanlagen in der LRV ab 2004, die zwischen 2006 und 2011 zu über 10'000 Sanierungsverfügungen für Hausheizungen durch die DUW (ex-DUS) führte. In der Stadtgemeinde Sitten verzeichnete man damals eine grössere Zahl und Dichte solcher Anlagen als im kantonalen Durchschnitt. Die so von der DUW veranlassten Sanierungen dürften dazu beigetragen haben, dass die Verbrennungsprozesse verbessert und somit die NO<sub>x</sub>-Emissionen und ihre regionalen Immissionen verringert worden sind. Zu diesen Sanierungsmassnahmen gehören: Eintausch des Brenners gegen eine Low-NO<sub>x</sub>-Technologie, Wärmeisolierungen zur Reduktion des Brennstoffkonsums, Auswechslung ganzer Anlagen gegen einen Brennwertkessel oder einen nicht-fossilen Energieträger (Wärmepumpe, Solarstrom, Fernwärme usw.). Die Massnahme 5.5.1 (Sanierung der Heizungen und Wärmeisolierung der Gebäude) wurde als langfristige Begleitmassnahme zu diesem Zweck entwickelt. Doch angesichts ihres geringen Anwendungserfolgs hat die Massnahme ohnehin nur marginalen Einfluss auf die beobachteten Entwicklungen. Um den überwiegenden Anteil der Emissionen des Strassenverkehrs an den Schwankungen der NO<sub>x</sub>-Belastung zu beurteilen, sind die Ergebnisse der NABEL-Messstation in der Nähe der Autobahn A9 in Sitten wertvoll. Diese sind nämlich stark von den Emissionen des Autobahnverkehrs beeinflusst, der 25 m an der Messkabine vorbeiführt. Die NO<sub>x</sub>-Immissionen (in ppb) nahmen 2020 gegenüber 2011 um 37 % ab (2018 waren es 26 %, 2019 31 %, bevor die Coronapandemie zu einem deutlichen Rückgang der Emissionen führte); und jene von NO<sub>2</sub> nahmen 2020 gegenüber 2011 um 31 % ab (2018 18 %, 2019 22 %). Es ist festzustellen, dass der NO<sub>2</sub>-Rückgang an der Nabel-Station in ppb 76 % des vom RESIVAL in Stadtzentrum Sitten gemessenen NO<sub>2</sub>-Rückgangs von 41 % zwischen 2011 und 2020 beträgt (ebenfalls in ppb). Dieser Wert entspricht genau dem im kantonalen Kataster verzeichneten Beitrag von 76 % des Verkehrs zum Rückgang in der Gemeinde Sitten, der betrachtete Zeitraum ist jedoch nicht genau derselbe. Im Kataster wurde der Zeitraum von 2010 bis 2019 berücksichtigt. Für 2018 und 2019 betrugen die Abnahmen an der Nabel-Station nur zwischen 50 und 60 % jener bei der RESIVAL-Station. Diese Vergleiche sind daher mit Vorsicht zu beurteilen. Sie heben jedoch hervor, dass der starke Rückgang der NO<sub>2</sub>-Immissionen in den letzten zehn Jahren in Sitten hauptsächlich auf Verbesserungen im Bereich Strassenverkehr zurückzuführen ist. Für den restlichen Rückgang ist vor allem der Heizbereich verantwortlich. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass der Anteil der NO<sub>2</sub> an den NO<sub>x</sub> bei der Station Nabel allmählich zunimmt. Im Jahr 2000 betrug er noch 40 %, seit 2016 liegt er zwischen 50 und 55 %. Früher überwogen die NO-Anteile der NO<sub>x</sub>-Konzentrationen an den Messstationen in der Nähe von stark befahrenen Verkehrsachsen deutlich, weil das Abgas von Verbrennungsmotoren vor allem

Stickstoffmonoxid enthielt. Dies ist noch immer der Fall, aber es werden geringere Mengen ausgestossen und der Anteil dieses primären Schadstoffs sinkt zugunsten des Stickstoffdioxids, das ein sekundärer Schadstoff ist, der ausserdem aus grösseren Quellen stammt.

Die Abnahme der Immissionen in ländlichen Regionen in der Höhe von 2011 bis 2014 (und seither stabil) ist hauptsächlich auf die im Kanton erfolgten Heizungssanierungen, die industriellen Einträge und den Strassenverkehr zurückzuführen, deren Auswirkungen sich durch die Vermengungsturbulenzen bis in die Hintergrundkonzentration in Höhenlagen niederschlägt.

## Wirksamkeit in Bezug auf das Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)

Von den 18 Massnahmen des kantonalen LRV-Plans richten sich 2 ganz direkt gegen diesen Schadstoff, während 5 weitere dessen Verringerung generell begünstigen. Nachstehende Abb. 72 zeigt die Entwicklung der jährlich ausgestossenen Mengen von SO<sub>2</sub> von 2000 bis 2019, sowie die Messergebnisse für diesen Schadstoff in der Luft im Jahresmittel und für die vier Standort-Typen bis 2018. SO<sub>2</sub> kann immissionsseitig als Primärschadstoff oder als Sulfatfraktion im PM<sub>10</sub> als Sekundärschadstoff gemessen werden. SO<sub>2</sub> kann sich auch aus anderen, schwefelhaltigen Vorläufergasen, wie H<sub>2</sub>S, CS<sub>2</sub>, COS oder DMS (Dimethylsulfid) bilden. Die Ergebnisse dieser Einträge werden seit 2019 vom RESIVAL-Netz nicht mehr gemessen, aus den im Bericht für 2018 genannten Gründen, die auch für das CO gelten. Zu diesem Entscheid führten hauptsächlich die seit langem sicher eingehaltenen LRV-Begrenzungen sowie das Fehlen absehbarer Quellen, welche an dieser Feststellung etwas ändern könnten. SO<sub>2</sub>-Emissionen tragen zur Bildung von sekundärem PM<sub>10</sub> bei und machen als Sulfate, auf das ganze Jahr gerechnet, insgesamt 5 bis 15 % der Verbindungen im PM<sub>10</sub> aus [7]. Heute hätte auch eine weitere starke Abnahme dieses Vorläufergases höchstens eine Auswirkung von unter 15 % auf den Rückgang der PM<sub>10</sub>-Konzentrationen in der Luft.

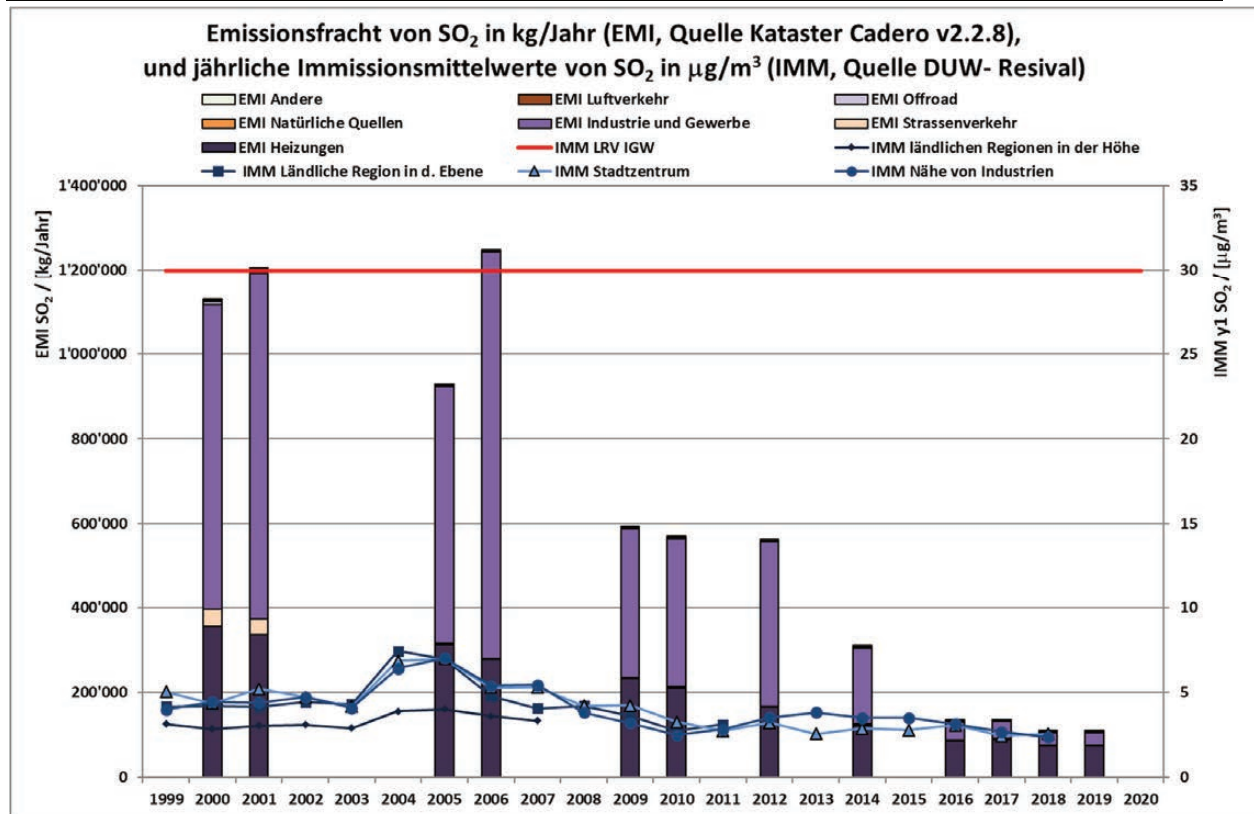
Abb. 72 zeigt bis 2006 stagnierende SO<sub>2</sub>-Niveaus in der Luft, die sich mit den Ausstossmengen dieses Zeitraums decken, wobei ziemlich grosse Unterschiede auftreten, aber ohne eindeutigen Aufwärts- oder Abwärtstrend. Das Verschwinden des Beitrags des Strassenverkehrs zu den Emissionen zwischen 2001 und 2005 ist hier hervorzuheben. Seit 2000 setzte die LRV für den Schwefelgehalt im Benzin eine Begrenzung auf 150 mg/kg und im Diesel auf 350 mg/kg fest und senkte diese Grenze ab 2005 dann für beide Brennstoffe auf 50 mg/kg. 2009 senkte die LRV die Grenze noch weiter, auf 10 mg/kg, sowohl für Benzin als auch für Diesel.

In der Abb. 72 haben die Immissionswerte unter 5 µg/m<sup>3</sup> analytisch keine quantitative Aussagekraft mehr. Diese Tatsache wurde bereits in früheren LRV-Berichten erörtert. Daher sind die RESIVAL-Ergebnisse seit 2018 nicht mehr quantitativ, sondern nur mehr als qualitativer Richtwert für SO<sub>2</sub>-Konzentrationen anzusehen. Nur die Verringerung der ausgestossenen SO<sub>2</sub>-Mengen ist für eine Auswertung der Quelldaten des Katasters noch von Interesse.

Abb. 72 zeigt, dass seit Inkrafttreten des LRV-Plans 2009 ein Rückgang der SO<sub>2</sub>-Emissionen um 48 % bis 2014, um 64 % bis 2015 und um 77 % bis 2016 zu verzeichnen war. Zuvor waren die Emissionen aufgrund der kontinuierlichen Verbesserung nach unten des Schwefelgehalts in Treib- und Brennstoffen massiv zurückgegangen. Die Abnahme zwischen 2014 und 2016 ist weitestgehend durch den massiven Rückgang der Emissionen aus dem Industriebereich infolge Schliessung der Raffinerie in Collombey bedingt. Bis dahin wirkten sich vor allem die 2004 und 2005 an den Cracking-Anlagen vorgenommenen Verbesserungen aus. Weitere Massnahmen, hauptsächlich Verbesserungen am Rückgewinnungssystem der Raffinerie und der verringerte Ausstoss der Gasfackeln, reduzierten die Emissionen weiterhin. Die Schliessung der Raffinerie im April 2015 sorgte dann dafür, dass 2016 118 Tonnen weniger SO<sub>2</sub> ausgestossen wurden als 2014 und dass diese Emissionen im Kanton seither dauerhaft deutlich unter 200 Tonnen pro Jahr liegen. Seit 2015 haben sich die Heizungen zur Hauptquelle der Schwefeldioxid-Belastung entwickelt. Gemäss Kataster stellten die Emissionen aus diesem Bereich 2019 mit 73 emittierten Tonnen 32 % gegenüber 2009 dar, als der kant. LRV-Plan in Kraft trat. Die

Veränderungen im kantonalen Heizanlagenbestand, mit einem grösser werdenden Anteil an Technologien, die ohne fossile Brennstoffe auskommen, und das Inverkehrbringen von Heizöl mit geringerem Schwefelgehalt tragen zur kontinuierlichen Reduktion der SO<sub>2</sub>-Frachten seit 2009 bei. In diesem Jahr wurde der maximal für Heizöl «Extra leicht» zulässige Massengehalt an Schwefel in der LRV von 0.2 % auf 0.1 % herabgesetzt. Mit Einführung der Pflicht in der LRV 2018, ab Juni 2023 für Anlagen mit einer Leistung unter 5 MW nur noch Heizöl «Extra leicht Öko» zu verwenden, dürfte ein letzter Schritt in Richtung Reduktion der Schwefeloxide getan worden sein, denn der maximale Massengehalt an Schwefel im Heizöl «Extra leicht» beträgt noch 0.005 %, d. h. 5 % des Heizöls «Euro».

Abbildung 72: SO<sub>2</sub>, Entwicklung der Belastungsniveaus von 1999 bis 2019



Die Massnahmen 5.3.1 (Verschärfung der Kontrollen) und 5.3.2 (strengere Grenzwerte für grosse Emittenten) sind die einzigen, die sich hauptsächlich gegen das SO<sub>2</sub> richten. Angesichts der äusserst begrenzten Anwendung der Massnahme 5.3.2 ist deren Beitrag zur Senkung der Emissionen als minim einzustufen. Die Massnahme 5.3.1 ist hingegen geeignet, den Ausstoss zu stabilisieren oder sogar zu verringern. Die industriellen Grossbetriebe und die Kehrrichtverbrennungsanlagen (KVA) stiessen laut Deklaration auch 2019 fast 29 Tonnen SO<sub>2</sub> aus, was die örtliche Lufthygiene manchmal in nicht unerheblichem Masse beeinträchtigt.

## Wirksamkeit in Bezug auf flüchtige organische Verbindungen (VOC)

Von den 18 Massnahmen des kantonalen LRV-Plans richtet sich nur eine direkt gegen diesen Schadstoff, während 7 weitere dessen Verringerung grundsätzlich begünstigen. Nachstehende Abb. 73 zeigt die Entwicklung der jährlich ausgestossenen Mengen NMVOC (VOC ohne Methan) von 2005 bis 2019 sowie die Messergebnisse der Jahresmittel für die beiden wichtigsten VOC an den Standort-Typen im Wallis bis 2020: das Benzol und das Toluol. Beim Benzol und Toluol, auf welche bereits im VOC-Kapitel dieses Berichts eingegangen wurde, handelt es sich um primäre Schadstoffe. Es ist bekannt, dass die Verbrennung von Holz zum Ausstoss von Benzol führt [16]. Waldbrände, ob natürlicher Ursache oder nicht, zählen zu den Quellen dieser krebserzeugenden Substanz. In welcher Beziehung die Emissionsniveaus aller Arten von VOC zu diesen beiden, hier näher betrachteten Stoffen stehen, ist bezüglich ihrer Wirkung nicht von Belang. Die Auswertung von Abb. 73 beschränkt sich auf einen Kommentar zum beobachteten Rückgang von Benzol und Toluol vor dem Hintergrund der Entwicklungsrichtung, welche alle NMVOC zusammengefasst haben.

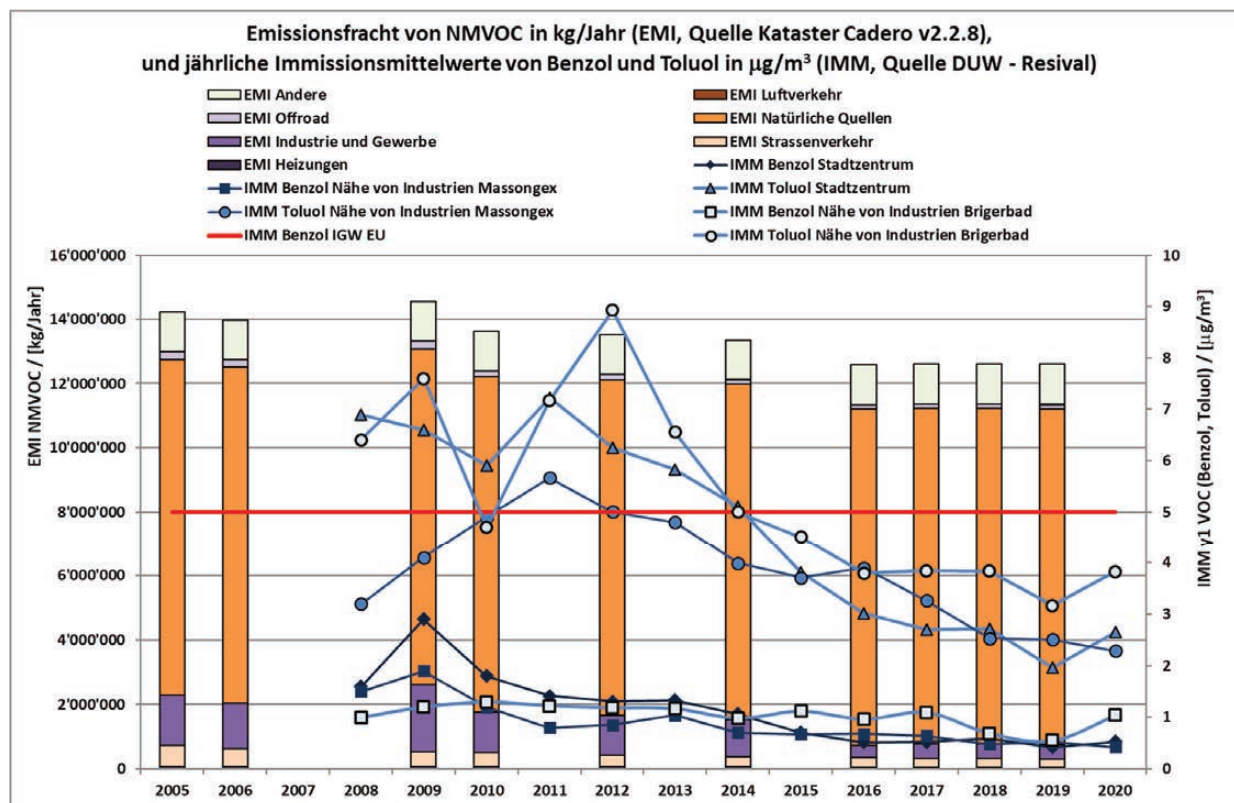
Auch Methan ( $\text{CH}_4$ ) ist ein VOC. Gemäss Kataster belaufen sich diese Emissionen auf 11'400 Tonnen pro Jahr, waren in den vergangenen Jahren stabil und stammen zu 99 % aus natürlichen Quellen und der Viehzucht. Sie lagen etwas unter den NMVOC, die seit 2016 12'600 Tonnen betragen. Obwohl es auch zur Ozonbildung beiträgt, ist Methan vor allem in seiner Eigenschaft einer stetigen Wirkung als Treibhausgas problematisch. Zusammen mit Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und Distickstoffmonoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ) gehört es zu jenen Substanzen in der Atmosphäre, welche neben der Luftverschmutzung das grösste Problem für das atmosphärische Gleichgewicht darstellen und den Klimawandel fördern. Diese drei hauptsächlich am Treibhauseffekt beteiligten Gase unterliegen weder immissions- noch emissionsseitig einer LRV-Begrenzung. Ein Grund dafür ist, dass sie in ihren Konzentrationen in der Atemluft nicht sehr giftig sind. Für das  $\text{CO}_2$  denkt man zum Beispiel, dass es bei einer Konzentration unter 1000 ppm (Norm SN 546382/1) für die menschliche Gesundheit unbedenklich ist. Die entsprechende Luftqualität wird als erhöht bis mittelmässig eingestuft. Die heutigen Konzentrationen in der Luft liegen bei 420 ppm. Im Jahr 2000 betrug die  $\text{CO}_2$ -Konzentration noch 370 ppm. In den letzten 20 Jahren hat somit ein drastischer Anstieg von 50 ppm stattgefunden. Wenn es in diesem Tempo weitergeht, wird die kritische Schwelle von 1000 ppm, bei der Atemschwierigkeiten auftreten, im Jahr 2250 erreicht. Das scheint weit entfernt zu sein, doch im Jahr 2100 würde die  $\text{CO}_2$ -Belastung bereits bei 620 ppm liegen, wenn nichts unternommen wird, um diese Entwicklung zu bremsen. Die LRV könnte eine Beschränkung der Schadstoffemissionen für THG festlegen, um störende und schädliche Auswirkungen auf die Bevölkerung und die Ökosysteme zu verhindern. Andere Folgen hingegen, wie die Gletscherschmelze, sintflutartige Niederschläge mit Überschwemmungen, Erdbeben, Bergstürze, darauffolgende Murgänge, sind alles schon wahrnehmbare Phänomene. Es sind jedoch weiterhin unterschiedliche Strategien zur Reduzierung der Emissionen von Luftschadstoffen und THG nötig, da die einzuführenden Richtlinien auf anderen Interventionsgrundsätzen basieren. Im Gegensatz zu den in der LRV regulierten Schadstoffen verbleiben die THG sehr lange in der Luft, weisen eine räumliche Verteilung auf globaler Ebene auf und haben in der Regel geringe gesundheitliche Auswirkungen. Von diesem letzten Merkmal ist das bodennahe Ozon auszunehmen, das ebenfalls ein THG ist.

Insgesamt haben die NMVOC-Mengen 2019 gegenüber 2005 um 11 % bzw. gegenüber 2009 um 13 % abgenommen. Seit 2009 haben die NMVOC-Emissionen der Industrie, des Strassenverkehrs und des Offroad-Bereichs (mengenmässig in dieser Reihenfolge) abgenommen (Abb. 73). Der Rückgang um 1642 Tonnen NMVOC bis 2019 gegenüber dem Jahr der Einführung des kantonalen LRV-Plans, also um -79 %, ist den verringerten industriellen Emissionen anzurechnen, im Strassenverkehr entstanden 198 Tonnen weniger (-44 %) und im Offroad-Bereich 112 Tonnen weniger (-47 %). Quellen für letztere sind hauptsächlich Verbrennungsmotoren. Diese bedeutenden Emissionsrückgänge tragen aufgrund der verminderten Bildung von organischen Sekundär-Aerosolen zur Senkung der  $\text{PM}_{10}$ -Konzentrationen bei, wie im entsprechenden Kapitel erwähnt. Der Studie [17] ist zu entnehmen, dass die NMVOC-Emissionen zwischen 1990 und 2019 in der Schweiz am stärksten im Strassenverkehr mit 89 % und im der VOCV unterworfenen Industriebereich mit 80 % zurückgegangen sind. Im Bereich der nicht der



VOCV unterliegenden Unternehmen und jenem der Haushalte sind ebenfalls beträchtliche Senkungen um 74 bzw. 70 % zu verzeichnen. Die in der Studie präsentierten Immissionsergebnisse bestätigen diese Entwicklung auch für die vier Stationen, die Werte von 1991 bis 2019 lieferten. Sie befinden sich in den Kantonen Graubünden, Uri und Basel. Die gemessenen NMVOC-Konzentrationen nahmen in diesen 19 Jahren um 84 bis 87 % ab. Am schnellsten gingen sie bis 2013 zurück. Im Wallis bewirkte die Schliessung der Raffinerie im April 2015, dass die VOC-Emissionen um rund 557 Tonnen pro Jahr abnahmen. Diese Menge ist nicht zu vernachlässigen, Abb. 73 zeigt aber, dass sie nur einen sehr kleinen Anteil der Gesamtemissionen ausmacht, wegen dem alles überragenden Anteil der natürlichen VOC-Emissionen, der sich nicht verändert hat und der 2019 83 % der Emissionen darstellte. Bei der zunehmenden Nutzung von Holz für die Beheizung wird vermehrt auf die Nachhaltigkeit dieser erneuerbaren und umweltfreundlichen Ressource zu achten sein, deren Luftverschmutzung jedoch einzudämmen ist. Parallel dazu fielen die Immissionen im Stadtzentrum von Sitten 2020 bzw. 2019 gegenüber dem Mittel 2008-2010 um 75 bzw. 80 % für das Benzol und um 59 bzw. 70 % für das Toluol. In der Nähe zur Industrie fiel die Abnahme in den gleichen Jahren geringer aus: um 73 bzw. 66 % für das Benzol bei Massongex und um 11 bzw. 53 % in Brigerbad. Die Oberwalliser Station weist deutliche jährliche Schwankungen auf, die mit einer geringeren Konstanz der industriellen Verschmutzungsquellen und turbulenten lokalen Wetterbedingungen in Verbindung zu bringen sind. Das Toluol nahm 2020 bzw. 2019 gegenüber dem Mittel 2008-2010 um 44 bzw. 38 % in Massongex und um 39 bzw. 49 % in Brigerbad ab. Bei diesem VOC sind weniger starke Schwankungen festzustellen.

Abbildung 73: VOC, Entwicklung der Belastungsniveaus von 2005 bis 2020



Die drei Stationen verzeichnen ähnliche rückläufige Tendenzen bei den VOC (Abb. 73). Die vorgehende nähere Betrachtung der prozentualen Abnahme hebt jedoch hervor, dass Sitten höhere Werte aufweist als die Standorte in Industrienähe, sowohl für das Benzol als auch das Toluol. Der Strassenverkehr ist in der Umgebung der städtischen Station wesentlich intensiver und die Emissionen aus Haushalten und Unternehmen der Stadt verfügen nicht über die hohen Kamine der Fabriken, die sicherstellen, dass die Luftverschmutzung stark mit freier Luft verdünnt und möglichst weitreichend verteilt wird. Ausserdem

ist die RESIVAL-Station von Sitten in einer geschlosseneren Umgebung situiert und besser vor Wind geschützt als jene in Massongex und Brigerbad. Dadurch wird die lokale Akkumulation der Luftverschmutzung gefördert und Schwankungen der von den Quellen emittierten Schadstoffmengen wirken sich direkter auf die Station im Stadtzentrum aus. Sie spiegelt daher die Schwankungen aufgrund des Verkehrs und der Haushalte besser wider. An den Standorten in Industrienähe sind die Einträge der grossen Emittenten ersichtlich, die sich jedoch auf einer grösseren regionalen Ebene stärker mit der Hintergrundkonzentration vermischen. Eine genauere Betrachtung der Rückgangsrates für 2019 und 2020 gegenüber dem Mittel 2008-2010 weist darauf hin, dass sich die Werte für Benzol und Toluol in der Stadt deutlich verbessert haben als in der Umgebung der grossen Industriegebiete von Massongex-Monthey und Visp-Brig.

Die BAFU-Studie von 2010 «Luftschadstoff-Emissionen des Strassenverkehrs 1990 – 2035» (erschieden in der Publikation «Umwelt-Wissen») besagt, dass 2015 auf den Strassen in der Schweiz 785 Tonnen Benzol und 1086 Tonnen Toluol ausgestossen wurden, hauptsächlich von Personenwagen. Sieht man sich dazu die 11'725 t NMVOC (NM-Kohlenwasserstoffe) an, die gemäss der Studie vom Automobilverkehr in der Schweiz ausgestossen werden, so macht der 2015 im Kataster ausgewiesene Anteil des Wallis von 302 Tonnen NMVOC knapp 3 % der Emissionen in der Schweiz aus, was ziemlich genau mit dem Anteil der Fahrzeuge im Wallis an der Gesamtzahl der Fahrzeuge in der Schweiz übereinstimmt. 2015 verkehrten im Wallis nämlich 274'284 Motorfahrzeuge, bei knapp 6 Millionen in der ganzen Schweiz, also ein Anteil von 4.5%. 2020 waren gemäss BFS 6'241'141 Fahrzeuge in der Schweiz zugelassen, davon 4'658'335 Personenwagen und 452'186 Lastkraftwagen. 29.6 % der Personenwagen wurden mit Diesel betrieben, die Lastwagen waren fast alle Dieselfahrzeuge. Im Wallis waren 2020 298'242 Fahrzeuge zugelassen, darunter 223'780 Personenwagen, d. h. 4.8 % der schweizerischen Gesamtzahl. Zum Vergleich: Ende 2019 wohnten im Wallis 345'525 Personen, d. h. 4 % der Gesamtbevölkerung in der Schweiz von 8'603'900 Personen. Der Anteil der Fahrzeuge liegt ziemlich nahe beim Anteil an der Bevölkerung. Der Bereich Verkehr verursachte 2018 40 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Schweiz (ohne den internationalen Flugverkehr), aber auch 65 % der NO<sub>x</sub>-, 30 % der PM<sub>10</sub>- und 12 % der NMVOC-Emissionen. Im Wallis waren diese Beiträge gemäss Kataster deutlich geringer: 2018 gingen 45 % der NO<sub>x</sub>-Emissionen, 20 % des PM<sub>10</sub>-Ausstosses und nur 2 % der NMVOC-Emissionen auf den motorisierten Verkehr zurück. Dieses letzte Ergebnis ist auf die in vorwiegend ländlichen Kantonen stark überwiegenden natürlichen VOC-Emissionen zurückzuführen.

Alternativ zu den Informationen, die auf den Emissionserklärungen beruhen, die der Kanton nach Art. 12 LRV von Unternehmen verlangt, können für den Industriebereich auch die Emissionszahlen von SwissPRTR ([www.prtr.admin.ch](http://www.prtr.admin.ch)) als Quelle herangezogen werden. Aufgrund der Auswahlkriterien der PRTR für dieses nationale Register sind zurzeit 17 Walliser Grossunternehmen darin eingetragen. Nach den Deklarationen im SwissPRTR wurden 2019 im Wallis 232 Tonnen NMVOC durch die grössten Industrieunternehmen des Kantons ausgestossen. Die DUW erhält Deklarationen auf einer viel breiteren Grundlage, die von bis zu vierzig Unternehmen gebildet wird, denen der Bereich Industrie im Walliser Kataster für 2019 450 Tonnen NMVOC zuordnet, also annähernd das Doppelte der Mengen nach PRTR.

Die einzige, direkt gegen VOC gerichtete Massnahme des LRV-Plans ist die Massnahme 5.3.1 (Verschärfung der Kontrollen). Die Massnahme ist, wie andere LRV-Massnahmen auch, dazu geeignet, den VOC-Ausstoss bei Bedarf zu verringern, um die Einhaltung der LRV-Grenzwerte zu erreichen oder wiederherzustellen. Diese Wirkung wird durch den Vollzug der VOCV ergänzt.

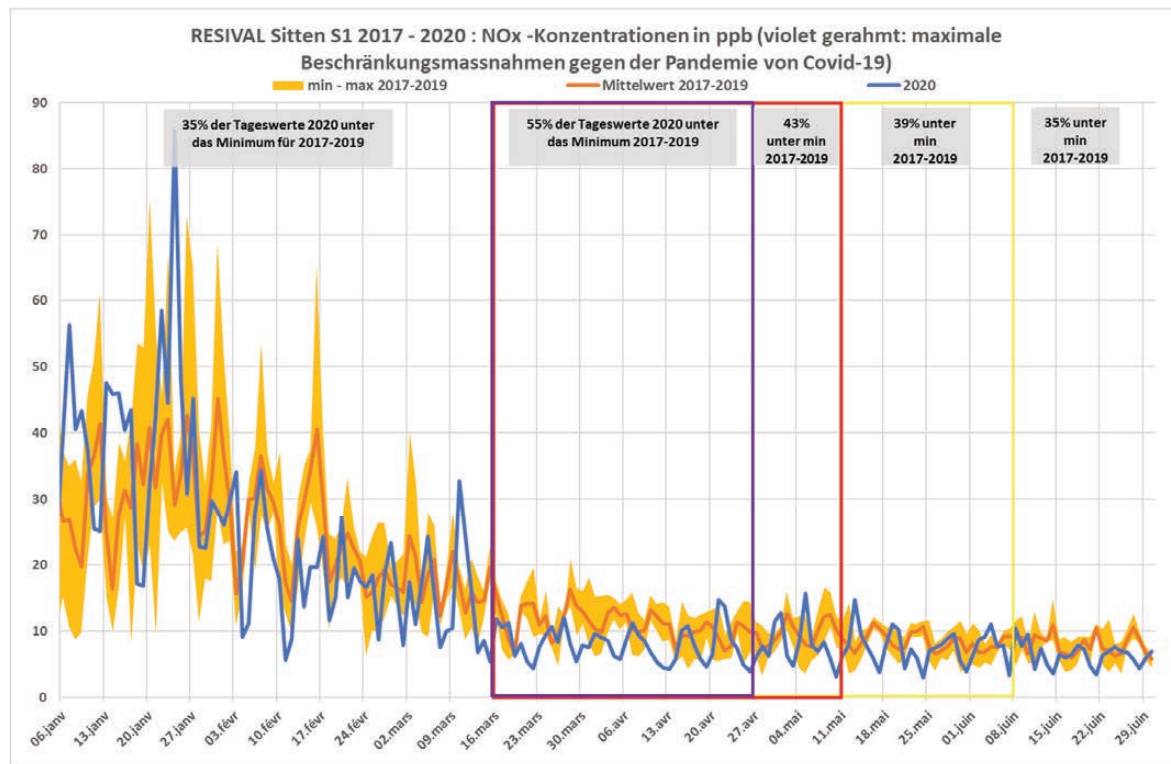


## A6: Ergänzende Studien zur Luftverschmutzung

### Auswirkungen der Coronavirusmassnahmen auf die NO<sub>x</sub>-Konzentrationen im Stadtzentrum

Per durch die ausserordentliche Lage begründetem Dekret erliess der Bund am Montag, den 16. März 2020 Massnahmen zur Bekämpfung der durch die erste Welle des Coronavirus verursachten Übersterblichkeit mit sofortiger Wirkung. Diese zielten auf eine stark reduzierte Mobilität ab, indem Läden für Güter des nicht-täglichen Bedarfs und Einrichtungen, insbesondere schulische, geschlossen wurden und eine umfassende Home-Office-Pflicht eingeführt wurde. Diese Einschränkungen wirkten sich spürbar auf den Strassenverkehr aus. Im Frühling 2020 gingen die täglichen motorisierten Verschiebungen um 50 bis 70 % zurück. Die zweite coronabedingte Übersterblichkeitswelle begann Mitte Oktober 2020 und dauerte bis Anfang Februar 2021. Die Kompetenz zum Erlass von Massnahmen in dieser besonderen Lage lag in dieser zweiten Phase bei den Kantonen. Sie erliessen erneut strenge Massnahmen, die aber die Mobilität weniger beeinflussten. Die Schulen blieben offen und die gewerbliche Tätigkeit wurde weniger allgemein beschränkt. Die Einschränkungen während dieser beiden Phasen hatten einen starken Einfluss auf einen Hauptschadstoff des Strassenverkehrs: die Stickstoffoxide. Die wichtigsten Auswirkungen auf die jährlichen immissionsseitigen Konzentrationen wurden im Kapitel zum Stickstoffdioxid im Abschnitt Luftqualität des vorliegenden Berichts behandelt. Die nachstehende Abb. 74 stellt die detaillierteren Ergebnisse der NO<sub>x</sub>-Konzentrationen, die während des ersten Halbjahrs 2020 an der RESIVAL-Station Sitten gemessen wurden, den Werten der drei vorhergehenden Jahre (2017-2019) gegenüber.

Abbildung 74: Gegenüberstellung der NO<sub>x</sub>-Tageswerte des ersten Halbjahrs 2020 bei der RESIVAL-Station Sitten mit den Werten von 2017 bis 2019



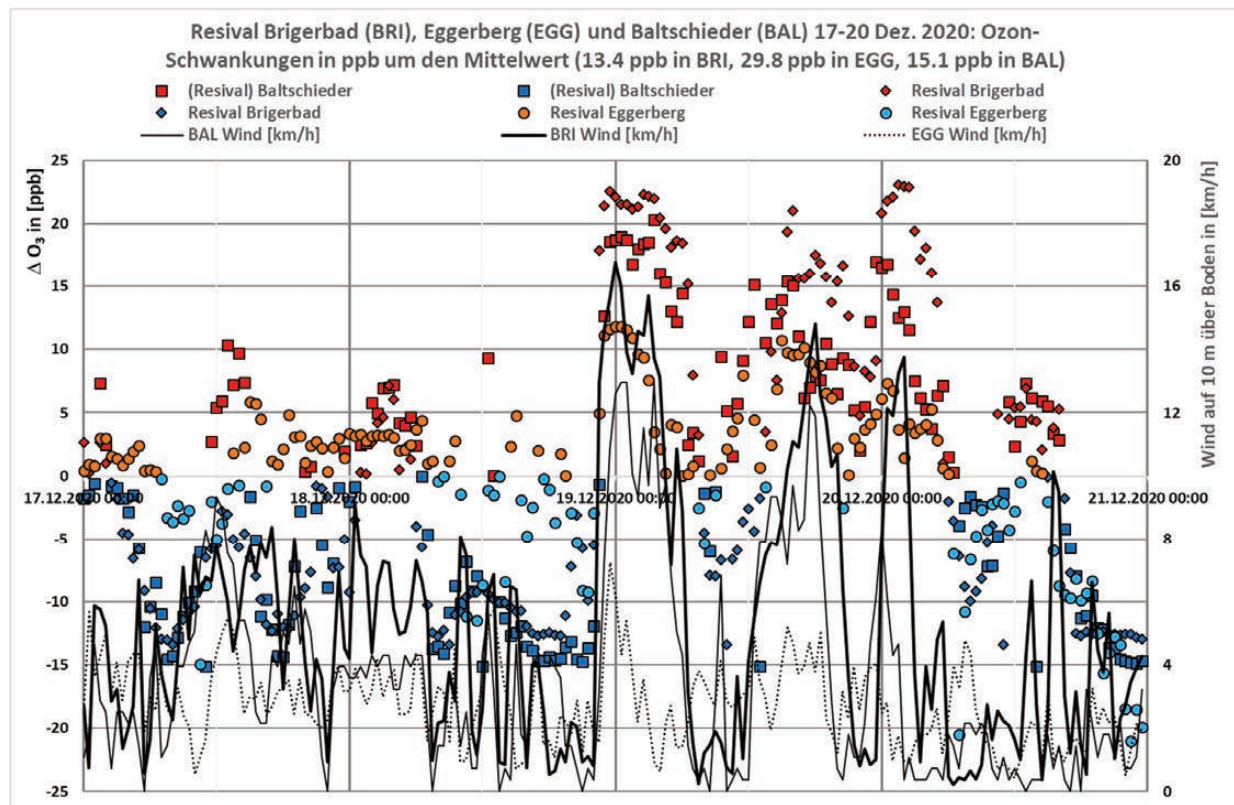
Die Monate März und vor allem April 2020 eigneten sich nicht besonders für einen Vergleich der jährlichen Differenzen, da die Wetterbedingungen mit einer von Mitte März bis Ende April dauernden Trockenperiode und anhaltenden Hochdruckwetterlagen die Akkumulation von Luftschadstoffen

begünstigten. Diese Umstände waren in den letzten Jahren weniger ausgeprägt. Dennoch fällt bei Betrachtung der  $\text{NO}_x$ -Kurve für 2020 in Abb. 74 auf, dass die Tageswerte oft unter den Minimalwerten im Frühling der vorhergehenden drei Jahre lagen. Ausserhalb der entscheidenden Phase der gesundheitlichen Massnahmen, d. h. von Anfang Januar bis am 16. März und vom 8. Juni bis Ende Juni, lagen 35 % der Tagesmittel 2020 unterhalb des Bereichs der Werte 2017-2019. Dieser Anteil war während der Gültigkeit der Massnahmen erheblich höher, insbesondere im Rahmen der strengsten Einschränkungen vom 16. März bis zum 27. April. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich 55 % der Tagesmittel, d. h. 20 % mehr, unter den Werten für 2017-2019. Die RESIVAL-Station Sitten ist die am besten platzierte und sensibelste Station des Netzes zur Messung von Schwankungen, die auf den Strassenverkehr in der Agglomeration zurückzuführen sind. Die lokale Mobilität hat im Mai und Juni 2020 rasch wieder ein gewohntes Ausmass erreicht, während die Mobilität auf nationaler und internationaler Ebene, deren Immissionen die Nabelstation in Sitten hauptsächlich basierend auf den Emissionen der Autobahn A9 misst, länger durch die Einschränkungen des Waren- und Personenverkehrs, auch im Bereich Tourismus, beeinträchtigt war. Dieser Unterschied zwischen dem Messstandort im Stadtzentrum von Sitten und der in der Nähe der A9 gelegenen Station erklärt den starken Rückgang an der Nabelstation des Jahresmittels 2020 gegenüber 2019 um  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (-13 %), während das Jahresmittel an der RESIVAL-Station in Sitten nur um  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (-5 %) abnahm. Wie im Kapitel zum Stickstoffdioxid des vorliegenden Berichts (Ergebnisse 2020) erwähnt, ist die Differenz zwischen den beiden Messstationen von 31-34 % für 2017-2019 auf 27 % für 2020 gesunken.

### Auswirkungen einer Föhnperiode auf die $\text{O}_3$ -, $\text{NO}_2$ - und $\text{PM}_{10}$ -Konzentrationen im Oberwallis

Der Föhn weht vor allem im Frühling häufig im Rhonetal und insbesondere im Oberwallis, von Brig bis Raron. 2020 verzeichneten gemäss der MeteoSchweiz-Station in Visp die Monate April (11 Tage), März (10 Tage), Juni (9 Tage), Mai und Oktober (6 Tage) die meisten Föhntage. Im Dezember gab es nur zwei Föhntage in den letzten zehn Tagen des Monats. Ziel der nachfolgenden Auswertung ist es, die wichtigsten Schlussfolgerungen aus den Messwerten der Luftschadstoffe im Oberwallis für eine kleinere Föhnperiode zu ziehen, die in der Statistik von MeteoSchweiz nicht berücksichtigt wurde. Vom 18. bis 20. Dezember 2020 haben die RESIVAL-Stationen Brigerbad und Eggerberg sowie die mobile Station Baltschieder für den klar aus dem Osten kommenden Föhn typische Windwerte gemessen. In der Ebene ging der Föhn mit einem Temperaturanstieg von  $+4$  bis  $+6$  °C einher, während die Luftfeuchtigkeit, die vor und nach Föhnperioden normalerweise rund 90 % beträgt, zwischen 55 und 65 % lag. Während diesen drei Tagen war während drei Zeiträumen viel Wind zu verzeichnen. Der erste Zeitraum erstreckte sich vom 18. Dezember um 22 Uhr bis zum 19. Dezember um 7 Uhr. In der Ebene wehte der Ostwind im  $\frac{1}{2}$ -h-Mittel mit bis zu 17 km/h und kurzen Windböen bis zu 37 km/h. In der Nacht wehte er durchschnittlich mit 10 km/h. Diese erste gänzlich nächtliche Föhnperiode ist hinsichtlich der Auswirkungen auf die Luftqualität am interessantesten. Die anderen beiden Perioden fielen in den Zeitraum zwischen dem 19. Dezember um 13 Uhr und dem 20. Dezember um 2.30 Uhr. Zwischen 21.30 Uhr und Mitternacht legte sich der Föhn. Die restliche Zeit wehte er im  $\frac{1}{2}$ -h-Mittel mit 15 km/h und kurzen Windböen bis zu 27 km/h aus dem Osten. Über den gesamten Zeitraum gesehen betrug die durchschnittliche Windgeschwindigkeit in der Ebene 6 bis 8 km/h. Diese beiden Föhnperioden wirkten sich weniger deutlich auf die Luftqualität aus als die erste. Abb. 75 veranschaulicht die drei Föhnperioden für 10 km/h überschreitende Windwerte und ihre Auswirkungen auf die Schwankungen der an den beiden RESIVAL-Stationen Brigerbad und Eggerberg sowie der mobilen Station Baltschieder gemessenen Ozon-Konzentrationen. Die rot markierten Daten stehen für eine Zunahme der  $\text{O}_3$ -Konzentrationen im Vergleich zum Mittel des gesamten betrachteten Zeitraums. Die blauen Daten markieren eine Abnahme der  $\text{O}_3$ -Konzentrationen. Die Graphik in Abb. 75 hebt die Auswirkungen des Föhns auf diesen Schadstoff hervor: Während der drei von Föhn geprägten Phasen sind Zunahmen von mindestens 10 ppb ( $\geq 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) festzustellen.

Abbildung 75: Schwankungen der O<sub>3</sub>-Konzentrationen je nach Intensität des Ostwinds (Föhn) in der Oberwalliser Ebene während der Föhnperiode vom 18. bis am 20. Dezember 2020

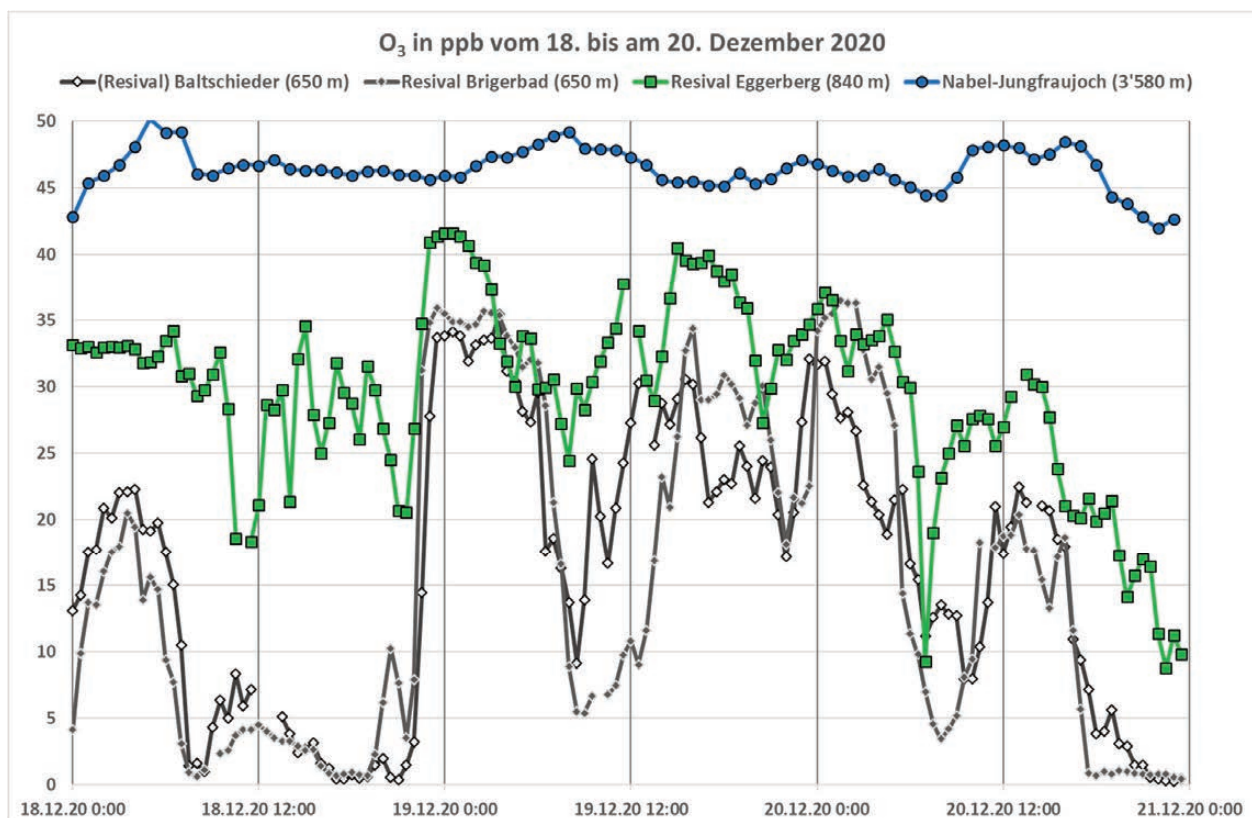


Der Wind an sich kann kein Ozon bilden. Die erste gänzlich nächtliche Föhnperiode kann auch keine Ozonbildung durch die am Tag stattfindende Photochemie bewirken. Die Ursache der Schadstoffzunahme muss daher anderswo liegen. Es ist bekannt, dass Luftmassen, die von weither kommen, höhere Schadstoffkonzentrationen mit sich bringen können als die zuvor lokal vorherrschenden. Gemäss der Meteorologie stammt der Föhn, der im Wallis weht, in der Regel aus dem Süden der Alpen. Um in die Mitte des Kantons einzudringen, muss eine Luftmasse zunächst immer ein markantes Relief emporsteigen, unabhängig von seiner Ausrichtung. Im Falle des Föhns aus dem Süden im Oberwallis findet eine Überquerung der Alpen statt, welche die Luftmasse von den italienischen Regionen Piemont und Lombardei ins Rhonetal führt. Auf den ersten Blick könnte man denken, dass es sich bei den so erhöhten Ozonkonzentrationen um Einträge aus diesem Nachbarland handelt. Die Dinge liegen aber nicht so einfach. Um dieses Phänomen besser zu verstehen, ist eine Untersuchung der O<sub>3</sub>-Konzentrationen auf verschiedenen Höhenstufen derselben Region nützlich. Dafür stehen die Messwerte von vier Stationen zur Verfügung. Die tiefsten Stationen sind die RESIVAL-Station Brigerbad und die mobile Station Baltschieder, die beide auf 650 m. ü. M. liegen. Darauf folgt die auf 840 m. ü. M. gelegene RESIVAL-Station Eggerberg. Die höchstgelegene ist die Nabelstation Jungfraujoch auf 3580 m. ü. M. Abb. 76 sind die Ozonmesswerte für diese vier Standorte an den drei Tagen vom 18. bis 20. Dezember 2020 als ½-h-Mittel für die RESIVAL-Stationen und als Stundenmittel für die Nabelstation zu entnehmen. Die vorgängig diskutierten Zunahmen der Ozonniveaus während der drei Föhnperioden vom 18. Dezember um 22 Uhr bis am 20. Dezember um 2.30 Uhr sind deutlich erkennbar. Die Graphik zeigt, dass die Ozonkonzentrationen in der Ebene während der ersten Föhnperiode um 0-10 ppb (0-20 µg/m<sup>3</sup>) bis zu 35 ppb (70 µg/m<sup>3</sup>) zugenommen haben, was einer bemerkenswerten Erhöhung des Ozonniveaus um rund 60 µg/m<sup>3</sup> entspricht. In Eggerberg betrug die Zunahme im selben Zeitraum nur 15-20 ppb (30-40 µg/m<sup>3</sup>). Auf dem Jungfraujoch werden jedoch dauerhaft, ohne eine Destabilisierung durch den Wind, Werte zwischen 45 und 55 ppb (64-71 µg/m<sup>3</sup>) verzeichnet, d. h. 20 % tiefere Werte als der O<sub>3</sub>-Mittelwert für Dezember 2020, der bei der nationalen Hochgebirgsstation 60 µg/m<sup>3</sup> betrug. Diese Differenz ist sehr aufschlussreich. Sie zeigt, dass die Ozonkonzentrationen im Hochgebirge, oberhalb der alpinen Höhenzüge, die der Föhn überschreitet,



sehr selten Schwankungen ausgesetzt sind und von den Strömungen der Oberflächenwinde, die dem Relief entlang ziehen, kaum beeinflusst werden. In Abb. 76 wird deutlich, dass die Ozonkonzentrationen mit der Höhe zunehmen. Eine vom Föhn getragene Luftmasse vermischt sich folglich mit der stärker ozonbelasteten Höhenluft, wenn sie die Alpenkämme überschreitet. Diese Vermischung allein reicht aus, um die erhöhten Ozonniveaus zu erklären, die während der Windperioden in Brigerbad, Eggerberg und Baltschieder gemessen wurden. Die aus dem Norden der italienischen Halbinsel stammende Luft muss demnach nicht zwingend eine höhere Ozonbelastung aufweisen, bevor sie ins Wallis gelangt. Die im Kanton beobachteten Zunahmen können allein auf die Einträge im Hochgebirge zurückzuführen sein. Die Messwerte auf der Höhe des auf 3580 m gelegenen Jungfraujochs repräsentieren die Luftqualität der freien Atmosphäre Europas unterhalb der Tropopause, die auf 10'000-12'000 m. ü. M. liegt und die Verschmutzung aller Schadstoffquellen der Schweiz und ihrer Nachbarländer vereint. Italien leistet somit dennoch einen Beitrag zur Ozonbelastung.

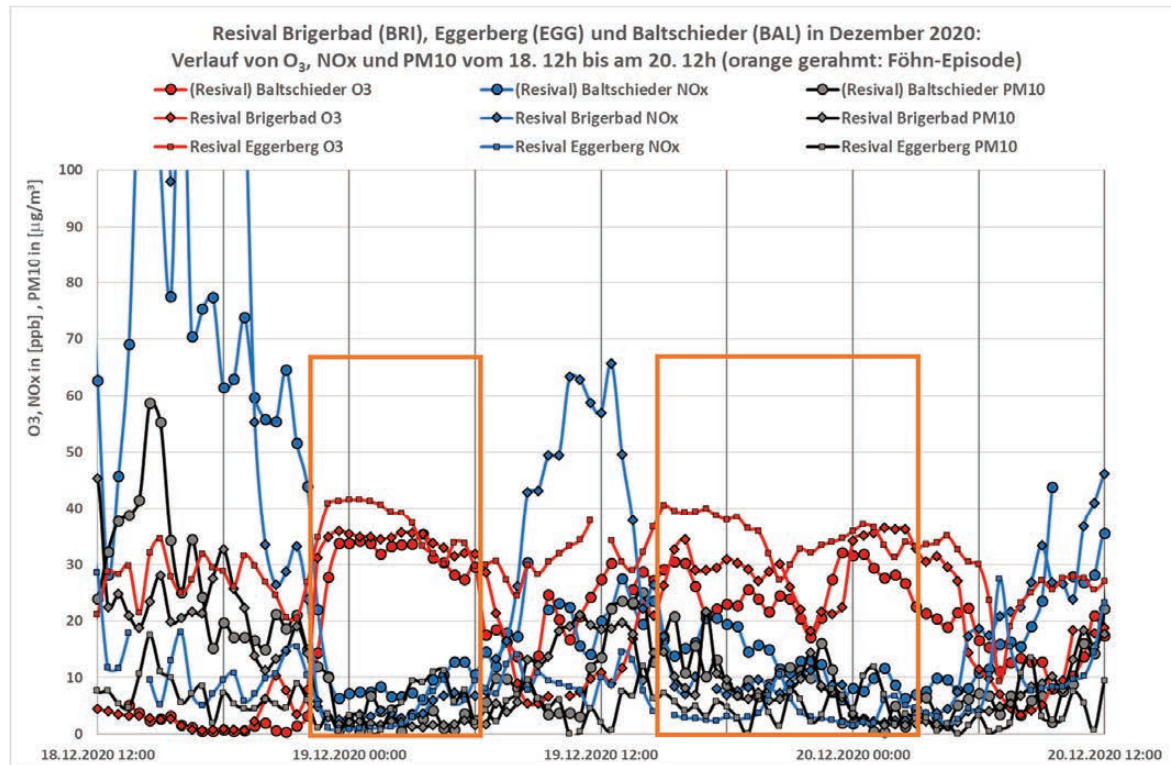
Abbildung 76: Ozonimmissionen im Oberwallis und auf dem Jungfraujoch einschliesslich Föhnperiode



Die Auswirkungen des Föhns auf die Luftqualität im Wallis sind nicht auf das Ozon beschränkt. Die Niveaus von zwei weiteren Hauptschadstoffen werden ebenfalls beeinflusst, aber auf positive Weise. Sowohl die  $\text{NO}_x$ - als auch die  $\text{PM}_{10}$ -Konzentrationen gehen erheblich zurück, wenn der Wind weht. Ihre Auswertung für die hier betrachtete Periode vom 18. bis am 20. Dezember 2020 ist in Abb. 77 ersichtlich. Die rot markierten Ozonwerte wurden bereits diskutiert. Hinzu kommen die Messungen der  $\text{NO}_x$  (blau) und des  $\text{PM}_{10}$  (grau). Die erste gänzlich nächtliche Föhnperiode vom 18. Dezember um 22 Uhr bis am 19. Dezember um 7 Uhr zeigt sehr deutlich die gegensätzlichen Folgen des Windes für das  $\text{O}_3$  einerseits und die  $\text{NO}_x$  und das  $\text{PM}_{10}$  andererseits. Die letzten beiden Perioden, die in Abb. 77 durch den zweiten orangen Rahmen hervorgehoben sind, bestätigen diese Feststellung, wobei die stärker schwankenden Ozonwerte die klare Unterscheidung zwischen den Auswirkungen auf diesen Schadstoff und jenen auf die Stickstoffoxide und den Feinstaub beeinträchtigen. Die zweite Periode vom 19. Dezember um 13 Uhr bis am 20. Dezember um 2.30 Uhr beinhaltet bis 17 Uhr einen Anteil bei Tag, der den Ozon- und  $\text{NO}_x$ -Gehalt durch photochemische Reaktionen beeinflusst haben kann. Im Oberwallis gelangt die Sonneneinstrahlung um die Wintersonnenwende jedoch nicht an den Talboden

des Rhonetals. Jeglicher Unterschied in den Auswirkungen ist daher hauptsächlich auf die weniger grosse Intensität des Föhns während dieser zweiten Periode zurückzuführen.

Abbildung 77: O<sub>3</sub>-, NO<sub>x</sub>- und PM<sub>10</sub>-Immissionen in der Oberwalliser Ebene während der Föhnperiode vom 18. bis am 20. Dezember 2020



Wie beim Ozon ist der Rückgang der NO<sub>x</sub>- und PM<sub>10</sub>-Niveaus insbesondere mit der Vermischung der Föhnluft mit der Hochgebirgsluft bei Überschreiten der Alpenkämme zu erklären. Im Falle der NO<sub>x</sub> und des PM<sub>10</sub> ist die freie Atmosphäre in Höhe der Nabelstation Jungfraujoch sehr viel weniger belastet als die Luft in der Ebene. Das NO<sub>2</sub>-Mittel für Dezember 2020 betrug 0.8 µg/m<sup>3</sup>, das PM<sub>10</sub>-Mittel 0.3 µg/m<sup>3</sup>. Im Gegensatz zu den erhöhten Ozonkonzentrationen in der Luft bei der nationalen Hochgebirgsstation geben die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen ein gutes Bild der NO<sub>x</sub> im Winter, wenn die Sonne sehr viel weniger scheint. Die Durchmischung der Föhnluft mit der kaum durch NO<sub>x</sub> und PM<sub>10</sub> belasteten Hochgebirgsluft führt zu einer starken Abnahme ihrer Konzentrationen. Der Stau effekt vor der natürlichen Barriere der Alpen trägt zusätzlich zu den beobachteten Rückgängen bei, wenn Wolken und Niederschläge die vom Wind transportierten Luftmassen ausgiebig von diesen Schadstoffen reinigen.

### VOC-Immissionen in der Region Visp

Im Januar 2019 wurde in Baltschieder, westlich von Visp, eine mobile Station in Betrieb genommen. Da die Fixstation Brigerbad oft dem Ostwind ausgesetzt ist, hat die zusätzliche Station zum Ziel, die Immissionen in der Nähe des Industriestandorts Visp besser beobachten zu können. Dieser liegt nun zwischen zwei Messstationen, einer im Westen (Baltschieder) und einer im Osten (Brigerbad) der Agglomeration. Die Stationen sind nach der Orientierung des Windes, mit seinen zwei vorherrschenden Windrichtungen, ausgerichtet. Selbst wenn der Höhenwind aus Norden oder Süden weht, wird er beim Absinken in die Talsohle des Rhonetals in Richtung dieser Ost-West-Achse unterhalb der natürlichen Barriere der Alpen kanalisiert. Diese geradlinige Windorientierung trifft auf das ganze Walliser Zentraltal von Brig bis Raron zu. Die RESIVAL-Station Brigerbad widerspiegelt diese Strömungen (s. Abb. 36). In Visp gelingt es dem Südwind manchmal, diese vorherrschende Richtung zu stören. In diesem Fall handelt es sich um Föhnperioden und der das Vispertal herunterkommende Wind ist in der

Regel wärmer als der entlang der Hauptwindrichtung Brig-Raron wehende bodennahe Wind. Da die Luftdichte des Höhenwindes geringer ist, schiebt er sich über den kälteren Wind der Talsohle und beeinträchtigt den Ost-West-orientierten Wind kaum. Letzterer wird von den Stationen beobachtet, die den Wind 10 m über dem Boden messen. Die Werte von Baltschieder können jedoch nicht berücksichtigt werden, weil ein grosses Gebäude, das im Westen zu nahe an die Station herankommt, einen Windschutz bildet und die aus diesem Sektor stammenden Messdaten verfälscht. Nur die Station Brigerbad liefert jederzeit verlässliche Ergebnisse für diesen Parameter. Dank der Kanalisierung des Oberflächenwindes können die Stationen Brigerbad und Baltschieder die Auswirkungen der Emissionen von Visp aber abwechslungsweise messen, je nachdem ob der Wind von Osten nach Westen oder in umgekehrter Richtung weht, oder auch gleichzeitig, wenn die Luft ruhig ist. Die untenstehende Tab. 40 nimmt die Werte aus Tab. 13 für Brigerbad wieder auf und stellt sie den Werten von Baltschieder gegenüber.

*Tabelle 40: Mobile Station und RESIVAL-Station in Industrienähe, Benzol und Toluol, Ergebnisse 2020*

| Station            | Benzol<br>Jahresmittelwert<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Benzol<br>max. Tageswert<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Toluol<br>Jahresmittelwert<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] | Toluol<br>max. Tageswert<br>[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |
|--------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Baltschieder (mob) | 1.4                                                        | 27                                                       | 3.6                                                        | 97                                                       |
| Brigerbad (fest)   | 1.0                                                        | 11                                                       | 3.8                                                        | 41                                                       |

Wie im Bericht 2019 bemerkt wurde, liegen die Jahresmittelwerte für das Benzol relativ nahe beieinander. 2020 trifft dies aber auch auf die Messwerte des Toluols zu, die im vorhergehenden Jahr in Baltschieder fast doppelt so hoch waren. Diese Station ist kein zuverlässiger Indikator der Konzentrationen in Industrienähe. Ihre Werte variieren jedes Jahr je nach Umfang der Vermischung der Emissionen aus industriellen und anderen Quellen. Baltschieder verzeichnet jedoch stets die höchsten Spitzenwerte bei den maximalen Tageswerten sowohl für Benzol als auch Toluol. Die industrielle Tätigkeit ist von unregelmässigen Emissionen geprägt, die mit den Perioden des Abfackelns, dem sicherheitsbedingten Bypass-Betrieb und den variablen Produktionszyklen zusammenhängen. Eine alltäglich dem Wind aus einer chemischen Industriezone ausgesetzte Station ist besser geeignet, diese vereinzelt kurzfristigen Zunahmen zu messen. Die Station Baltschieder eignet sich besser für diesen Zweck als Brigerbad, da sie ein zuverlässigeres Bild des Benzol- und Toluol-Ausstosses des Industriestandorts Visp liefert. Die RESIVAL-Station Brigerbad ist hingegen besser platziert, um die Immissionsspitzen erfassen zu können, wenn der Wind aus dem Westen weht. Wie im Kapitel zu den VOC des vorliegenden Berichts erwähnt, verzeichnete die mobile Station im Westen von Visp 20 Tage, deren Tagesmittel den EU-Jahresgrenzwert für Benzol von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überschritten, die Fixstation im Osten der Ortschaft hingegen nur 5 solche Tage, während beide Stationen die gleiche Anzahl Überschreitungen des Referenzniveaus der WHO von  $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aufwiesen. Diese Feststellungen lassen den gesicherten Schluss zu, dass die Region westlich von Visp weniger gut geschützt ist im Hinblick auf die LRV-Anforderung, dass die Emissionen von Benzol und anderen krebserzeugenden Substanzen unbegrenzt minimiert werden müssen (Nulltoleranzprinzip bei den Immissionen).

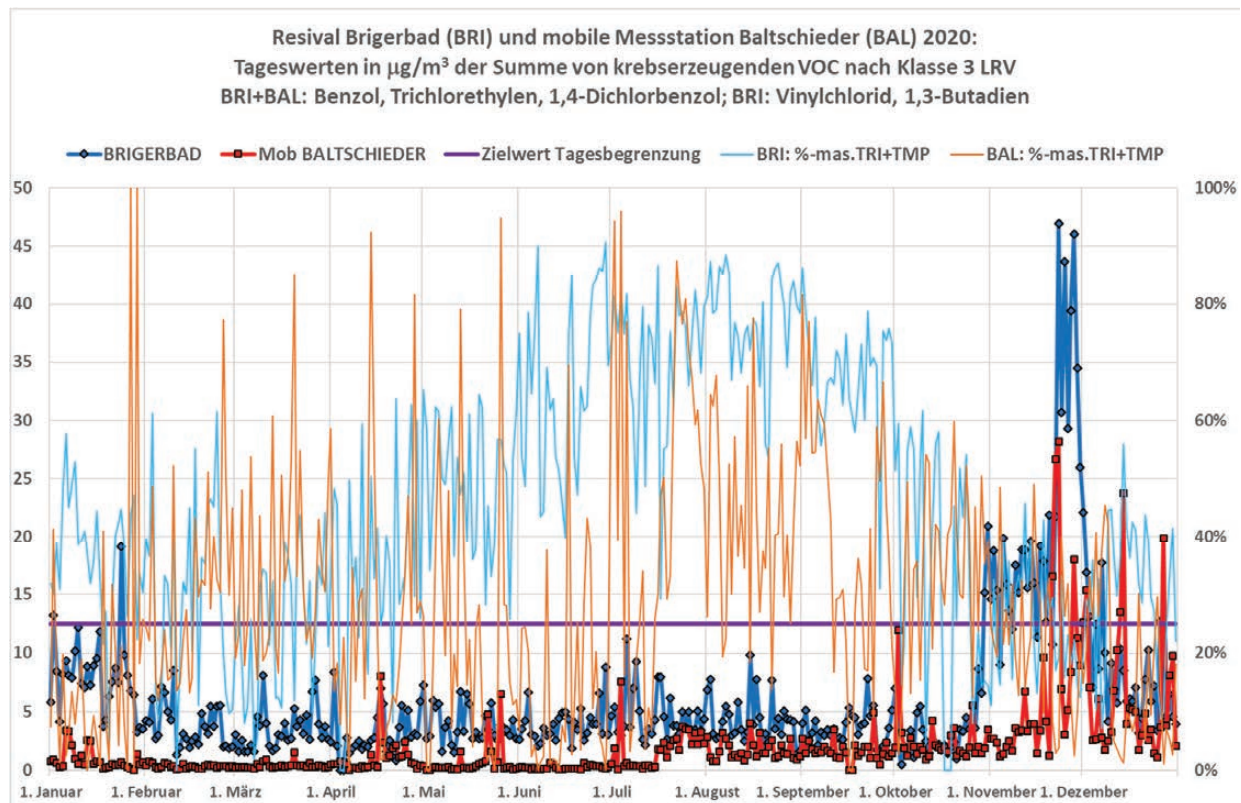
Es muss ebenfalls darauf hingewiesen werden, dass die Messergebnisse zum Isooktan, die in Tab. 40 des letztjährigen Jahresberichts dargestellt wurden, gemäss der Studie [17] unbrauchbar sind. Die im Rahmen der Messaktion verwendeten Sensoren waren von Anfang an mit dieser Substanz belastet, wie nach der Erhebung mit unbelasteten Kontrollstichproben festgestellt wurde.

Abb. 78 hebt den stark mit gemäss LRV krebserregenden VOC belasteten Zeitraum von November bis Dezember 2020 in der Oberwalliser Ebene hervor. Im November und zeitweise im Dezember herrschte eine Hochdrucklage mit Inversionswetterlagen in tieferen Luftschichten, welche die Akkumulation von Schadstoffen, insbesondere von flüchtigen organischen Verbindungen, begünstigte. Die nachfolgende Analyse nimmt das im letztjährigen Jahresbericht eingeführte Konzept eines Tagesgrenzwerts von



12.5 µg/m<sup>3</sup> als Zielgrösse für die Menge des Benzols und anderer VOC mit vergleichbarer Toxizität gemäss LRV, d. h. kanzerogener Substanzen der Klasse 3, wieder auf. In Brigerbad werden 5 solcher VOC gemessen: das Benzol, das Trichlorethen (TRI), das Vinylchlorid (VC), das 1,4-Dichlorbenzol (1,4-DCB), und das 1,3-Butadien (1,3-BuD). In Baltschieder werden nur drei, das Benzol, das Trichlorethen und das 1,4-Dichlorbenzol gemessen, weil das dortige Messgerät VOC mit einem niedrigen Siedepunkt wie das VC und das 1,3-BuD nicht quantifizieren kann. Beim TRI wurde ausserdem ein analytisches Problem festgestellt. Eine Überprüfung mittels VOC-Kalibrierung hat ergeben, dass das TRI in der Gaschromatographie-Trennsäule die gleiche Retentionszeit hat wie das Isooktan (Koelution), das ebenfalls 2,2,4-Trimethylpentan (TMP) genannt wird. Das analytische Ergebnis umfasst demnach das gesamte TRI und TMP. Das Isooktan (TMP) ist jedoch nicht krebserregend. Die nachstehende Abb. 78 sowie die Abb. 82 des letztjährigen Jahresberichts werden folglich durch diesen blinden Passagier verfälscht. Die Kurven des Massenanteils in Abb. 78 veranschaulichen den Beitrag des TRI+TMP zur Gesamtmasse der VOC. Der Anteil dieser beiden Substanzen ist nie vernachlässigbar, häufig macht er sogar über 50 % der gesamten Massenkonzentration aus.

Abbildung 78: Tageswerte der krebserzeugenden VOC-Immissionen bei den Stationen Baltschieder und Brigerbad 2020 (Koelution von TRI und TMP nicht berücksichtigt)



Angesichts der Zweifel betreffend die Anteile des TRI und des TMP mit gleicher Retentionszeit kann dieser Wert nicht in der Analyse berücksichtigt werden, wenn wissenschaftlich fundierte Aussagen zu den Immissionen krebserzeugender VOC gemacht werden sollen. Die Menge der krebserzeugenden VOC der Klasse 3 umfasst in Brigerbad demnach 4 Substanzen (Benzol, Vinylchlorid, 1,4-Dichlorbenzol, 1,3-Butadien) und in Baltschieder 2 Substanzen (Benzol, 1,4-Dichlorbenzol). Abb. 79 zeigt den Immissionsverlauf dieser krebserzeugenden VOC für die beiden Stationen der Oberwalliser Ebene. Die Zielgrösse von maximal 12.5 µg/m<sup>3</sup> wurde im Januar nicht mehr erreicht, dafür aber an 19 Tagen zwischen dem 30. Oktober und dem 7. Dezember in Brigerbad und an 7 Tagen zwischen dem 21. November und dem 27. Dezember in Baltschieder überschritten. Die deutlich geringere Anzahl

Überschreitungen bei der mobilen Station widerspiegelt ihre begrenzte Ausstattung, die nur 2 krebserzeugende VOC eindeutig bestimmen kann, während die fixe RESIVAL-Station 4 verschiedene VOC misst. Die beiden Stationen teilten 3 Tage, an denen der Tagesgrenzwert von  $12.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überschritten wurde: den 22., den 23. und den 28. November 2020. Diese Daten sind in der Graphik in Abb. 79 als orange Punkte markiert. Sie fallen in den Zeitraum, während dem in der Region Visp, wie im Kapitel zu den VOC dieses Berichts (Ergebnisse 2020) erwähnt, Spitzenwerte für Benzol und Toluol verzeichnet wurden. Abb. 79 bringt diese Feststellung deutlich zum Ausdruck, auch wenn ihr Fokus auf den krebserzeugenden VOC liegt. Interessanterweise machte der Massenanteil des Benzols an der Gesamtmenge der krebserzeugenden VOC im November in Baltschieder mindestens 59 % aus, während er in Brigerbad zwischen 5 und 28 % betrug. Die zwischen dem 22. und dem 30. November bei der RESIVAL-Station gemessenen Spitzenkonzentrationen beinhalten überwiegend Vinylchlorid und 1,3-Butadien, wobei das VC einen Massenanteil von 41 bis 78 % und das 1,3-BuD einen Massenanteil von 6 bis 41 % an der Gesamtkonzentration hat. Als mögliche Quellen dieser Verschmutzung, die sich hauptsächlich aus Benzol, VC und 1,3-BuD zusammensetzt, kommen die chemische Industrie und das KVA in Betracht. Der nächtliche Frost, der den Oberboden, der ausserdem porös ist, in den letzten beiden Monaten des Jahres gefrieren lässt, könnte aber auch wasserlösliche VOC, insbesondere das VC, freisetzen, da die Feuchtigkeit des Bodens ihre Aufnahme verhindert. Diese Hypothese ist mit der Entgasung von Industriedeponien vereinbar. In der Region liegt die wohlbekannte Deponie von Gamsenried.

Abbildung 79: Tageswerte der krebserzeugenden VOC-Immissionen bei den Stationen Baltschieder und Brigerbad 2020

