

# 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 2019



# 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) 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 2019, dass in den 28 erfassten Ländern Europas die Zahl der luftverschmutzungsbedingten vorzeitigen Todesfälle 2016 für PM2.5 rund 374'000, für NO<sub>2</sub> rund 68'000 und für Ozon rund 14'000 betrug. Die entsprechenden Zahlen für die Schweiz lauten rund 3700 (Luftverschmutzung durch PM2.5) und 240 (Ozon). Dies entspricht fast 5 % der pro Jahr registrierten Todesfälle im Land (67'000/Jahr 2017 - 2019).
- ➔ Dies entspricht fast 5 % der pro Jahr registrierten Todesfälle im Land (67'000/Jahr von 2017 bis 2019). Im Verlauf des Jahres 2013 traten alle, gestützt auf Art. 31 der Luftreinhalteverordnung (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 Heizanlagen 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.
- ➔ 11 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. Deren Jahresgrenzwerte werden seit 2014 an allen sieben RESIVAL-Stationen eingehalten, und der LRV-Plan hat zu diesem Ergebnis beigetragen. In Anh. 5 des Berichts werden die wichtigsten Beobachtungen dieser Entwicklungen erörtert (gem. Art. 33 LRV). Bei den im Sommer immer noch übermässigen Ozon-Belastungen dagegen ist seit Einführung des LRV-Plans keine Wirkung zu beobachten. 2019 wurde zum ersten Mal seit Beginn der RESIVAL-Messungen kein einziger Tagesgrenzwert für PM10 und NO<sub>2</sub> überschritten. Einzig an der NABEL-Messstation in Sitten (A9), 25 m neben der Autobahn, kam es noch zu einigen Überschreitungen. Die 2018 in die LRV aufgenommene Begrenzung für den Jahresmittelwert für PM2.5 wurde 2019 besser eingehalten als im Vorjahr. Diese positive Entwicklung wurde nicht wesentlich vom Wetter begünstigt, wird aber in den kommenden Jahren im Auge zu behalten sein. Zwar kann die PM10-Belastung generell als mässig bezeichnet werden, fällt für die PM2.5 aber erheblich höher aus. Die Grobstaubniederschläge überschritten 2019 die Jahresbegrenzung, was seit 1994 nie mehr vorgekommen ist. Solche ungewöhnlichen Vorkommnisse und auch die anderen anhaltenden Überschreitungen sprechen dafür, die unternommenen Anstrengungen aufrechtzuerhalten, damit die ergriffenen Massnahmen ihre Wirkung vollständig und nachhaltig entfalten können und für alle Bewohner des Kantons eine jederzeit gute Luftqualität gewährleistet werden kann.

## Luftqualität im Wallis 2019

- Seit 1990 zeigen die Ozon-Messungen einen offenkundigen Rückgang an. Seit 2004 tendieren die Werte aber zur Stagnation, auch wenn hier und da jährliche Anstiege vorkommen, wie in den sehr sonnigen und heissen Sommern 2018 und 2015. 2019 führten zwei Hitzewellen im Juni und im Juli zu Grenzwertüberschreitungen in grosser Zahl, welche generell von März bis August im ganzen Kanton auftraten. Eine Verschlechterung der Lage bezüglich Einhaltung der Luftqualitätsnormen ist in den Höhenlagen zu beobachten.
- Feinstaub, PM10 und dessen noch feineren PM2.5-Fractionen, ist der Schadstoff mit den gravierendsten Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit. Bei den PM10 ist seit 2006 im Jahresmittel ein mehr oder weniger regelmässiger Rückgang zu beobachten, mit einer Verringerung in allen Regionen zwischen 46 und 52% bis 2019. Die seit 2014 durchgehend an allen Stationen des Walliser Messnetzes RESIVAL beobachtete Einhaltung des Jahresgrenzwerts hält seither an. Die Ergebnisse für die PM2.5-Jahreswerte zeigen 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 2006 immer mehr zurück, je nach Region mit Abnahmen von 23 bis 39 % (2019 gegenüber 2009). 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 zum ersten Mal eingehalten wurde.
- Die Qualitätsnormen für den Staubbiederschlag werden eingehalten, ausser in der ländlichen Region in der Höhe. Die Erhöhung des Ergebnisses 2019 um fast das Doppelte gegenüber den Vorjahren weist allerdings auf aussergewöhnliche, nicht wiederkehrende Umstände hin.

Standort-Typ	Ozon (O <sub>3</sub> )	Feinstaub		Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	SO <sub>2</sub> , CO
		PM10	PM2.5		
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 und der Staubbiederschlagsanomalie 2019, gemessen an den Langzeitbelastungsgrenzen der LRV, gut ist. Langzeitbegrenzungen werden festgesetzt, um den Auswirkungen einer chronischen Belastung durch Luftschadstoffe vorzubeugen, denn die gesundheitlichen Folgen häufiger übermässiger Belastungen sind gravierender als bei kurzfristigen und zeitlich begrenzt auftretenden. Mit Ausnahme des Ozons sind übermässige Immissionen seit 2014 zu einem vereinzelt auftretenden Problem geworden. Mit diesem Fazit lässt sich sagen, dass vor allem die in den Bereichen Verkehr, Heizungen und Industrie unternommenen Anstrengungen zur dauerhaften Sicherung einer optimalen Luftqualität in allen Gegenden des Kantons fortzuführen sind.

# 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 2019</i>	23
<b>RESIVAL</b>	25
<i>Ozon – O<sub>3</sub></i>	27
<i>Feinstaub - PM10 / PM2.5</i>	35
<i>Stickstoffdioxid – NO<sub>2</sub></i>	49
<i>Grobstaubniederschlag</i>	55
<i>Flüchtige organische Verbindungen – VOC</i>	61
<b>ANHANG</b>	<b>69</b>
<i>A1: Kantonaler Massnahmenplan für die Luftreinhaltung: Massnahmenblätter</i>	71
<i>A2: RESIVAL: Allgemeines</i>	107
<i>A3: RESIVAL: Ergebnisse nach Messstation</i>	117
<i>A4: RESIVAL: Piktogramme für die Luftqualität</i>	147
<i>A5: Wirksamkeit des kantonalen LRV-Plans</i>	149
<i>A6: Ergänzende Studien zur Luftverschmutzung</i>	161

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: RESIVAL-Messstationen	25
Abbildung 2: Im Wallis sind die natürlichen, von Pflanzen abgegebenen VOC die wichtigsten Vorläufer von O <sub>3</sub> .	27
Abbildung 3: O <sub>3</sub> – Überschreitungen der Stundennorm nach Konzentrationsklassen	29
Abbildung 4: O <sub>3</sub> – Anzahl Stunden >120 µg/m <sup>3</sup> pro Monat	30
Abbildung 5 : O <sub>3</sub> – monatliche 98-Perzentile	30
Abbildung 6: O <sub>3</sub> – Anzahl Stunden über 120 µg/m <sup>3</sup> , regionaler Höchstwert	31
Abbildung 7: O <sub>3</sub> – Anzahl Tage mit Stunden >120µg/m <sup>3</sup> , regionale Mittelwerte	32
Abbildung 8: O <sub>3</sub> – Maximale Stundenspitzenwerte nach Jahren	32
Abbildung 9: AOT 40 in den Jahren 1990 bis 2019, regionale Mittelwerte	33
Abbildung 10: Feuer im Freien und hauptsächlich mit Stückholz betriebene Klein-Holzheizungen stossen grosse Mengen PM10 aus.	35
Abbildung 11: primäre PM10-Emissionen, Wallis 2018	35
Abbildung 12: PM10 – regionale Jahresmittelwerte von 1999 bis 2019	39
Abbildung 13: PM10, maximale Anzahl Tage > 50 µg/m <sup>3</sup> , regionale Höchstwerte (rote Linie: neue Toleranzschwelle von 3 Tagen)	39
Abbildung 14 : Blei im PM10 von 2001 bis 2019, regionale Mittelwerte	41
Abbildung 15 : Cadmium im PM10 in ng/m <sup>3</sup> von 2001 bis 2019, regionale Mittelwerte	42
Abbildung 16: Ergebnisse 2014 - 2018 für PAK und Benzo(a)pyren bei der NABEL-Messtation in Sitten	43
Abbildung 17: PM2.5 2018-2019, regionale Jahresmittel in µg/m <sup>3</sup> (rote Linie: LRV-Begrenzung)	45
Abb. 18: Ungereinigte Abgase aus Dieselmotoren sind grosse BC-Quellen.	47
Abbildung 19: EK – Jahresmittelwerte von 2008 bis 2019	47
Abb. 20: EK 2019 in Massongex	48
Abb. 21: PM10 und PM2.5 2019 in Massongex	48
Abbildung 22: Der motorisierte Verkehr verursacht 45 % der NO <sub>x</sub> -Emissionen	49
Abbildung 23: NO <sub>x</sub> -Emissionen im Wallis 2018	49
Abbildung 24: NO <sub>2</sub> – durchschnittliche Tageswerte in Sitten und Brigerbad 2019	51
Abbildung 25: NO <sub>2</sub> – Jahresmittelwerte nach Region von 1990 bis 2019	52
Abbildung 26: NO <sub>2</sub> – maximale Anzahl Überschreitungen der Tagesnorm von 2000 bis 2019	53
Abbildung 27: Bergerhoff-Gerät für die Staubbiederschlags-messung	55
Abbildung 28: Staubbiederschlag von 1991 bis 2019, regionale Mittelwerte	57
Abbildung 29: Blei im Staubbiederschlag von 1991 bis 2019, regionale Mittelwerte	58
Abbildung 30: Cadmium im Staubbiederschlag von 1991 bis 2019, regionale Mittelwerte	58
Abbildung 31: Zink im Staubbiederschlag von 1991 bis 2019, regionale Mittelwerte	59
Abbildung 32: Bei Umschlag und Lagerung von Treibstoffen gelangen jährlich 35 bis 63 t Benzol in die Luft [11]	61
Abb. 33: NMVOC-Emissionen (VOC ohne Methan) im Wallis 2018	61
Abbildung 34: Benzol – Jahresmittelwerte	62
Abbildung 35: Benzol – Monatsmittelwerte 2019	62
Abbildung 36: Benzol-Immissionen an der Station Brigerbad 2019	63
Abbildung 37: Benzol-Immissionen an der Station Massongex 2019	64
Abb. 38: Toluol – Jahresmittelwerte	65
Abb. 39: Toluol – Monatsmittelwerte 2019	65
Abbildung 40: Lage der Messstationen des Messnetzes RESIVAL	109
Abbildung 41: Les Giettes, Lage des Standorts	119
Abbildung 42: Les Giettes, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2019	120
Abbildung 43: Les Giettes, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019	121
Abbildung 44: Les Giettes, Anzahl O <sub>3</sub> -Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2019	121

Abbildung 45: Massongex, Lage des Standorts	123
Abbildung 46: Massongex, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2019	124
Abbildung 47: Massongex, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019	125
Abbildung 48: Massongex, Anzahl O3-Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2019	125
Abbildung 49: Saxon, Lage des Standorts	127
Abbildung 50: Saxon, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2019	128
Abbildung 51: Saxon, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019	129
Abbildung 52: Saxon, Anzahl O3-Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2019	129
Abbildung 53: Sitten, Lage des Standorts	131
Abbildung 50: Sitten, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2019	132
Abbildung 55: Sitten, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019	133
Abbildung 56: Sitten, Anzahl O3-Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2019	133
Abbildung 57: Eggerberg, Lage des Standorts	135
Abbildung 58: Eggerberg, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2019	136
Abbildung 59: Eggerberg, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019	137
Abbildung 60: Eggerberg, Anzahl O3-Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2019	137
Abbildung 61: Brigerbad, Lage des Standorts	139
Abbildung 62: Brigerbad, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2019	140
Abbildung 59: Brigerbad, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019	141
Abbildung 64: Brigerbad, Anzahl O3-Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2019	141
Abbildung 65: Montana, Lage des Standorts	143
Abbildung 66: Montana, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2019	144
Abbildung 67: Brigerbad, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019	145
Abbildung 68: Montana, Anzahl O3-Stundenwerte >120 µg/m <sup>3</sup> von 1990 bis 2019	145
Abbildung 69: Gegenüberstellung der Immissionswerte im Wallis 2018 mit den wichtigsten LRV-Begrenzungen	150
Abbildung 70: PM10, Entwicklung der Belastungsniveaus von 1999 bis 2019	151
Abbildung 71: NO <sub>x</sub> , Entwicklung der Belastungsniveaus von 1999 bis 2019	153
Abbildung 72: SO <sub>2</sub> , Entwicklung der Belastungsniveaus von 1999 bis 2018	156
Abbildung 73: VOC, Entwicklung der Belastungsniveaus von 2005 bis 2019	158
Abbildung 74: Ozon-Werte in ppb und Strahlung in Wm <sup>-2</sup> an der RESIVAL-Station Sitten, 25.-28. Juni 2019	161
Abbildung 75: Ozon-Werte in ppb und Strahlung in Wm <sup>-2</sup> an der RESIVAL-Station Saxon, 25.-28. Juni 2019	162
Abbildung 76: Ozon-Werte in ppb und Strahlung in Wm <sup>-2</sup> an der RESIVAL-Station Montana, 25.-28. Juni 2019	162
Abbildung 77: Ozon- und NO <sub>x</sub> -Werte in ppb an der RESIVAL-Station Sitten, 25.-28. Juni 2019	163
Abbildung 78: Ozon- und NO <sub>x</sub> -Werte in ppb an der RESIVAL-Station Saxon, 25.-28. Juni 2019	164
Abbildung 79: Ozon- und NO <sub>x</sub> -Werte in ppb an der RESIVAL-Station Montana, 25.-28. Juni 2019	164
Abbildung 80: Benzol-Immissionen an der Station Baltschieder, 2019	165
Abbildung 81: Toluol-Immissionen an der Station Baltschieder, 2019	166
Abbildung 82: Immissionen krebserzeugender VOC an der RESIVAL-Station Brigerbad, Dez. 2019	168



# 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 2019	29
Tabelle 8: PM <sub>10</sub> – Ergebnisse	36
Tabelle 9: PM <sub>2.5</sub> – Ergebnisse 2019	44
Tabelle 10: EK – Ergebnisse 2019	47
Tabelle 11: NO <sub>2</sub> – Ergebnisse 2019	51
Tabelle 12: Grobstaubniederschläge und Schwermetalle – Ergebnisse im Jahresmittel 2019	56
Tabelle 13: Benzol und Toluol – Ergebnisse 2019	62
Tabelle 14: LRV-Grenzwerte	110
Tabelle 15: Analyse-Programm RESIVAL	112
Tabelle 16: Immissionsmessung, analytische Methoden	113
Tabelle 17: Nach der Norm ISO-17025 akkreditierte Messungen	114
Tabelle 18: Les Giettes, Standortbeschreibung	119
Tabelle 19: Les Giettes, Ergebnisse für das Jahr 2019	120
Tabelle 20: Les Giettes, Ergebnisse 2019 nach Monaten	121
Tabelle 21: Massongex, Standortbeschreibung	123
Tabelle 22: Massongex, Ergebnisse für das Jahr 2019	124
Tabelle 23: Massongex, Ergebnisse 2019 nach Monaten	125
Tabelle 24: Saxon, Standortbeschreibung	127
Tabelle 25: Saxon, Ergebnisse für das Jahr 2019	128
Tabelle 26: Saxon, Ergebnisse 2019 nach Monaten	129
Tabelle 27: Sitten, Standortbeschreibung	131
Tabelle 28: Sitten, Ergebnisse für das Jahr 2019	132
Tabelle 29: Sitten, Ergebnisse 2019 nach Monaten	133
Tabelle 30: Eggerberg, Standortbeschreibung	135
Tabelle 31: Eggerberg, Ergebnisse für das Jahr 2019	136
Tabelle 32: Eggerberg, Ergebnisse 2019 nach Monaten	137
Tabelle 33: Brigerbad, Standortbeschreibung	139
Tabelle 34: Brigerbad, Ergebnisse für das Jahr 2019	140
Tabelle 35: Brigerbad, Ergebnisse 2019 nach Monaten	141
Tabelle 36: Montana, Standortbeschreibung	143
Tabelle 34: Montana, Ergebnisse für das Jahr 2019	144
Tabelle 38: Montana, Ergebnisse 2019 nach Monaten	145
Tabelle 39: Mobile Station und RESIVAL-Station in Industrienähe, Messergebnisse Benzol und Toluol, 2019	166
Tabelle 40: Wichtigste Ergebnisse zur Bestimmung der VOC in Industrienähe 2019	167



# Kantonaler Massnahmenplan für die Luftreinhaltung



© Chab Lathion



## 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. Das vormalige kantonale Kataster hatte gezeigt, dass die in die Luft ausgestossenen Schadstoffmengen von 1988 bis 2012 deutlich abnahmen, die NO<sub>x</sub> (Stickoxide, von denen das NO<sub>2</sub> das schädlichste ist) um fast 50 %, und der Feinstaub (PM10) um 30 %. Dennoch ist die Situation der Luftqualität in den ersten fünfzehn Jahren dieses Jahrhunderts, mit wiederholten Überschreitungen der LRV-Begrenzungen für PM10, NO<sub>2</sub> und Ozon (O<sub>3</sub>) ernst und besorgniserregend geblieben. Angesichts dieser 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. 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). Die PM10 sind die Schadstoffe mit den gravierendsten Auswirkungen auf die öffentliche Gesundheit. Tabelle 1 (s. nächste Seite) bietet einen Überblick über die Wirkungen, die mit den verschiedenen Massnahmen erzielt werden sollen.

2013 führte man ein neues Kataster (Cadero) ein, wobei man die Berechnungsmethoden und Datensätze seines Vorgängers (CadValais) im Wesentlichen übernahm. Dies 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), 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 zehn 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 Kataster bzw. Messungen ermittelten Emissionen und Immissionen erörtert. Er enthält auch eine Grafik zum Stand der Luftqualität 2019, 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 Kantonale Kommission für Lufthygiene	+	+	+	+	+
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 27. Juni, zu Beginn der Phase mit erhöhter Ozon-Belastung (O<sub>3</sub>, Smog), wurde eine Medienmitteilung herausgegeben. Am 3. Juli wurde die Öffentlichkeit in einer zweiten Mitteilung über deren Ende informiert. Am 14. August wurde der LRV-Jahresbericht 2018, einschliesslich der periodischen Beurteilung des kant. Massnahmeplans, zusammen mit einer Medienmitteilung publiziert. Die beiden grössten Walliser Zeitungen, der Nouvelliste und der Walliser Bote, berichteten über die auf der Website des Kantons ([www.vs.ch/duw](http://www.vs.ch/duw) > News) zur Verfügung gestellten Informationen.

Nach den Ateliers, in denen von 2013 bis 2017 zwischen 3000 und 4000 Walliser Schüler für die Luftreinhaltung und die Umwelt allgemein sensibilisiert worden waren, wurden in Absprache mit der DUW Unterrichtseinheiten über Altlasten entwickelt. Dieses Thema stiess auf besonderes Interesse. Vor allem die bevorstehende Sanierung der Sonderdeponie Gamsenried spielt dabei eine grosse Rolle. Nach ihrer dritten und letzten Saison im Winter 2018-19 ging die Sensibilisierungskampagne der Bevölkerung für Feinstaub aus Holzheizungen zu Ende. Geleitet wurde die Kampagne von der Kantonalen Kommission für Lufthygiene (KKL), mit Unterstützung der Kaminfegerbranche. Die Verwendung der bei dieser Aktion verteilten Anzündhilfen K-Lumet ermöglicht eine Minimierung des Schadstoffausstosses in der heiklen Phase des Entzündens.

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 KKL trat im Februar zusammen und zog dabei eine Bilanz der Sensibilisierungskampagne für Feinstaub. Angesichts der offensichtlichen Zunahme von illegalen Abfallverbrennungen in Anlagen wie Kachelöfen, Holzöfen und Cheminés, vermutlich einer Folge der Einführung der Sackgebühr 2018, wird geplant, einen Flyer zu entwerfen, um solchen Verstössen Einhalt zu gebieten. Im Mai gab die KKL ihren Kommentar zum Jahresbericht der Luftreinhaltung ab.

Tabelle 2: Sensibilisierungs- und Informationsmassnahmen

	■ umgesetzt	■ nicht umgesetzt	■ teilweise umgesetzt
<b>5.1.1</b> Sensibilisierung und allgemeine Information <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 <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 <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 <i>Pooling der Kompetenzen in Sachen Umweltschutz und Gesundheit, um eine objektive Beurteilung der Zusammenhänge zwischen Luftqualität und Gesundheit zu gewährleisten</i>			

## Sektorenübergreifende Massnahmen

2019 wurde in 19 Fällen gegen den kantonalen Beschluss über das Abfallverbrennen im Freien vom Juni 2007 verstossen. Bei 78 eingereichten Gesuchen für Feuer im Freien erteilte die DUW in 57 Fällen eine Ausnahmegewilligung. Die Mehrheit der abgelehnten Gesuche beriefen sich auf erschwerte Zufahrten, die aber als gegenstandslos eingestuft wurden; auch Eutypiose- und Raupenbefall wurden nicht als ausreichende Gründe anerkannt.

Die Informationsschwelle für den Wintersmog (PM<sub>10</sub>) wurde 2019 nicht erreicht. Wie weiter oben erwähnt, war der Sommersmog (Ozon) das Thema einer Medienmitteilung im Juni, weil die in der Romandie gemessenen Ozon-Werte zu über 50 % über der Tagesbegrenzung lagen. Der Kanton Wallis trug die dadurch ausgelösten Aktionen aus Solidarität mit, obwohl die im Kanton registrierten Konzentrationen unter der Informationsschwelle geblieben waren.

Dennoch überschreitet die Belastung die geltenden Begrenzungen. Interessierte können sich mit der AirCheck-App und auf der Internetseite des Kantons in Echtzeit über die Qualität der Luft informieren.

Tabelle 3: Sektorenübergreifende Massnahmen

	■ umgesetzt	■ nicht umgesetzt	■ teilweise umgesetzt
<b>5.2.1</b> Bekämpfung der Abfallverbrennung im Freien <i>Für eine harmonisierte Einhaltung des Verbots, Abfälle im Freien zu verbrennen, in den Walliser Gemeinden Sorge tragen</i>			
<b>5.2.2</b> Informations- und Interventionsmassnahmen bei Wintersmog <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 <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 2019 fortgesetzt, wobei die DUW 243 Kontrollen durchführte, 25 in Form VOCV-Mengenbilanzen, 218 durch Emissionsmessungen, bei denen 60 LRV-Verstösse festgestellt wurden. Diese Rekordzahl der jährlichen Kontrollen wurde dank umfassender organisatorischer Massnahmen ermöglicht. 137 Messungen wurden an Gross-Holzheizungen mit einer Wärmeleistung ab 70 kW durchgeführt. 23% der im Wallis gezählten Holz-Hauptheizungen entsprechen diesem Typ, das sind 340 Anlagen mit einer kumulierten Wärmeleistung von 91 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 Mitgliedfirmen der Luftunion (der Schweizerischen Gesellschaft für Lufthygiene-Messung). Im Rahmen seiner bis Ende 2019 gültigen Kompetenzbescheinigung führte das Labor der Cimo SA im vergangenen Jahr 45 Messungen an Anlagen Dritter und 3 Selbstkontrollen durch. Für 2020 ist sowohl für das Labor der Cimo SA als auch für das Labor der Lonza AG eine neue Vereinbarung über LRV-Kontrollen unter strengeren rechtlichen Auflagen geplant. Zu einem Baugesuch für eine FW-Versorgungsanlage wurde eine Vormeinung abgegeben, in welcher eine Bewilligung von den strengeren Begrenzungen für Gross-Emittenten abhängig gemacht wurde.

2019 wurde die DUW einmal konsultiert, um die Umweltverträglichkeit eines Unternehmens zu prüfen, das eine Steuererleichterung beantragt hatte. Die DUW hatte nichts dagegen einzuwenden.

Tabelle 4: Massnahmen betreffend Industrie und Gewerbe

	■ umgesetzt	■ nicht umgesetzt	■ teilweise umgesetzt
<b>5.3.1</b> Verschärfte Kontrollen <i>Eine Kontrolle der Anlagen in der von der Luftreinhalteverordnung (LRV) vorgeschriebenen Häufigkeit sowie häufigere unvermutete Kontrollen und Sondierungen (Stichproben) sicherstellen</i>			
<b>5.3.2</b> Strengere Grenzwerte für grosse Emittenten <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 <i>Überprüfung der Umweltverträglichkeit eines Unternehmens vor der Gewährung einer Steuererleichterung</i>			

## Massnahmen betreffend Kraftfahrzeuge

Die vorschriftsmässige Ausstattung neuer Dieselfahrzeuge des Staates mit einem Partikelfilter (PF) wird anhand der Statistik der DSUS überprüft. 68 der 70 2019 beschafften Fahrzeuge erfüllen diese Anforderung. Das eine ein LKW der Norm Euro 2, der von einem Dritten gebraucht erworben und im Jahr zuvor im Wallis in Verkehr gesetzt worden war. Das andere Fahrzeug ist ein LKW mit Hubarbeitsbühne der Norm Euro 3 mit 300 kW, die mit keinem Filter ausgestattet ist. Ohne technische Expertise, welche die Unmöglichkeit eines Filtereinbaus nachweist, werden beide Maschinen gemäss den einschlägigen Anforderungen des Kantons für unzulässig erklärt werden. Der 2018 als nichtkonform beurteilte Landwirtschaftstraktor wurde 2019 durch eine Maschine ersetzt, welche der kantonalen Massnahme entspricht. 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. Allerdings hat sich beim “Diesel-Skandal” gezeigt, dass nur nach der neuesten Norm Euro 6d-Temp gebaute Fahrzeuge als hinsichtlich Stickoxid-Ausstoss (NO<sub>x</sub>) regelkonform gelten können.

Seit Neuem ersetzen Oxidationskatalysatoren (SCO) immer mehr die herkömmlichen PF. Kombiniert mit einem optimierten Wärmemotor, verringern diese die Zahl der Partikel durch einen chemischen “Verbrennungsprozess”. Ihre Wirkungsweise unterscheidet sich von der Herausfilterung und Umwandlung durch herkömmliche FP, die ein regelmässiges Auswechseln erforderlich machen. Für alle eingesetzten Systeme kann die Bezeichnung «PF» verwendet werden, es gilt aber deren unterschiedliche Funktionsweise zu beachten. Die inzwischen aufgehobene Massnahme 5.4.2 zeigt in Anh. A1, dass sie dennoch für die staatlichen Massnahmen zur Förderung der Elektromobilität steht. Diese Entwicklung ist eine Chance, die NO<sub>x</sub>-Emissionen erheblich zu senken, von denen insbesondere das NO<sub>2</sub> an sonnigen Tagen lokal zur Entstehung von Ozon führt (s. Kap. Emissionsentwicklung Stickoxide in RESIVAL-Teil dieses Berichts).

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 <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 <i>Förderung der umweltschonendsten Kraftfahrzeuge durch eine Senkung der kantonalen Kraftfahrzeugsteuer</i>			
<b>5.4.3</b> Fahrkurse des Typs Eco-Drive <i>Förderung einer umweltbewussten, wirtschaftlichen und sichereren Fahrweise</i>			
<b>5.4.4</b> Anreiz für den Einbau von Partikelfiltern in forstwirtschaftliche Dieselmotoren <i>Schaffung eines finanziellen Anreizes zum Einbau von Anlagen, mit denen die Feinstaub-Belastung über das strikte gesetzliche Minimum hinaus reduziert werden kann.</i>			

2019 wurde kein Eco-Drive-Kurs durchgeführt, weder vom Kanton und dessen Beauftragten, noch vom als gemeinnütziger Verein anerkannten TCS. Dennoch begünstigt eine umweltbewusste Fahrweise einen flüssigeren und sichereren Verkehr und ermöglicht Treibstoffeinsparungen bis zu 15%.

2019 wurde 1 Forstkredit gewährt. Beim damit beschafften Forstschlepper wurde aber nicht auf die PF-Ausstattung geachtet. Dieser Verstoß wird derzeit zusammen mit der mitverantwortlichen DWFL und dem betreffenden Forstrevier behandelt. Bei solchen Krediten sollte man auf jeden Fall nicht die Chance verpassen, umweltfreundliche Lösungen zu fördern, z. B. für elektrisch betriebene Maschinen oder für forstliche Lagerhallen, die die Heizholzqualität optimieren..

## Massnahmen betreffend Heizungen

Seit 2010 wird in Sanierungsverfügungen für Gas- oder Ölheizungen (157 im Jahr 2019) erwähnt, dass die Anlageneigentümer eine Fristerstreckung geltend machen können, wenn sie die Wärmedämmung ihrer Gebäude verbessern. 2019 wurde kein solches Gesuch gestellt, und so gewährte die Gruppe Luftreinhaltung der DUW auch keine Fristerstreckung.

2019 haben 3 Holzheizungen einen positiven Subventionsentscheid (nach dem Holzenergie-Programm der DEWK, Massnahmen M-03 und M-04) erhalten, und für 3 weitere Anlagen wurden Subventionen in einem Gesamtbetrag von Fr. 59'539.- ausbezahlt. Im Rahmen der Massnahme M-10 der DEWK (Verbesserung der GEAK-Effizienzklasse) wurden 2019 16 Subventionen mit einer Summe von Fr. 120'614.- beschlossen für Programme, die eine für diese typischerweise verwendete Klein-Holzpellettheizung enthielten. 4 Subventionen für einen Gesamtbetrag Fr. 202'414 wurden ausbezahlt, davon entfielen Fr. 33'336.- auf Holzheizungen.

32 kontrollierte Gross-Holzheizungen ( $\geq 70$  kW) waren 2019 hinsichtlich ihres Staubausstosses nicht konform. Die von der Massnahme 5.5.3 festgesetzten Fristverkürzungen sind seit 2018 hinfällig. Warum das Ziel dieser Massnahme verfehlt wurde, wird im Anh. 1 zur Massnahme 5.5.3 erklärt. 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). Ende 2019 waren noch 10 Anlagen der ersten Kategorie mit über 500 kW in Betrieb, davon waren 5 (50%) hinsichtlich ihres Staubausstosses nicht konform. Von der zweiten Kategorie mit 70 bis 500 kW wurden immer noch 174 Anlagen erfasst. Von diesen wurden 2019 103 durch eine Emissionsmessung kontrolliert, wobei sich 26 (25%) hinsichtlich ihres Staubausstosses als nicht LRV-konform erwiesen. Das Ziel von null Verstössen wurde also immer noch nicht erreicht, selbst wenn man bei den Verstössen eine Toleranz von 10% gelten lassen würde. Alle Inhaber wurden dazu aufgefordert, ihre Anlagen in einen normenkonformen Zustand zu bringen. Auch wenn eine Anlage, aufgrund von Abnutzung und Störungen, nicht während ihrer ganzen Lebensdauer Konformität erreicht, ist ein möglichst lange währendes Einhalten der Normen die beste Garantie für eine optimale Anlagenutzung. Im November 2019 legte die DUW Änderungsvorschläge für diese und drei weitere Massnahmen vor.

2019 wurde eine Subvention für den Betrag von Fr. 62'615.60 gewährt. Die Bezahlung einer 2018 gewährten Subvention von Fr. 59'645.60 erfolgte nicht, da keine Bauabschlussrechnung vorlag; eine Emissionskontrollmessung ergab allerdings, dass die Situation hinsichtlich LRV in Ordnung war.

Tabelle 6: Massnahmen betreffend Heizungen

	■ umgesetzt	■ nicht umgesetzt	■ teilweise umgesetzt
<b>5.5.1</b> Sanierungen der Heizungen und Wärmeisolierung der Gebäude <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 <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 <i>Sofortige Anwendung der verschärften LRV-Normen bei neuen Anlagen, mit 5 Jahren festgelegte Sanierungsfrist für die bestehenden Anlagen und Erstellung einer Norm für die kleinen Anlagen</i>			
<b>5.5.4</b> Subventionierung von Partikelfilter in Holzheizungen <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

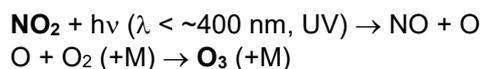


© Chab Lathion

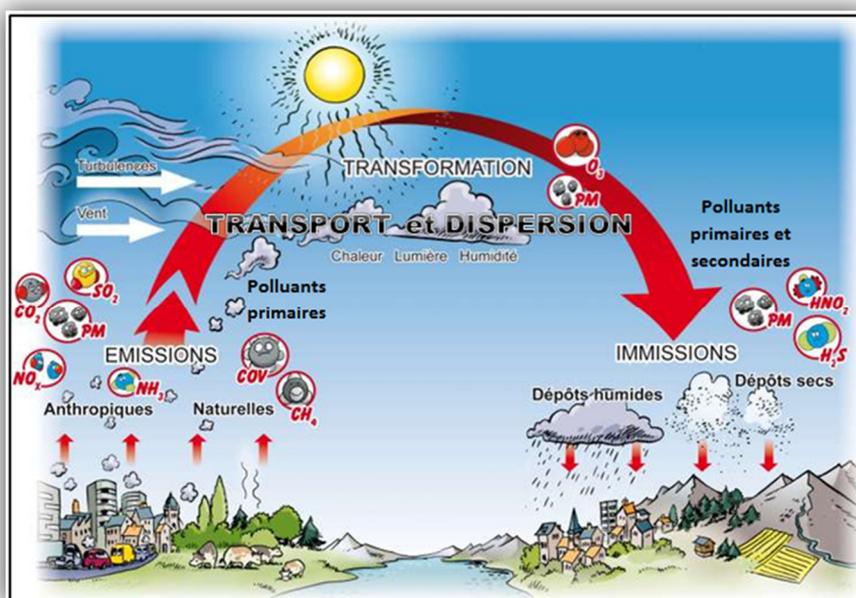


## Faktor Wetter und Luftverschmutzung

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  $h$ ) ist durch die dadurch ausgelöste Photolyse von Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) für die Entstehung des Ozons ( $\text{O}_3$ ) verantwortlich. Die dabei ausschlaggebenden Reaktionen sind:



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. 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. Dieser Mechanismus zeigt, welche fundamental wichtige Rolle die Sonneneinstrahlung bei der Entstehung von Ozon spielt, des hinsichtlich Überschreitungen von LRV-Begrenzungen problematischsten Schadstoffs (s. dazu das Kapitel über Ozon weiter unten). 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, 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. 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 transalpine oder kontinentale Schadstoffeinträge auf. Bei jeder Windlage bewerten die RESIVAL-Stationen 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 grossen 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 ab, die Wärmeübertragung angehalten und die Luft wird kälter. Turbulenzen spielen im vertikalen Austausch, namentlich jenem von Luftschadstoffen, die Hauptrolle. Nachstehendes Luftbild, aufgenommen im April 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 oder im Gegenteil die Zerstreung 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 sehr stabilen Luftschicht bis zur Inversionshöhe. Daher akkumulieren sich die ausgestossenen Schadstoffe in der Luft leicht, was dann zu diesen Tagen führt, an denen die höchsten Luftschadstoffkonzentrationen in der Luft festzustellen sind. Die trockene Luft im Wallis begünstigt stabile Atmosphären. Gestört werden diese von zwei Arten der Turbulenzen, der bereits erwähnten thermischen Turbulenz, 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 zur 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. 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) hergetragen 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 modernster und 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
Mittlere Temperatur [°C]	11.4	11.0	10.5	11.8	11.5	11.2	11.4	12.5	11.8
Sonnenscheindauer [h]	2427	2212	2067	2022	2249	2086	2231	2271	2174
Niederschläge [mm]	485	615	568	530	500	587	567	633	608

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).

## Das Wetter im Jahresverlauf 2019

### Über das ganze Jahr

Gemäss dem Klimabulletin von MeteoSchweiz für das Jahr 2019 lag die mittlere landesweite Jahrestemperatur 1.1 Grad über der Norm 1981-2010 (Durchschnitt aus 30 Jahren). Mit 6,5 °C erreichte sie den fünftöchsten Wert seit Messbeginn 1864. Die fünf 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 und 2018 mit dem Rekordwert von 6,9 °C. Das Phänomen des Klimawandels hat sich im letzten Jahrzehnt deutlich akzentuiert. Die Jahresniederschläge lagen nahe an der Norm 1981-2010, was einer Verringerung der Luftverschmutzung durch nasse Ablagerung (Auswaschungseffekt) nicht unbedingt zuträglich war. In Sitten lagen die Niederschläge 2019 bei 107% des Mittels der 9 vorangegangenen Jahre. Die Jahressumme der Sonnenscheindauer lag in den Alpen zwischen 100 und 110% der Norm 1981-2010. Im Falle von Sitten lag diese Dauer bei 99% des Mittels von 2011 bis 2019.

### Januar bis März

Die Berglagen registrierten den kältesten Januar seit mehr als 30 Jahren. Anschliessend sprang die Bergtemperatur gebietsweise auf den zweit- bis fünftmildesten Februarwert seit Messbeginn. Die Sonnenscheindauer war in der ganzen Schweiz überdurchschnittlich. Ausgeprägte Hochdrucklagen herrschten in der Romandie und im Wallis vor allem vom 13. bis 28. Februar, aber auch vom 5. bis 7. Februar und vom 21. bis 24. März, die letzten beiden jedoch mit geringerer Auswirkung auf die Luftschadstoffakkumulation. Dennoch wurden die Tagesgrenzwerte der LRV für PM10 und für NO2 während des ganzen Quartals eingehalten (vgl. die nachfolgenden Kapitel zu diesen Schadstoffen). Eine dauerhafte Verbesserung der winterlichen Stickoxid- und Feinstaub-Belastungsniveaus, sodass die LRV-Grenzwerte jederzeit eingehalten werden, ist betreffend die kantonalen Schadstoffeinträge anzustreben. Die seltenen Überschreitungen der Stundengrenzwerte für Ozon im Februar und März (Abb. 4) sind weniger auf die besondere Walliser Situation an den Messstationen in der Höhe, sondern eher auf den Austausch mit der transalpinen und kontinentalen freien Atmosphäre zurückzuführen. Eher wahrscheinlich sind regionale Einträge an der Messstation für Nähe von Industrien in der Ebene.

## April bis Juni

Die Temperatur und die Sonnenscheindauer im Frühling entsprach der Norm 1981-2010. Grosse Niederschlags- und Schneefallmengen gab es vor allem im April und im Oberwallis mit lokal bis zu 200 % der Norm 1981–2010. Regelmässige Neuschneefälle und ein ungewöhnlich kühler Mai konservierten die alpine Schneedecke auf hochwinterlichem Niveau. Diese reichlichen Niederschläge begünstigten die sehr tiefen NO<sub>2</sub>-Niveaus, die in den beiden ersten Monaten des zweiten Quartals zu beobachten waren (Abb. 24). Die Wärme des meteorologischen Sommers ab Anfang Juni liess die Schneedecke anschliessend rasch schmelzen. Ab April kam es in diesem Quartal zu Überschreitungen des Ozon-Stundengrenzwerts von 120 µg/m<sup>3</sup> (s. Abb. 4), vor allem am 19. April, als an allen RESIVAL-Stationen während 4 Stunden am Nachmittag Werte über dieser Marke angezeigt wurden. Die ländlichen Regionen in der Höhe verzeichneten die grösste Zahl der Überschreitungen im Frühling. Dieses Übergewicht ist nicht zuletzt auf die transalpinen und kontinentalen Einträge von Vorläuferstoffen und Ozon und auf den Austausch zwischen freier Atmosphäre und Walliser ASG zurückzuführen, die sich ab dem Frühling mit einer erhöhten thermischen Turbulenz und bei Windlagen verstärken. Die neuntägige Hitzewelle im Juni mit sehr intensiver Sonneneinstrahlung und praktisch wolkenlosem Himmel, die am Sonntag, dem 23. einsetzte, führte zu einer generellen Zunahme der LRV-Grenzwertüberschreitungen beim Ozon (Abb. 4). Mit einem landesweiten Mittel von 15.2 °C war es der zweitwärmste Juni seit Messbeginn 1864, zusammen mit dem Juni 2017. Massiv mehr Wärme lieferte einzig der Juni 2003 mit 17,3 °C.

## Juli bis September

Der Sommer 2019 war der drittwärmste seit Messbeginn 1864 und lieferte im landesweiten Mittel eine Temperatur von 15.5 °C. Eine zweite Hitzewelle herrschte im Juli mit einem täglichen Temperaturmaximum zwischen 30 und 40°C, an vereinzelt Hitzeeinseln mit Wärmestau auf befestigten Flächen wurde es sogar noch heisser. Im Wallis dauerte sie vom 22. bis 26. Juli. Eine extreme Sommerhitze, gepaart mit starker Sonneneinstrahlung, generelle und häufige Überschreitungen der LRV-Begrenzungen für Ozon traten bis Anfang August immer wieder auf (Abb. 4). Am 24. Juli von 14 bis 18 Uhr kam es an allen RESIVAL-Stationen zu Überschreitungen der LRV-Begrenzung von 120 µg/m<sup>3</sup>. Es handelt sich um grossflächige Ereignisse, die ganze Regionen betreffen. Aber im Unterschied zum extrem heissen und trockenen Sommer des Vorjahres waren die Niederschläge im vergangenen Sommer ausreichend. Lokal wurden im Wallis Werte zwischen 120 und 140 % der Norm verzeichnet. Die regelmässigen Wetterstörungen, welche diesen Regen brachten, sorgten dafür, dass die LRV-Begrenzungen im August und September, nachdem die Hitzewelle einmal vorbei war, gut eingehalten werden konnten.

## Oktober bis Dezember

Aufgrund der extrem milden Monatstemperaturen war Oktober der fünftwärmste seit Messbeginn 1864. Mit einem landesweiten Mittel von 2.5 °C über der Norm 1981–2010 endete der Dezember als drittwärmster seit Messbeginn 1864. Einzelne Föhntäler der Alpennordseite registrierten gar den mildesten seit Messbeginn. Im letzten Quartal ereignete sich keine Überschreitung der LRV-Begrenzung für Ozon oder der Tagesgrenzwerte für PM10 und NO<sub>2</sub>, dies obwohl im Dezember im Rhonetal Verhältnisse herrschten, die zähe Inversionslagen begünstigten. Diese Beobachtung bestätigt, wenn auch in einem minderen Ausmass als im ersten Quartal, ein gutes Einhalten der LRV-Begrenzungen auch bei Wetterlagen, welche die Schadstoffakkumulation in der ASG begünstigen.

## 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 an dieser Station verzeichneten Belastungsniveaus, namentlich von NO<sub>x</sub>, Ozon und Staubbiederschlag, erweisen sich manchmal nämlich als spürbar beeinflusst durch lokale Schadstoffquellen im Umkreis einiger Kilometer der Station. 2019 zum Beispiel bringen die Messresultate für NO<sub>2</sub> die Station ländlich in der Ebene auf dieselbe Höhe mit der Station in Industrienähe (Tab. 11), während die Zahl der Überschreitungen von Stunden- und Tagesgrenzwerten für Ozon in Saxon deutlich tiefer liegt als an andern Stationen in der Ebene (Tab. 7). Die Ozon-Resultate weisen auf eine komplexe Tatsache hin, dass nämlich hohe lokal ausgestossene NO<sub>x</sub>-Mengen, die sich in hohen NO<sub>2</sub>-Werten zeigen, die Ozon-Konzentrationen wirkungsvoll zu verringern vermögen. Auch der Jahreswert für Staubbiederschlag (Tab. 12) ist lokalen Quellen zuzuschreiben, was in diesem Fall die Belastung auf ein Niveau über der LRV-Begrenzung brachte. Doch diese Einträge machen die Grundmethode nicht wertlos. Diese ist lediglich mit Vorsicht und einigen Nuancen zu bewerten.

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 (O<sub>3</sub>) in unserer Umwelt erfolgt auf zwei unterschiedliche Arten:

- In der Stratosphäre, in einer Höhe von mehr als 10-15 km, wird Ozon durch die Absorption der Sonnenstrahlung gebildet. Diese Schicht schützt uns vor der aggressivsten UV-Strahlung und wird durch die Emission ozonschichtabbauender 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).

➔ Vorläufer von Ozon sind die VOC, die zum einen auf den Menschen, zum anderen auf natürliche Quellen zurückzuführen sind. 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 Natur. Auf dieser Ebene spielen auch das Kohlenmonoxid (CO) und das Methan (CH<sub>4</sub>) eine Rolle bei seiner Entstehung.

➔ 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



Zu den höchsten O<sub>3</sub>-Konzentrationen kommt es

## Ergebnisse für 2019

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 µg/m<sup>3</sup> nur einmal pro Jahr überschritten werden darf und dass 98 % der Halbstundenmittelwerte eines Monats (P98) nicht über 100 µg/m<sup>3</sup> 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 µg/m<sup>3</sup> und die Zahl der Stundenwerte von über 120 µg/m<sup>3</sup> eines Jahres bewertet. Mit mehr als 2 Monaten (2019: 6 bis 7) und über 10 Stunden (2019: 41 bis 357) 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.

Bezüglich Stundengrenzwertüberschreitungen sind die ländlichen Regionen in der Höhe am stärksten betroffen, mit 191 bis 357 Überschreitungen. Darauf folgen die Regionen in der Ebene (in Industrienähe, Stadtzentren) mit 151 bis 157 Überschreitungen. Diese Regionen befinden sich in grösserer Nähe zu NO-Quellen (wie dem Strassenverkehr), wo die Ozonwerte typischerweise durch den Titrationseffekt verringert werden. In der durch Saxon repräsentierten Region ländlich in der Ebene kam es 2019 zu einer ungewöhnlich tiefen Zahl an Überschreitungen, sowohl bei den überschrittenen Stunden- und Tagesbegrenzungen. Die aufgezeichneten Werte sind die tiefsten seit 2005, am nächsten an sie heran kommen die Werte von 2017, mit Überschreitungen in 53 Stunden und an 12 Tagen. Saxon ist die einzige der RESIVAL-Station in der Ebene, die über die letzten 15 Jahre eine sinkende Tendenz aufweist. Sie verzeichnet auch die grössten Schwankungen ihrer Jahresamplituden. Die im Umkreis von einigen Kilometern liegenden lokalen Quellen für Schadstoffe mit einem Einfluss auf die Ozon-Belastung spielen bei diesen Veränderungen eine entscheidende Rolle, insbesondere landwirtschaftliche Aktivitäten, der Strassenverkehr und die Industriezonen. 80 bis 100 % der Überschreitungen der LRV-Stundenwerte lagen zwischen 120 und 140 µg/m<sup>3</sup>, die übrigen Werte zwischen 140 bis 160 µg/m<sup>3</sup> (Abb. 3). Die höchsten Werte wurden 2019 mit 30 Stunden zwischen 140 à 160 µg/m<sup>3</sup> in Massongex gemessen. Saxon war die einzige Station, die keine Werte über 140 µg/m<sup>3</sup> verzeichnete. Bereits ab Februar und März traten vereinzelte Stundengrenzwertüberschreitungen auf (Abb. 4). Im April war eine deutliche Zunahme in der Region ländlich in der Höhe zu verzeichnen. Dieses Phänomen steht in Verbindung zur ab dieser Zeit stärker werdenden Vermengung der ozonreicheren Luft in der freien Stratosphäre über ca. 2000 m ü. M mit der Luft der atmosphärischen Grenzschicht in grösserer Nähe zum Boden. Die meisten Überschreitungen wurden in den Monaten Juni und Juli festgestellt, in welche die vom 23. Juni bis 1. Juli herrschende Hitzewelle fiel. Der höchste Stundenwert lag bei 155 µg/m<sup>3</sup> und wurde am 27. Juni von 14 bis 15 Uhr bei Massongex und am 23. Juli von 15 bis 16 Uhr bei Les Giettes gemessen. Der erste ereignete sich während der ersten der beiden Hitzeperioden 2019, in der vom 22. bis 26. Juli anhaltenden Hitzeperiode wurde der Höchstwert in Les Giettes registriert. Diese Beobachtungen bestätigen, dass die höchsten Ozon-Konzentrationen an Tagen ohne Wind und mit hohen Temperaturen und starker Sonneneinstrahlung zu messen sind [1].

Tabelle 7: O<sub>3</sub> – Ergebnisse 2019

Regionen	Stationen	O <sub>3</sub> Anzahl Stunden > 120 µg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> Anzahl Tage mit Stunden >120 µg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> Maximaler Stunden- wert [µg/m <sup>3</sup> ]	O <sub>3</sub> Anzahl Monate mit P98 >100 µg/m <sup>3</sup>	O <sub>3</sub> P98 Monats- höchstwerte [µg/m <sup>3</sup> ]
Ländliche Region in der Höhe	Les Giettes	191	41	155	7	139
	Eggerberg	192	33	143	6	135
	Montana	357	54	149	6	136
Ländliche Region in der Ebene	Saxon	41	10	133	6	123
Stadtzentrum	Sitten	155	34	147	6	136
Nähe von Industrien	Massongex	151	34	155	6	143
	Brigerbad	157	40	147	6	129
<i>Norme OPair</i>		<i>1</i>		<i>120</i>	<i>0</i>	<i>100</i>

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

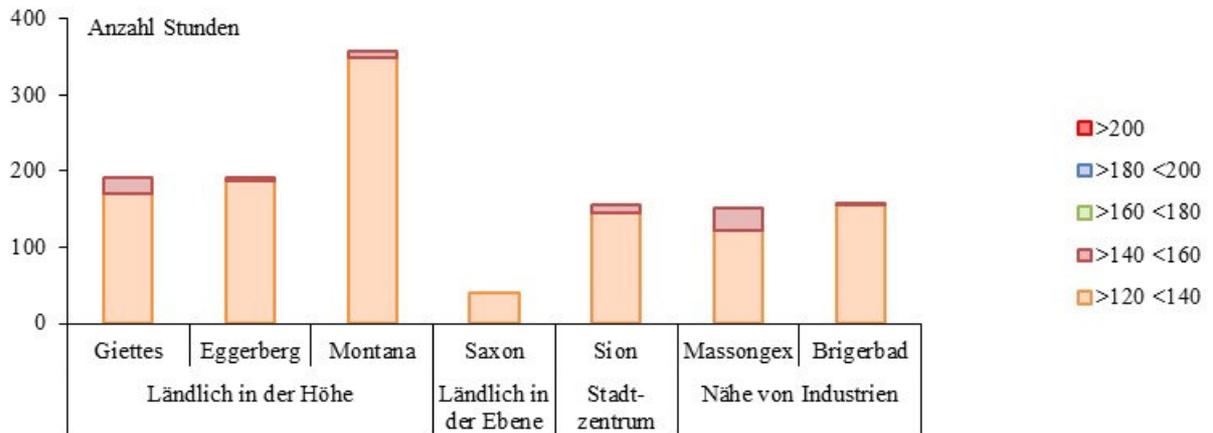


Abbildung 4: O<sub>3</sub> – Anzahl Stunden >120 µg/m<sup>3</sup> pro Monat

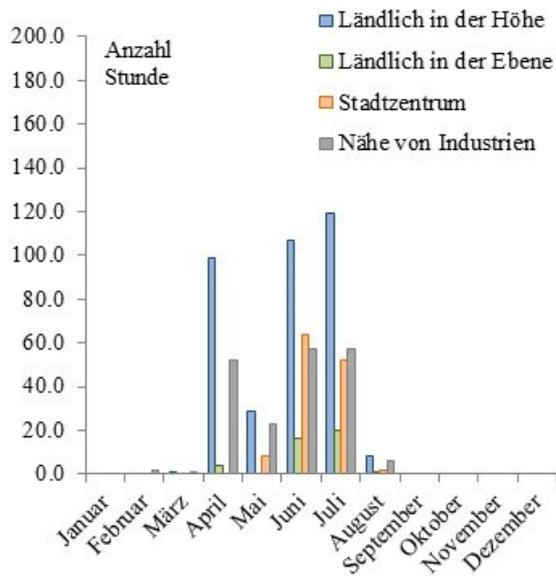
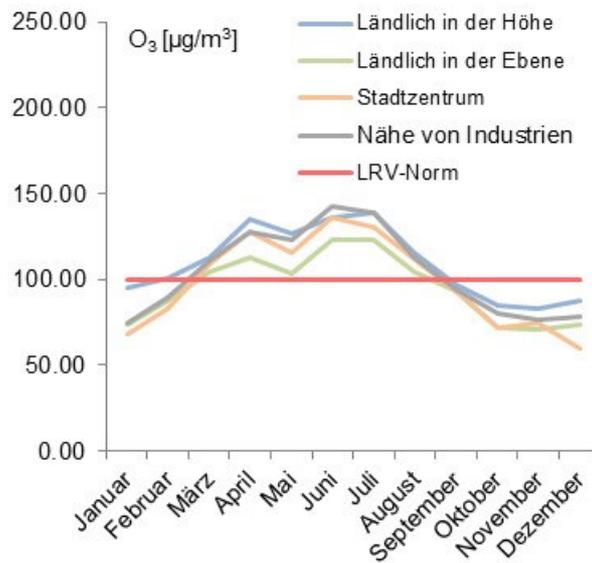


Abbildung 5: O<sub>3</sub> – monatliche 98-Perzentile



Die monatlichen 98-Perzentile (98 % der Halbstundenwerte eines Monats  $\leq 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) liegen weit über den gesetzlichen Anforderungen. Die höchsten P98-Überschreitungen wurden im Juli mit Werten von 122 bis 139  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  verzeichnet, ausser im Stadtzentrum und in Industrienähe, wo die Höchstwerte von 135 bis 143  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  im Juni erreicht wurden. Die übermässige Belastung dauerte 8 Monate an, von März bis August, in allen Regionen. Eine aussergewöhnliche Überschreitung des P98 ereignete sich bereits im Februar an der Station Les Giettes der Region ländlich in der Höhe, mit 12 Stundenwerten in diesem Monat von 100 bis 104  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Während dem ersten und den letzten vier Monaten des Jahres, wenn die Intensität der für die Ozonbildung notwendigen Sonneneinstrahlung am geringsten ist, waren die P98-Werte überall LRV-konform. Hiermit weist 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

Für die Regionen Stadtzentrum und Nähe von Industrien fielen die Ergebnisse 2019 ziemlich normal aus. Doch für die Region ländlich in der Höhe wurden gegenüber den vorangegangenen Jahren eine deutlich höhere Anzahl Stunden mit über 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen; und für die Region ländlich in der Ebene, wie weiter oben bereits erwähnt, historische Tiefstwerte für die Anzahl Stunden und Tage, bei einzelnen Stundenwerten über der LRV-Begrenzung. Mit 357 Stunden über 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Abb. 6) wurde der höchste Wert für die Region ländlich in der Höhe seit 2004 gemessen, d.h. nach den Werten von 2003 mit seiner aussergewöhnlich langen Hitzeperiode. Das Ergebnis stammt hauptsächlich von den Messungen in Montana vom Juni und Juli, mit ebenfalls einem hohen Beitrag vom April. Die anderen beiden Stationen in der Höhe lagen 2019 mit knapp 190 Stunden über dem Stundengrenzwert näher an den Ergebnissen der Vorjahre. Das Mittelwallis, das von der Station Montana repräsentiert wird, weist oft eine höhere Zahl an Stundenwertüberschreitungen auf als die anderen Regionen in der Höhe im Kanton. Das war bekanntermassen 2013, 2014, 2015 und 2018 der Fall. Die 41 Stunden mit übermässiger Ozonbelastung in der Region ländlich in der Ebene sind hingegen die tiefsten Werte seit 1990.

Eine Analyse der Ergebnisse aus der Zeit der Hitzewelle vom 23. Juni bis 1. Juli weist darauf hin, dass die da hohen NO<sub>x</sub>-Niveaus durch den Titrationseffekt wesentlich dazu beigetragen haben, die Ozonwerte tief zu halten. Eine ähnliche Entwicklung ist für die Zahl der Tage mit Stundenwerten über

120 µg/m<sup>3</sup> (Abb. 7) festzustellen, die 2019 in der Region ländlich in der Ebene einen historischen Tiefstwert erreichten (10 Tage gegenüber durchschnittlich 32 Tagen in den 3 vorangegangenen Jahren). Obwohl die Werte auf städtischem Gebiet weiterhin zu den tiefsten gehören, nähern sich die Werte an jene der anderen Regionen an und damit an die Belastungsgrenze für Ozon. Diese Entwicklung wird auch bestätigt durch den Anstieg der monatlichen P98-Höchstwerte an Orten mit direktem Verkehrseinfluss, z. B. in der Stadt, wo früher mehr Ozon zerstörendes NO ausgestossen wurde. Betreffend die höchsten Stundenwerte für Ozon (Abb. 8) ist für das Jahr 2019 nichts Besonderes zu vermerken, ausser dem Wert für die Region ländlich in der Ebene, welcher der tiefste seit Messbeginn 1990 ist. Eine Prüfung durch lineare Regression, gleitend auf einen Zeitraum von 11 Jahren, zeigt, dass sie zur Stagnation tendieren, ausser in der ländlichen Region in der Ebene, wo wiederholt eine rückläufige Tendenz zu beobachten ist. Für diese Besonderheit gibt es keine vollständige Erklärung, deckt sich aber mit einer Studie des BAFU [1], welche bei vergleichbaren meteorologische Bedingungen angibt, dass die mittleren Ozon-Höchstkonzentrationen tiefer liegen als in der Vergangenheit. In den anderen beiden Zeitreihen (Abb. 6 und 7) reagieren diese Tendenzen empfindlich auf die jährlichen Veränderungen und oszillieren im Allgemeinen von Jahr zu Jahr zwischen Zu- und Abnahme. Dieses Verhalten weist darauf hin, dass es keinen klaren Gesamttrend für die Einhaltung der LRV-Stundenbegrenzungen gibt. Dennoch lässt sich in den Regionen ländlich in der Höhe und in Nähe von Industrien eine merkliche und wiederholte Erhöhung der jährlichen Stunden und Tage mit Überschreitungen dieser Begrenzung beobachten. Bezüglich Einhaltung der Luftqualitätsnormen verschlechtert sich die Lage, was vor allem in den Regionen in der Höhe deutlich in Erscheinung tritt. Zu dieser Feststellung gibt es eine Studie der Akademien der Wissenschaften Schweiz [2]. 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

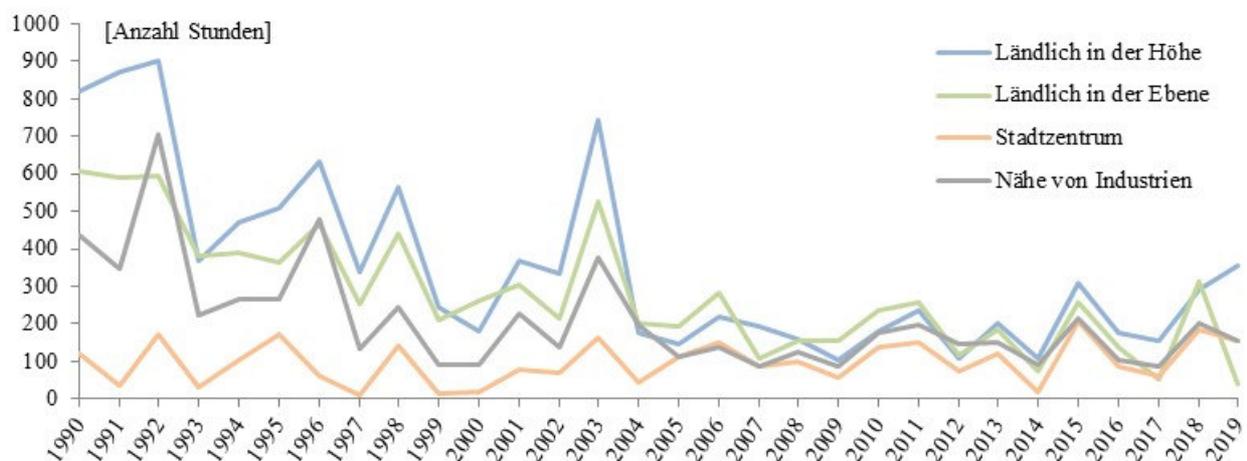


Abbildung 7: O<sub>3</sub> – Anzahl Tage mit Stunden >120µg/m<sup>3</sup>, regionale Mittelwerte

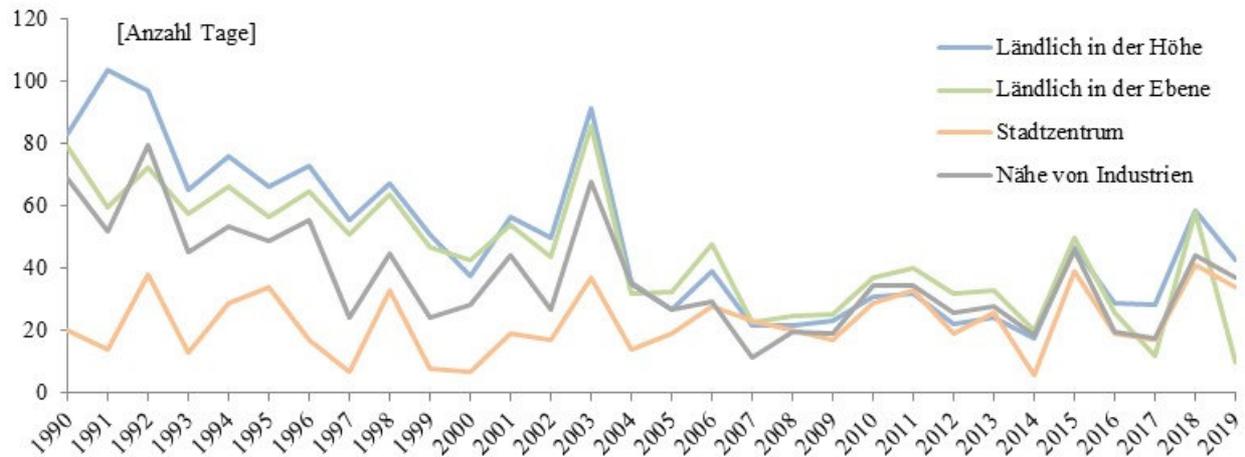
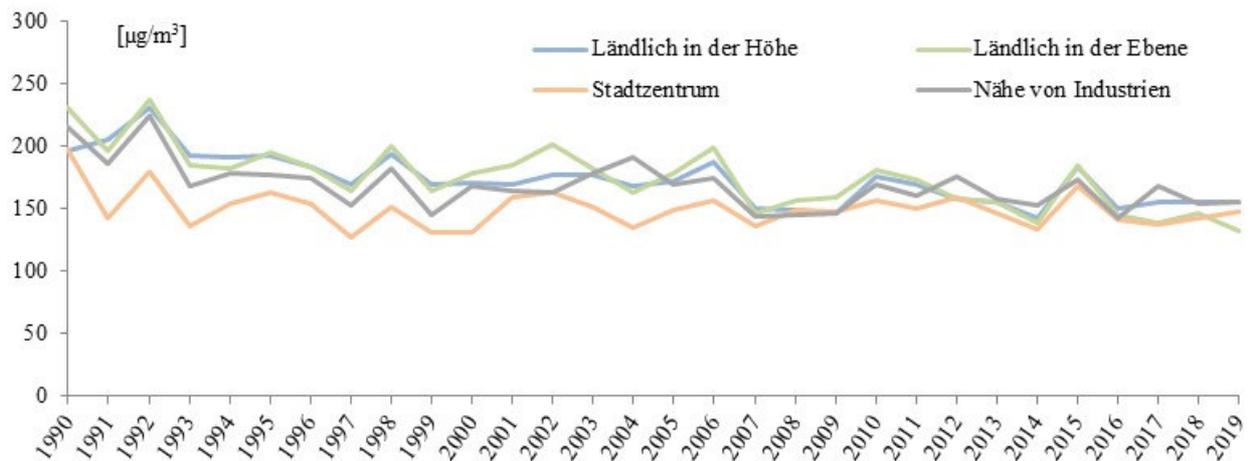


Abbildung 8: O<sub>3</sub> – Maximale Stundenspitzenwerte nach Jahren



In Anhang 6 wird auf einige massgebliche Elemente eingegangen, die sich aus der Analyse der in der Region Mittelwallis in der Hitzewelle vom 23. Juni bis 1. Juli 2019 erreichten Ozon-Belastungsniveaus und der NO<sub>x</sub>-Vorläufergase ergeben. Diese stammen aus den Messungen, die an den drei RESIVAL-Stationen Sitten, Saxon und Montana durchgeführt wurden. Besonders hervorgehoben wird dabei die Beziehung zwischen der zunehmenden Intensität der morgendlichen Sonneneinstrahlung und dem Anstieg der Ozonwerte. Dabei wird die entscheidende Rolle der Sonneneinstrahlung bei der regionalen Bildung der Ozonbelastung unterstrichen, ausgehend von der bei Tagesanbruch bestehenden Hintergrundkonzentration.

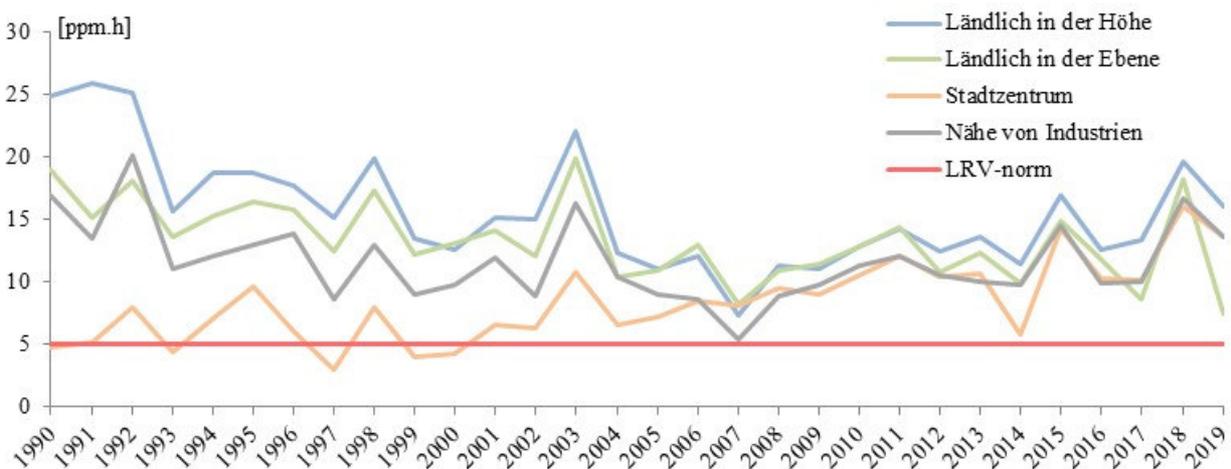
## AOT 40

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 über einem Schwellenwert von 40 ppb (Teile pro Milliarde) entspricht.

Der kritische Wert für den Schutz von Wald und Kulturland liegt bei 5 ppb\*h. Bei höheren Konzentrationen leidet die Vegetation: Nekrose auf den Blättern, geringerer Ernteertrag, Schwächung der Wälder. Zusammen mit Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und den Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) ist das Ozon der problematischste Luftschadstoff für Ökosysteme [3]. Es ist erwiesen, dass die Umweltverschmutzung durch Ozon zu Ertragsausfällen in der Landwirtschaft führt. Die Ertragsausfälle betragen zwischen 5 und 15 %, je nach Region und Produkt [1].

2019 bewegten sich die Konzentrationen zwischen 7 und 16 ppm×h (Abb. 9). Der kritische Wert wurde an allen Standort-Typen deutlich überschritten, wie jedes Jahr seit 2001. Und wie immer ergeben sich die höchsten Werte hauptsächlich in Phasen mit hoher Ozonbelastung, wie sie in sehr sonnigen und heissen Sommern eintreten. Auf städtischem Gebiet wurde 2019 mit 14 ppm×h ein Niveau erreicht, das nahe an den Rekordwert von 2018 (16 ppm×h) herankam. Wie immer ist die ländliche Region in der Höhe am stärksten betroffen. In der ländlichen Region in der Ebene hingegen fiel die bereits 2017 festgestellte Belastungspause für die Vegetation 2019 sogar noch deutlicher aus, mit einem Rekord-Tiefstwert von 7.4 ppm×h. Dies ist der tiefste Wert, der an der Station Saxon seit Messbeginn registriert wurde. Angesichts der lokalen Quellen für Vorläufergase, welche die Ozonmengen bestimmen, ist die Repräsentativität dieser Station für alle ländlichen Regionen im Wallis allerdings mit Vorsicht zu bewerten. Die Belastungspause ist zu relativieren, und das Ergebnis von 16 ppm×h an der Station Brigerbad, die ebenfalls eine ländliche Region repräsentiert, weist darauf hin, dass einige Regionen in der Vegetationsperiode vom 15. März bis 31. Oktober wohl kritischere Belastungsniveaus für Wälder, Weiden und Kulturland erreichten. Bezüglich des ländlichen Beitrags zu den Messwerten von Brigerbad sei auf das Kapitel zu den VOC verwiesen, in welchem dem Leser die Windrose dieser Station erläutert wird.

Abbildung 9: AOT 40 in den Jahren 1990 bis 2019, regionale Mittelwerte





## 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 Mikrometer ( $<10 \mu\text{m}$ ) bzw. unter 2.5 Mikrometer 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 Vorläufergasen 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 Feinstaub gilt als Ursache für über 3700 vorzeitige Todesfälle jedes Jahr in der Schweiz. Während PM10 die Atemwege beeinträchtigen (Bronchitis, Husten, Kurzatmigkeit, Asthma etc.), greifen PM2.5 vor allem das Herz-Kreislaufsystem an. Zwischen PM10-Konzentrationen und dem Anstieg der Sterblichkeitsrate infolge Krebs und Herzkrankungen wurde ein Zusammenhang hergestellt. Eine Studie (Swiss TPH, [4]) 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 2018, wie auch schon 2017, auf fast 519 Tonnen. 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 PM10-Fractionen ( $< 1 \mu\text{m}$ ) dringen bis ins Lungengewebe und in den Blutkreislauf vor.

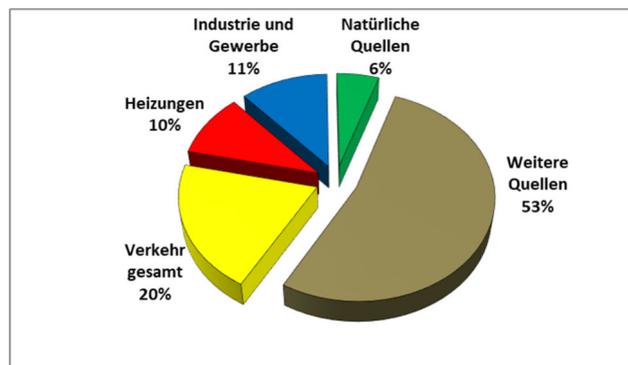
Abbildung 10: Feuer im Freien und hauptsächlich mit Stückholz betriebene Klein-Holzheizungen stossen grosse Mengen PM10 aus.



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



Abbildung 11: primäre PM10-Emissionen, Wallis 2018



#### 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 2019 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 Berichtsverfahren.

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. Eine Studie des Swiss TPH geht davon aus, dass die Anzahl der Todesfälle in Zusammenhang mit erhöhten PM10-Konzentrationen 2010 um 1 bis 2 % höher gewesen wäre, wenn beim Feinstaub-Gehalt nicht der seit 2001 beobachtete Rückgang stattgefunden hätte [4].

Der Jahresgrenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup> wurde 2018 an allen Standort-Typen klar eingehalten, und der Tagesgrenzwert von 50 µg/m<sup>3</sup> wurde 2019 nie überschritten (Tab. 8). Zum ersten Mal seit Messbeginn 1999, wurde an keiner RESIVAL-Station ein Tageswert über der LRV-Norm gemessen. Die Ergebnisse von 2016 kamen nahe an diesen Rekord heran, da kam es nur an einem Tag in Brigerbad zu einer Überschreitung. Dass 2019 die Begrenzungen zum ersten Mal vollständig eingehalten wurden, ist umso bemerkenswerter, als dass es in diesem Jahr zu langanhaltenden Hochdrucklagen mit Temperaturumkehrungen in tiefen Schichten (um die 600 bis 1000 m ü. M) kam, welche die Schadstoffakkumulation begünstigen. Charakteristisch dafür waren die Perioden vom 5. bis 7. Feb (morgendliche Inversionslagen) und vom 13. bis 28 Feb. (Kräftiges Hochdruckgebiet mit anhaltender Inversionslage); vom 21. bis 24. März (mässige Inversionslage) und vom 3. bis 6. Dez. 2019 (günstige Verhältnisse für zähe Inversionslagen). Sie führten zu keinen PM10-Konzentrationen über der Norm, auch ohne sich auf die seit 2018 geltende Toleranzerhöhung auf zulässige Überschreitungen an 3 Tagen im Jahr berufen zu müssen.

Tabelle 8: PM10 – Ergebnisse

Regionen	Stationen	PM10 Jahresmitte 1 [µg/m <sup>3</sup> ]	PM10 Anzahl Tage > 50 µg/m <sup>3</sup>	PM10 Max. Tageswert [µg/m <sup>3</sup> ]	Blei Jahresmittel Pb [ng/m <sup>3</sup> ]	Cadmium Jahresmittel Cd [ng/m <sup>3</sup> ]
Ländliche Region in der Höhe	Les Giettes	6	0	42	2	0.06
	Eggerberg	9	0	37	2	0.05
	Montana	9	0	42	2	0.04
Ländliche Region in der Ebene	Saxon	12	0	44	2	0.05
Stadtzentrum	Sitten	13	0	45	2	0.05
Nähe von Industrien	Massongex	13	0	46	3	0.05
	Brigerbad	12	0	43	3	0.07
<i>Norme OPair</i>		<i>20</i>	<i>3</i>	<i>50</i>	<i>500</i>	<i>1.5</i>

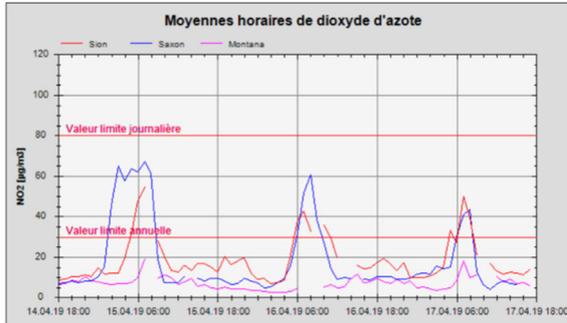
Die Tiefsten Werte wurden 2019 an den Stationen in der Höhe gemessen, die über den gewohnten Temperaturumkehr liegen, welche im Winter bis auf ca. 1000 m ü. M. auftreten können und die Schadstoffe abfangen. Ein Beispiel hierfür liefert das Jahresmittel von Les Giettes, das immer das tiefste ist. In einer Höhe von 1140 m liegt die Station in normalen Zeiten fernab grosser lokaler Quellen für primären Feinstaub. Dies war im vergangenen Jahr der Fall, und der angezeigte Wert steht für die Grundqualität der Höhenluft. Die Mittelwerte von  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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. Daher zeigt sie regelmässig einen Jahreswert an, der mit jenem von Montana identisch ist oder leicht darüber liegt. Die Ergebnisse 2019 zeigen, dass die Luftverschmutzung durch Feinstaub in der Region ländlich in der Höhe schwach, in den übrigen Regionen im Wallis mässig ist (s. Abb. 69 in Anh. 5).

2019 wurde die Referenzmethode im RESIVAL wieder angewendet. Die Übergangsphase, die 2018 verbreitet zu unsicheren Ergebnissen führte, ist abgeschlossen. Bezüglich der Ergebnisse der Tab. 8 gelten wieder die normalen Messunsicherheiten, die im entsprechenden Kapitel in Anh. 2 erläutert werden.

Nach der dank günstiger Witterung eingelegten Pause von 2018 wurde 2019 der Kampf gegen den Frühjahresfrost, welcher der Obstproduktion im Wallis schadet, wieder aufgenommen. Somit knüpfte 2019 an die vierjährige, von 2014 bis 2017 dauernde Serie von Frostperioden im März und April an. Im vergangenen Jahr kam es zu drei solchen Perioden, zunächst am 4./5. und am 14./15. April, dann am 6./7. Mai. Auch wenn die Kälte gar nicht streng war, kamen wieder Paraffinkerzen zum Einsatz. Im Jahresbericht zur Luftreinhaltung: 2018 wurden die Ergebnisse der am Rauch aus Frostschutzkerzen vorgenommenen Messungen geschildert. Auch bei den besten dieser Kerzen waren noch hohe Russkonzentrationen von 20 bis  $50 \text{mg}/\text{m}^3$  festzustellen. Dabei handelt es sich um einen Typ «Öko» mit weissem Wachs aus tierischem Stearin. Andere basieren auf pflanzlichem und natürlichem Paraffin. Zum Vergleich ist die LRV-Begrenzung für Konzentrationen von Feinstaubemissionen auf  $20 \text{mg}/\text{m}^3$  festgesetzt. Aus Sicht dieser Norm sind die Einträge der Frostschutzkerzen kritisch. Es ist bedauerlich, dass die Medien zweifelhaft und falsche Informationen verbreiteten, die glauben machten, die heutigen Kerzen seien sauberer. Dies wurde zum Beispiel am 1. April 2019 in der Sendung «Info à chaud» des Radios Rhône FM berichtet. Sicher hat eine Verbesserung eingesetzt, doch diese reicht nicht aus, um sicherzustellen, dass der Rauch aus Frostschutzkerzen für die Umwelt unbedenklich sei. Dies umso mehr als deren Konformität mit den Anforderungen für Brennstoffe nach Anh. 5 LRV nicht gegeben ist. Die in Echtzeit auf der Website [www.vs.ch/air](http://www.vs.ch/air) publizierte Grafiken «Luftqualität – 72 h Überblick» zeigen, wie diese anhaltenden Praktiken die Verschmutzung erhöhen. Besonders deutlich sind die Auswirkungen auf die PM10- und Stickstoffdioxid-(NO<sub>2</sub>)-Niveaus, wie dies auf den nachfolgenden Screenshots vom Morgen des 15. April an der Station Saxon ersichtlich ist. Sie befindet sich in der Ebene. Im April und Mai jedoch, nach der im März beginnenden Blütezeit und wenn sich die Fruchtknoten zu bilden beginnen, kann Frostschäden durch flächendeckende Beregnung vorgebeugt werden. An den Talhängen hat diese Technik gewisse Nachteile, da auf Flächen mit Gefälle die Gefahr von Rutschungen entstehen kann. In der Eben besteht diese Gefahr nicht. An der RESIVAL-Station Saxon, die vor allem die Luftqualität in der Ebene bemisst, dürfte es eigentlich ab Mitte April bis Ende Mai zu keinen weiteren Feinstaub-Anstiegen infolge der Verwendung von Paraffinkerzen mehr kommen. Als reine Empfehlung, solange die LRV-Begrenzungen nicht überschritten werden, und in Anbetracht der Belästigung durch Rauch, sei hier angemerkt, dass es für die Luftqualität im Frühling sehr von Vorteil wäre, wenn der Einsatz von Frostschutzkerzen nach Ende der Blütezeit möglichst weitgehend unterlassen würde. Nur in der Blütezeit ist eine Beregnung nicht möglich, weil diese den Pollen aus den Blüten spülen würde und so keine Befruchtung, Samen- und Fruchtbildung mehr stattfinden könnte.

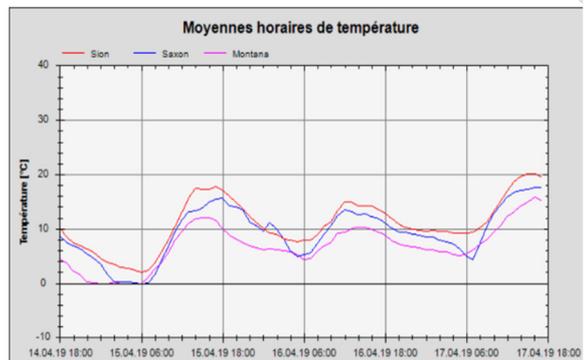
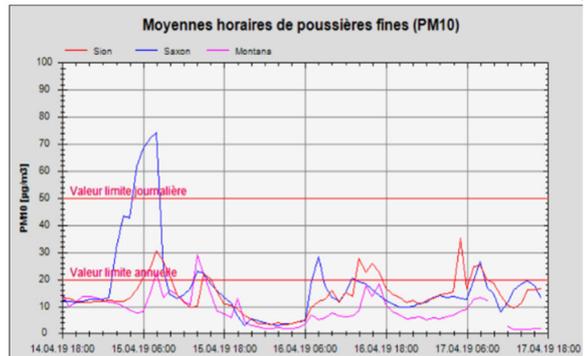
Kurvenverlauf NO<sub>2</sub> (Stickstoffdioxid)

Valais central



Screenshots zu den Belastungsniveaus von PM10 und NO<sub>2</sub> am Montag, den 15. April 2019. Der Anstieg von PM10, der die Schwelle der Tagesbegrenzung von 4 bis 8 Uhr überschreitet, ist eindeutig. Gut erkennbar ist auch die Erhöhung der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen infolge der Verbrennungsprozesse, auch wenn diese näher an den Niveaus liegen, die nach Ende der Frostbekämpfung am 16. April erreicht werden, wenn die nächtlichen Temperaturen wieder klar über dem Gefrierpunkt liegen.

Kurvenverlauf PM10 u. Temperatur 2 m ü. Boden



# Entwicklung der Immissionen

Alle Werte seit 1999 wurden mittels der Gravimetrie-Referenzmethode (s. oben) ermittelt und sind daher direkt vergleichbar. Insgesamt haben sich die PM10-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 2019 gegenüber 2006 reicht von 46% in den ländlichen Regionen in der Höhe bis zu 52% im Stadtzentrum von Sitten. 2019 wurde Jahresgrenzwert, mit anderen Worten der Langzeit-Grenzwert, wie schon in den Jahren 2010 und 2014-2018, zum siebten Mal seit Beginn der Messungen 1999, auf dem ganzen Kantonsgebiet im Grossen und Ganzen eingehalten. Nach einem kräftigen Zwischenhoch 2017 infolge ziemlich häufiger Inversionsperioden im Januar und Februar betrug die Zahl der Tagesgrenzwertüberschreitungen 2019 null. Die 2018 eingeführte Erhöhung der Toleranz musste zur Einhaltung der Begrenzungen nicht bemüht werden (Abbildung 13).

Abbildung 12: PM10 – regionale Jahresmittelwerte von 1999 bis 2019

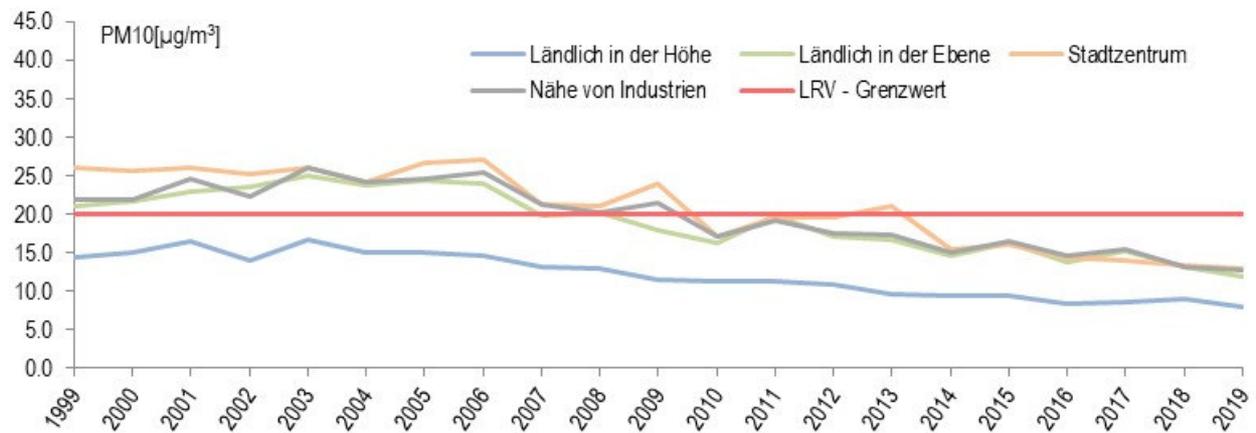
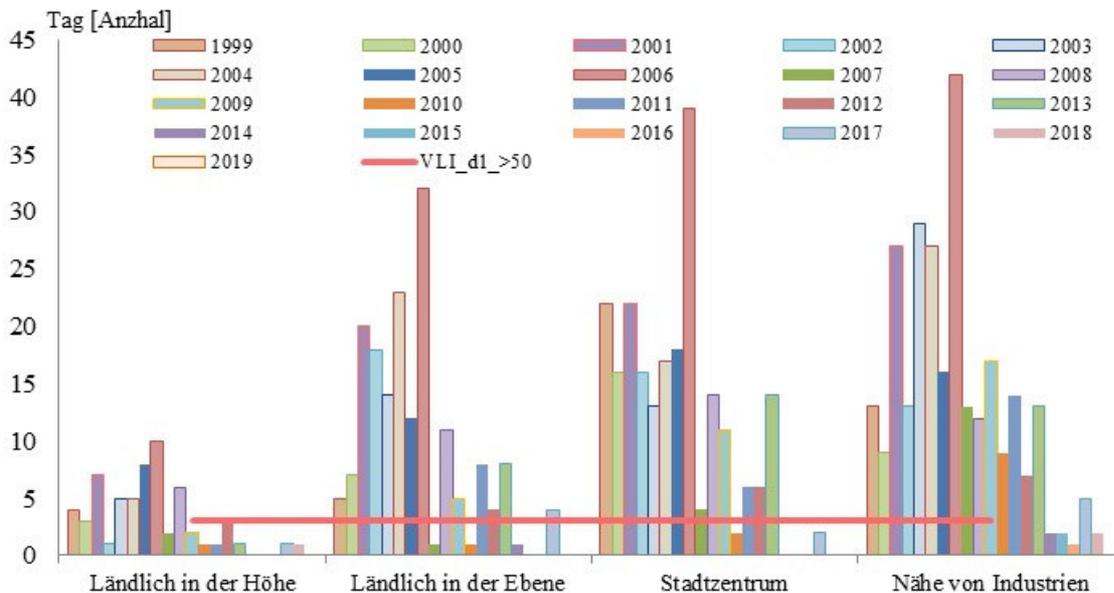


Abbildung 13: PM10, maximale Anzahl Tage > 50 µg/m³, regionale Höchstwerte (rote Linie: neue Toleranzschwelle von 3 Tagen)



Eine PSI-Studie [5] 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 Feinstaub-Masse in der Schweiz wie im Wallis, und typischerweise für das Jahrzehnt von 2010 bis 2019, zu etwa 70 % aus Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), Sulfat ( $\text{SO}_4^-$ ) und organischer Materie (OM) zusammensetzt. Von den anorganischen Salzen macht der Nitrat-Anteil an der Masse dieses  $\text{PM}_{10}$  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 fügt dem hinzu, dass im Sommer der prozentuale Nitratanteil im Feinstaub wesentlich geringer ist, unter 5%. Etwa 25 % der Masse der im Rahmen der PSI-Studie im Winter bei Massongex entnommenen  $\text{PM}_{10}$  sind organische Materie (OM) und elementarer Kohlenstoff (EK). Diese Fraktionen bestehen zu über 80 % aus nicht-fossilen Partikeln, welche hauptsächlich auf Emissionen aus Holzheizungen und das Verbrennen von Grünabfällen im Freien zurückzuführen sind.

Gemäss Emissionskataster stammen 47% der 2018 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 (s. Abb. 11). Zu einem überwiegenden Teil (61 %) stammt primärer Feinstaub 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  $\text{PM}_{10}$  2018 die Industrie (29%), der Bereich Heizungen (26 %), Emissionen aus Lösungsmitteln, andere und illegale Feuer im Freien (ca. 16 %) sowie natürliche und Viehwirtschaft (14 %), die zusammen über 85 % 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 Dieseleruss sein [7].

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 [1]. Dieser grosse Anteil der Sekundärschadstoffe, die sich langsamer bilden als  $\text{NO}_2$ , erklärt im Übrigen, warum die mittleren Umweltbelastungen zwischen Stadt und Land in der Ebene bei den  $\text{PM}_{10}$  (Abb. 12) näher bei einander liegen als beim  $\text{NO}_2$  (Abb. 25). Die längere Lebensdauer der sekundären Feinstaubpartikel ist der zweite Grund für deren gleichmässigerer räumliche Verteilung an den Stationen in der Ebene.

Für die primären  $\text{PM}_{10}$  gibt das Walliser Kataster eine Verringerung der Emissionen um 15% an, von 608 Tonnen 2006 auf 519 Tonnen 2018, also 89 Tonnen weniger. Seit 2015 stabilisieren sich die Mengen jedoch (s. Anh. 5 Abb. 70). Diese Entwicklung bestätigt wiederum den deutlichen Rückgang der  $\text{PM}_{10}$ -Immissionen im Wallis im selben Zeitraum. Zu den Massnahmen an der Quelle, die zu diesem Rückgang der primären und sekundären  $\text{PM}_{10}$ -Konzentrationen geführt haben, gehören: die Modernisierung des Fahrzeugparks und der Maschinen mit Verbrennungsmotoren durch die seit über zehn 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 Vorläufergasen 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, gegenüber 110 Tonnen 2018, ein Rückgang um 91 %. Die NO<sub>x</sub>-Frachten sanken von 4232 Tonnen 2006 auf 2243 Tonnen 2018, ein Rückgang um 47 %. 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.

Die Schwermetall-Anteile von Blei und Cadmium im Feinstaub liegen weit unter den Jahresgrenzwerten (Abb. 14 und 15). Die Blei-Konzentrationen liegen mehr als das 50-fache unter dem Grenzwert. Die Cadmium-Konzentrationen sind über zehnmals geringer als die Norm. Mit wenigen Ausnahmen, wie z. B. beim Cadmium 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 2019, regionale Mittelwerte

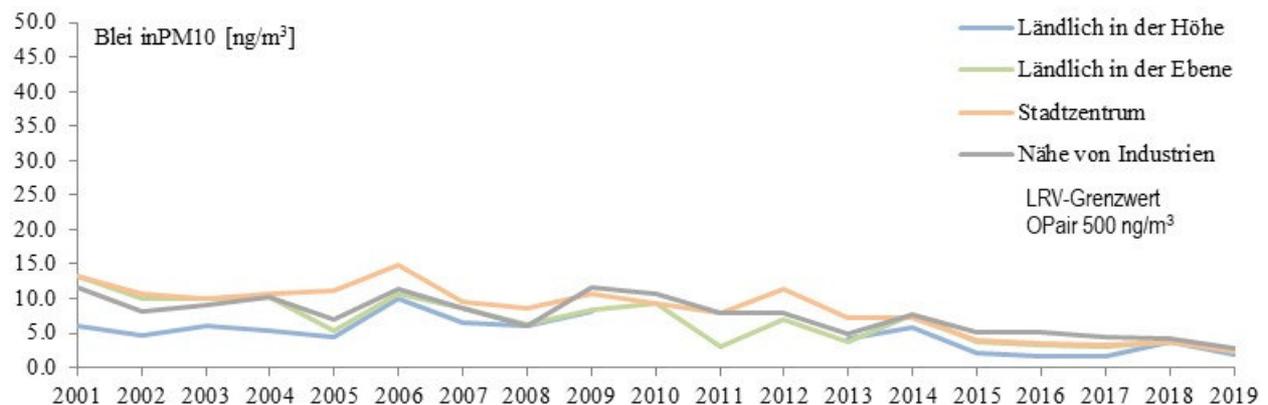
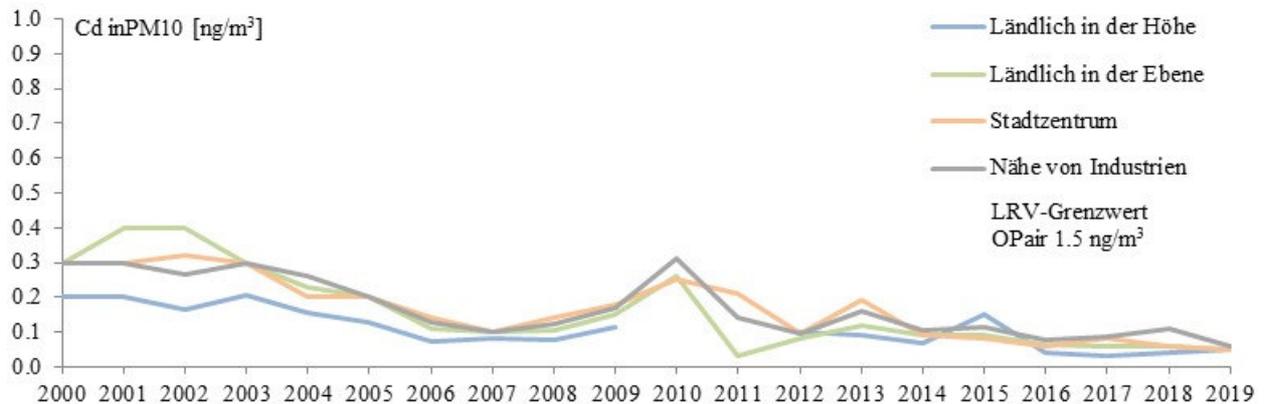


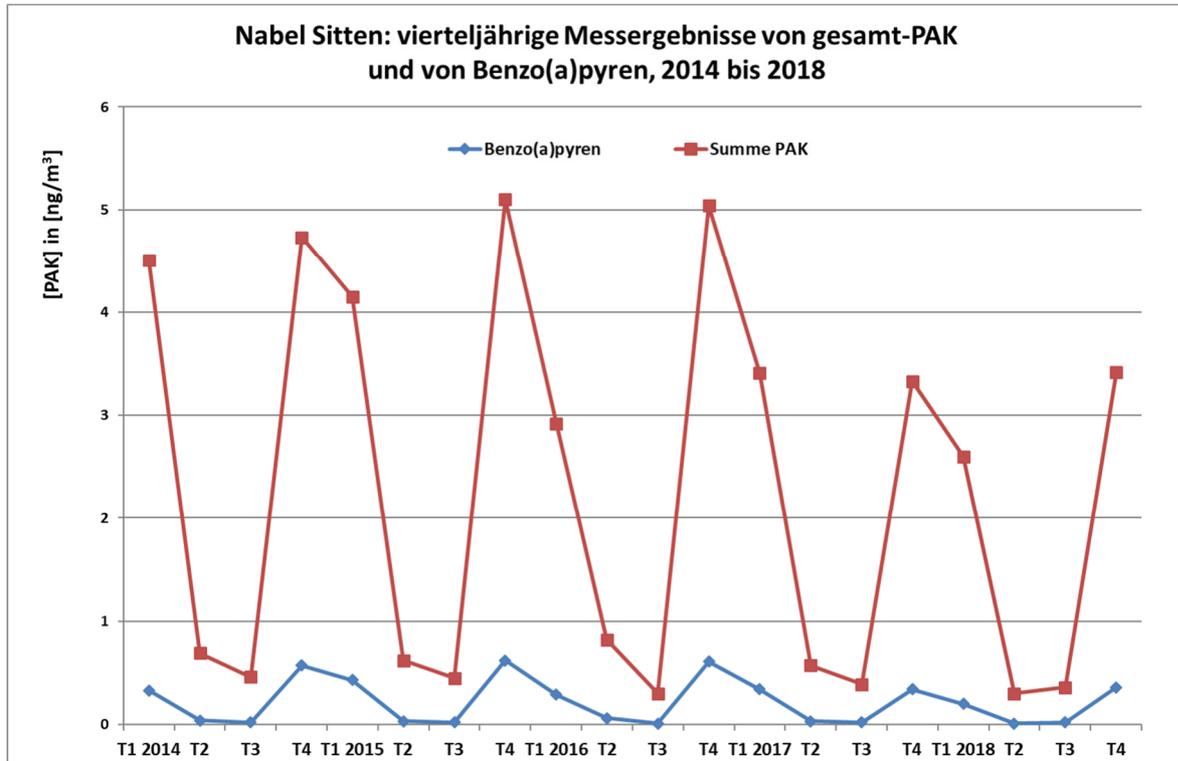
Abbildung 15 : Cadmium im PM10 in ng/m<sup>3</sup> von 2001 bis 2019, regionale Mittelwerte



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 Holz-Grossheizungen 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.

Im Feinstaub sind auch polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) enthalten, die hauptsächlich bei der unvollständigen Verbrennung organischen Materials (Holz, Benzin, Diesel, Heizöl) entstehen. Die Emissionen von zwei 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. 62.8% bzw. 10% zur Gesamttoxizität der PAK im PM10 bei. Von 2006 bis 2013 war ein Rückgang der BaP-Konzentrationen bei Sitten um rund 60 % festzustellen, seither bleiben diese in etwa konstant. Nachstehende Abb. 16 zeigt den von 2014 bis 2018 zu beobachtenden quartalsmässigen Verlauf der PAK und BaP-Konzentrationen. Die neueste EMPA-Studie [8] hat gezeigt, dass 2018 in der Nähe der Stadt Sitten durchschnittlich eine jährliche PAK-Konzentration von 1.68 ng/m<sup>3</sup> gemessen werden kann, mit einem BaP-Anteil im Feinstaub von 0.15 ng/m<sup>3</sup>. Bei einem Jahresmittel von 16.1 µg/m<sup>3</sup> PM10 an der Nabel-Station (RESIVAL Sitten: 2018: 13 µg PM10/m<sup>3</sup>). Für BaP wird ein Jahresgrenzwert von 1 ng/m<sup>3</sup> empfohlen (europäische Richtlinie 2004/107/EG). Dieser wurde in den letzten Jahren eingehalten. Die WHO (Weltgesundheitsorganisation) hat das Referenzniveau (RL, reference level) für BaP auf 0.12 ng/m<sup>3</sup> 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. 2018 wurde dieses Niveau in Sitten um 25 % überschritten. Die Überschreitung hält an, ist aber gegenüber den vorangegangenen Jahren tendenziell rückläufig.

Abbildung 16: Ergebnisse 2014 - 2018 für PAK und Benzo(a)pyren bei der NABEL-Messtation in Sitten



## Ergebnisse 2019 für PM2.5

Von 2015 bis 2017 wurden an der Station Montana durch die «High Volume»-Graviatriemethode 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 µg/m<sup>3</sup> festgesetzt. Die WHO schreibt ausserdem einen Tagesgrenzwert von 25 µg/m<sup>3</sup> 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. Für 2019 stützten sich alle Ergebnisse für PM2.5 auf der Referenzmethode, ausser jene von Les Giettes und Eggerberg. In diesen beiden Stationen gibt es keine 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 2019 an allen Stationen eingehalten (Tab. 9), in Massongex zwar nur knapp, aber 2018 lagen die Ergebnisse noch in Sitten und Massongex genau auf der Grenze.

Tabelle 9: PM2.5 – Ergebnisse 2019

Regionen	Stationen	PM2.5 Jahresmittel [µg/m <sup>3</sup> ]	PM2.5 Anzahl Tage > 50 µg/m <sup>3</sup>	PM2.5 Max. Tageswert [µg/m <sup>3</sup> ]
Ländliche Region in der Höhe	Les Giettes	4 *	-	-
	Eggerberg	5 *	-	-
	Montana	4	0	17
Ländliche Region in der Ebene	Saxon	8	2	27
Stadtzentrum	Sitten	8	0	24
Nähe von Industrien	Massongex	9	2	30
	Brigerbad	7	1	29
<i>Norme OPair</i>		<i>10</i>		
<i>Norme OMS</i>			<i>3</i>	<i>25</i>

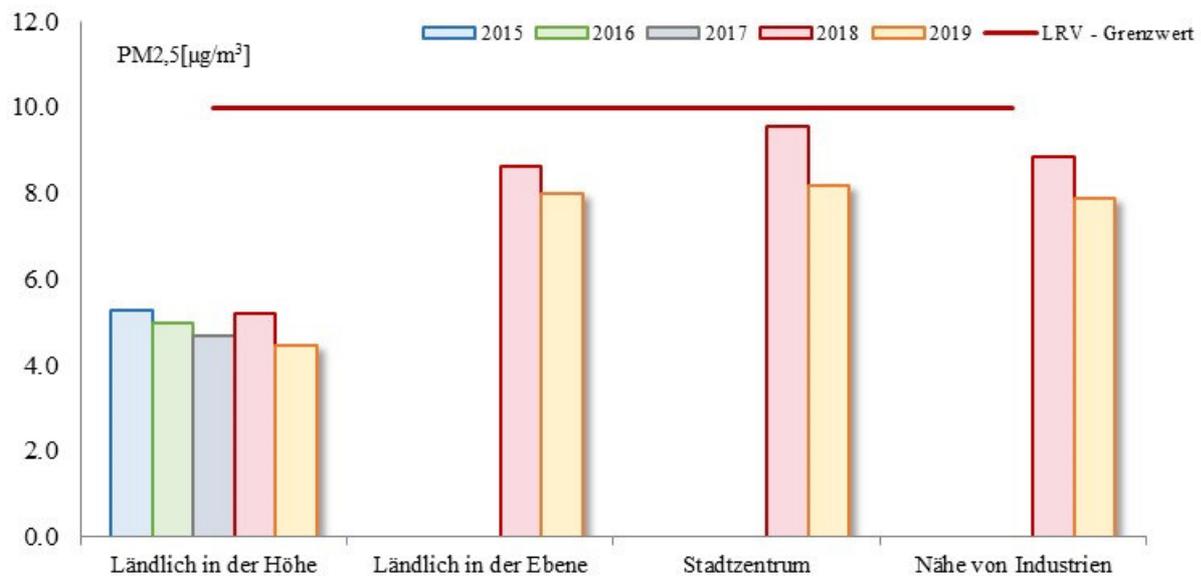
\* Geschätzter Wert, basierend auf dem Jahreswert für PM10 und auf einer Einschätzung des Verhältnisses PM2.5/PM10, in Abhängigkeit durch die Referenzmethode für die Stationen Montana, Massongex und Brigerbad ermittelten Ergebnisse.

## 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 und 2019 auf das ganze Kantonsgebiet gesehen weniger erfreulich dar (Abb. 17). 2018 lag die Luftqualität an den drei Stationen Saxon, Sitten und Massongex gerade auf dem Niveau der LRV-Langzeitbegrenzung oder ganz knapp darunter. Die zusätzlichen WHO-Begrenzungen für Tageswerte wurden nur in der Region ländlich in der Höhe eingehalten. Die Ergebnisse in Abbildung 17 für 2019 zeigen bezüglich Feinstaub PM2.5 eine bessere Luftqualität an. 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 und erreicht in Massongex beinahe den Grenzwert. Auch die WHO-Normen für die Tageswerte wurden 2019 eingehalten. Dafür muss allerdings die Toleranz von 3 Tagen pro Jahr, an denen der Grenzwert von 25

$\mu\text{g}/\text{m}^3$  überschritten wird, in Anspruch genommen werden. 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 dauerhaft rückläufige Tendenz zu schliessen, denn üblicherweise bedarf es dazu einer fünf- oder idealerweise zehnjährigen Beobachtungszeit. Immerhin deuten die Ergebnisse der ersten beiden Jahre darauf hin, dass die neue LRV-Begrenzung für PM2.5 keinen Nachweis für eine Gefährdung der öffentlichen Gesundheit oder der Umwelt erbringt.

Abbildung 17: PM2.5 2018-2019, regionale Jahresmittel in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (rote Linie: LRV-Begrenzung)



Die Untersuchung der Jahres-Verhältniszahl  $[\text{PM}_{2.5}]/[\text{PM}_{10}]$  wurde 2019 fortgesetzt. Dazu wurde die «High Volume»-Gravimetrie mit zwei Geräten pro Station, jedes mit einem Filter der jeweils erwünschten Durchlässigkeit (PM2.5 oder PM10) bestückt und dann die Fraktionen gleichzeitig ermittelt. In Montana wurde mit diesem Vorgehen die 2015 begonnene historische Messserie vervollständigt. Die für 2019 ermittelte Verhältniszahl liegt auf der Bandbreite der in den 4 vorangegangenen Jahren ermittelten Zahlen, und im Jahresmittel lagen die Werte für  $[\text{PM}_{2.5}]/[\text{PM}_{10}]$  bei: 0.51 ( $\pm 0.04$ ) 2015, 0.58 ( $\pm 0.04$ ) 2016, 0.62 ( $\pm 0.05$ ) 2017, 0.60 ( $\pm 0.05$ ) und 0.52 ( $\pm 0.04$ ) 2019. Die erweiterte Messunsicherheit der Ergebnisse gilt für ein Konfidenzintervall von 99 %. Der Wert von  $\pm 10\%$  wird bei weitem eingehalten. Mit derselben Methode wurde für Massongex eine Verhältniszahl von 0.61 (2017) und 0.63 (2019), für Sitten von 0.65 (2018) und von 0.62 (2019) ermittelt, und dies jeweils in 12 aufeinanderfolgenden Monaten. Zu diesen Ergebnissen kommen noch jene von 2019 in Saxon und Brigerbad hinzu, deren Verhältniszahl im Jahresmittel 0.67 resp. 0.58 beträgt. Auf den ganzen Kanton gesehen, ergibt sich aus den bisher ermittelten 11 Ergebnissen eine Jahresverhältniszahl  $[\text{PM}_{2.5}]/[\text{PM}_{10}]$  zwischen 0.51 und 0.67. Zum Vergleich: bei Messungen, die von 1998 bis 2011 an den NABEL-Stationen in der Schweiz durchgeführt wurden, wurde für die Verhältniszahl  $[\text{PM}_{2.5}]/[\text{PM}_{10}]$  ein Jahresmittelwert von 0.71 ermittelt [6]. Bei einem Gesamtmittelwert aller Stationen von 0.62 heisst das, dass der Anteil der gröberen Schwebepartikel mit einem Durchmesser zwischen 2.5 und 10  $\mu\text{m}$  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.



## 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 lichtabsorbierende 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 [5]. Die im Bericht 2017 veröffentlichten EK-Werte basierten, angesichts der gewählten Analyseverfahren, 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. Doch der Zielwert für die Luftqualität ist ja ein Jahresmittel. Daher führte eine Interessenabwägung zum Schluss, dass eine neue Methode vorteilhafter wäre. Diese wurde 2018 eingeführt und 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 Tab. 10 ein.

Tabelle 10: EK – Ergebnisse 2019

Region	Station	Elementarer Kohlenstoff (EK) Jahresmittel [µg/m <sup>3</sup> ]	Elementarer Kohlenstoff (EK) Max. Tageswert [µg/m <sup>3</sup> ]
Nähe von Industrien	Massongex	0.53	1.2

Abbildung 19: EK – Jahresmittelwerte von 2008 bis 2019

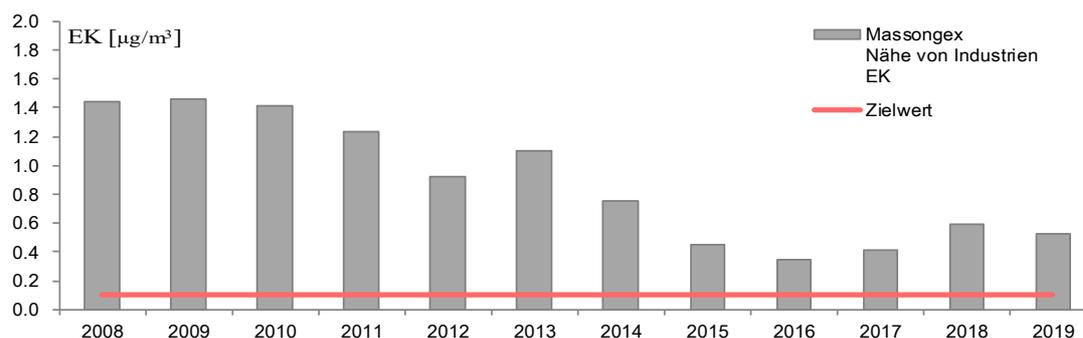


Abb. 20: EK 2019 in Massongex

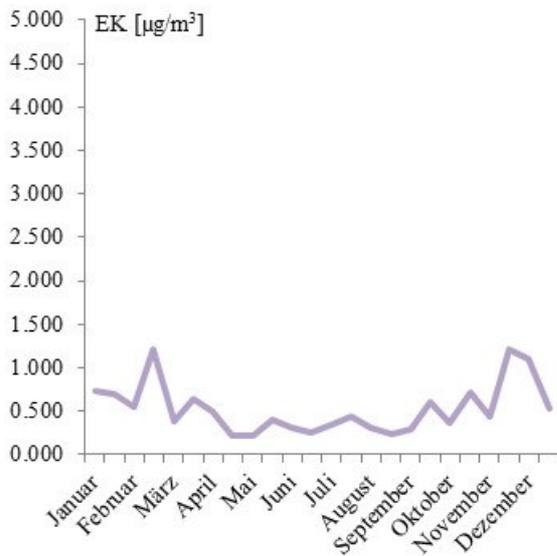
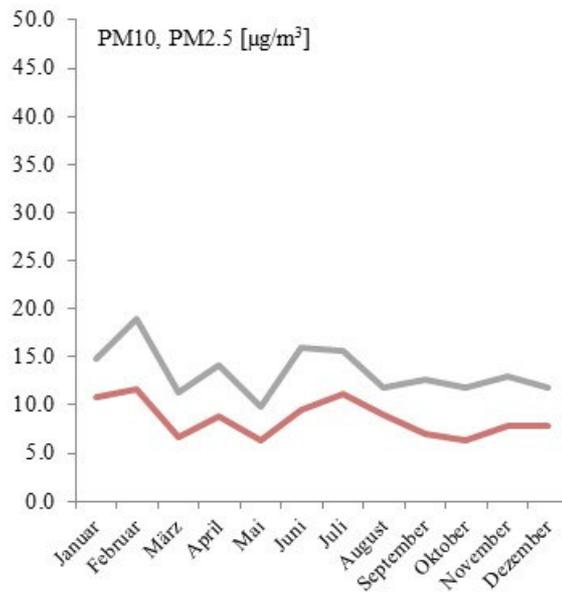


Abb. 21: PM10 und PM2.5 2019 in Massongex



Bei einer Zeitreihenuntersuchung der zweiwöchigen EK-Werte für 2019 (Abb. 20) und der monatlichen Mittelwerte für PM10 (graue Linie) und PM2.5 (rote Linie) (Abb. 21) ist bis Juni ein ziemlich deckungsgleiches Verhalten festzustellen. Die höchsten Werte wurden von Januar bis März gemessen, als Inversionsperioden erhöhte Feinstaub-Konzentrationen begünstigten. Im zweiten Quartal wurden sowohl für den EK als auch für PM10 und PM2.5 deutlich tiefere Werte ermittelt, mit einem Wiederanstieg im Juni, der sich allerdings beim EK nicht beobachten liess. Tatsächlich fällt das Verhältnis EK/PM2.5, das im Jahresmittel bei 6.3 % liegt, von Juni bis August auf fast 3%. Während des dritten Quartals zogen die EK-Werte wieder bis auf ca. 1 µg/m<sup>3</sup> an, ohne dass der Feinstaub eine ähnliche Entwicklung mitmachte. Die PM-Werte blieben von September bis Dezember auf nahe am Niveau der Werte im Frühling. Das Verhältnis PM2.5/PM10 blieb das ganze Jahr bei 60 bis 70%, ausser im August, als es auf 76% kulminierte. Die Bedingungen in diesem Monat waren für die groben Staubpartikel zwischen PM2.5 und PM10 ungünstig, weil die EK-Emissionen da am tiefsten waren. Eine mögliche Erklärung für diese Ergebnisse könnte der Rückgang der Aktivitäten im Offroad-Bereich, namentlich auf den Baustellen, in diesem Monat sein. Dieser Bereich erhöht ganz spezifisch den Anteil der Staubpartikel zwischen PM2.5 und PM10 und ist eine grosse Quelle für BC aus EK. Die tiefen Feinstaubniveaus im Herbst, vor allem im November und Dezember, sind aber schwer zu erklären. Möglicherweise trugen die im Dezember herrschenden Föhnlagen dazu bei, dass die Luft mit weniger mit Aerosolen befrachtet war. Bei täglichen Kontrollen der Messwerte lässt sich dieses Phänomen regelmässig beobachten.

Gemäss der EKL-Studie von 2013 [6] darf die EK-Konzentration im Jahresmittel nicht über 0.1 µg/m<sup>3</sup> betragen. Die rückläufige Tendenz der seit 2008 bei Massongex ermittelten Werte bewegte sich auf dieses Ziel hin (Abb. 19), doch nach 2016 stiegen die Ergebnisse wieder an. Die Jahresmittelwerte lagen immer mindestens das Dreifache über dem Zielwert von 0.1 µg/m<sup>3</sup>. 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 µg/m<sup>3</sup> gemessen wurde, bedeutet das, dass bis 2023 ein Höchstwert von 0.22 µg/m<sup>3</sup> zu erzielen ist. Das Ergebnis für 2019 ist noch 2.4-mal höher als diese Obergrenze. Die relative Nähe zur A9 (835 m Abstand) beeinflusst die EK-Ergebnisse, da stark befahrene Strassen eine Hauptquelle für Russ sind. Bei solchen Quellen liegt der Russanteil in der Massenkonzentration der PM2.5 typischerweise bei 8 % [1: 2017: 12%]. Bei Massongex lag er 2019 im Jahresmittel bei 6.3%, mit einem monatlichen Höchstwert von 10.5% (im Dez.). Die RESIVAL-Station befindet sich nämlich nicht in einem Gebiet, das dem Strassenverkehr direkt ausgesetzt ist. Wenn der Anteil der mit fossiler Energie betriebenen Fahrzeuge bis 2023 noch deutlich abnimmt, könnte dies dennoch ermöglichen, noch näher an die Zielvorgabe der EKL heranzukommen.

## 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. Die Emissionen aus Dieselmotoren bestehen allerdings nach der Abgasbehandlung bis zu 70 % aus NO<sub>2</sub>. 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) [4] evaluiert. Für die Schweiz geht die EU von rund 1000 frühzeitigen Todesfällen pro Jahr verursacht vom Schadstoff NO<sub>2</sub> mit einer Konzentration von 20 µg/m<sup>3</sup> aus [3].

➔ Stickoxide sind zusammen mit VOC an der photochemischen Bildung von Ozon 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.

➔ Gemäss kant. Kataster betragen die NO<sub>x</sub>-Emissionen 2018 2243 t (Abb. 23), gegenüber 2339 t 2017. 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 45 % 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



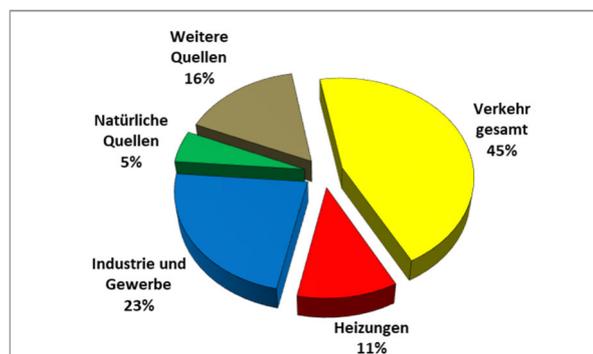
Stadtzentrum



Nähe von Industrien



Abbildung 23: NO<sub>x</sub>-Emissionen im Wallis 2018



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 für 2019

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 in der NABEL-Station zwischen dem Flugplatz Sitten und (25 m neben) der Autobahn gemessen (für 2019 angekündigtes Jahresmittel:  $29.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Sowohl 2019 als auch in den drei vorangegangenen Jahren lagen die Tageswerte der NABEL-Station bei Sitten immer über jenen der RESIVAL-Station im Zentrum der Stadt. Im jährlichen Durchschnitt betragen letztere nur 66 bis 69% des NABEL-Wertes. Zu erklären ist dieser Unterschied mit dem gegenüber dem Stadtzentrum intensiveren  $\text{NO}_x$ -Ausstoss entlang der Autobahn. Während bspw. das Verkehrsaufkommen an Sonntagen in der Stadt gering ist, bleibt es auf der Autobahn gross. Wie immer war auch 2019 die Region Stadtzentrum mit  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  am stärksten belastet, während die Luft in Höhenlagen am wenigsten von  $\text{NO}_2$  verschmutzt wird.

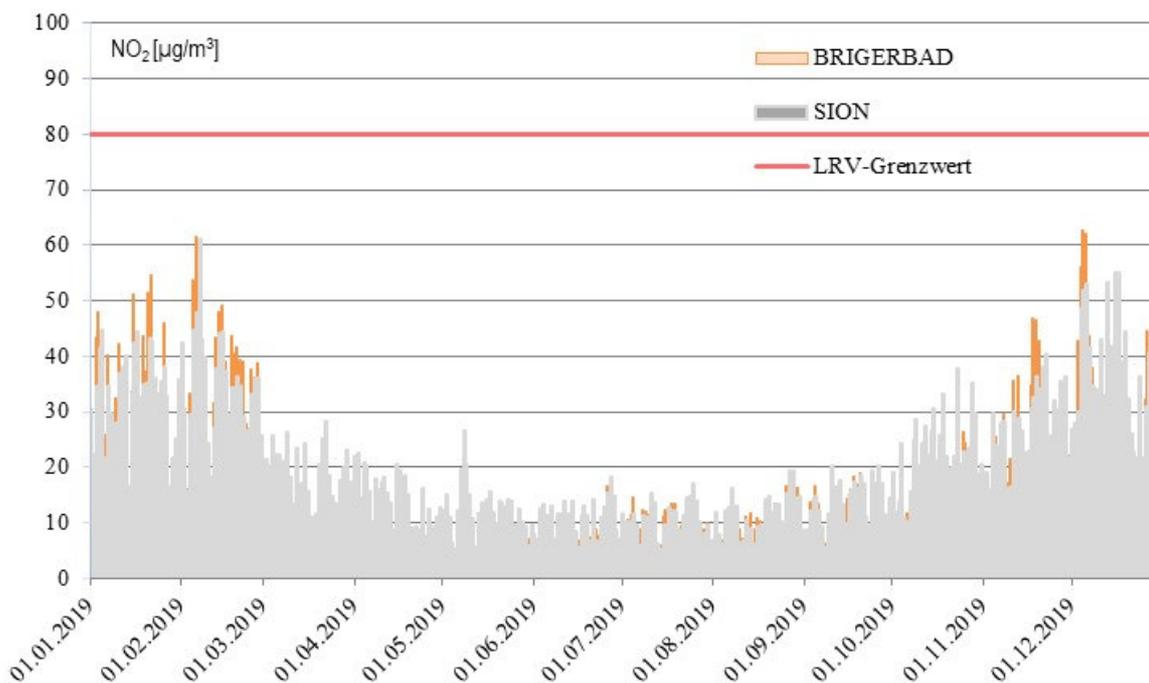
Die Ergebnisse für das 95-Perzentil (LRV-Anforderung, welche höchste Belastungsspitzen ausschliessen will, indem sie für die überwiegende Mehrheit (95%) der während eines Jahres gemessenen Halbstundenwerte als Obergrenze  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verlangt hielten den Grenzwert weitestgehend ein. Die höchsten Werte wurden in Sitten ( $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und in Brigerbad ( $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) gemessen. Die anderen beiden Stationen in der Ebene haben Werte von  $35$  und  $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen, höhere als die Stationen in der Höhe, die zwischen  $9$  und  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen. 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, wird ein erhöhtes Niveau von  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Der höchsten Werte für eine Region in der Höhe wird mit  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei der Station Montana gemessen, die sich 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. 2019 wurde er 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. Hingegen meldet das BAFU für das vergangene Jahr zwei Überschreitungen der Tagesgrenzwerte an der NABEL-Station «Sitten-Flugplatz-A9», am 16. Und 17. Dezember. In der Nähe der Autobahn werden die LRV-Normen immer noch nicht vollständig eingehalten. Dennoch ist der Jahresmittelwert bemerkenswert, denn dieser liegt zum ersten Mal seit 1999 unter der LRV-Begrenzung von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabelle 11: NO<sub>2</sub> – Ergebnisse 2019

Regionen	Stationen	NO <sub>2</sub> Jahresmittel [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> 95 % [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> Anzahl Tage > 80 µg/ m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> Max. Tageswert [µg/m <sup>3</sup> ]
Ländliche Region in der Höhe	Les Giettes	3	9	0	13
	Eggerberg	8	24	0	30
	Montana	10	32	0	41
Ländliche Region in der Ebene	Saxon	15	44	0	44
Stadtzentrum	Sitten	20	51	0	61
Nähe von Industrien	Massongex	14	35	0	39
	Brigerbad	17	53	0	63
<i>Norme OPair</i>		<i>30</i>	<i>100</i>	<i>1</i>	<i>80</i>

Abbildung 24: NO<sub>2</sub> – durchschnittliche Tageswerte in Sitten und Brigerbad 2019

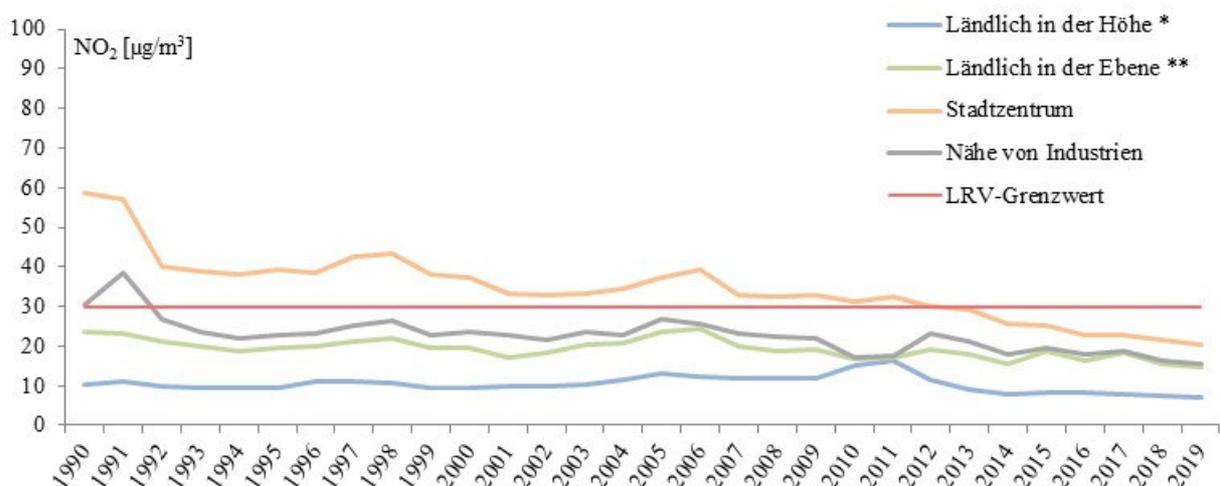


## Entwicklung der Immissionen

Bei den Stickstoffdioxidwerten konnten 2019, mit den tiefsten Werten seit Messbeginn 1990 in allen Regionen (Abb. 25) im Jahresmittel, neue Rekorde in der Luftqualität verzeichnet werden. Da auch an der NABEL-Station in Sitten die Jahresbegrenzung nicht überschritten wurde, lässt sich zum ersten Mal für das gesamte Wallis feststellen, dass die LRV-Langzeitbegrenzung, ausgedrückt als Jahresmittel, vollständig eingehalten wurde. Obwohl die meteorologischen Bedingungen mit einigen starken Inversionslagen vor allem im Februar die Schadstoffakkumulation zeitweise begünstigten, was besonders an Abb. 24 ablesen lässt, waren die NO<sub>2</sub>-Belastungsniveaus in ländlichen Regionen tief und in der Nähe von Industrien und in Stadtzentren nur mässig. Seit 2006 sind die jährlichen NO<sub>2</sub>-Belastungen in allen Regionen klar rückläufig, auch wenn sich diese Tendenz in den ländlichen Regionen in der Ebene verflacht. In Sitten ist der starke Belastungsrückgang seit 2011 zu beobachten. Stickoxide werden, wie andere Schadstoffe auch, durch Niederschlag aus der Luft gewaschen und gehen als «nasse Ablagerung» auf die Umgebung nieder. Bei den Niederschlagsmengen in Sitten waren in den letzten 9 Jahren kaum Zunahmen zu verzeichnen, die den bei den NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zu beobachtenden Rückgang erklären würden (s. Meteo-Tabelle auf S. 23). Obwohl die Niederschläge im Durchschnitt von knapp 500 [mm/j.] 2011 auf knapp 600 [mm/j.] 2019 angestiegen sind, steht diese Niederschlagszunahme von rund 20% in keinem Verhältnis zum Rückgang der NO<sub>2</sub>-Belastungen um 37%, der von 2011 bis 2019 an der Station Sitten zu beobachten war. An allen anderen Standort-Typen bewegte sich der Rückgang 2019 gegenüber 2009, dem Jahr, in dem der kantonale Massnahmenplan für die Luftreinhaltung in Kraft trat, zwischen 23 % in der ländlichen Region in der Ebene, wo er am geringsten war, und 39 % in der ländlichen Region in der Höhe, wo er am stärksten war. Im Vergleich zum Jahr 2006, als die deutlichen Rückgänge einsetzten, bewegten sie sich im vergangenen Jahr in einem Bereich von 39% in Industrienähe und 48% im Stadtzentrum.

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 2018 der gesamte Rückgang von 1989 Tonnen NO<sub>x</sub> gegenüber 2006, also eine Abnahme um 47%, zu fast 85% auf den verringerten Ausstoss der Industrie (-66% oder -1011 t) und des Strassenverkehrs (-41% oder -686 t). Die Schliessung des Raffineriebetriebs in Collombey im Frühling 2015 trug wesentlich zum grossen Rückgang der Emissionen im Bereich Industrie bei. Zum restlichen Rückgang steuerte der Offroad-Bereich 7% bei, mit 2018 132 Tonnen weniger als 2006 (-28%).

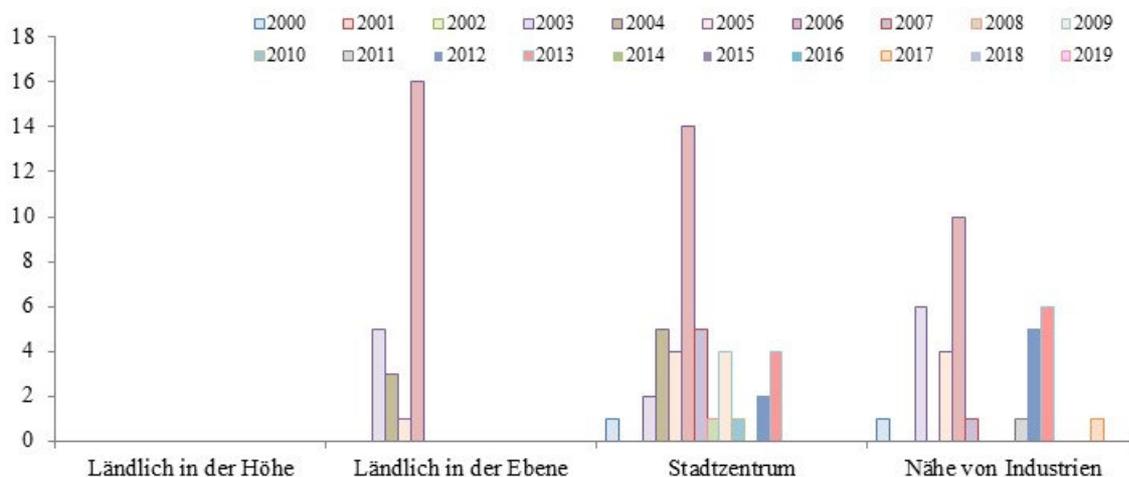
Abbildung 25: NO<sub>2</sub> – Jahresmittelwerte nach Region von 1990 bis 2019



Der Beitrag des Strassenverkehrs zum Rückgang der NO<sub>x</sub>-Emissionen seit 2006 ist wahrscheinlich nicht so gross wie deklariert, weil die Hersteller von Dieselfahrzeugen durch Tricksereien 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 2017 und 2018 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 Version wurde noch nicht implementiert, aber für den Bericht 2020 wird man dann voraussichtlich die aktualisierten Daten übernehmen. Die Korrekturen bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen werden sich 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 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-Norm 6d für Leichtfahrzeuge, also die neueste Norm, deren Fahrzeuge endlich als konform gelten können. Der Fachbeauftragte für die Quelldaten des Cadero hielt in einem Bericht fest, dass die Daten mit Hilfe der neuen Version des Online-Handbuchs Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs (HBEFA 4.1) zu korrigieren sind.

2006 war nach dem Jahr 2000 das Jahr mit den meisten Überschreitungen der Tagesgrenzwerte bei den NO<sub>2</sub> (Abb. 26). Jenes Jahr wurde geprägt durch eine stabile und lange Wetterlage im Januar und Februar, welche die ungewöhnlich hohen NO<sub>2</sub>- und PM10-Belastungen begünstigte. Der kantonale Beschluss über den Wintersmog vom November 2006 (814.103) erfolgte unter dem Eindruck dieses Ereignisses. 2019, wie immer seit 2014, ausgenommen 2017, zeigte das RESIVAL-Netz allerdings keine Überschreitung dieser Begrenzung mehr an.

Abbildung 26: NO<sub>2</sub> – maximale Anzahl Überschreitungen der Tagesnorm von 2000 bis 2019



Der kantonale LRV-Plan enthält mehrere Massnahmen (s. Tab. 1), die zur Reduktion der NO<sub>x</sub>-Emissionen beitragen sollen, um die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen dauerhaft unter den von der LRV vorgegebenen Werten zu halten. Eine Studie des Swiss TPH (4) empfiehlt, sich bei Massnahmen zur Luftreinhaltung vor allem auf den Strassenverkehr zu konzentrieren, damit die NO<sub>2</sub>-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 PM10 aus, dessen Vorläufer die NO<sub>x</sub> sind.

Ausserdem können NO<sub>x</sub>-Reduktionen zur Reduktion von Ozon-Konzentrationen beitragen, vorausgesetzt in der betreffenden Region herrscht ein atmosphärischer Systemzustand NO<sub>x</sub>-begrenzt, in welchem eine Verringerung der NO<sub>x</sub> auch zu einer Verringerung des O<sub>3</sub> führt. In einer Untersuchung der Überschreitungen der LRV-Begrenzungen für Ozon im Sommer 2019 wurde festgestellt, dass sich die NO<sub>x</sub>-Konzentrationen im Mittelwallis von Tagesanbruch bis vor Mittag im Systemzustand NO<sub>x</sub>-

gesättigt 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. 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. Die wichtigsten Erkenntnisse aus dieser Evaluation werden in Anhang 6 erörtert. 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, die LRV-Begrenzungen für Ozon besser einhalten zu können. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass sich ein Wechsel zu Biotreibstoffen und Biobrennstoffen zwar positiv auf den Klimawandel auswirken würde ( $\text{CO}_2$ -neutral), die Situation der  $\text{NO}_x$ -Emissionen würde das aber nicht verbessern. 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. Welche Bedingungen für einen Systemzustand  $\text{NO}_x$ -begrenzt oder VOC-begrenzt (d.h.  $\text{NO}_x$ -gesättigt) notwendig sind, wird im Übrigen in einer Studie beschrieben [9].

Die Stickoxide, und insbesondere das Stickstoffdioxid, sind nicht die einzigen Stickstoffverbindungen, die für die Luftqualität relevant sind. Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), das grösstenteils aus der Viehzucht stammt, und Stickstoffablagerungen im Allgemeinen, können empfindliche Ökosysteme schädigen und gefährden die Biodiversität. Im Rahmen des Genfer Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung wurden Schwellenwerte für kritische Stickstoffablagerungsmengen (Critical loads for nitrogen, CLN) aufgestellt, die in einem gegebenen Ökosystem nicht überschritten werden dürften. Um deren Einhaltung zu prüfen, misst man den Ammoniak und andere Stickstoffverbindungen und errechnet daraus die Ablagerungen durch Modellierung. Im RESIVAL-Netz ist das nicht vorgesehen, vor allem weil im Wallis keine intensive Viehzucht betrieben wird. Dennoch befasste sich eine Studie [10] mit dem Standort eines Nadelwalds in der Region Visp. 2014 wurden Massnahmen ergriffen. Die entsprechende CLN-Schwelle von 10 [ $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$ ] wurde um den Faktor 2.5 überschritten. Die übermässige Belastung bestand zu 51 % aus gasförmigem Ammoniak, zu 25 % aus gasförmigem  $\text{NO}_2$  und zu 10 % aus Gravitationsablagerungen von Ammonium- ( $\text{NH}_4^+$ )- und Nitrat- ( $\text{NO}_3^-$ )-Verbindungen. Am selben Ort im Wallis wurde 2019 eine weitere Kampagne, diesmal von nationaler Bedeutung, durchgeführt. Über die Ergebnisse wird 2020 ein Bericht geschrieben werden, der an dieser Stelle dann erörtert werden wird.

## Grobstaubniederschlag

### Steckbrief ...

➔ Die Messung von grobem Staubniederschlag ist eine der ältesten Methoden auf dem Gebiet der Luftverschmutzungsanalyse. Dabei werden einmal pro Monat alle Luftpneiederschläge - 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 Staubniederschlag-Konzentrationen im Frühjahr zu (s. Tabelle der Monatswerte in Anhang 3). Die höchsten Werte sind von April bis August zu beobachten, mit ganz vereinzelt auftretenden Spitzen in der kalten Jahreszeit, wie z. B. in Eggerberg im November 2019. Sie sind also 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-Station in ausreichender Nähe, um einen von ihnen spezifisch und direkt zu überwachen.

Abbildung 27: Bergerhoff-Gerät für die Staubniederschlagsmessung



### Retombées de poussières grossières La qualité de l'air en un clin d'œil

Ländliche Region in der Höhe	😊
Ländliche Region in der Ebene	😞
Stadtzentrum	😊
Nähe von Industrien	😊

## Ergebnisse für 2019

Mit Ausnahme der Station Saxon wurde an allen RESIVAL-Standorten 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  $222 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  an einer Stelle in ländlicher Region in der Ebene gemessen, damit wurde der Grenzwert von  $200 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  um über 10% überschritten. Der zweithöchste Wert wurde mit  $166 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  in Eggerberg gemessen, das sind 83% des Grenzwerts. Die übrigen Jahreswerte gingen bis zu rund 50 % des Grenzwerts und liegen damit ziemlich nahe an den Werten der vorangegangenen Jahre, was auf eine solide Luftqualität in Bezug auf Grobstaub hinweist.

Auch die jährlichen Mengen an Schwermetallen (Blei, Cadmium, Zink) im Staubbiederschlag, ausgedrückt in Mikrogramm pro Quadratmeter und Tag, liegen klar unter den Jahresgrenzwerten der LRV. Die höchste Bleimenge wurde mit  $12 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  in Les Giettes gemessen, ein recht hoher und seit 2009 selten gewordener Wert an dieser Station in der Höhe. Er liegt allerdings immer noch weit unter der Jahresbegrenzung von  $100 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ . Die Cadmiummengen waren mit  $0.32 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$  in Les Giettes 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 Fünffache unterhalb der Norm von  $400 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{Tag})$ , nur in Sitten wurden als höchster Jahreswert  $214 \text{ } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{Tag})$  gemessen. Sie hält die Begrenzung sehr gut ein und stellt, im Gegensatz zu den vier vorherigen Jahren, kein aussergewöhnlich hohes Ergebnis mehr dar.

Tabelle 12: Grobstaubniederschläge und Schwermetalle – Ergebnisse im Jahresmittel 2019

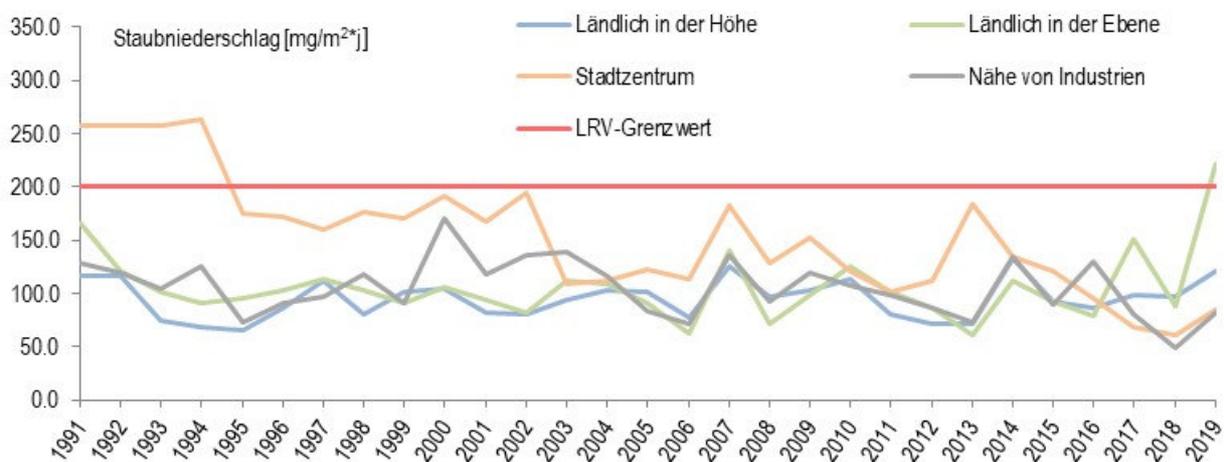
Regionen	Stationen	Jahresmittelwert [ $\text{mg}/\text{m}^2$ *Tag]	Blei (Pb) [ $\mu\text{g}/\text{m}^2$ *Tag]	Cadmium (Cd) [ $\mu\text{g}/\text{m}^2$ *Tag]	Zink (Zn) [ $\mu\text{g}/\text{m}^2$ *Tag]
Ländliche Region in der Höhe	Les Giettes	109	12	0.32	20
	Eggerberg	166	3	0.14	24
	Montana	87	7	0.09	31
Ländliche Region in der Ebene	Saxon	222	9	0.09	34
Stadtzentrum	Sitten	85	6	0.09	46
Nähe von Industrien	Massongex	101	4	0.09	32
	Brigerbad	64	2	0.09	24
<b>Norme OPair</b>		<b>200</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>400</b>

## Entwicklung der Immissionen

Seit 1995 haben die Grobstaubniederschläge 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 Staubbiederschlagsmengen 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 etc.). Korrigiert werden diese systematischen Verfälschungen, indem man sie während des Analyseverfahrens nach Möglichkeit eliminiert. Doch deren vollständige Entfernung erweist sich manchmal, trotz striktem Analyseprotokoll, als unmöglich.

Ausser in städtischen Gebieten bewegen sich die Mengen in den ländlichen und industrienahen Regionen seit 2003 um die  $100 \text{ mg}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ . Höhere Werte, mit Spitzenwerten, die 2007 und 2013 in die Nähe des Grenzwerts kamen, sind 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. Im Durchschnitt über 11 Jahre zeichnet sich in den Stadtzentren jedoch seit 2006, und seit 2007 auch in Industrienähe, eine deutlich rückläufige Tendenz ab. Die Station Saxon mag im vergangenen Jahr aufgrund landwirtschaftlicher Aktivitäten in der Nähe der Messstelle unter erhöhten Staubbiederschlägen gelitten haben. Die höchsten Monatswerte wurden im April und Mai 2019 erreicht, mit Konzentrationen, die das 3- bis 5-fache über dem Jahresgrenzwert lagen, gefolgt von den Monaten Juni und Juli, wo die Konzentration 100 bis 150 % der LRV-Jahresnorm betragen. Die Überschreitung 2019 stellt eine Anomalie dar, für die es wahrscheinlich eine Vielzahl an Ursachen gibt. Denkbar ist eine Konstellation aus (einer) provisorischen Baustelle(n) in der Nähe, ungewöhnlich konstanten Winden und Einträgen aus Aktivitäten direkt neben der Station.

Abbildung 28: Staubbiederschlag von 1991 bis 2019, 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, welche im Stadtzentrum seine deutlichste Spitze erreichte. Der Wert für Blei war fünf- bis sechsmal höher als in den drei vorangegangenen Jahren. 2018 und 2019 gingen alle Werte wieder stark zurück, auf das ungefähre Niveau von vor 2017. Der 2019 verzeichnete Wert in Industrienähe war der tiefste seit Messbeginn 1991. Der Wert 2017 für Sitten stammt hauptsächlich von einer sehr starken Spitze im Januar her. Es handelt sich um ein zeitlich isoliertes Ereignis mit Auswirkungen, die auf die städtische Umgebung beschränkt sind. 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 dann das vom Bundesrat erlassene, seit 2000 gültige 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. In der ländlichen Region in der Ebene und im Stadtzentrum wurden 2019 hingegen die tiefsten Werte seit Messbeginn 1991 verzeichnet, während die Werte in den Regionen in

der Höhe und in Industrienähe nahe bei den Ergebnissen von 2018 lagen, welche die Minusrekordwerte waren. Ende 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 sich die Zinkwerte 2014 und 2015 im Mittel um 100  $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ , bis 2018 um das Dreifache zugenommen. Der letztjährige Bericht 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, schwebten dann in der Luft, 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.

Abbildung 29: Blei im Staubsiederschlag von 1991 bis 2019, regionale Mittelwerte

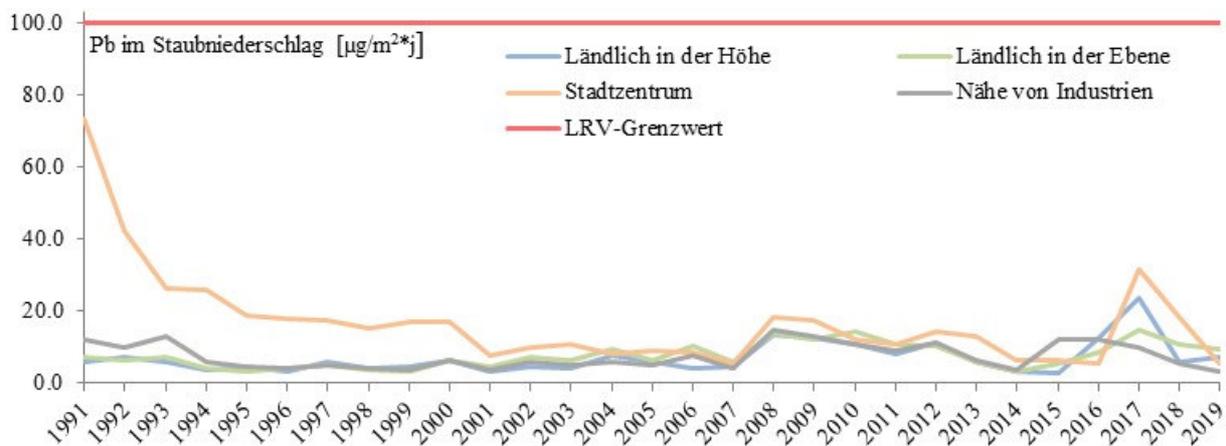


Abbildung 30: Cadmium im Staubsiederschlag von 1991 bis 2019, regionale Mittelwerte

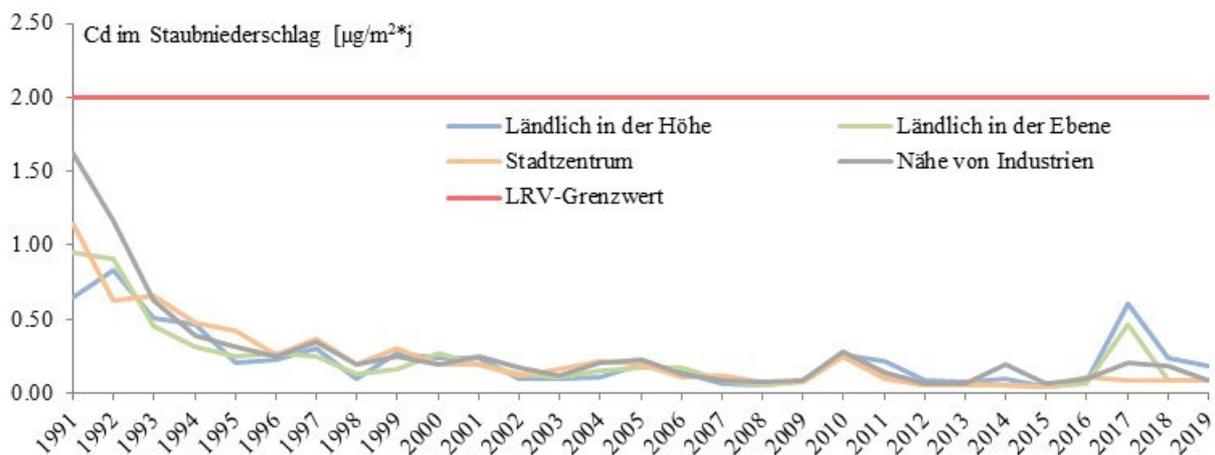
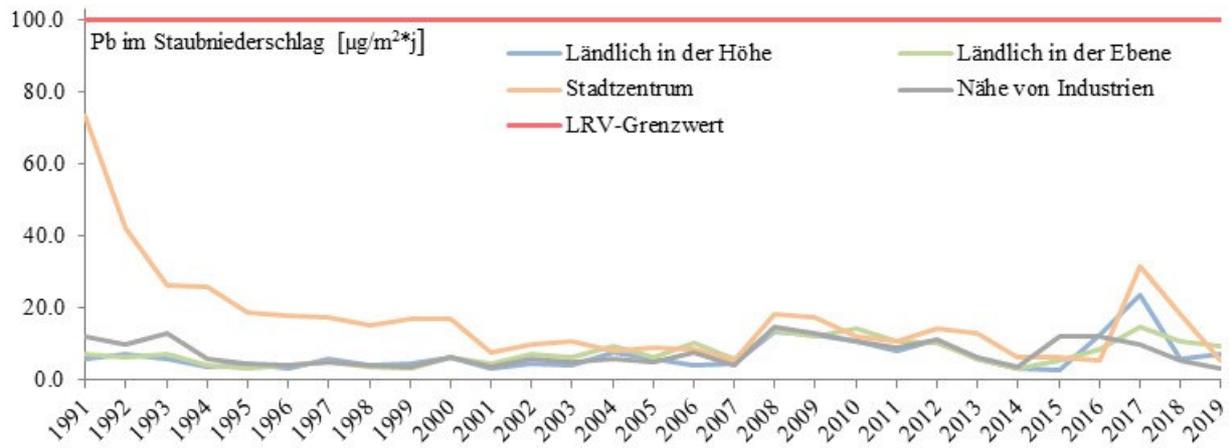


Abbildung 31: Zink im Staubbiederschlag von 1991 bis 2019, regionale Mittelwerte





## Flüchtige organische Verbindungen – VOC

### Portrait...

➔ 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 ( $\text{CH}_2\text{FCF}_3$ ).

➔ Diese Moleküle stammen vor allem aus Treibstoffen und fossilen Brennstoffen, Lösungsmitteln, Farben, Fleckentfernern, Klebstoffen oder Kosmetika, aber auch aus natürlichen Quellen, wie Wäldern und Wiesen. Im Wallis gehen ca. 83% der NMVOC-Emissionen, die für 2018 insgesamt 12'614 Tonnen betragen, auf natürliche Quellen zurück (Abb. 33), gegenüber 12601 t 2017. VOC aus natürlichen Quellen sind nicht schädlich, im Gegensatz zu den vom Menschen hergestellten, von denen manche gesundheitsschädlich sind. Doch für alle VOC gilt, dass sie grossen Anteil an der Ozonbildung 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 Motortreibstoffen 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 die Walliser Chemieindustrie. Einer dieser Betriebe deklarierte einen jährlichen Ausstoss von 1.6 bis 3 t Benzol, was fast 0.3 % der gesamten VOC-Emissionen der Schweiz entspricht (Bezugsjahr 2010).

➔ Zur Messung dieser Stoffe bedarf es hochentwickelter Analyseinstrumente. Die Trennung erfolgt in der gasförmigen Phase mittels einem Säulenchromatographen und die Quantifizierung mittels Photoionisationsdetektoren (PID).

Abbildung 32: Bei Umschlag und Lagerung von Treibstoffen gelangen jährlich 35 bis 63 t Benzol in die Luft [11]



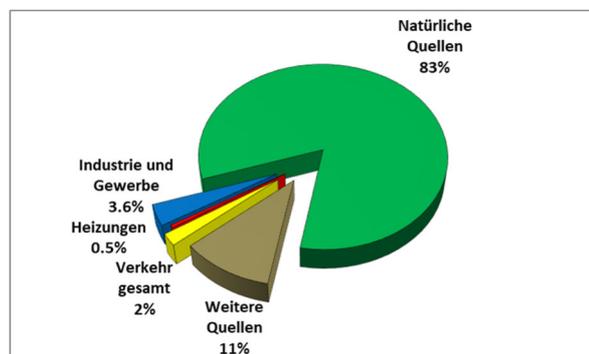
Stadtzentrum



Nähe von Industrien



Abb. 33: NMVOC-Emissionen (VOC ohne Methan) im Wallis 2018



#### 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 für 2019

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 ihr schädigende Wirkung ist, soweit zu begrenzen, wie das technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (LRV Anhang 1 Ziff. 8). Die Europäische Union hat als jährlichen Richt-Grenzwert 5 µg/m<sup>3</sup> festgesetzt (Richtlinie 2000/69/EG). 3 bis 5 % der Benzol-Emissionen sind allerdings natürlichen Ursprungs [11]. Das Referenzniveau der WHO (RL, Reference Level, s. Kapitel über PAK auf S. 42 für Definition) liegt bei 1.7 [mg/m<sup>3</sup>] im Jahresmittel.

Tabelle 13: Benzol und Toluol – Ergebnisse 2019

Regionen	Stationen	Benzol Jahresmittel [µg/m <sup>3</sup> ]	Benzol Max. Tageswert [µg/m <sup>3</sup> ]	Toluol Jahresmittel [µg/m <sup>3</sup> ]	Toluol Max. Tageswert [µg/m <sup>3</sup> ]
Stadtzentrum	Sitten	0.4	2.0	2.0	16.2
Nähe von Industrien	Massongex	0.5	1.6	2.5	12.2
	Brigerbad	0.6	3.6	3.2	20.2

Abbildung 34: Benzol – Jahresmittelwerte

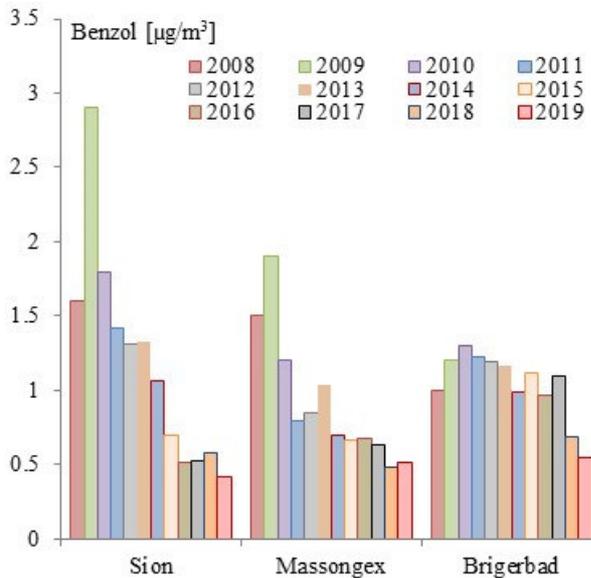
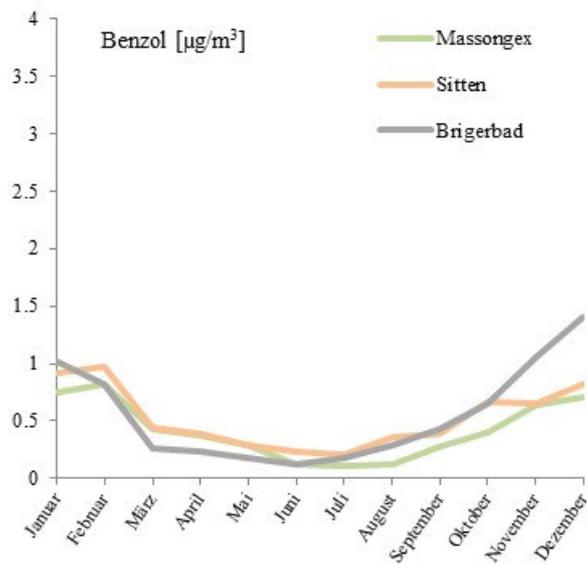


Abbildung 35: Benzol – Monatsmittelwerte 2019

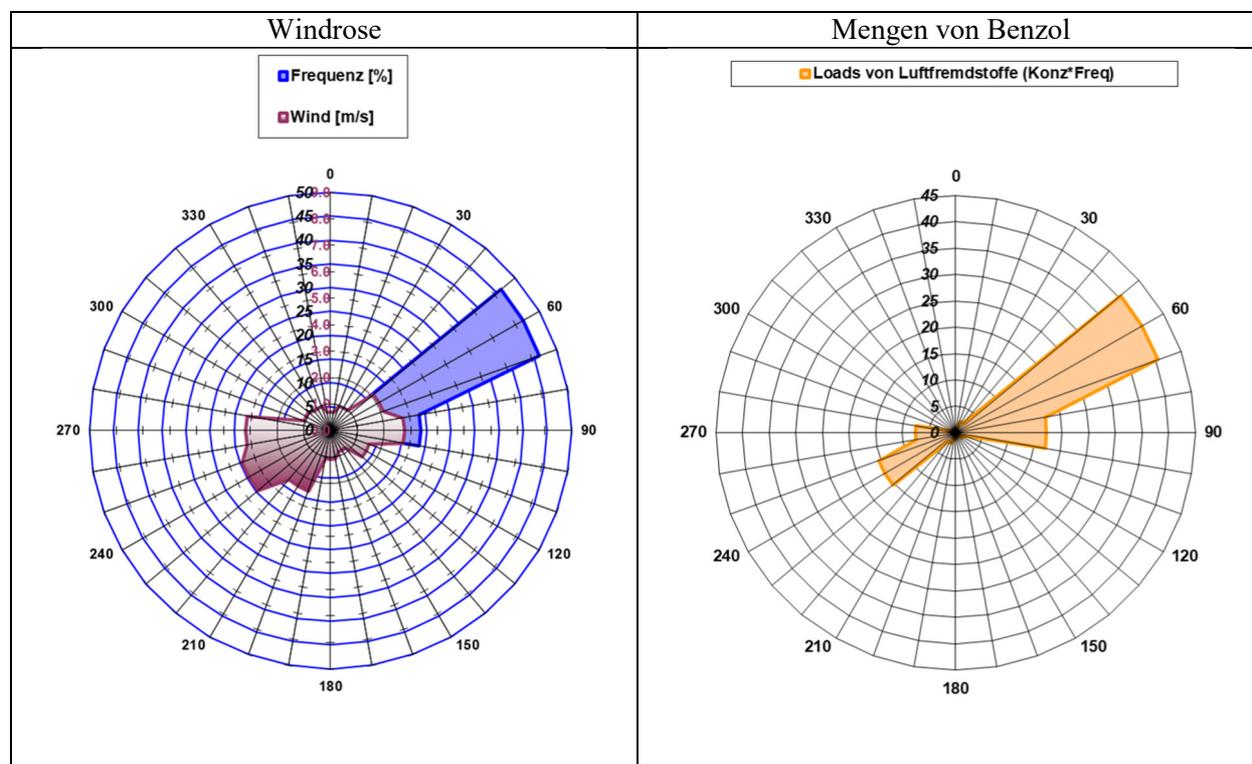


Die an den Standorten von Sitten, Massongex und Brigerbad gemessenen Benzolwerte, die in Tabelle 13 wiedergegeben werden, liegen weit unter dem Grenzwert der Europäischen Union. Sie liegen auch klar unter dem RL der WHO. Das Risiko, im Wallis aufgrund des Benzols in der Luft an Krebs zu erkranken, liegt 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 11 Jahren gezeigt. Seit Messbeginn 2008 im Stadtzentrum weisen die Jahreswerte für Benzol eine rückläufige Tendenz auf. Sehr deutlich sichtbar ist diese in Sitten, ziemlich deutlich in Massongex. In Brigerbad hingegen war sie nicht eindeutig, bis 2017. In den letzten drei Jahren ist ein deutlicher Rückgang zu beobachten. Der Wert von 0.55 µg/m<sup>3</sup> für 2019 ist der tiefste, der in Brigerbad seit Messbeginn registriert wurde. Dasselbe gilt für

Sitten. Die Qualität der Luft in der Nähe zu Industrien ist hinsichtlich Benzolfrachten ein grosses Stück besser geworden. 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 gemessen (Abb. 35).

2019 überschritt keiner der Tageswerte für Benzol den europäischen Grenzwert von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Tab. 13). So waren die Konzentrationen über 24 Stunden nie kritisch. In den vergangenen Berichten wurden die Benzol-Frachten an der Station Brigerbad behandelt. In diesem Bericht werden die Frachten dieses Schadstoffs an den Stationen in Industrienähe gezeigt. Diese Darstellungen geben einen direkteren Hinweis auf die Schadstoffmengen, die am Messort niedergehen, als die Frachten, mit denen nach Bereich die Wirksamkeit angegeben wird, mit der eine gegebene Schadstoffdosis, unter Berücksichtigung der Transportgeschwindigkeit geliefert wird. Die Verschmutzungseinträge (Abb. 36 und 37) stützen sich ausschliesslich auf die Windrosen und der im Jahresmittel an der Station gemessenen Konzentrationen. Mit 19 Tageswerten über dem Referenzniveau der WHO (RL  $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), gegenüber 2 Tagen in Sitten und keinem einzigen in Massongex, blieb die Station im Oberwallis auch 2019 diejenige, die kritischen Benzol-Frachten am stärksten ausgesetzt war. Die Windrose zeigt, dass der Wind, über das Jahr gesehen, viel öfter aus Osten weht. Die Jahresmittel der Windgeschwindigkeiten sind im Abschnitt Ost und West sind mit 2.8 bzw. 3.5 [m/s] ähnlich hoch. Darum werden die Einträge der Benzol-Quellen im Osten der Station, wie dem Öl-Tanklager oder der KVA in einer Entfernung von 1.5 bis 2.5 km zur Messstation, auch öfter zu ihr herangetragen. Einträge aus dem Westen, wo sich in ca. 2 km Entfernung die chemische Industrie von Visp befindet, sind viel seltener. Der Messort Brigerbad ermittelt vor allem die Belastung durch Benzol und anderer Schadstoffe, aus dem Wind aus östlicher Richtung, wird aber oft abgeschirmt von den Emissionen, die in der Region Visp auftauchen und vom Wind sogleich verweht werden. Die Messergebnisse von Brigerbad geben grösstenteils die Verschmutzung einer ländlichen Umgebung wieder.

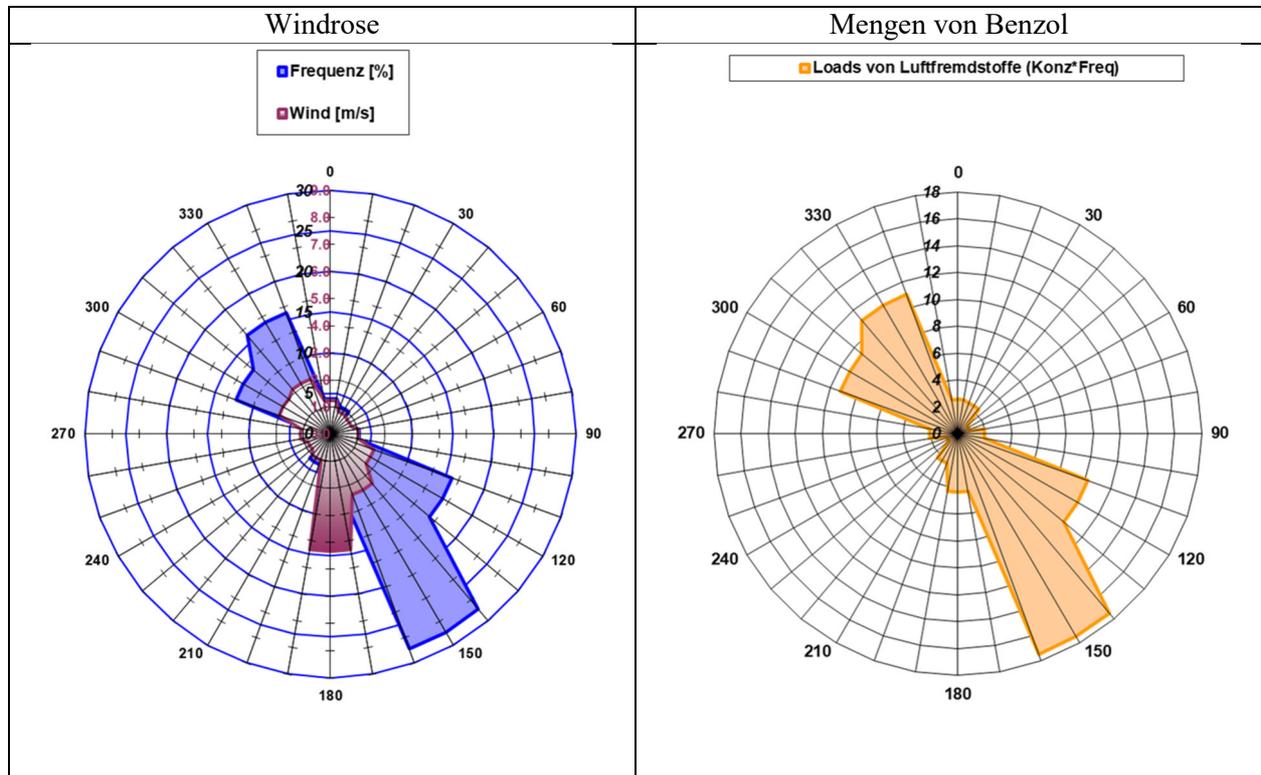
Abbildung 36: Benzol-Immissionen an der Station Brigerbad 2019



Die andere Messstation in Industrienähe erhält fast keinen Wind aus der Richtung Industriestandort, den sie eigentlich bemessen soll. Die Windrose (Abb. 37) zeigt klar, dass der Wind häufiger aus Süden weht, als aus dem Norden, wo sich die chemische Grossindustrie befindet. Die Windgeschwindigkeiten im Jahresmittel für beide Abschnitte betragen 4.3 [m/s] für aus dem Süden und 2.2 [m/s] für aus dem

Norden. Der Wind in Richtung Westen (Genfersee) ist heftiger. Die Luftverschmutzung ist daher ländlich, weil es südlich der Station nur wenig Industrie gibt. Genau wie in Brigerbad, aber in geringerem Ausmass angesichts der besser ausgewogenen Winde aus den beiden Hauptrichtungen, ist es hauptsächlich die Verschmutzung des Bereichs ausserhalb der Grossindustrie, die bei Masssongex gemessen wird. Die Kurven der Benzol-Belastung zeigen dies deutlich (Abb. 36 und 37).

Abbildung 37: Benzol-Immissionen an der Station Massongex 2019



Um die Verschmutzung in der Region Visp besser evaluieren und vor allem die besorgniserregenden Benzol-Belastungen an der Messstation Brigerbad berücksichtigen zu können, wurden 2019 zwei Massnahmen ergriffen. Als erstes wurde im Januar eine mobile Messstation westlich der chemischen Grossindustrie eingerichtet. Diese bemisst spezifisch die BTEX-Belastung und steht die meiste Zeit unter Ostwindeinfluss. In Anhang 6 werden die Windrose und die ersten Ergebnisse für Benzol und Toluol gezeigt. Als zweites wurde im Sommer an der Station Brigerbad ein neues VOC-Messgerät eingerichtet, welches das alte, nicht mehr funktionstüchtige Gerät ersetzte, und welches neu LRV-konform auch chlorierte und krebserzeugende organische Verbindungen aufspüren kann. Seit seiner Inbetriebnahme im Herbst 2019 misst es nicht nur die BTEX, sondern auch das Tri- und das Perchlorethylen, das Chlorbenzo und Dichlorbenzol, sowie 5 weitere krebserzeugende Stoffe der Klasse 3 gemäss Liste in Anhang 1 Ziff. 8 LRV. Anhang 6 zeigt ein überraschendes krebserzeugendes VOC-Verschmutzungsereignis im Dezember auf, das dank des neuen Analysesystems erfasst werden konnte.

Für **Toluol**-Immissionen wurde kein Grenzwert festgelegt. Die Ergebnisse für 2019 gibt Tab. 13 wieder. Der höchste maximale Tageswert war am industrienahen Standort Brigerbad zu verzeichnen. Die 2019 gemessenen Werte sind bei den drei Stationen die tiefsten seit 2008. Wie beim Benzol wurden auch bei diesem VOC eine deutliche Verbesserung gegenüber dem Vorjahr festgestellt. Der Höchstwert wurde in Sitten und Brigerbad verzeichnet (Abb. 38). Wie bei anderen Schadstoffen, die keinen von der Sonneinstrahlung beförderten photochemischen Prozess durchlaufen, sind die Toluol-Frachten im Winter am höchsten, mit Ausnahme des Monats Mai in Brigerbad (Abb. 39). Vom 9. bis 11. Mai lagen die Tagesmittel über  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Im selben Zeitraum wurden an den anderen Messstationen keine aussergewöhnlich hohen Werte verzeichnet. Daher muss diesem Messwert eine bestimmte, lokal aktive Quelle zu Grunde liegen.

Abb. 38: Toluol – Jahresmittelwerte

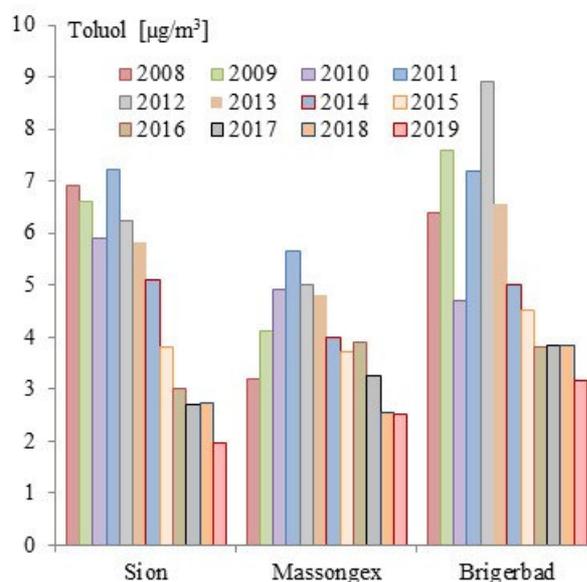
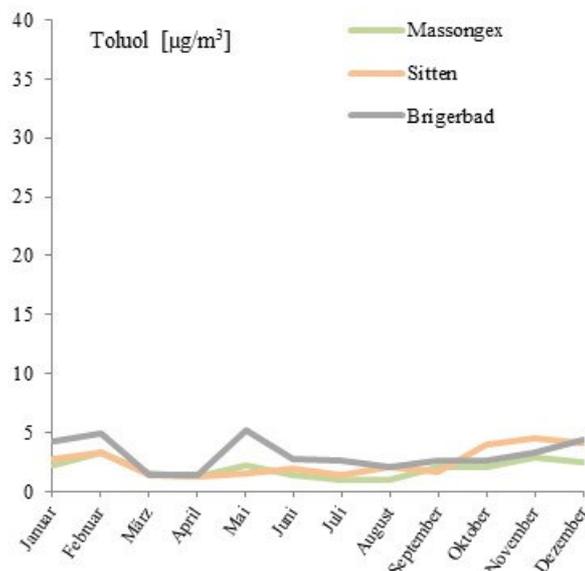


Abb. 39: Toluol – Monatsmittelwerte 2019



Eine Studie von 2015 [12] an 17 Orten in der Deutschschweiz und im Jura zeigt, dass die Verhältniszahl zwischen Toluol Benzol im Jahresmittel für gewöhnlich 3 bis 5 beträgt, ausser in Gebieten in Industrienähe, wo Werte bis zu etwa 30 erreicht wurden. Im Wallis lag diese Verhältniszahl 2019 in Stadtzentren bei 5.1 (Sitten) und in Regionen in der Nähe von Industrien bei 6.0 in Massongex und bei 9.4 in Brigerbad. Diese Jahreswerte schwankten seit 2017 zwischen 5.1 und 13.8 in Sitten, zwischen 6.0 und 8.9 in Massongex und 4.4 und 9.4 in Brigerbad. Sie entsprechen nicht den Schlüssen der nationalen Studie in Sitten, welche höhere Werte erreicht, sind aber teilweise in Einklang mit den Ergebnissen in Industrienähe. Letztere dürften aber gemischt sein, angesichts des bedeutenden Beitrags des Typs «ländlich». Die von beiden hier verglichenen Studien verwendete Analysemethode besteht darin, die jährliche mittlere Verhältniszahl anhand der einzelnen, in 13- bis 15tägigen Abständen gemessenen Verhältniszahlen zu ermitteln. 2019 wiesen die Tageswerte an den Stationen Sitten und Massongex auf eine ähnliche Schwankung hin, in Sitten zwischen 0 und 30, in Massongex zwischen 0.9 und 44. Deutlicher fällt sie in Brigerbad aus, zwischen 0.3 und 83. Die grössten bekannten Quellen für Benzol sind der Strassenverkehr, die unvollständige Holzverbrennung und bestimmte Vorgänge in der Industrie, die Quellen für Toluol verteilen sich auf Industrie und Gewerbe, den Strassenverkehr und die Haushalte. Die höchsten Werte erreicht die Verhältniszahl in der warmen Jahreszeit. 2019 lagen die halbmonatlichen Mittel in Brigerbad von April bis Juli weit darüber, zwischen 15 und 30, während sich die Höchstwerte an zwei anderen Stationen von Mai bis September zwischen 5 und ca. 10 bewegten. Dieser Umstand lässt sich damit erklären, dass die stabilere Atmosphäre im Winter einen höheren Benzol-Anteil enthält (Lebensdauer ca. 6 bis 10 Tage, vor Zerfall in das Radikal Hydroxyl zu einer Konzentration von  $2 \times 10^6 \text{ Mol} \cdot \text{cm}^3$ ), weil es weniger reaktiv ist als das Toluol (Lebensdauer ca. 1 bis 2 Tage, Zerfall in OH, das Radikal Hydroxyl in der besagten Konzentration). Auch ist die Verdampfung von Benzin und Lösungsmitteln im Sommer grösser, wo der Toluol-Anteil den Benzol-Anteil übersteigt. 2019 wurde die Studie von 2015 [12] noch einmal durchgeführt. Dieses Mal beteiligte sich das Wallis mit 4 Messorten in der Nähe von Industrien. 2020 wird ein Bericht darüber geschrieben, der an dieser Stelle erörtert werden wird. Anhang 6 zeigt in Tabellenform die gemessenen Ergebnisse im Jahresmittel für die wichtigsten VOC mit Konzentrationen über  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In Verbindung mit  $\text{NO}_x$  sind VOC Vorläufer von Ozon. Ihre Fähigkeit zur Ozonbildung beizutragen ist von VOC-Art zu VOC-Art verschieden. VOC mit sehr grosser Reaktivität, wie die natürlichen VOC Isopren und -Pinienharz, sind

verantwortlich für Ozonspitzen von kurzer Dauer und in der Nähe der Quellen. Die Tagesprofile für Ozon-Konzentrationen im Sommer an sonnigen Tagen sind auf diesen Mechanismus zurückzuführen. Am Vormittag steigen sie stark an, erreichen den Höchststand am Nachmittag zwischen 15 und 19 Uhr, bevor sie mit Rückkehr der Nacht wieder abfallen. Anhang 6 bildet dies im Rahmen der Hitzewelle im Juni 2019 ab. Das grosse Übergewicht der natürlichen Quellen im Wallis (Abb. 33) begünstigt diese Prozesse. VOC mit schwächerer Reaktivität, wie das Benzol, das Aceton und das Methan tragen hingegen zur grossflächigen Erhöhung des Anteils an Hintergrund-Ozon bei. So gesehen, ist eine Reduktion aller VOC einer Verringerung der Ozon-Frachten zuträglich, wenn auch auf unterschiedlichen Zeitachsen. Die Umsetzung der Verordnung über die VOC-Lenkungsabgabe (VOCV), mit den Emissionskontrollen zur Überwachung der LRV-Begrenzungen, ist eine wichtige Massnahme, die der Reduktion der atmosphärischen anthropogenen VOC-Belastung dient. Aber auch flankierende Massnahmen, wie Eco-Drive-Fahrkurse oder Informations- und Aufklärungskampagnen, können einen bescheideneren Beitrag zur Senkung der VOC-Emissionen leisten.

## Literatur

- [1] OFEV, 2019: La qualité de l'air en 2018. Résultats du Réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL). Office fédéral de l'environnement, Berne. État de l'environnement no 1916 : 28 p.
- [2] 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.
- [3] European Environment Agency (EEA), EEA Report | No 13/2017: Air quality in Europe – 2017 Report. ISSN 1977-8449.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Commission fédérale de l'hygiène de l'air (CFHA), 2013: Les poussières fines en Suisse 2013. Berne 66 p.
- [7] 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.
- [8] Empa, Abteilung Luftfremdstoffe/Umwelttechnik, 8600 Dübendorf, Oktober 2019: Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe im PM10 an ausgewählten Stationen des NABEL sowie der Kantone, Messbericht 2018. A. Fischer und C. Hüglin.
- [9] Commission Romande de Physique (CRP), organe de la Société suisse des professeurs de mathématiques et de physique (SSPMP), www.crp.sspmp.ch, Formations 2015 : La physique des phénomènes atmosphériques. Présentation d' Emmanuel Mahieu, Université de Liège.
- [10] Forschungsstelle für Umweltbeobachtung (FUB), Rapperswil, März 2016, 105 S.: Atmosphärische Stickstoff-Deposition in der Schweiz 2000 bis 2014. E. Seitler, L. Thöni, M. Meier.
- [11] 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.
- [12] Carbotech AG, 4002 Basel, Dezember 2015 (129.34): VOC-Immissionsmessungen in der Schweiz 1991 – 2014. A. Schneider, Y. Eggenberger.



# Anhang





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





<b>MASSNAHMENBEREICH</b>	<b>Sensibilisierung und Information</b>
<b>GEGENSTAND</b>	<b>Sensibilisierung und allgemeine Information</b>

<b>MASSNAHME NR.</b>	5.1.1
<b>ERSTELLT AM</b>	27.11.06
<b>AKTUALISIERT AM</b>	
<b>VERSION</b>	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 2019**

2019 wurde aus 3 Anlässen mit Medienmitteilungen über die Luftreinhaltung berichtet:

- Donnerstag, 27 Juni, Meldung erhöhte Ozon-Belastung (Smog O<sub>3</sub>);
- Mittwoch, 3. Juli, Mitteilung Ende der erhöhten Ozon-Belastung
- Mittwoch, 14. August, Publikation des LRV-Berichts 2018.

Die beiden grössten Walliser Tageszeitungen, Le Nouvelliste (NF) und der Walliser Bote (WB) berichteten in ihren Ausgaben vom Freitag, 28. Juni und 16. August 2019 über den Smog (O<sub>3</sub>) und den Jahresbericht. Online-Medien, wie le matin.ch, swissinfo.ch und rhonefm.ch berichteten noch am Tag der Veröffentlichung des Jahresberichts 2018 darüber.

NF und WB publizieren in ihrer Wetter-Rubrik auf der letzten Seite 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 LRV-Grenzwerten.

Themen zur Luftqualität in der französischsprachigen Walliser Presse waren: die Frostbekämpfung in den Obstkulturen in Zusammenhang mit den drei kürzeren Frostperioden im April und Mai 2019, als es einmal mehr zum Einsatz von Frostschutzkerzen kam; das grossflächige und mit einem Rahmenkredit des Kantons über CHF 35 Mio. subventionierte Beregnungssystem, um Frostschäden in der Ebene nach den grossen Ernteeinbussen von 2017 zu vermeiden; das illegale Verbrennen von Abfällen in Cheminés, das vom Kaminfegerverband anlässlich von Kaminreinigungen im Russ nachgewiesen wurde, was ausserdem die Brandgefahr erhöht; die Fernwärme, und zwar die Anlage in Sitten mit Wärme der UTO (KVA) und mit Hilfe einer mit Erdgas betriebenen Versorgungszentrale in der Nähe des Kantonsspitals - die Anlage in Crans-Montana die mit Holz betrieben werden wird, derzeit aber infolge Einstellung des Bauverfahrens aus Eis liegt - ein Projekt in Siders, das die Industrieabwärme (Novelis/Constellium) verwerten will; einige Industrie-Themen, wie der Baubeginn an einer zentralen Abgasreinigungsanlage bei Novelis für CHF 7 Mio.; die Realisierung einer doppelten Versorgungsleitung des Wärmenetzes der SATOM zur Sicherung der Wärmeversorgung; die Eröffnung im April 2019 des Geflügel-Elterntierparks der Micarna bei Siders, obwohl schon sein Jahresbeginn in Betrieb; die Baustelle der A9 im Oberwallis, mit Schwerpunkt auf den Schwierigkeiten im Tunnelbau im Vispental (Inbetriebnahme für den Abschnitt Nord: 2022, für den Abschnitt Süd 2024) und im Riedberg und voraussichtliche Inbetriebnahme des Gedeckten Einschnitts Raron bis 2025; News aus dem Ausland, die von unseren Medien aufgegriffen wurden, darunter der Aktivismus der Diesel-Lobby in Deutschland gegen Fahrverbote für Dieselfahrzeuge in Innenstädten und die Feststellung, dass der Verkauf von Dieselfahrzeugen in der Schweiz seit 2015 von 48% auf 32 % gefallen ist. Eher in den Bereich des Anekdotischen gehörte eine Meldung über den vermeintlichen Rauch eines Grossbrands in Anniviers, der sich als starke Staubeentwicklung einer Baustelle herausstellte. Betreffend Klimawandel wurde in Artikeln berichtet, dass sich die Sterblichkeit in der Schweiz in den tropischen Hitzewellen von Juli-August 2015 und August 2018 um 5.4 bzw. 3.4 % erhöhte; eine Studie des UVEK in Partnerschaft mit Swiss Economic bezifferte die jährlichen Kosten des Klimawandels für die Schweiz auf 1 Milliarde

Franken. Gemäss letzten Nachrichten (Februar 2020) wird der Rückbau der Raffinerie in Collombey in der zweiten Jahreshälfte 2020 beginnen und 5 Jahre dauern.

---

### Indikatoren 2018

Anzahl erstellter Unterlagen und herausgegebener Mitteilungen:	3
Feedback (Reaktionen aus der Bevölkerung):	gering
Echo in den Medien:	gut

---

### Planung 2020

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 bekannten Kommentaren in der Bevölkerung in den drei darauffolgenden Tagen, mit Ausnahme eines Leserbriefs am 17. August im WB betreffende Umweltschutz, der sich aber vor allem mit der Klimaveränderung befasste.

Die Medienaufmerksamkeit war 2019 ziemlich variabel. Am 30. April brachte die Zeitung Le Temps einen Artikel «La Suisse camoufle son air pollué», in dem sie die Frage stellte, ob nicht besser das Bundesamt für Gesundheit für die Luftreinhaltung für zuständig erklärt würde, anstatt des Bundesamtes für Umwelt, da dadurch mehr Bewegung in die Sache käme. Andere Artikel befassten sich mit den besonders hohen Luftverschmutzungswerten in der Arve-Ebene (23. April) und dem Vorhandensein von Russpartikeln in der Plazenta von Frauen, die in der Nähe grosser Hauptstrassen wohnen (18. September). Die Nachrichtensendung auf RTS 1 brachte am 18. Februar eine bemerkenswerte Reportage über die Emissionskontrollen an Holzheizungen, welche die Gruppe Luftreinhaltung der DUW vornahm. Auf nationaler Ebene werden Jugendliche, aber auch Erwachsene, durch die Internet-Lernplattform «Luftlabor» für Fragen der Luftreinhaltung sensibilisiert. Diese gibt es schon seit Nov. 2015 auf Deutsch, auf Französisch ist sie seit 2017 verfügbar («[www.explor-air.ch](http://www.explor-air.ch)). Siehe: «[www.luftlabor.ch](http://www.luftlabor.ch)»

---

<b>MASSNAHMENBEREICH</b>	<b>Sensibilisierung und Information</b>
<b>GEGENSTAND</b>	<b>Anlegen von Themenpfaden und sonstigen 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 2019**

Seit 2018 finden die Umweltateliers der DUW, die auch die Luftreinhaltung zum Thema haben, an den Walliser Schulen unter Leitung der FDDM (Stiftung für die nachhaltige Entwicklung der Bergregionen) statt. Von 2013 bis 2017 konnten im ganzen Wallis zwischen 3000 und 4000 Schüler für die Luftreinhaltung und die Umwelt sensibilisiert werden. Dennoch wurden in Absprache mit der Dienststelle auch Unterrichtseinheiten zum Thema Altlasten entwickelt, da sich in den Ateliers ein besonderes Interesse für dieses Thema gezeigt hatte. Eine Grossbaustelle zur Veranschaulichung dieses Themas wird die Sanierung der Sonderdeponie Gamsenried sein.

Nach ihrer dritten und letzten Saison im Winter 2018-19 ging die Sensibilisierungskampagne der Bevölkerung für Feinstaub aus Holzheizungen zu Ende. Als Massnahme in Zuständigkeit der kantonalen Kommission für Lufthygiene wird auf diese im Massnahmenblatt 5.1.4 weiter eingegangen.

---

**Indikatoren 2019**

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

---

**Planung 2020**

Die FDDM setzt ihre Zusammenarbeit mit der DUW fort, um weitere Informationsveranstaltungen zu Umweltthemen zu organisieren.

---

**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 2019**

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

---

**Indikatoren 2019**

Reaktionen der Gemeinden: keine

---

**Planung 2020**

---

**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 vorgehen. 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).

2019 fanden keine Gemeindefusionen statt. 2020 kamen keine Gemeindefusionen per 1. Januar zustande. Die Zahl der Gemeinden ist seit 2017 gleichgeblieben, 63 je Sprachregion. Ziemlich viele Fusionen sind allerdings für die nächste Zeit geplant. Die Fusionen von Veyras, Miège und Venthône (zu Noble-Contrée), von Martigny und Charrat (zu Martigny-Charrat) und von Bagnes und Vollèges (zu Bagnes) wurden an der Urne bereits beschlossen und ihr Inkrafttreten wurde in der Presse für Anfang 2021 angekündigt. Die Presse berichtete auch über weitere Fusionsprojekte zwischen St-Gingolph und Port-Valais, zwischen Siders, Grône, Chippis und Chalais (Zusammenschluss von rund 24'700 Einwohnern), zwischen Chamoson, Leytron, Saillon, Riddes und Iséables (mit insgesamt rund 13'000 Ew.) - obwohl sich die Einwohner von Iséables in einer Umfrage vor kurzem gegen eine Fusion

ausgesprochen haben - dann insbesondere 2019 die Fusionen von St-Maurice und Collonges (Fusion von den Gemeindeverwaltungen ratifiziert, unterliegt aber der Volksabstimmung), zwischen Collombey und Monthey, und von Vernayaz entweder mit St-Maurice oder mit Martigny (die Bevölkerung neigt zu letzterer Variante). Auch eine Fusion aller Gemeinden des Val d'Hérens ist geplant und wird von der Exekutive von St-Martin unterstützt. Manchmal werden auch andere Formen der Zusammenschlüsse, Verbände oder Gruppierungen bevorzugt, je nach den möglichen Vorteilen, und unter Wahrung einer möglichst grossen Autonomie der beteiligten Parteien. Aber nur Fusionen führen zu einer grundlegenden Neudefinition der geographischen und politischen Bedeutung einer Gemeindeverwaltung.

---

<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 2019**

Vom kantonalen Plan für die Luftreinhaltung eingeführte Massnahme. Die Kantonale Kommission für die Reinhaltung der Luft (KKRL) hielt 1 Sitzung ab (am 13. Feb.) und verfasste wenig später ihr Sitzungsprotokoll. Darin wurde eine Zwischenbilanz gezogen zur Sensibilisierungsaktion für das richtige, staubemissionsarme Anfeuern von Holzheizungen durch die Verteilung von Anzündhilfen K-Lumet und den Hinweis auf die richtige Praxis. Laut der Kaminfegerbranche wurde die Kampagne von den Hauseigentümern sehr positiv aufgenommen, und der Kaminfegerberuf wurde durch seine Beratungsfunktion aufgewertet. Dennoch wollte man die Aktion nach ihrer dritten Wintersaison im April 2019 nicht verlängern, sondern wie ursprünglich vorgesehen, beenden. Besorgniserregend ist hingegen die schlechte Praxis des illegalen Verbrennens von Abfall in Holzheizanlagen, wie Kachelöfen und Cheminés. Seit Einführung der Sackgebühr im Wallis 2018 hat diese offensichtlich zugenommen. Die Kommission, und insbesondere der Walliser Kaminfegerverband (AVMR), wollen ihre Kampagnen neu ausrichten, im Sinne einer vorbeugenden Massnahme gegen diese strafbaren Handlungen. Dazu wird die Schaffung eines Flyers geplant, der über die richtige Verwendung der Holzheizungen informieren und vom illegalen Verbrennen von Abfällen abhalten soll. Eine Studie zur Machbarkeit, zu den Kosten und zur Durchführung der Kampagne wurde eingeleitet. Ausserdem wurden der Kommission die wichtigsten Änderungen der LRV von 2018 präsentiert.

Im Mai genehmigte die KKRL den Jahresbericht über die Luftreinhaltung in einer informellen Sitzung (ohne Protokoll), und ihre Kommentare dazu wurden zur Kenntnis genommen.

---

**Indikatoren 2019**

Tätigkeiten der Kommission: am Laufen

---

**Planung 2020**

Fortführung der Sitzungen und Arbeiten. Lancierung einer Informationskampagne gegen die illegale Praxis des Verbrennens von Abfall wird durch die Herausgabe eines Flyers beginnen.

---

**Auswirkungen, Folgen**

---

**Finanzen**

---

**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.

In einem Artikel im Februar 2019 berichtete Le Nouvelliste, dass seit Einführung der Sackgebühr die Menge der in den KVA (Kehrichtverbrennungsanlagen) verbrannten Haushaltsabfälle von 2018 gegenüber 2017 um 30 % zurückgegangen sei.

---

<b>MASSNAHMENBEREICH</b>	<b>Sektorenübergreifende Massnahmen</b>
<b>GEGENSTAND</b>	<b>Bekämpfung der Abfallverbrennung im Freien</b>

<b>MASSNAHME NR.</b>	5.2.1
<b>ERSTELLT AM</b>	20.06.07
<b>AKTUALISIERT AM</b>	
<b>VERSION</b>	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 2019

Diese Massnahme ist seit Sommer 2007 in Kraft. 2019 wurden von DUW 78 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. 95% der Gesuche stammten aus dem Unterwallis, dieser Anteil ist seit 2010 in etwa gleichbleibend. 21 Ausnahmegesuche wurden im vergangenen Jahr abgelehnt, das ist eine Quote von 27%. Seit 2010 lag diese Zahl deutlich unter 20%. Die 2019 beobachtete Zunahme lässt auf ein Missverständnis bezüglich dieser Massnahme schliessen, was sich an den vorgebrachten und nicht zulässigen Begründungen zeigt, hauptsächlich Unmöglichkeit der Zufahrt (80%), und ausserdem die Eutypiose (eine von einem Baumpilz ausgelöste Schwundkrankheit bei Reben) und bestimmten Raupen. Auch wenn manchmal für solche Probleme eine Ausnahme gemacht wird, zeigen die negativen Bescheide, dass man besser evaluieren muss, inwiefern die Massnahme bewirkt, dass Grünabfälle nicht in den dafür vorgesehenen Anlagen, den hauptsächlich den KVA, landen. Die Mehrheit der genehmigten Ausnahmen (77% 2019) wurden mit Unmöglichkeit der Zufahrt begründet, an zweiter Stelle stand die Bekämpfung des Kastanienrindenkrebses (9% der Ausnahmen).

19 Verstösse wurden angezeigt, 13 im Unter- und Mittelwallis, 6 im Oberwallis. Die Gesamtzahl hat seit 2015 nie mehr als 20 Meldungen betragen. 17 Verstösse wurden von Gemeindepolizeien erfasst (s. Blatt 5.1.3), die beiden anderen von der Kantonspolizei. In einem Fall wurde das Verbrennen von Abfall in flagranti festgestellt, in einem Cheminée, das an einen handwerklich betriebenen Ofen angeschlossen war. Die so gemeldeten Verstösse haben strafrechtliche Konsequenzen und werden gebüsst. Bis Ende 2019 wurden den Zuwiderhandelnden Bussen für CHF 5068.00 in Rechnung gestellt, 5 Fälle waren noch hängig.

---

### Indikatoren 2019

Wahrnehmung durch die Tourismuskreise:	ziemlich positiv
Anzahl Ausnahmegewilligungen:	57
Anzahl festgestellter Verstösse:	19

---

### Planung 2020

Fortführung der Massnahme.

---

### Auswirkungen, Folgen

Diese Massnahme trägt zur bedeutenden, seit 2006 im Wallis anhaltenden Abnahme der Feinstaubgehalte in der Umgebungsluft bei.

---

### Finanzen

---

### Vorschläge an den Staatsrat

### **Bemerkungen**

Über die Wahrnehmung in der Tourismusbranche wurden bei der Walliser Tourismuskammer (WTK) und bei Valais/Wallis Promotion (VWP) von 2014 bis 2017 eine Untersuchung durchgeführt. Die WTK begrüßte 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. 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 dieses aber von Fall zu Fall abzuwägen ist.

---

<b>MASSNAHMENBEREICH</b>	<b>Sektorenübergreifende Massnahmen</b>
<b>GEGENSTAND</b>	<b>Informations- und Interventionsmassnahmen bei Wintersmog</b>

<b>MASSNAHME NR.</b>	5.2.2
<b>ERSTELLT AM</b>	29.11.06
<b>AKTUALISIERT AM</b>	
<b>VERSION</b>	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 2019

Die Koordinationsperiode dauerte vom 1. Januar bis zum 17. März, und dann vom 4. November bis zum Jahresende. Die Informationsschwelle wurde nicht erreicht, obwohl im Februar (vom 5. bis 7. und vom 14. bis 28) sowie vom 3. bis 6. Dezember winterliche Hochdrucklagen herrschten, welche die Schadstoffakkumulation begünstigten.

---

### Indikatoren 2018

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 2020

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 /m<sup>3</sup>). Interessierte können sich mit der AirCheck-App und auf der Internetseite des Kantons 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 2019 kein Gebrauch gemacht werden, obwohl die meteorologischen Bedingungen dafür sprachen. Die seit Inkrafttreten des kantonalen LRV-Plans 2009 eingeführten Massnahmen zur Staubemissionsbegrenzung zeigen offensichtlich Wirkung. 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 2018

Die Koordinationsperiode dauerte vom 13. Mai bis zum 22. September. Die Informationsschwelle wurde am Mittwoch, dem 26. Juni, überschritten. Tags darauf, am 27. Juni, erfolgte eine Medienmitteilung, in welcher gesundheitliche Empfehlungen an die Bevölkerung abgegeben und auf die Aktion «LUFT REIN» zur Benutzung des ÖVs hingewiesen wurde. Diese Informationen wurden umgehend auch auf der Internetsite des Kantons veröffentlicht. Am 28. Juni publizierten Le Nouvelliste und der Walliser Bote den Gutschein für die Abo-Ermässigung und berichteten auch über die Medienmitteilung betreffen die erhöhte Ozon-Belastung als Folge der Hitzewelle vom 23. Juni bis 1. Juli. Ab dem 2. Juli wurden an den Messstationen in der Romandie<sup>3</sup> keine Ozonwerte mehr über der Informationsschwelle von 180 µg/m<sup>3</sup> gemessen. So wurde per Medienmitteilung vom 3. Juli das Ende des Sommersmogs vermeldet. Am Donnerstag, dem 4. Juli, berichtete der Walliser Bote in einem Artikel darüber. Ein Artikel im Le Nouvelliste folgte am Freitag, dem 5. Juli. In der Woche darauf lieferte der Verantwortliche für die ÖV-Förderaktion «LUFT REIN» der SBB die Abrechnung der verkauften Abonnemente. So wurden im Wallis 200 verbilligte Halbtax-Schnupperabos gekauft. Dass die Verkaufszahlen nicht höher liegen und auf einen verhaltenen Erfolg hinweisen, mag damit zusammenhängen, dass in der Woche vom 24. Juni der Beginn der Schulferien war.

---

### Indikatoren 2019

Anzahl Auslösungen der Informationsstufe (Schwelle: 1.5 × LRV-Grenzwert):	1
Anzahl der im Wallis eingetauschten Gutscheine (20 Fr. Rabatt auf einem Schnupper-Halbtax-Abonnement):	200

---

### Planung 2020

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 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 µg/m<sup>3</sup>). Interessierte können sich mit der AirCheck-App und auf der Internetseite des Kantons 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. Im Kanton Waadt wurden im Juni und Juli 2019 243 Abonnemente verkauft. Der Erfolg im Kanton Wallis nimmt sich dagegen bescheidener aus, was aber vor allem daran liegen mag, dass im Partnerkanton Waadt die Schulferien noch nicht begonnen hatten.

Hitzewellen, und die mit ihnen einhergehenden starken Sonneneinstrahlungen, werden auch weiterhin die örtliche Ozonbildung und Überschreitungen des LRV-Grenzwertes für diesen Schadstoff begünstigen. Angesichts der hierbei wirkenden Vorgänge in der Atmosphäre könnte nur eine drastische Reduktion der NO<sub>x</sub>-Vorläufergase in der Schweiz dazu führen, dass die gesetzlichen Begrenzungen eingehalten werden können. Für das Wallis wäre eine Verringerung um mindestens 90% gegenüber den heutigen Stickoxid-Werten erforderlich, um die von der LRV geforderte Luftqualität jederzeit gewährleisten zu können (s. Anh. 6 zum Thema Ozon und NO<sub>x</sub>). Dieses Ziel ist nur zu erreichen, wenn bei der überwiegenden Mehrheit der Heizanlagen und Verbrennungsmotoren der Übergang zu einem CO<sub>2</sub>- und Nox-freien Energieträger geschafft wird. Eine andere Möglichkeit wäre, diese Schadstoffe vor ihrer Freisetzung abzufangen, was aber zurzeit abgesehen von einigen Prototypen nicht denkbar ist. Ein Beispiel für einen solchen Prototyp wurde im Januar 2020 in der Presse genannt. Eine von der ETHL an den Standorten Sitten und Neuenburg entwickelte Technologie könnte die CO<sub>2</sub>-Emissionen von LKW in einem absorbierenden Material binden. Das so vorübergehend abgefangene Kohlendioxid könnte dann in einem Tank auf dem Fahrzeug verflüssigt und gelagert werden, um es dann zu gegebener Zeit an Aufnahmezentren an Tankstellen zu entleeren. An diesen Orten würde dann ein mit grüner Energie betriebenes chemisches Verfahren das CO<sub>2</sub> in Treibstoff zurückverwandeln, und so den Kreis schliessen. Angeschlossen an einen 3-Weg-Katalysator, der das CO und das CO<sub>2</sub> mit Sauerstoff verbinden und die NO<sub>x</sub> zu molekularem Stickstoff reduzieren würde, könnte ein solches System sowohl die Kohlendioxid- als auch die Stickoxid-Emissionen verhindern.

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 2019

Vom kantonalen LRV-Plan eingeführte Massnahme. 243 Anlagen wurden 2019 von der DUW kontrolliert, davon 25 anhand ihrer Materialbilanzen bzgl. VOCV und 218 durch Emissionsmessungen (wobei in 60 Fällen LRV-Verstösse festgestellt wurden); an 2 Industrieanlagen und im Krematorium in Sitten erfolgten die Messungen unangekündigt. Das Labor der Cimo SA führt Anlagenkontrollen durch Emissionsmessungen durch. Im vergangenen Jahr wurden 40 Kontrollen in der chemischen Industrie bei Monthey durchgeführt: an 4 Anlagen der BASF SA, an 18 der Huntsman Sàrl und an 18 der Syngenta SA. Zudem wurden 4 Anlagen bei der Siegfried Evionnaz SA und 1 bei der Lonza AG kontrolliert, womit die Cimo also insgesamt 45 Anlagen kontrollierte. Dabei wurden 10 LRV-Verstösse ausfindig gemacht. Ausserdem führte die Cimo auch 3 Selbstkontrollen an eigenen Anlagen durch, bei denen kein LRV-Verstoss festgestellt wurde. Die Kompetenzbescheinigung, die sie zu diesen Messungen ermächtigte, lief per Ende 2019 aus. 2020 wird eine neue Vereinbarung geschlossen, welche beinhalten werden muss, dass die Selbstkontrollen regelmässig von einem externen Dritten, mit den amtlichen Kontrollen Beauftragten, zu verifizieren sind. Diese werden unabhängig, unparteiisch und in Erfüllung der Anforderungen des neu eingeführten Art. 13a der LRV vom Juni 2018 erfolgen müssen.

Die Lonza AG reichte 2019 13 Berichte über Selbstkontrollen an 17 Anlagen ein, von denen 3 Verstösse gegen die LRV ergaben. Die Ergebnisse wurden rein informativ zur Kenntnis genommen, lieferten aber auch die Grundlage für Verwaltungsverfahren zu den erforderlichen Sanierungen. Ein weiterreichendes Abkommen ist für 2020 vorgesehen, das eher jenem mit der Cimo SA abgeschlossenen entspricht.

17 weitere Kontrollen wurden von spezialisierten Drittfirmen (Unternehmen der Luftunion; www.luftunion.ch) durchgeführt. In den Berichten zu diesen Kontrollen gemäss Art. 13 LRV wurden 2019 7 Verstösse gegen die LRV festgestellt. Eine KVA vermeldete zudem bei zwei kontinuierlichen Selbstkontrollen ermittelte Messergebnisse, die gemäss Art. 12, 13 und 15 LRV ausgeführt wurden. Diese waren LRV-konform.

Somit wurden 2019 insgesamt 62 amtliche Kontrollen von Dritten und 22 Selbstkontrollen durchgeführt, alles in allem 84 Anlagen, die hinsichtlich 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. Eine Bilanz gezogen wurde in einer Besprechung mit dem ASF/SVK über die 2019 an 54 Anlagen in 10 Unternehmen durchgeführten Kontrollen. Daraufhin wurde von der DUW eine neue Liste mit 6 Unternehmen erstellt und vom Verband überarbeitet, deren Anlagen Kühlmittel enthalten und zu prüfen sind. Diese Bilanz wird 2020 zu erörtern sein. Seit Juli 2019 ist die neue Fassung der Chemikalien- Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) in Kraft. Die Bestimmungen in Anhang 2.10 über die Kältemittel wurden geändert. Neue Vollzugshilfen wurden herausgegeben, die man bei künftigen Kontrollen berücksichtigen müssen wird.

Die AGVS kontrollierte 2019 im Rahmen der mit ihr bestehenden Branchenvereinbarung 139 Tankstellen, d.h. 767 Einfüllstutzen. Die Gruppe Luft der DUW hat an 10 Tankstellen 35 Einfüllstutzen einer Kontrolle unterzogen. An einer Zapfsäule waren 2 Stutzen nicht konform. Auf die ausdrückliche Aufforderung der Behörde hin schritt die Garage mit Hilfe des Berufsverbands rasch zur Instandsetzung.

Gestützt auf die mit der Branche geschlossene Vereinbarung, stellten der AINTS/VKTS gemeinsam mit dem Verantwortlichen der Gruppe Luft einer 2018 verlangten Sanierung einen Kontrollbesuch ab.

Auch die neue Anlage war nicht gesetzeskonform, und es wurde ein spezielles und umgehendes Sanierungsverfahren angeordnet. Dieses zeigte in weniger als 5 Monaten Wirkung.

Im Oktober 2018 haben die DUW und der Walliser Baumeisterverband eine Vereinbarung getroffen und unterzeichnet für die LRV-mässige Kontrolle von Baumaschinen. Bei den Kontrollen von Dieselmotoren auf Baustellen wurden 2018 von 60 inspizierten 6 nicht konforme festgestellt (10%), 2019 waren es von 6 von 56 (11%). In allen Fällen fehlte der Partikelfilter (PF).

Ausgehend von den in Walliser Kieswerken und Steinbrüchen deklarierten Dieselmotoren wurde im Oktober 2019 ein Verwaltungsverfahren eingeleitet, um die vor 2007 hergestellten Maschinen, für die gemäss den 2003 vom Bundesamt für Umwelt (vormals: BUWAL) eine Einbaupflicht für Partikelfilter besteht, entsprechend auszustatten.

Bis Ende 2019 wurden 1462 holzbefeuerte Anlagen mit bekannter Nennleistung in der kantonalen Datenbank erfasst, davon sind 50 bis 70% handbeschickt. Die Nennleistung all dieser Anlagen zusammengenommen beträgt 114 MW, 340 Anlagen verfügen über eine Wärmeleistung von über 70kW, diese ergeben eine Leistung von insgesamt 90.9 MW. Über 80% dieser Anlagen sind automatisch beschickt.

Der Feuerungsinspektor der Gruppe Luft der DUW führte 27 Verbrennungsmessungen an Heizanlagen durch, die einer periodischen Kontrolle durch den Kaminfeger oder einer qualifizierten Fachfirma unterliegen. Zudem wurde eine kleine Holzheizung mit unter 70 kW gemessen. Über eine systematische Kontrolle dieser Anlagen wird zurzeit mit der Kaminfegerbranche verhandelt.

---

### Indikatoren 2019

Anzahl der von der DUW durchgeführten jährlichen Kontrollen:	218
Anzahl der von Fachfirmen durchgeführten jährlichen Kontrollen:	84
Statistisch erfasste Holzheizungen und Holzfeuerungsanlagen:	1462

---

### Planung 2020

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 zwecks Aktualisierung am 28. November über den Dienstweg kommuniziert. 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, welche die Begrenzungen gut einhalten, vergrössern und bei solchen, welche kritisch sind, verkürzen. Die Gross-Emittenten im Sinne der Massnahme 5.3.2 würden von dieser Anordnung nicht betroffen.

---

### Bemerkungen

---

<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 2019**

Vom kantonalen Plan für die Luftreinhaltung eingeführte Massnahme. Gemäss den nachstehenden Indikatoren erklärt sich der Rückgang beim SO<sub>2</sub>-Ausstoss im Jahr 2013 vor allem durch eine Emissionsreduktion dieses Schadstoffs bei der Raffinerie als Folge eines zuverlässigeren Schwefelrückgewinnungssystems (in Betrieb seit Herbst 2012). Die NO<sub>x</sub>-Zunahme seit 2011 wurde ebenfalls massgeblich von den Raffinerie-Emissionen beeinflusst: von 291 t (2011) auf 559 t (2014). Seit der Schliessung der Raffinerie im April 2015 gingen die Indikatoren für die 3 Schadstoffe gegenüber den Werten 2014 deutlich zurück. 2016 und 2017 stiess die Raffinerie gar keine Schadstoffe mehr aus, und man sieht, dass sich die Schadstoffkonzentrationen in diesen beiden Jahren stabilisierte. Während die Emissionen der Raffinerie 2014 noch 56% (NO<sub>x</sub>), 72% (SO<sub>2</sub>) und 61% (PM10) der Gesamtemissionen ausmachten, entfielen sie seit 2016 ganz. 2018 waren erneut Rückgänge bei den Emissionen von Nox (-11%) und PM10 (-35%) gegenüber 2017 festzustellen. Man könnte sich vorstellen, dass das mit dem verringerten Abfallvolumen zu tun hat, das seit Einführung der Sackgebühr in jenem Jahr in den KVA verbrannt wird. Doch die Daten zeigen, dass sie hauptsächlich auf die grossen Chemiebetriebe zurückzuführen sind. Bei den KVA gab es sogar eine Emissionszunahme um 5 bis 10% bei den NO<sub>x</sub> 2018 gegenüber 2017, allerdings bei einem Rückgang des CO<sub>2</sub>-Ausstosses bis zu fast 15%.

Anthropogene flüchtige organische Verbindungen (VOC) sind ebenfalls gefährliche Schadstoffe, denn sie enthalten gesundheitsschädliche oder krebserregende Stoffe, wie z. B. das Benzol. Aus der Überwachung von deren Entwicklung bei den 11 grössten Emittenten ergibt sich (in Tonnen, t): 65 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). Der Rückgang der VOC-Emissionen der Raffinerie seit 2016 gegenüber 2014 (577 t weniger) entspricht 88% des gesamten VOC-Rückgangs (-658 t).

**Indikatoren 2019**

Entwicklung der Ausstossbilanzen der grossen Schadstoff-Emittenten (Emissionsmengen im Kanton in Tonnen/Jahr gemäss Emissionserklärungen der 7 grössten Chemieindustrien in Monthey (4), Evionnaz (1) und Visp (2), der 3 KVA und (bis 2015) der Raffinerie in Monthey)	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	PM10
2009:	848	334	64
2010:	744	287	40
2011:	688	303	44
2012:	822	365	58
2013:	873	143	43
2014:	996	165	41
2015:	489	69	21
2016:	383	25	14
2017:	404	23	17
2018:	360	18	11

### Planung 2019

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 und 12 auf lokaler Ebene, nämlich auf einem Gemeindegebiet, entsprachen. Die Raffinerie in Collombey taucht in dieser Rechnung nicht mehr auf. Die Indikatoren wurden für alle Emissionserklärungen der 11 von Anfang an gelisteten Unternehmen beibehalten. Nach Schliessung der Raffinerie im April 2015 verringerten sich durch den kompletten Wegfall dieser Emissionsquelle die Luftverschmutzungsfrachten in der Bilanz der Gross-Emittenten.

Die 10 Unternehmen der Kategorie Gross-Emittenten im Kanton sind alle in der Liste der 11 wichtigsten Gross-Emittenten enthalten, ausser zwei Unternehmen der Metallindustrie, deren 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 auf der Liste der 11 wichtigsten Gross-Emittenten enthalten. Die 9 übrigen sind auf unterschiedlichen Gebieten tätig, u. a. in der synthetischen Chemie, in der Pigmentherstellung, im Pharmabereich. Die gesamten Emissionen der 10 Gross-Emittenten im Kanton und der 12 Gross-Emittenten auf kommunaler Ebene betragen 2018: beim NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub> ist das ein Plus von 28 bzw. 34% gegenüber der bisherigen Liste der 11 wichtigsten Emittenten, doch beim PM10 sind es 332% mehr, was ein beträchtlicher Unterschied ist.

---

### Finanzen

---

#### Vorschläge an den Staatsrat

Es wurde eine Änderung an diesem Blatt des kantonalen Massnahmenplans ausgearbeitet und zwecks Aktualisierung am 28. November über den Dienstweg kommuniziert. Diese präzisiert bestimmte Begriffe der heutigen Fassung, lässt aber den Verweis auf die LRV von 2007 weg, deren Vollzug inzwischen gut etabliert ist. Die neue Fassung enthält ausserdem zwei Erweiterungen. Zuerst werden die VOC zu den Schadstoffen von Grossanlagen hinzugerechnet, die es erheblich zu reduzieren gilt. Zweitens kommen neue Kriterien zu den Schmutzfrachten hinzu, die einen Gross-Emittenten ausmachen. Dimensioniert werden sie auf Ebene Anlagen. Eine Anlage ist eine Grundeinheit der Luftreinhalte-Verordnung, wo das Konzept der stationären Anlage von allergrösster Bedeutung ist. Die Schwellenwerte, die eine Anlage zu einem Gross-Emittenten machen, beziehen sich auf drei Schadstoffe: PM, VOC, NO<sub>x</sub>. Für jeden von ihnen wird eine Minimalmenge des Ausstosses festgelegt (für Staub 1000 kg/Jahr, für VOC 3000 kg/Jahr, für Stickoxide 5000 kg/Jahr), die nicht unterschritten werden darf, ansonsten die Anlage als weniger bedeutend einzustufen und von den strengeren Begrenzungen auszunehmen wäre.

---

#### Bemerkungen

Die Emissionserklärungen der Industrie für 2019 sind noch nicht verfügbar. Sie werden bis im Sommer 2020 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 gereinigt und die jährlich ausgestossenen Mengen hängen auch von der variierenden Reinigungsleistung der DeNO<sub>x</sub>-Anlagen ab. So gesehen kann der Rückgang der 2018 verbrannten Abfälle mit höheren NO<sub>x</sub>-Mengen einhergehen, wenn die Reinigungsleistung schlechter war. Der gemeldete Rückgang von fast 15% CO<sub>2</sub>-Emissionen ist geringer als der für 2018 angekündigte Rückgang der verbrannten Haushaltsabfälle um 30% gegenüber 2017. Letzterer Wert ist allerdings zu relativieren, angesichts der Abfälle, die in Öfen verbrannt werden, sowie der Sonderabfälle aus Öko-Höfen, von denen nicht anzunehmen ist, dass sie im selben Mass abgenommen haben.

2019 wurde eine Vormeinung zu einer Baubewilligung für eine Gross-Fernwärmanlage abgegeben, in der die strengeren Begrenzungen nach Massnahme 5.3.2 geltend gemacht wurden.

---

<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 2019

Vom kantonalen Plan für die Luftreinhaltung eingeführte Massnahme. Im Rahmen dieser Massnahme fand eine Überprüfung eines Unternehmens statt, das pharmazeutische Produkte erforscht, entwickelt und vertreibt, insbesondere im Bereich der Zelltherapie, und das in allen medizinischen Markt Bereichen in der Schweiz und im Ausland tätig ist. Aus Sicht der LRV gab es keinen Grund, der gegen eine Steuererleichterung gesprochen hätte. Das Einhalten der regulären Begrenzungen an den Abluftkanälen der Labors eines solchen Unternehmens wird im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens gefordert. Wenn die ausgestossenen Mengen eine Mindestschwelle überschreiten, ist durch Emissionskontrollen sicherzustellen, dass die Normen der Luftreinhaltung eingehalten werden.

### Indikatoren 2019

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

### Planung 2020

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 anderen 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 2019**

Diese Massnahme ist am 8. April 2009 in Kraft getreten. Für ihre Umsetzung sind die Dienststellen in den Departementen zuständig. Die Statistik für 2018 (Stand: 1. Januar 2019) wurde von der DSUS kommuniziert. Demnach setzte der Staat Wallis 2019 72 Dieselfahrzeuge in Verkehr, davon:

- 60 mit PF (Partikelfilter);
- 12 ohne PF.

Die Fahrzeuge ohne PF sind in 3 Dienststellen zu finden. Auf Nachfrage erwiesen sich 5 von ihnen doch mit einem PF ausgestattet. Drei Mähmaschinen und ein Landwirtschaftstraktor wurden nachgerüstet, während ein LKW der Polizei der Euro-Norm VI (Code E06 im Fahrzeugausweis) angehörte und ab Werk mit einem Reinigungssystem ausgestattet war. Das ASTRA anerkennt dies amtlich als Stand der Technik. Auch drei LKW mit Anpralldämpfer/Schwellenleger waren im Sinne dieser Massnahme zulässig, da sie der Euro-Norm V (Code E05) entsprachen und deren Emissionen im Bereich solcher liegen, die von einem PF gereinigt werden (d.h. max. 0.03 g PM / kWh). Drei weitere LKW waren hingegen problematisch, da sie der Euro-Norm II oder III (Codes E02, E03, D03) angehörten. Zwei davon wurden vom Staat Wallis vor 2019 in Verkehr gesetzt (der erste 2002) und wurden lediglich anders genutzt. Darum werden sie in der Abrechnung für letztes Jahr nicht mitgezählt. Der dritte, mit Euro-Norm II (Code E02) hingegen wurde gebraucht von einem Privaten gekauft und 2019 im Kanton in Verkehr gesetzt. Somit fällt er unter die Anforderungen dieser Massnahme. Derzeit wird abgeklärt, ob es technisch möglich ist, ihn nachzurüsten. Schliesslich gibt es noch eine Hubarbeitsbühne der Euro-Norm III (Code E03) mit einem 12-Zylinder-Motor (300 kW), die nicht mit einem Filter ausgestattet ist. Solange keine technische Expertise nachweist, dass ein PF nicht eingebaut werden kann, ist diese Maschine vorläufig als nichtkonform anzusehen. Eine Untersuchung läuft und beim Markenvertreter wurde eine Offertanfrage eingereicht, um sich über eine Nachrüstung zu erkundigen.

Der Landwirtschaftstraktor, der 2019 als nichtkonform erklärt wurde, wurde ausgetauscht. Die neue Maschine wurde geprüft und für mit vorliegender Massnahme vereinbar befunden.

**Indikatoren 2019**

Kontrolle der Einhaltung der Richtlinie (Diesel-Neufahrzeuge):	70	(100 %)
Ausstattung mit PF oder EURO 5-konform:	68	(97 %)
Nicht ausgestattet:	2	(3 %)

**Planung 2020**

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 2019 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 2019**

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) 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, 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 und 2021 für eine Dauer von 2 Jahren umgesetzt werden sollen. Die erste ist eine Prämie von CHF 3000.- beim Kauf eines neuen Elektro- oder Hybrid-(Plug-in)-Fahrzeugs. Die zweite ist eine Prämie von CHF 500.- für die Installation einer Ladestation. Sie fallen unter die Zuständigkeit der DSUS. Das Konzept einer Steuererleichterung wurde hingegen für mindestens drei Jahre fallen gelassen. Über eine allfällige Wiedereinführung wird nach einer Evaluation der Wirkung der Kaufprämien gegen Ende 2022 entschieden.

**Indikatoren 2019**

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 2020**

Der Öko-Bonus durch Steuererleichterung bleibt komplett eingefroren. Hingegen sollen 2020 6 Massnahmen zur Förderung von Elektro- und Hybrid-Fahrzeugen lanciert werden, 4 davon mit höchster Priorität (DFM: der Fuhrpark des Kantons ist vorzugsweise mit Elektrofahrzeugen zu erneuern, sofern fachlich möglich, die Einrichtung von Ladestationen ist durch Zurverfügungstellung von öffentlichem Grund an geeigneten Standorten zu fördern; DSUS: die staatliche Kommunikation / Information zu diesem Thema ist zu verstärken; DWTI: Förderung der Elektromobilität in Berggemeinden und Tourismusorten).

**Auswirkungen, Folgen**

**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 166 - 233

Prämien für Elektro- oder Hybridfahrzeuge ausgezahlt werden. Sollte die Nachfrage darüber liegen, wird der Staat ein zusätzliches Budget dafür in der IMP einplanen müssen.

---

### Vorschläge an den Staatsrat

---

#### **Bemerkungen**

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. Bis 2022 wird sich erweisen, ob diese neue Evaluierungsgrundlage, in Kombination mit der RDE-Methode (Real Driving Emissions), zuverlässige Werte liefern kann, ohne betrügerische Manipulationen, die den Dieselskandal (Dieselgate) auslösten. Ob bis dahin der Öko-Bonus wieder in Betracht gezogen werden kann, wird mehr denn je von zuverlässigen wissenschaftlichen Informationen abhängig sein. Abgesehen von der von 2010 bis 2015 gemachten Erkenntnis, dass ein Erlass auf die Fahrzeugsteuer von CHF 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.

In ihrem Jahresbericht zur Luftreinhaltung:2018 rät die Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute (Cerc'l'Air), keines der am tiefsten in den Dieselskandal verwickelten Dieselfahrzeuge, d.h. keines der Kategorie Euro 5, 6a, 6b oder 6c, zu kaufen. Zur Erinnerung: nach der Euro-Norm 6d-Temp gebaute Fahrzeuge sollten hingegen in Ordnung und deren Emissionen auch bei Fahrzeuggebrauch auf der Strasse kontrolliert worden sein.

---

<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 Umsetzungen 2019**

Die DPM des Kantons setzt den Kurs weiterhin auf ihr Ausbildungsprogramm. Da 2019 weniger als drei Anmeldungen eingingen, führten weder die DPM noch die Sektion Wallis des TCS einen Kurs durch.

---

**Indikatoren 2019**

Anzahl der Teilnehmer an Eco-Drive-Fahrkursen: 0

---

**Planung 2020**

Für 2020 gingen bei der DPM bis zum 6. Januar nur 3 Anmeldungen für einen Eco-Drive-Kurs ein. Damit wurde die untere Grenze erreicht, weshalb unklar ist, ob der Kurs durchgeführt wird oder nicht. Nach einer internen Werbeaktion stiegen die Anmeldungen in der Woche darauf auf 8 Teilnehmer. So werden 2020 2 Kurse, in Absprache mit dem Beauftragten «ICP» und mit Einwilligung der Dienstchefs, durchgeführt, für die zu 50% die DEWK und zu 50% die DUW aufkommen werden.

Der TCS hat bis jetzt noch keine Anmeldungen, und erfahrungsgemäss sieht es nicht gut aus. Sollten sich noch Interessierte melden, ist der Verband bereit, Kurse mit 3 Teilnehmern für einen Halbttag zu öffnen. Die Anmeldungen können telefonisch beim Sekretariat in Sitten (027 329 28 10) erfolgen. Das ist sicherer als Anmeldungen auf der Internetseite [www.tcs.ch](http://www.tcs.ch), die aber auch gültig sind.

---

**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.

---

**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 ([www.tcs.ch/fr/le-tcs/sections/valais/content/cours](http://www.tcs.ch/fr/le-tcs/sections/valais/content/cours)) zu finden.

<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 2019**

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 Maschinen ein Partikelfilter (PF) eingebaut wird. 2019 wurde per Staatsratsentscheid im August ein Investitionskredit für den Kauf eines Forstraktors des Typs Forstschleppers gewährt, ohne die Auflage zum Einbau eines FPs. Man ging davon aus, dass dessen Motorisierung (TIER IV mit AdBlue-Katalysator) ihn von dieser Massnahme ausnahm. Nach Überprüfung hat sich aber herausgestellt, dass der Motor die Grundanforderungen der LRV für eine Nichtausstattung (Motoren-Typ OEM für Baumaschinen) nicht erfüllte. Auf Anweisung hin hat die DWFL nun Schritte für den nachträglichen PF-Einbau eingeleitet, der Verstoß gegen die LRV des betreffenden Forstreviers ist derzeit Gegenstand einer Abklärung.

**Indikatoren 2019**

Anzahl subventionierter Maschinen: 1

**Planung 2020**

Fortführung der Massnahme durch die DWFL. Für den nichtkonformen Forstschlepper verlangte die DUW von der DWFL eine Stellungnahme.

**Auswirkungen, Folgen**

**Finanzen**

**Vorschläge an den Staatsrat**

Es wird empfohlen, bei der Vergabe von Forstkrediten grössere Sorgfalt walten zu lassen. In dieser Angelegenheit verhält es sich so, dass der im Forstschlepper eingebaute Katalysator wohl dafür sorgt, dass Begrenzungen für Stickoxide (NO<sub>x</sub>) eingehalten werden können, nicht aber, oder nur ganz minim, die Dieselmotormengen. Eben genau dafür bräuchte es einen Partikelfilter.

**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 der Feuchtigkeitsgrad des Holzes vor der Verbrennung optimal gesenkt werden kann. So 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 Dieselmotormehl wegfällt. Anreize dieser Art kommen der Umwelt zugute, vor allem wenn dabei der Energiebedarf mit Strom aus Wasserkraft gedeckt wird. Batteriebetriebene Elektromotoren können eine insgesamt negative Umweltbilanz aufweisen, aufgrund der Herkunft ihrer Rohstoffe (Umweltverschmutzung durch Transport), der zu ihrer Gewinnung und Verarbeitung notwendigen

Verfahren (z. B. für Lithium, Kobalt, Nickel) und des Fehlens eines effizienten Recycling-Systems auf dem Schweizer (oder dem europäischen) Markt (gilt zumindest für Lithium). Immerhin finden ziemlich intensive Forschungsarbeiten statt, um in Bezug auf Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt nachhaltigere Lösungen zu finden.

---

<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 2019

Vom kantonalen Plan für die Luftreinhaltung eingeführte Massnahme. Kommuniziert wird sie zusammen mit Sanierungsverfügungen für Heizungen. Wie die DEWK mitteilt, ging 2019 kein Gesuch per Formular E89 bei ihr ein, und die Gruppe Luftreinhaltung der DUW erteilte 2017 auch keine Fristverlängerung für eine Sanierung aufgrund dieser Massnahme.

---

### Indikatoren 2019

Anzahl wärmeisolierter Gebäude, bei denen eine Verlängerung der Sanierungsfrist für die Feuerungsanlage möglich ist: 0

---

### Planung 2020

Fortführung der Massnahme.

---

### Auswirkungen, Folgen

---

### 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 CHF 3000.- betragen. In der Regel kann man diese Subventionsweise nur für Gebäudeteile beanspruchen, die auch schon vor den Bauarbeiten beheizt worden waren. Sie ist Bestandteil der Massnahme «M-01» auf der Internetseite 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. Ansonsten informiert auch das Beratungszentrum Wallis der Effienergie AG in Zürich die Gesuchsteller über das Vorgehen.

Fallweise kann die Massnahme auch auf Holzheizungen angewendet werden.

<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 2019

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

2019 erhielten 3 Subventionsgesuche einen positiven Bescheid von der DEWK, für einen Gesamtbetrag von CHF 77'670.–. Die insgesamt installierte Leistung betrug 379 kW. Zwei Anlagen hatten weniger als 70 kW Leistung, die dritte war eine Grossheizungsanlage mit 290 kW. Alle Anlagen wurden vergangenes Jahr in Betrieb genommen, doch die Subventionen wurden bis Ende Dezember noch nicht ausbezahlt. Manchmal müssen Gesuche abgelehnt werden, weil deren Prüfung ergab, dass sie die Vergabekriterien des Programms nicht erfüllten.

Drei Anlagensubventionen wurden 2019 ausgezahlt. Der Betrag für dieses Jahr belief sich auf CHF 59'539.- und betraf eine Gesamtleistung von 585 kW. Eine der drei Anlagen hat eine Wärmeleistung von 500 kW und der ausbezahlte Betrag war der Rest einer im Jahr davor überwiesenen Subvention. Die anderen beiden Anlagen waren Klein-Holzheizungen mit je unter 70 kW. Die Subventionsentscheide und die entsprechenden Inbetriebnahmen erstreckten sich auf die Jahre 2017 bis 2018.

---

### Indikatoren 2019

Anzahl subventionierter Anlagen:	3
Betrag der ausgezahlten Subventionen:	Fr. 59'539

---

### Planung 2020

Fortführung der Massnahme.

---

### Auswirkungen, Folgen

Alle in den letzten Jahren von der DEWK im Rahmen dieser Massnahme gewährten und ausgezahlten Subventionen galten Holzpellet-Heizungen. In Form dieses Granulats ist Holz als Brennstoff sauberer als Holz 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 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 und bei der Vorschrift, dass der Schmelzpunkt der Asche bei 815°C liegt, was wichtig ist, für den Anteil, der flüchtig wird und den Anteil der fest bleibt. Ihr Gehalt an Chrom (VI) in der Asche ist nämlich kritisch für die Entsorgung als Sonderabfall. Die ENplus-Normen verlangen einen Chrom-Gehalt nicht über 10 ppm in den Pellets.

## 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 Einhaltung der neuesten LRV-Grenzwerte ist keine Voraussetzung mehr. Die Massnahmen M-03 und M-04 sind beschränkt auf Anlagen ab 800 m ü. M, die eine Öl-, Erdgas- oder Elektroheizung ersetzen und nicht zur Beheizung eines Gebäudes dienen, das an ein mindestens zu 75% mit erneuerbaren Energien betriebenes Fernwärmenetz angeschlossen werden kann. Projekte, für welche der Beitrag unter 3000 Franken liegen würde, werden nicht berücksichtigt, und auch Öfen und alle manuell beschickten Heizkessel bleiben ausgeschlossen. Die vollständige Liste mit den Bedingungen befindet sich auf der Internetseite der Dienststelle für Energie, wo sich auch die Richtlinie für das kantonale Programm befindet ([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 eines vor dem Jahr 2000 bewilligten Gebäudes) wurden 2019 16 Subventionen beschlossen für Programme, die auch Klein-Holzheizungen bis 24 kW Wärmeleistung umschliessen. Der insgesamt vergebene Betrag belief sich auf CHF 766'091, davon gingen CHF 120'614 spezifisch an Heizanlagen mit einer kumulierten Leistung von 120 kW. Die 16 geplanten Heizungen werden mit Pellets betrieben und sollten bis 2021 fertiggestellt werden. 2019 wurden 4 Subventionen für 6 im Vorjahr gewährte Subventionen ausbezahlt. Der insgesamt überwiesene Betrag belief sich auf CHF 2020'414, davon CHF 33'336 spezifisch an Holzheizungen mit einer kumulierten Leistung von 25 kW. Die Arbeiten wurden 2018-19 abgeschlossen. Manche Gesuche müssen nach einer Prüfung abgelehnt werden, weil sie nicht alle Bedingungen für den Programmeintritt erfüllen.

---

<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 2019**

Vom kantonalen Plan für die Luftreinhaltung eingeführte Massnahme. Im Juni 2019 wurde der Grenzwert, den diese Massnahme für Hauptheizungen 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 wird, 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 komplett 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 beiden vorangegangenen Berichte von 2017 und 2018 haben gezeigt, dass die Sanierungsziele für diese Heizungskategorien nicht erreicht wurden. In der ersten Kategorie > 500 kW waren 7 von 11 Anlagen (64%), die Ende 2013 in Betrieb waren, hinsichtlich Feinstaubemissionen nicht LRV-konform. Daran änderte sich im Verlauf der Zeit nichts wesentlich, denn Ende 2017 und Ende 2018 waren 7 (70%) bzw. 6 (60%) von 10 Anlagen nach wie vor nicht konform. Dieses erste Ziel wurde verfehlt, auch später noch. In der zweiten Kategorie mit 70 bis 500 kW waren 52 von 176 Anlagen (30%), die Ende 2017 - als bei Ablauf der angesetzten Sanierungsfrist - in Betrieb waren, hinsichtlich Staub nicht mit den LRV-Begrenzungen konform, das Ziel wären null Prozent gewesen. Ein Jahr später waren es immer noch 50 von 175 verbleibenden Anlagen, die nicht konform waren. Trotz einer ansehnlichen Senkung wurde das Ziel in allen Heizungskategorien verfehlt, mit einem Anteil nicht konformer Anlagen von insgesamt 32 % Ende 2017 bei 186 Anlagen (30% Ende 2018 bei 185 Anlagen). Ende 2019 waren noch 10 Anlagen der ersten Kategorie in Betrieb, davon waren 5 (50%) hinsichtlich Staubemissionen nicht konform; von der zweiten Kategorie sind immer noch 174 Anlagen erfasst. Von diesen wurden 2019 103 durch eine Emissionsmessung kontrolliert, wobei sich 26 (25%) hinsichtlich ihres Staubausstosses als nicht LRV-konform erwiesen. Am festgestellten Misserfolg ändert sich nichts.

Bei 32 Gross-Anlagen ( $\geq 70$  kW) wurde 2019 ein Verstoß gegen die Staubemissionsbegrenzungen festgestellt.

---

**Indikatoren 2019**

Anzahl betroffener neuer Anlagen (< 70 kW):	0
Anzahl festgestellter nichtkonformer Anlagen:	32

---

**Planung 2020**

Äufhebung oder Totalrevision der Massnahme.

---

**Auswirkungen, Folgen**

Ein Änderungsvorschlag für die Massnahme wird weiter unten, unter Vorschläge an den Staatsrat, beschrieben. Sie wurde im November 2019 auf dem Dienstweg kommuniziert.

### Finanzen

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

---

### Vorschläge an den Staatsrat

Die neue Massnahme soll «Verstärkte Kontrollen von Holzheizungen» heissen. Bei Nichteinhaltung der neuen LRV-Begrenzung für Feinstaub aus Klein-Holzheizungen bis 70 kW wird die Frist für den Einbau eine PF auf zwei Jahre verkürzt. Für Anlagen mit grösserer Leistung wird bei Sanierungen, die den Einbau eines Partikelfilters verlangen, auch die Pflicht bestehen, eine Messeinrichtung einzubauen, welche die Reinigungsleistung und den Betriebszustand des Entstaubungssystems kontinuierlich misst. Diese Anforderung ist die konkrete Umsetzung der neuen diesbezüglichen Bestimmung in Anhang 3 Ziff. 525 LRV. Die neue Massnahme wird zudem Bestimmungen über die kontinuierlichen Messungen enthalten (Art. 13 LRV), die für sehr grosse Holzheizkessel mit 1 MW oder mehr pro Einheit oder für eine Heizzentrale mit nur einem Kamin gelten sollen. Für diese Anlagen, ob neu oder bestehend, wird verlangt, dass die Temperatur der Abgase (T) und das ausgestossene Kohlenmonoxid (CO) und der Sauerstoff (O<sub>2</sub>) kontinuierlich gemessen wird. Zum einen kann so dafür gesorgt werden, dass die Verbrennung in der Heizung optimal abläuft, und zum anderen können die Emissionen in jeder Betriebsphase beurteilt werden. Die permanente Bemessung der Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und/oder des Staubs könnte noch hinzugefügt werden, je nach den Ergebnissen der an bestehenden Anlagen durchgeführten Emissionskontrollen. Als Subventionierung ist eine Kostenbeteiligung in Höhe von 50% am Kauf und am Einbau der Messgeräte vorgesehen, bis zu einem Höchstbetrag von CHF 30'000. Ausgehend vom heutigen Anlagenbestand wird der vom Staat jährlich auszuschüttende Betrag auf bis zu CHF 300'000 in einem Zeitraum von 2020 bis 2025 vorgesehen.

---

### Bemerkungen

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, konnte 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.

---

<b>MASSNAHMENBEREICH</b>	<b>Heizungen</b>
<b>GEGENSTAND</b>	<b>Subventionierung des Einbaus von Partikelfiltern in Holzheizungen</b>

<b>MASSNAHME NR.</b>	5.5.4
<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 2019**

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.

2019 wurde eine Subvention für einen Höchstbetrag von Fr. 62'615.60 gewährt. Die Auszahlung einer weiteren, 2018 gewährten Subvention für maximal Fr. 59'645.60 erfolgte nicht, da keine Bauabschlussrechnung vorlag; eine Emissionskontrollmessung ergab allerdings, dass die Situation hinsichtlich LRV in Ordnung war.

**Indikatoren 2019**

Anzahl der jährlich ausgezahlten Subventionen:	0
Anzahl subventionierter Anlagen (Subventionsentscheide):	1

**Planung 2020**

Fortführung der Massnahme gemäss Änderungen

**Auswirkungen, Folgen**

**Finanzen**

Gemäss den vorhandenen Haushaltsmitteln.

**Vorschläge an den Staatsrat**

Die neue Version der Massnahme würde FP an Holzheizungen ab 70 kW weiterhin subventionieren, aber die Einteilung in Kategorien gemäss der Massnahme 5.5.3 würde wegfallen. Die neu geplanten Kriterien würden verlangen: (i) die LRV-Begrenzung muss mindestens um das 1.3-fache überschritten werden, damit die grössten Überschreitungen abgestellt werden können; (ii) zwischen der Inbetriebnahme der Holzheizung und dem Datum der Subventionsgesucheingabe müssen mindesten 5 Jahre liegen, damit sichergestellt wird, dass die Anlagen am Anfang noch LRV-konform sind; (iii) eine jährliche technischen Wartung, damit sich die Investition auf lange Sicht lohnt; (iv) eine Verwendung des PF für mindesten 10 Jahre, 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 der heutigen Situation wird der vom Staat jährlich auszuschüttende Betrag auf bis zu CHF 300'000 für den Zeitraum von 2020 bis 2025 vorgesehen.

**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 14: 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 ≤ 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 ≤ 100 µg/m <sup>3</sup>
	120 µg/m <sup>3</sup>	Stundenmittelwert; darf keinesfalls öfter als einmal pro Jahr überschritten werden
Schwebestaub (PM <sub>10</sub> )	20 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) 24-h-Mittelwert;
	50 µg/m <sup>3</sup>	darf keinesfalls öfter als einmal pro Jahr überschritten werden
Schwebestaub (PM <sub>2.5</sub> )	10 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Blei (Pb) im Schwebestaub (PM <sub>10</sub> )	500 ng/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Cadmium (Cd) im Schwebestaub (PM <sub>10</sub> )	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)

## 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  $\pm 15\%$ .

2018 wurde in diesem Kapitel über die erweiterten Messunsicherheiten beim Feinstaub PM10 und PM2.5 berichtet und über die Anwendung einer Übergangsmethode zur Bestimmung dieser Partikelfraktionen mit Hilfe der gravimetrischen Referenzmethode. Diese Behelfslösung entsprach dem dringenden Bedürfnis, der im Juni 2018 neu in Kraft getretenen Immissionsbegrenzung für den PM2.5 Rechnung zu tragen. 2019 wurde die Methode der monatlichen Auswechslung der Messköpfe des HVS-Messgeräts (High Volumen Sampler) DA-80 nicht mehr angewendet. Somit gelten wieder ausschliesslich die hier oben genannten Messunsicherheiten. Es sei aber festgehalten, dass ein von Cercl-Air (Schweizerische Gesellschaft der Lufthygiene-Fachleute) 2018 mit HVS-Geräten durchgeführter Ringversuch ergeben hat, dass bei Konzentrationen von rund  $20\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  beim PM10 und  $16\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  beim PM2.5 über 24 Std. die tägliche Messunsicherheit der Methode weit unter  $\pm 15\%$ , und sogar noch unter  $\pm 10\%$  liegt.

## Analyse-Programm

Tabelle 15: Analyse-Programm RESIVAL

Parameter	Les Giettes	Massongex	Saxon	Sitten	Eggerberg	Brigerbad	Montana
Stickstoffoxide NO-NO <sub>2</sub> (NO <sub>x</sub> )	X	X	X	X	X	X	X
Ozon O <sub>3</sub>	X	X	X	X	X	X	X
VOC / BTEX	-	X	-	X	-	X	-
Schwebstaub PM10 und Cd, Pb	X	X	X	X	X	X	X
Schwebstaub PM2.5	-	X	X	X	-	X	X
Staubniederschlag und Pb, Cd, Zn	X	X	X	X	X	X	X
Russ (EK)	-	X	-	-	-	-	-
Umgebungs-radioaktivität	-	-	-	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 verteilte 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 16: Immissionsmessung, analytische Methoden

Parameter	Messfrequenz	Messmethode	Messgerät	Kalibrierung
Stickstoffoxide NO-NO <sub>2</sub> NO <sub>x</sub>	Kontinuierlich ½-h-Mittelwerte	Fluoreszenz UV EN 14212	THERMO Scientific 48i	Alle 25 Stunden, Ver- dünnung des Kalibriergases
Ozon O <sub>3</sub>	Kontinuierlich ½-h-Mittelwerte	UV-Absorption EN 14625	Umwelt O3 42 M	Monatlich, TEI 49C PS, Horiba OZGU 370-SE
Flüchtige organische Verbindungen VOC, BTEX	Kontinuierlich ½-h-Mittelwerte	Gaschromatografie (GC), PID-Detektor	Syntech Spectras BTEX GC 955	Alle 75 Stunden, Ver- dünnung des Kalibriergases
Schwebstaub PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub>	Jeder 2 oder 4 Tage 24-h-Mittelwert	Gravimetrie High Volume Sampler VDI 2463 Blatt 8	HVS Digital DHA-80	VDI 2463, Bl.8
	Kontinuierlich ½-h-Mittelwerte	Beta-Absorption Äquivalent EN 12341	Thermo ESM FH62 I-R	Alle 3 Monate mit einem Referenzabsorptionsmittel
	Kontinuierlich ½-h-Mittelwerte	Optische Partikelzählung 180 nm bis 18 µm Äquivalent EN 12341	Horiba APDA-372	Alle Monate: Durchfluss und Verteilung der Partikelgrösse
Pb und Cd im PM <sub>10</sub>	Jeder 2 oder 4 Tage Jahresmittelwerte	ICP MS ISO 17294-2A	-	Externe Analyse
Elementarer Kohlenstoff, Russ (EK im Staub)	Kontinuierlich ½-monatl.-Mittelwerte 24-h-Mittelwert	TSP: APDA-Filter EK: TOT EUSAAR 2	Horiba APDA-372	Externe Analyse (EK/OK)
Staubniederschlag	Kontinuierlich Monatsmittelwerte	Bergerhoff VDI 2119 Blatt 2	Mettler Toledo AX205 DR	Nach jeder Analysenserie
In den Staubniederschlägen: Pb - Cd – Zn	Kontinuierlich Jahresmittelwerte	ICP-OES (Zn) / ICP-MS ISO11885 / ISO17294-2A <del>totale Absorption</del> VDI 2267	-	Externe Analyse
Umgebungsradioaktivität	Kontinuierlich ½-h-Mittelwerte	Gamma-Strahlen-Detektor	Thermo Eberline ESM FHT 6020	Jährliche Kontrolle
Lufttemperatur	Kontinuierlich ½-h-Mittelwerte	Pt 100	Friedrichs 2010	Jährliche Kontrolle
Luftfeuchtigkeit	Kontinuierlich ½-h-Mittelwerte	Kapazitätshygrometer	Rotronic hydroclip	Jährliche Kontrolle
Sonneneinstrahlung	Kontinuierlich ½-h-Mittelwerte	Photovoltaische Zelle	K + Z CM5	
Luftdruck	Kontinuierlich ½-h-Mittelwerte	Barometer	EDA 310/111	Jährliche Kontrolle
Wind: Stärke und Richtung	Kontinuierlich ½-h-Mittelwerte	Schalenkreuzanemometer Ultraschallanemometer	Friedrichs METEK	Jährliche Kontrolle

## Qualitätssicherung

Tabelle 17: Nach der Norm ISO-17025 akkreditierte Messungen

Parameter	Messprinzip	Norm	Datum
Ozon (O <sub>3</sub> )	UV-Photometrie	EN14625	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 (Digital 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.

Die Auswahl der 5 Tageswerte für den PM<sub>10</sub> stellten sich als ziemlich adequat heraus. 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. Die Gruppe Luftreinhaltung ist nach ISO-Norm 17025 akkreditiert. 2018 und 2019 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. Die Akkreditierung wurde bestätigt und bleibt bis zum 5. Juli 2021 gültig.

## 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. Mit Hilfe 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. 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 nicht mehr zu berücksichtigen.



## *A3: RESIVAL: Ergebnisse nach Messstation*



© Chab Lathion



# Les Giettes

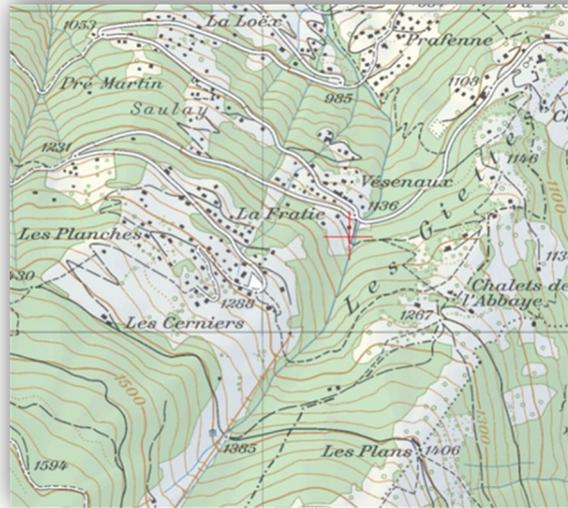
Tabelle 18: Les Giettes, Standortbeschreibung

Standort-Typ	Verkehrsbelastung	Bebauung	Koordinaten	Höhe
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 19: Les Giettes, Ergebnisse für das Jahr 2019

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	9
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	80	13
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	155
Stundenmittelwert > 120 µg/m <sup>3</sup>	[Stunden]	1	191
98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	139
Anzahl Monate, 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats >100 µg/m <sup>3</sup>	[Monat]	0	7

Schwebstaub (PM <sub>10</sub> )	Messgrösse	Grenzwerte	Résultats
Jahresmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	20	6
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	50	42
Tagesmittelwert > 50 µg/m <sup>3</sup>	[Tag]	3	0
Blei (Pb), Jahresmittelwert	[ng/m <sup>3</sup> ]	500	1.8
Cadmium (Cd), Jahresmittelwert	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.5	0.06

Staubniederschlag	Messgrösse	Grenzwerte	Résultats
Jahresmittelwert	[mg/m <sup>2</sup> *T]	200	109
Blei (Pb), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	100	11.6
Cadmium (Cd), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	2	0.32
Zink (Zn), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	400	20

Abbildung 42: Les Giettes, Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub> von 1999 bis 2019

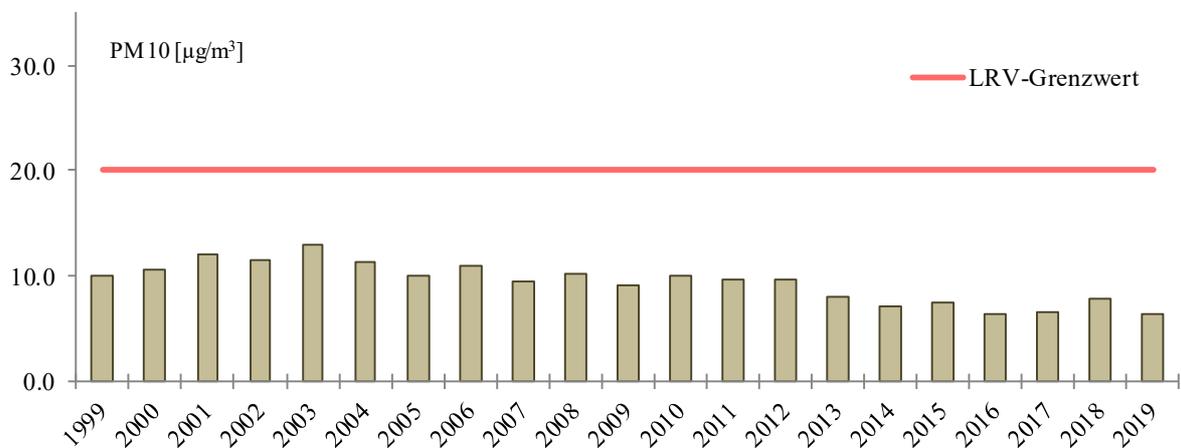


Tabelle 20: Les Giettes, Ergebnisse 2019 nach Monaten

Parameter	Einheit	Statistik	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
Stickstoffdioxid	[µg/m3]	Mittelwert	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2
		Anzahl 24hMw.> 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone	[µg/m3]	Mittelwert	72	85	83	89	78	80	85	65	52	48	51	66
	[µg/m3]	Max. h-Mw.	98	104	121	140	137	152	155	136	115	93	86	93
		Anzahl 24hMw.> 120	0	0	1	56	7	48	72	7	0	0	0	0
	[µg/m3]	98% Perzentil	95	100	109	132	115	136	139	114	88	85	83	87
Schwebestaub	[µg/m3]	Mittelwert	4	6	6	10	6	11	8	8	9	6	3	2
Staubniederschlag	[mg/m2*j]	Mittelwert	9	133	54	143	113	260	119	121	55	89	129	82
NO	[µg/m3]	Mittelwert	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1

Abbildung 43: Les Giettes, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019

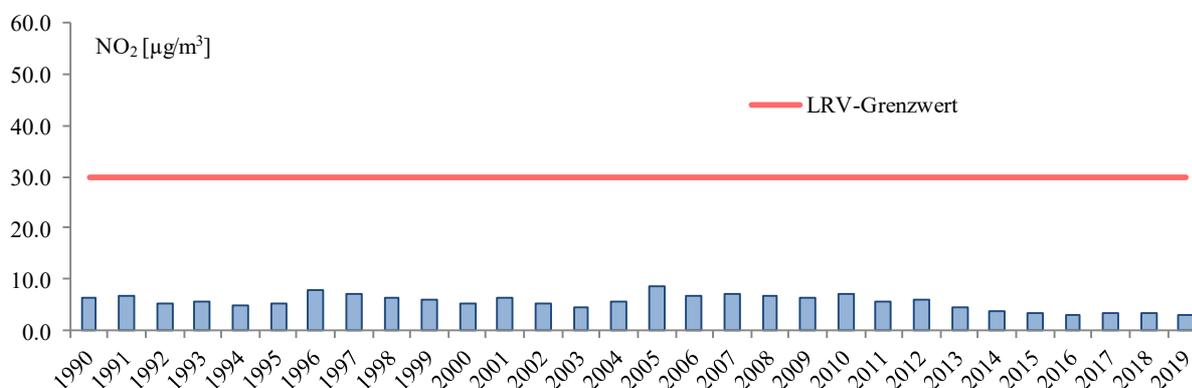
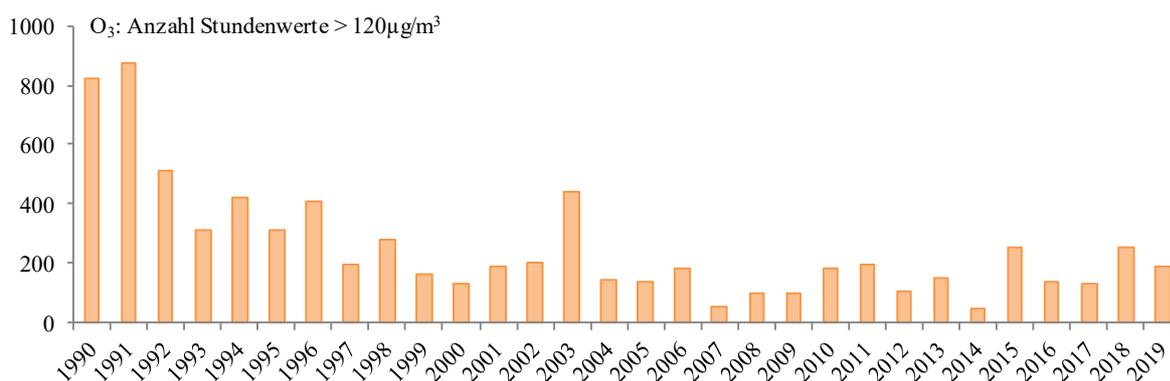


Abbildung 44: Les Giettes, Anzahl O3-Stundenwerte >120 µg/m3 von 1990 bis 2019





# Massongex

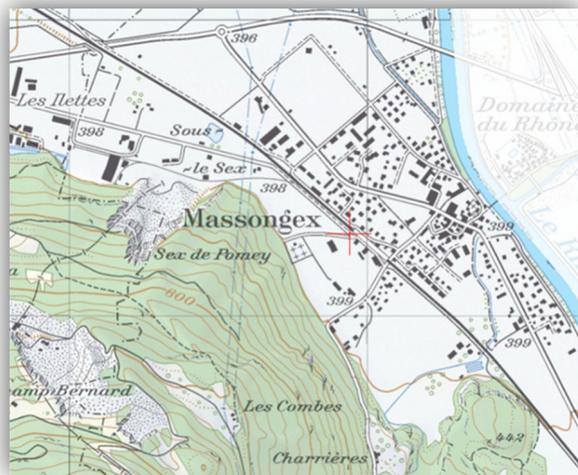
Tabelle 21: Massongex, Standortbeschreibung

Standort-Typ	Verkehrsbelastung	Bebauung	Koordinaten	Höhe
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 22: Massongex, Ergebnisse für das Jahr 2019

Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	Messgrösse	Grenzwerte	Resultate
Jahresmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	30	14
95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	35
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	80	39
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	<b>155</b>
Stundenmittelwert > 120 µg/m <sup>3</sup>	[Stunden]	3	<b>151</b>
98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	<b>143</b>
Anzahl Monate, 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats	[Monat]	0	<b>6</b>
Schwebstaub (PM10)	Messgrösse	Grenzwerte	Resultate
Jahresmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	20	13
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	50	46
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)	9
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	25 (OMS)	<b>30</b>
Tagesmittelwert > 25 µg/m <sup>3</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	3 (OMS)	2
Staubniederschlag	Messgrösse	Grenzwerte	Resultate
Jahresmittelwert	[mg/m <sup>2</sup> *T]	200	101
Blei (Pb), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	100	4
Cadmium (Cd), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	2	0
Zink (Zn), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	400	32

Abbildung 46: Massongex, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2019

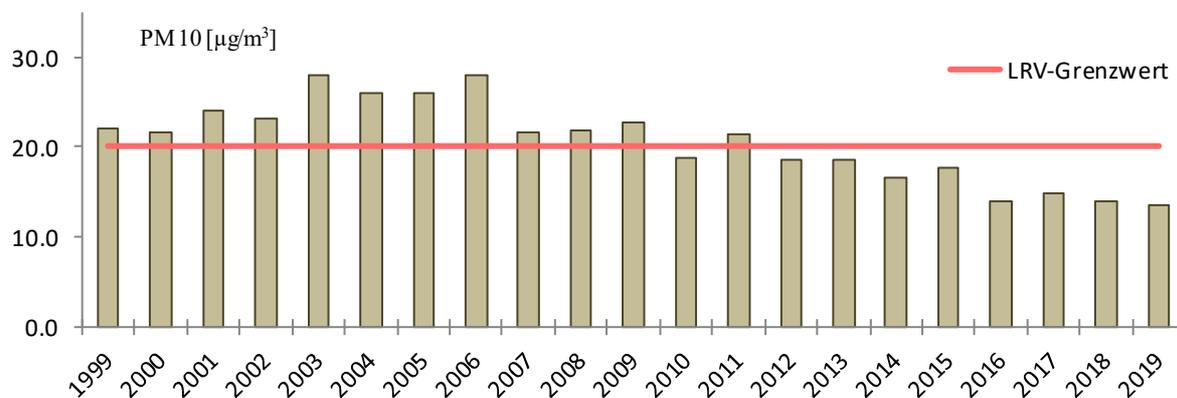


Tabelle 23: Massongex, Ergebnisse 2019 nach Monaten

Parameter	Einheit	Statistik	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
Stickstoffdioxid	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Mittelwert	22	23	13	11	9	9	9	8	11	14	17	18
		Anzahl 24hMw.> 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Mittelwert	34	35	57	72	66	76	79	59	44	29	27	35
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Max. h-Mw.	84	85	115	135	129	155	153	134	102	82	80	86
		Anzahl 24hMw.> 120	0	0	0	32	4	52	57	6	0	0	0	0
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	98% Perzentil	74	76	102	126	109	143	139	110	89	73	77	78
Schwebestaub	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Mittelwert	15	19	11	14	10	16	16	12	13	12	13	12
Staubniederschlag	[ $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{j}$ ]	Mittelwert	30	67	92	68	135	258	63	190	79	107	74	53
NO	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Mittelwert	6	7	3	3	2	2	2	2	3	5	7	7

Abbildung 47: Massongex, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019

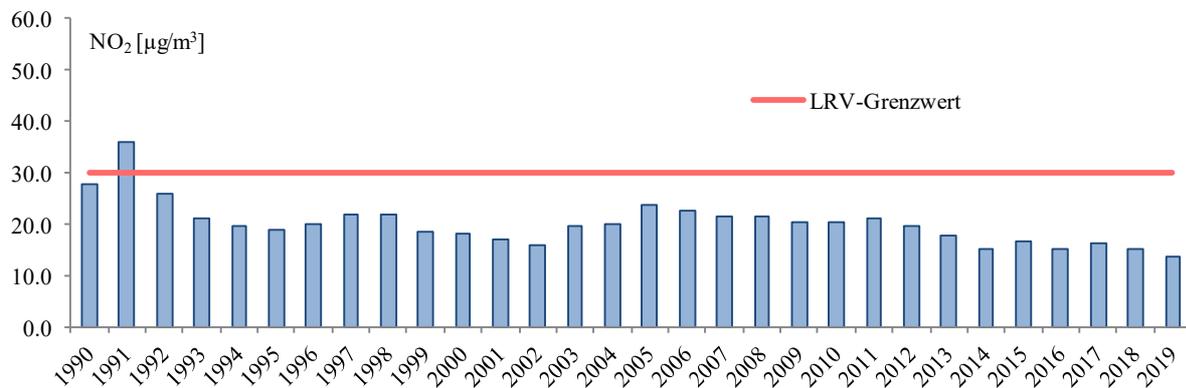
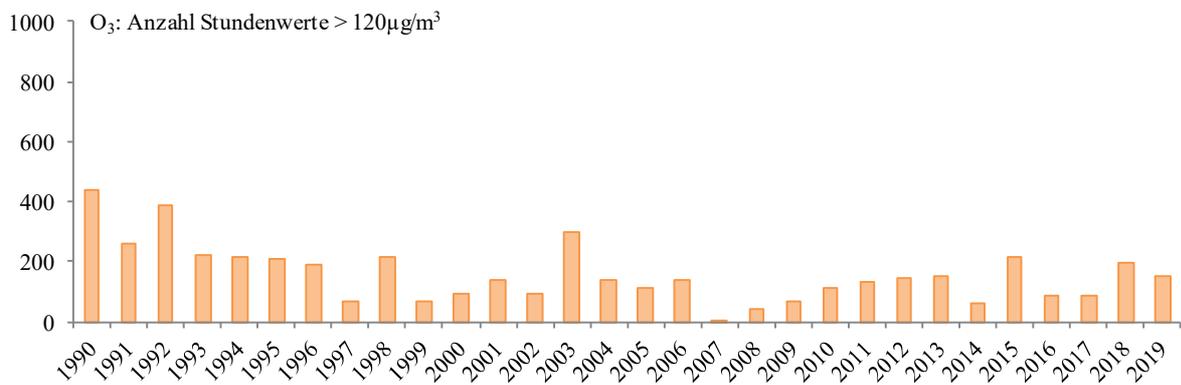


Abbildung 48: Massongex, Anzahl O3-Stundenwerte >120 µg/m3 von 1990 bis 2019





## Saxon

Tabelle 24: Saxon, Standortbeschreibung

Standort-Typ	Verkehrsbelastung	Bebauung	Koordinaten	Höhe
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 25: Saxon, Ergebnisse für das Jahr 2019

Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	Messgrösse	Grenzwerte	Résultats
Jahresmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	30	15
95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	44
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	80	44
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	133
Stundenmittelwert > 120 µg/m <sup>3</sup>	[Stunden]	1	41
98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	123
Anzahl Monate, 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats	[Monat]	0	6
Schwebstaub (PM10)	Messgrösse	Grenzwerte	Résultats
Jahresmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	20	12
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	50	44
Tagesmittelwert > 50 µg/m <sup>3</sup>	[Tag]	3	0
Blei (Pb), Jahresmittelwert	[ng/m <sup>3</sup> ]	500	2.5
Cadmium (Cd), Jahresmittelwert	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.5	0.05
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)	27
Tagesmittelwert > 25 µg/m <sup>3</sup>	[Tag]	3 (OMS)	2
Staubniederschlag	Messgrösse	Grenzwerte	Résultats
Jahresmittelwert	[mg/m <sup>2</sup> *T]	200	222
Blei (Pb), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	100	9.3
Cadmium (Cd), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	2	0.09
Zink (Zn), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	400	34

Abbildung 50: Saxon, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2019

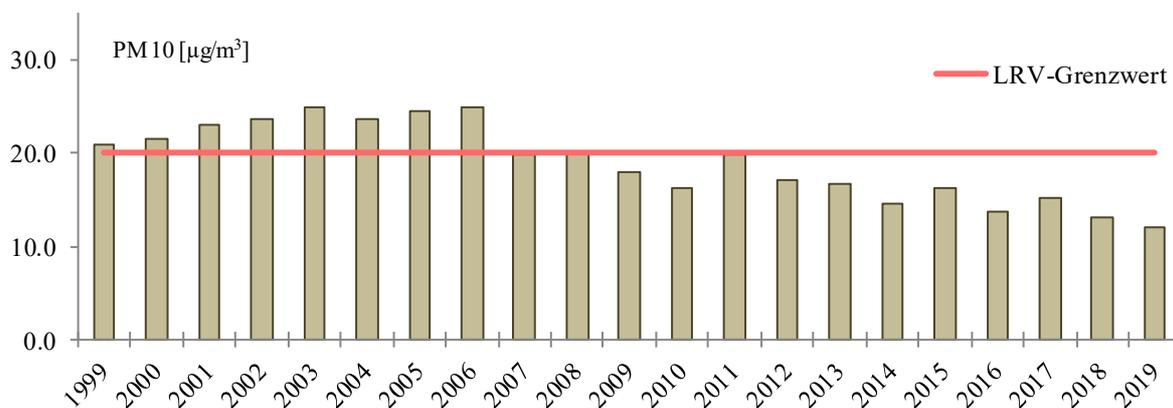


Tabelle 26: Saxon, Ergebnisse 2019 nach Monaten

Parameter	Einheit	Statistik	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
Stickstoffdioxid	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Mittelwert	24	31	14	12	8	10	9	8	8	13	17	23
		Anzahl 24hMw.> 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Mittelwert	35	32	57	67	66	63	71	53	48	27	22	28
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Max. h-Mw.	79	98	110	121	119	129	133	120	103	81	76	94
		Anzahl 24hMw.> 120	0	0	0	4	0	16	20	1	0	0	0	0
	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	98% Perzentil	74	88	104	113	104	123	123	105	93	72	71	74
Schwebestaub	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Mittelwert	13	17	9	12	9	15	16	12	10	9	10	11
Staubniederschlag	[ $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{j}$ ]	Mittelwert	21	39	80	925	642	257	284	154	132	52	55	20
NO	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Mittelwert	7	12	3	5	3	4	3	3	4	7	9	10

Abbildung 51: Saxon, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019

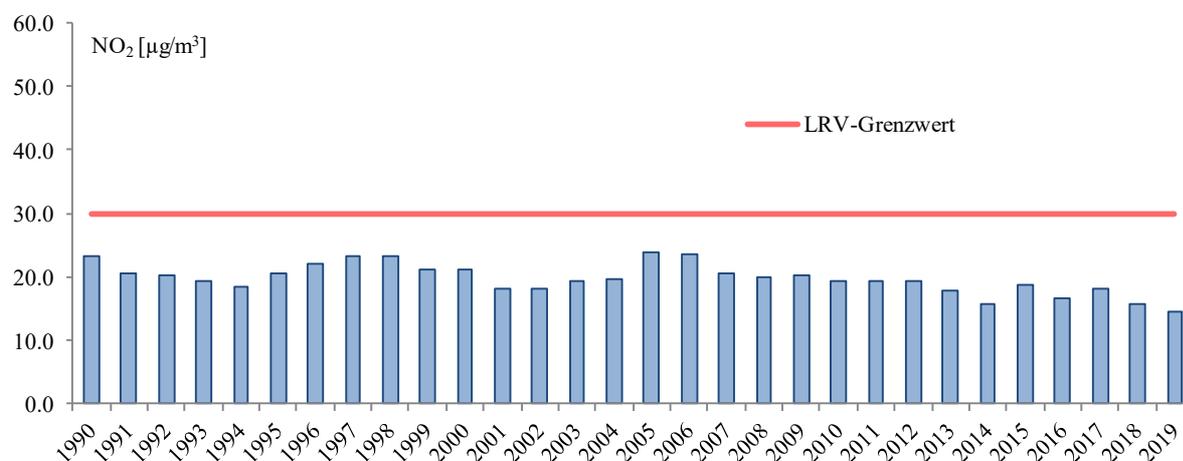
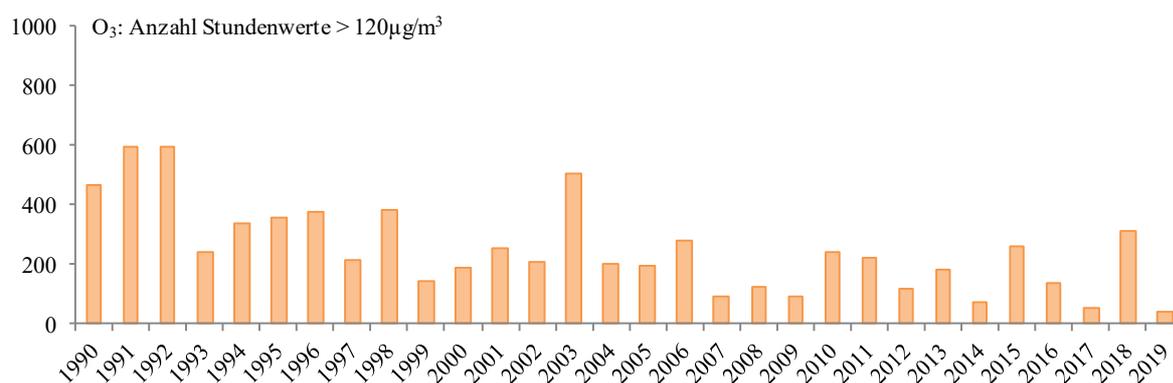


Abbildung 52: Saxon, Anzahl O3-Stundenwerte >120 µg/m<sup>3</sup> von 1990 bis 2019



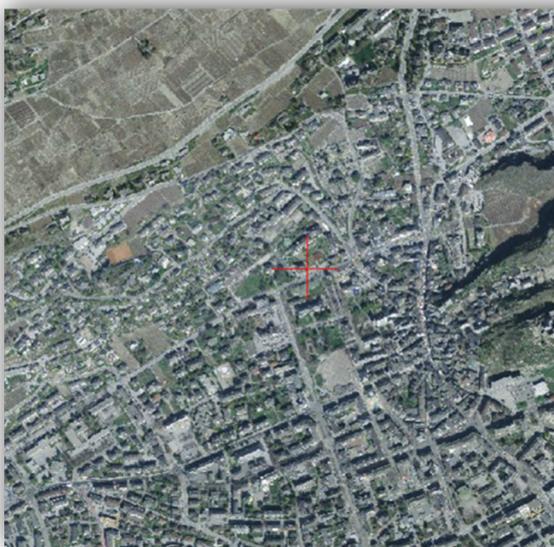


# Sion

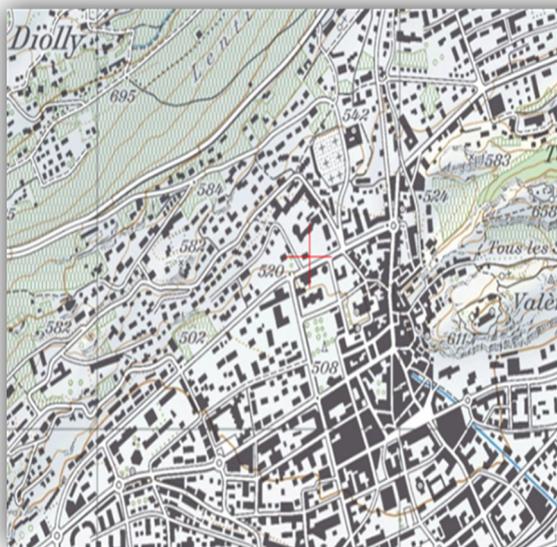
Tabelle 27: Sitten, Standortbeschreibung

Standort-Typ	Verkehrsbelastung	Bebauung	Koordinaten	Höhe
In der Stadt, mit Verkehrsbelastung	Sehr stark	Geschlossen	593 600 / 120 002	505

Abbildung 53: Sitten, Lage des Standorts



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© SEN

Tabelle 28: Sitten, Ergebnisse für das Jahr 2019

Stickstoffdioxid (NO2)	Messgrösse	Grenzwerte	Resultate
Jahresmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	30	20
95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	51
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	80	61
Tagesmittelwert > 80 µg/m <sup>3</sup>	[Tag]	1	0

Ozon (O3)	Messgrösse	Grenzwerte	Resultate
Höchster Stundenmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	120	147
Stundenmittelwert > 120 µg/m <sup>3</sup>	[Stunden]	1	155
98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	136
Anzahl Monate, 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats	[Monat]	0	6

Schwebstaub (PM10)	Messgrösse	Grenzwerte	Resultate
Jahresmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	20	13
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	50	45
Tagesmittelwert > 50 µg/m <sup>3</sup>	[Tag]	3	0
Blei (Pb), Jahresmittelwert	[ng/m <sup>3</sup> ]	500	2.3
Cadmium (Cd), Jahresmittelwert	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.5	0.05

Schwebstaub (PM2,5)	Messgrösse	Grenzwerte	Résultats
Jahresmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	10 (OPair)	8
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	25 (OMS)	24
Tagesmittelwert > 25 µg/m <sup>3</sup>	[Tag]	3 (OMS)	0

Staubniederschlag	Messgrösse	Grenzwerte	Resultate
Jahresmittelwert	[mg/m <sup>2</sup> *T]	200	85
Blei (Pb), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	100	5.6
Cadmium (Cd), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	2	0.09
Zink (Zn), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	400	46

Abbildung 54: Sitten, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2019

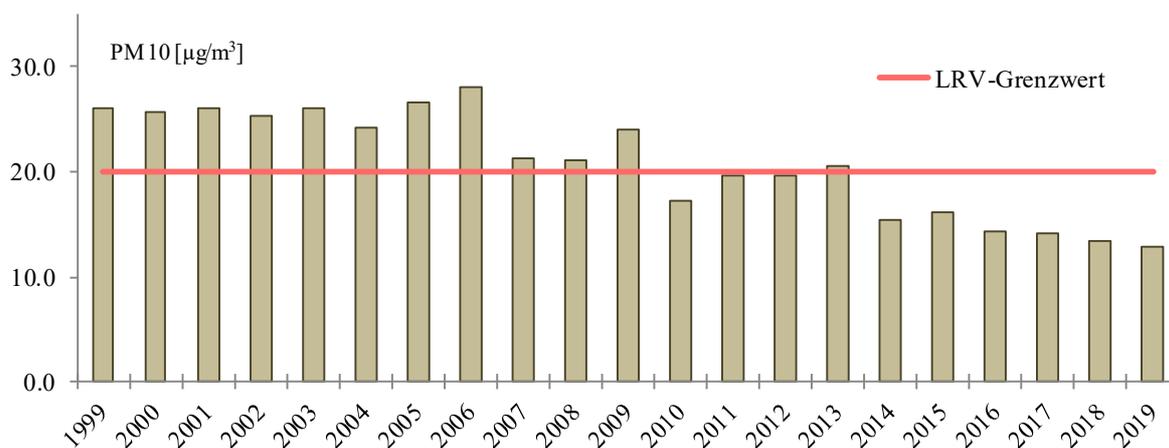


Tabelle 29: Sitten, Ergebnisse 2019 nach Monaten

Parameter	Einheit	Statistik	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
Stickstoffdioxid	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	33	35	19	14	12	11	11	11	14	23	27	37
		Anzahl 24hMw.> 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	32	36	60	78	74	80	83	61	53	27	21	21
	[µg/m <sup>3</sup> ]	Max. h-Mw.	74	106	115	138	130	147	147	123	104	85	81	69
		Anzahl 24hMw.> 120	0	0	0	29	8	64	52	2	0	0	0	0
	[µg/m <sup>3</sup> ]	98% Perzentil	68	83	109	128	115	136	131	112	93	71	74	59
Schwebestaub	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	15	17	10	12	10	16	16	13	12	11	12	12
Staubniederschlag	[mg/m <sup>2</sup> *j]	Mittelwert	23	55	60	80	70	159	46	86	33	34	96	281
NO	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	10	10	4	3	3	2	2	2	4	10	14	18

Abbildung 55: Sitten, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019

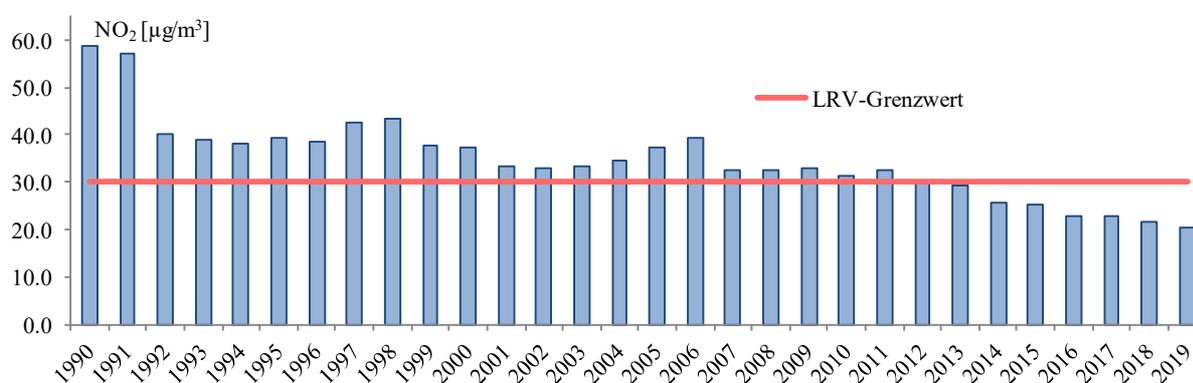
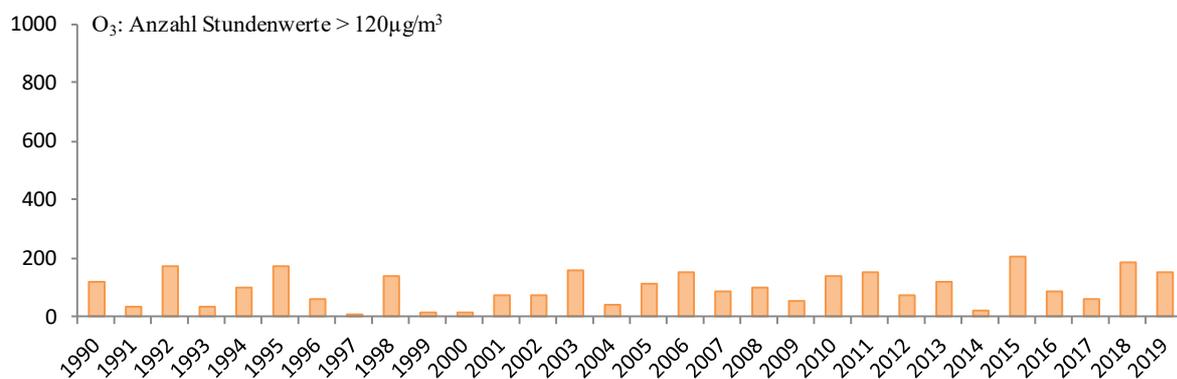


Abbildung 56: Sitten, Anzahl O<sub>3</sub>-Stundenwerte >120 µg/m<sup>3</sup> von 1990 bis 2019



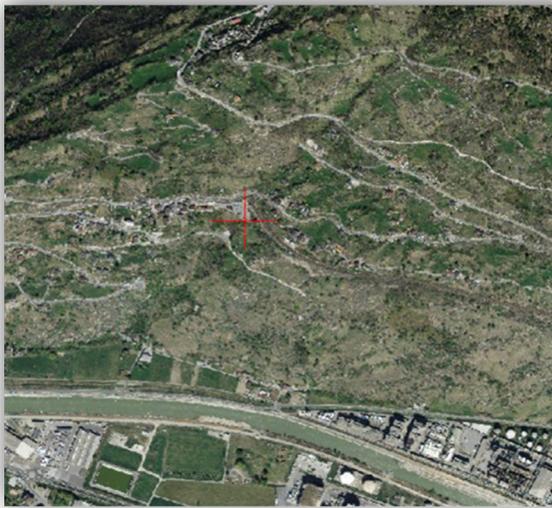


# Eggerberg

Tabelle 30: Eggerberg, Standortbeschreibung

Standort-Typ	Verkehrsbelastung	Bauweise	Koordinaten	Höhe
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 31: Eggerberg, Ergebnisse für das Jahr 2019

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	24
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	80	30
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	143
Stundenmittelwert > 120 µg/m <sup>3</sup>	[Stunden]	1	192
98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	135
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	37
Tagesmittelwert > 50 µg/m <sup>3</sup>	[Tag]	3	0
Blei (Pb), Jahresmittelwert	[ng/m <sup>3</sup> ]	500	2.1
Cadmium (Cd), Jahresmittelwert	[ng/m <sup>3</sup> ]	1.5	0.05
Staubniederschlag	Messgrösse	Grenzwerte	Résultats
Jahresmittelwert	[mg/m <sup>2</sup> *T]	200	166
Blei (Pb), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	100	2.7
Cadmium (Cd), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	2	0.14
Zink (Zn), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	400	24

Abbildung 58: Eggerberg, Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub> von 1999 bis 2019

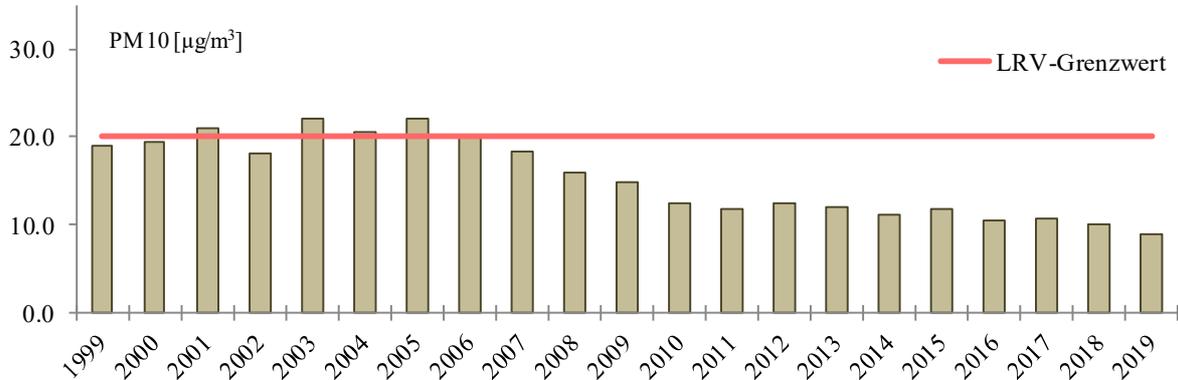


Tabelle 32: Eggerberg, Ergebnisse 2019 nach Monaten

Parameter	Einheit	Statistik	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
Stickstoffdioxid	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	14	11	6	6	5	4	6	5	7	9	13	10
	Anzahl	24hMw.> 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	54	63	74	95	87	84	84	68	61	49	43	57
	[µg/m <sup>3</sup> ]	Max. h-Mw.	83	106	116	143	131	137	132	117	101	83	86	99
	Anzahl	24hMw.> 120	0	0	0	99	28	32	33	0	0	0	0	0
	[µg/m <sup>3</sup> ]	98% Perzentil	78	90	108	135	126	125	124	111	97	81	80	85
Schwebstaub	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	9	10	6	8	8	14	14	10	11	6	6	5
Staubniederschlag	[mg/m <sup>2</sup> *j]	Mittelwert	20	80	49	354	83		75	311	180	145	429	102
NO	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	2

Abbildung 59: Eggerberg, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019

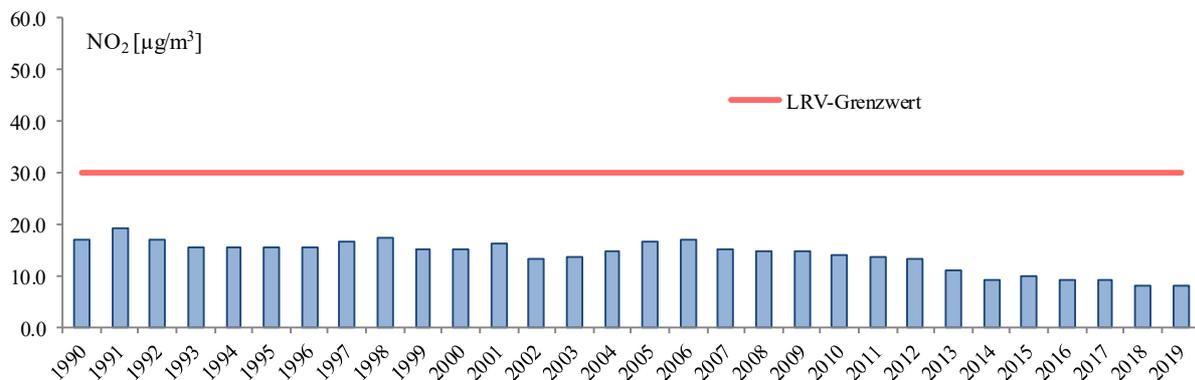
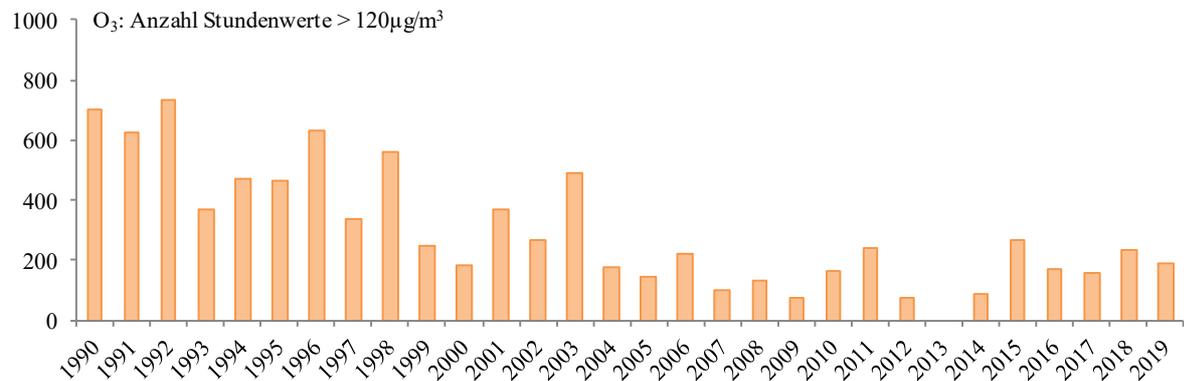


Abbildung 60: Eggerberg, Anzahl O<sub>3</sub>-Stundenwerte >120 µg/m<sup>3</sup> von 1990 bis 2019





# Brigerbad

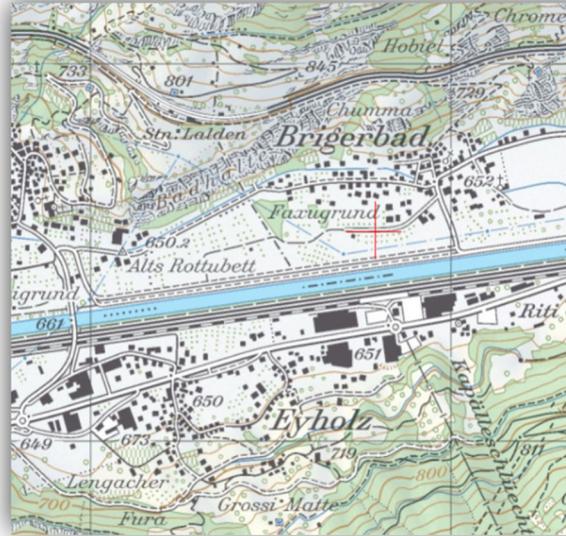
Tabelle 33: Brigerbad, Standortbeschreibung

Standort-Typ	Verkehrsbelastung	Bebauung	Koordinaten	Höhe
Ländliche Zone, Nähe von Industrien	Mittel	Offen	636 790 / 127 555	650

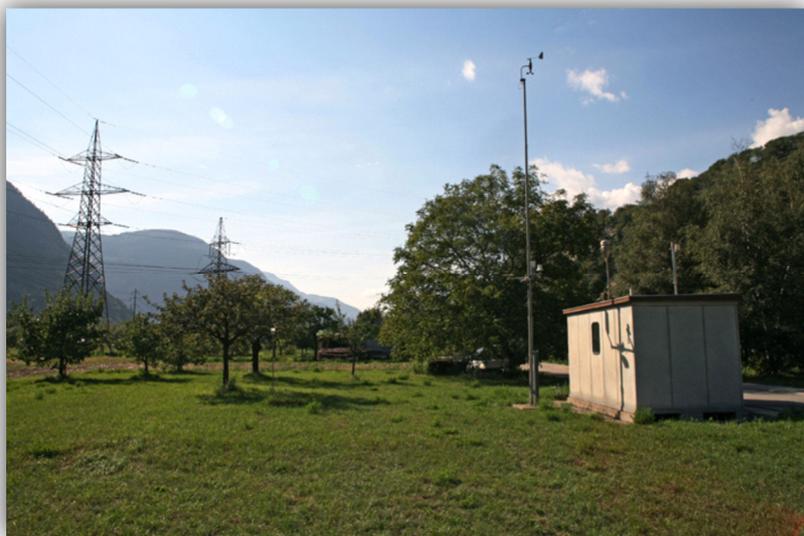
Abbildung 61: Brigerbad, Lage des Standorts



© 2006 swisstopo JD062622



© 2006 swisstopo JD062622



© Chab Lathion

Tabelle 34: Brigerbad, Ergebnisse für das Jahr 2019

Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	Messgrösse	Grenzwerte	Resultate
Jahresmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	30	17
95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	53
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	80	63
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	147
Stundenmittelwert > 120 µg/m <sup>3</sup>	[Stunden]	1	157
98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats	[µg/m <sup>3</sup> ]	100	129
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	12
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	50	43
Tagesmittelwert > 50 µg/m <sup>3</sup>	[Tag]	3	0
Blei (Pb), Jahresmittelwert	[ng/m <sup>3</sup> ]	500	3.0
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)	7
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m <sup>3</sup> ]	25 (OMS)	29
Tagesmittelwert > 25 µg/m <sup>3</sup>	[µg/m <sup>3</sup> ]	3 (OMS)	1
Staubniederschlag	Messgrösse	Grenzwerte	Resultate
Jahresmittelwert	[mg/m <sup>2</sup> *T]	200	64
Blei (Pb), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	100	2
Cadmium (Cd), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	2	0.09
Zink (Zn), Jahresmittelwert	[µg/m <sup>2</sup> *T]	400	24

Abbildung 62: Brigerbad, Jahresmittelwerte der PM<sub>10</sub> von 1999 bis 2019

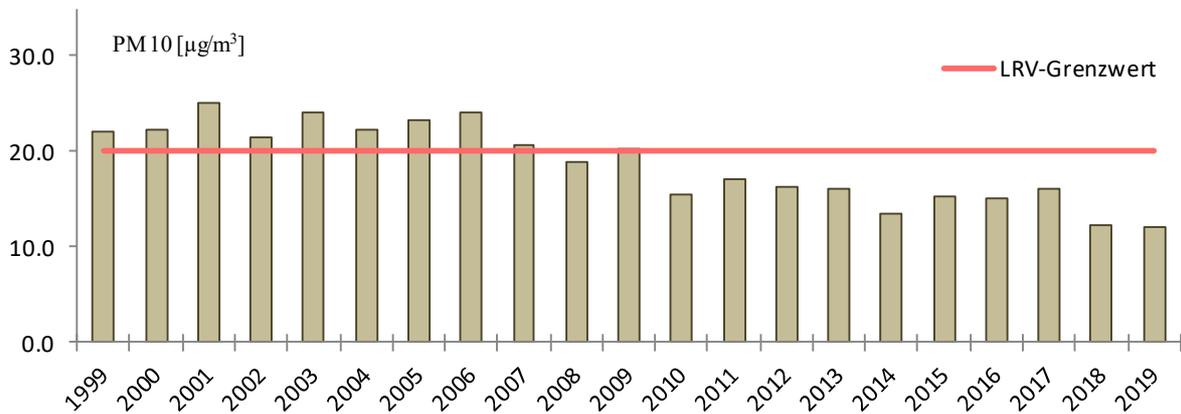


Tabelle 35: Brigerbad, Ergebnisse 2019 nach Monaten

Parameter	Einheit	Statistik	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
Stickstoffdioxid	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	31	35	13	9	9	9	11	11	13	16	23	29
		Anzahl 24hMw.> 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	33	36	66	84	79	80	76	59	51	36	27	30
		Max. h-Mw.	81	147	121	133	136	140	147	120	99	90	81	92
		Anzahl 24hMw.> 120	0	2	1	52	23	57	21	1	0	0	0	0
	[µg/m <sup>3</sup> ]	98% Perzentil	75	89	111	128	123	129	123	112	94	80	71	76
Schwebstaub	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	17	15	8	10	8	14	15	11	13	10	11	13
Staubniederschlag	[mg/m <sup>2</sup> *j]	Mittelwert	23	20	99	186	73	73	50	63	29	14	121	17
NO	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	12	13	2	1	1	1	1	2	3	5	11	20

Abbildung 63: Brigerbad, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019

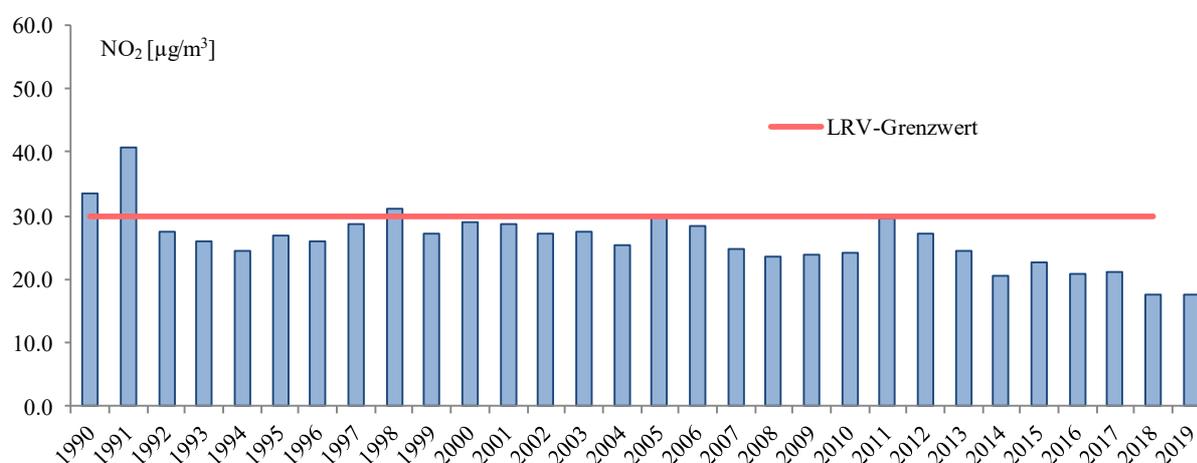
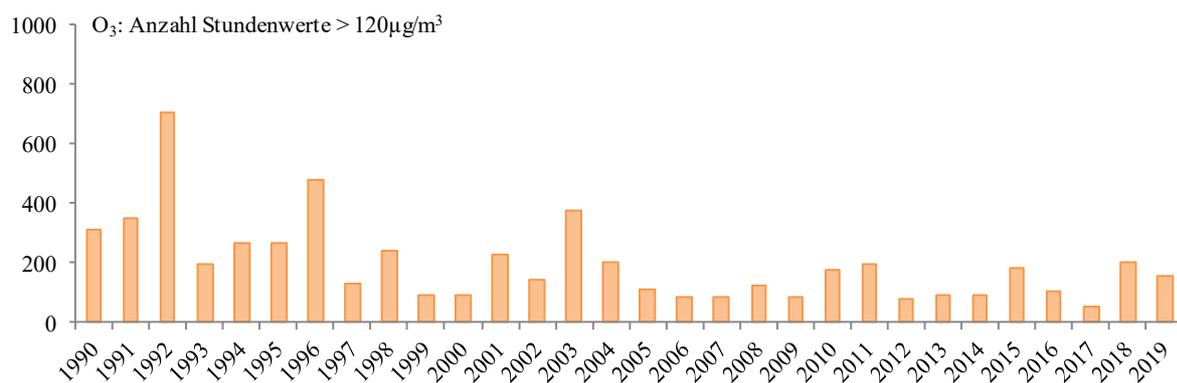


Abbildung 64: Brigerbad, Anzahl O<sub>3</sub>-Stundenwerte >120 µg/m<sup>3</sup> von 1990 bis 2019



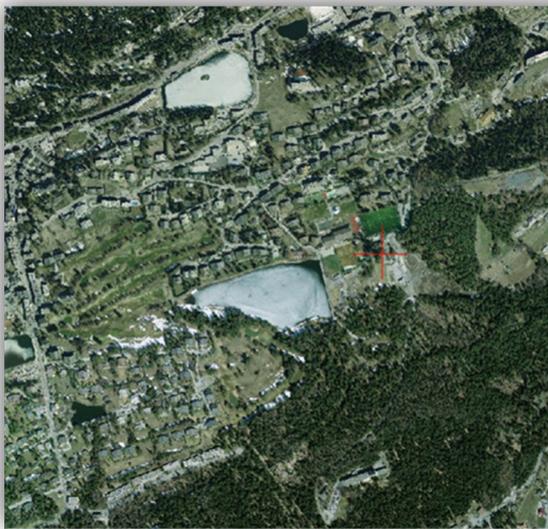


# Montana

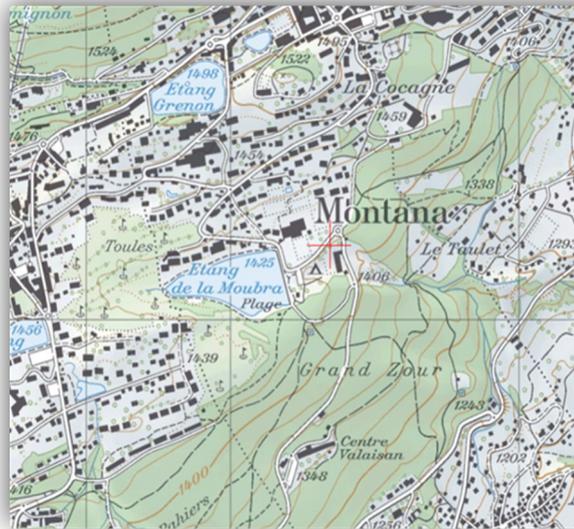
Tabelle 36: Montana, Standortbeschreibung

Standort-Typ	Verkehrsbelastung	Bebauung	Koordinaten	Höhe
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 37: Montana, Ergebnisse für das Jahr 2019

Stickstoffdioxid (NO2)	Messgrösse	Grenzwerte	Résultats
Jahresmittelwert	[µg/m3]	30	10
95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres	[µg/m3]	100	32
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m3]	80	41
Tagesmittelwert > 80 µg/m3	[Tag]	1	0
Ozon (O3)	Messgrösse	Grenzwerte	Résultats
Höchster Stundenmittelwert	[µg/m3]	120	149
Stundenmittelwert > 120 µg/m3	[Stunden]	1	357
98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats	[µg/m3]	100	136
Anzahl Monate, 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats	[Monat]	0	6
Schwebstaub (PM10)	Messgrösse	Grenzwerte	Résultats
Jahresmittelwert	[µg/m3]	20	9
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m3]	50	42
Tagesmittelwert > 50 µg/m3	[Tag]	3	0
Blei (Pb), Jahresmittelwert	[ng/m3]	500	1.7
Cadmium (Cd), Jahresmittelwert	[ng/m3]	1.5	0.04
Schwebstaub (PM2,5)	Messgrösse	Grenzwerte	Résultats
Jahresmittelwert	[µg/m3]	10 (Opair)	4
Höchster Tagesmittelwert	[µg/m3]	25 (OMS)	17
Tagesmittelwert > 25 µg/m3	[Tag]	3 (OMS)	0
Staubniederschlag	Messgrösse	Grenzwerte	Résultats
Jahresmittelwert	[mg/m2*T]	200	87
Blei (Pb), Jahresmittelwert	[µg/m2*T]	100	7.0
Cadmium (Cd), Jahresmittelwert	[µg/m2*T]	2	0.09
Zink (Zn), Jahresmittelwert	[µg/m2*T]	400	31

Abbildung 66: Montana, Jahresmittelwerte der PM10 von 1999 bis 2019

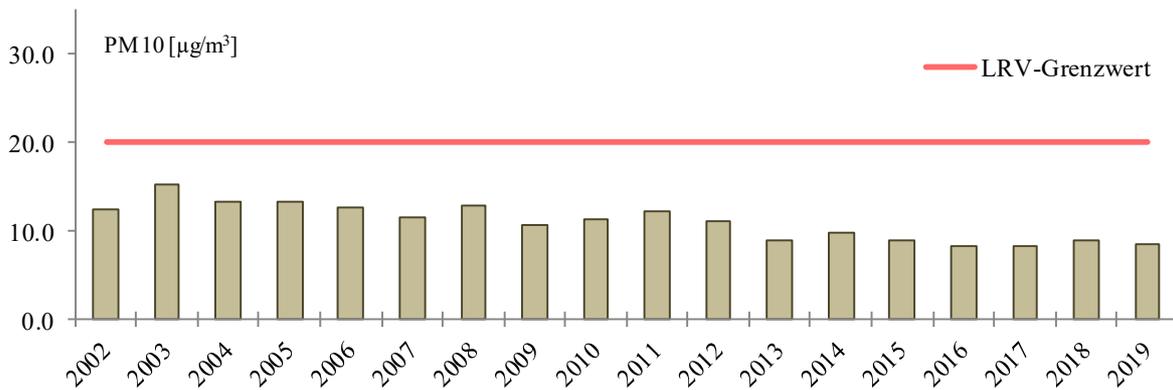


Tabelle 38: Montana, Ergebnisse 2019 nach Monaten

Parameter	Einheit	Statistik	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
Stickstoffdioxid	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	18	23	11	6	5	6	6	7	8	8	10	17
		Anzahl 24hMw.> 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ozone	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	59	69	81	95	89	95	96	74	66	56	55	60
		Max. h-Mw.	95	112	118	136	140	149	143	124	101	89	84	93
		Anzahl 24hMw.> 120	0	0	0	94	29	107	119	8	0	0	0	0
	[µg/m <sup>3</sup> ]	98% Perzentil	86	98	112	130	127	134	136	115	95	84	79	87
Schwebstaub	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	6	9	8	9	7	14	14	11	10	6	3	5
Staubniederschlag	[mg/m <sup>2</sup> *j]	Mittelwert	17	79	104	64	57	180	72	82	64	45	41	232
NO	[µg/m <sup>3</sup> ]	Mittelwert	5	5	3	2	2	1	1	1	2	2	3	5

Abbildung 67: Brigierbad, Stickstoffdioxid-Jahresmittelwerte von 1990 bis 2019

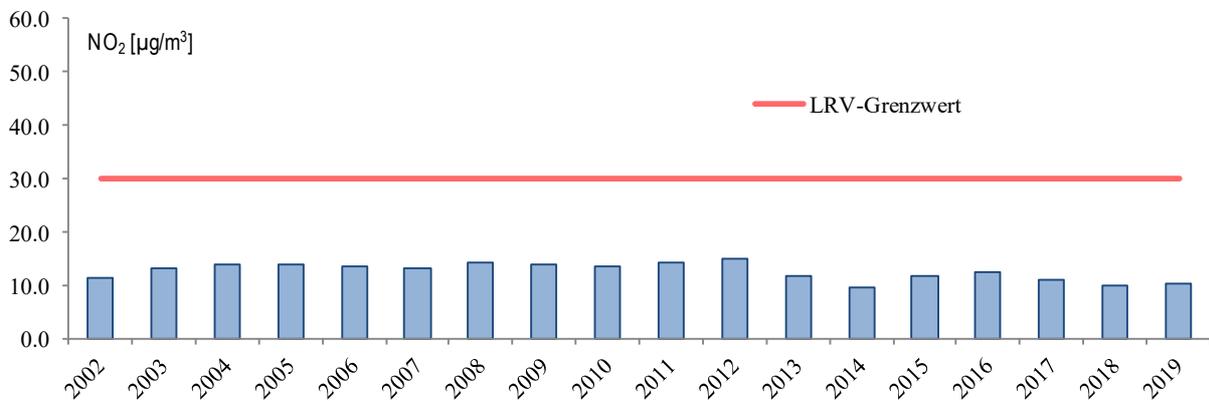
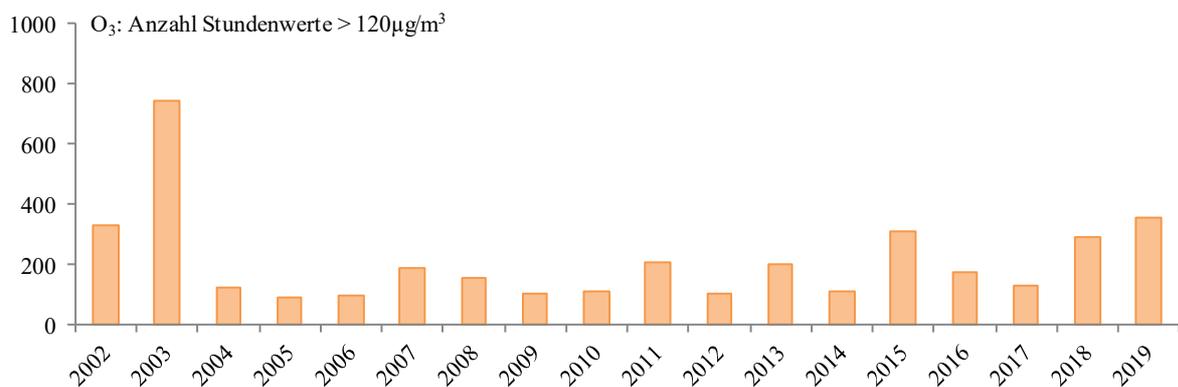


Abbildung 68: Montana, Anzahl O<sub>3</sub>-Stundenwerte >120 µg/m<sup>3</sup> von 1990 bis 2019





## A4: RESIVAL: Piktogramme für die Luftqualität

### NO<sub>2</sub>, PM10, PM2.5, Staubbiederschlag

			NO <sub>2</sub> (IGW: 30)	PM10 (IGW: 20)	PM2.5 (IGW: 10)	SN (IGW: 200)
	Jahresmittel	< 0.95 × VLI	< 28	< 19	< 9.5	< 190
	Jahresmittel	≥ 0.95 × VLI und ≤ 1.05 × VLI	28 bis 32	19 bis 21	9.5 bis 10.5	190 bis 210
	Jahresmittel	> 1.05 × VLI	> 32	> 21	> 10.5	> 210

**Bemerkungen:** Jahreswerte werden gerundet; IGW: Immissionsgrenzwerte der LRV (NO<sub>2</sub>, PM10, PM2.5 : µg/m<sup>3</sup> ; SN : mg/m<sup>2</sup>×d).

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

	Anzahl Stunden mit > 120 µg/m <sup>3</sup>	<b>Und</b>	≤ 1
	Anzahl Monate mit Überschreitung des P98 von 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats auf 100 µg/m <sup>3</sup>		0
	Anzahl Stunden mit > 120 µg/m <sup>3</sup>	<b>Und</b>	2 bis 10
	Anzahl Monate mit Überschreitung des P98 von 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats auf 100 µg/m <sup>3</sup>		1 bis 2
	Anzahl Stunden mit > 120 µg/m <sup>3</sup>	<b>Und</b>	> 10
	Anzahl Monate mit Überschreitung des P98 von 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats auf 100 µg/m <sup>3</sup>		> 2

### Benzol

	Jahresmittel in µg/m <sup>3</sup> (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> (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 2019 volle 10 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.

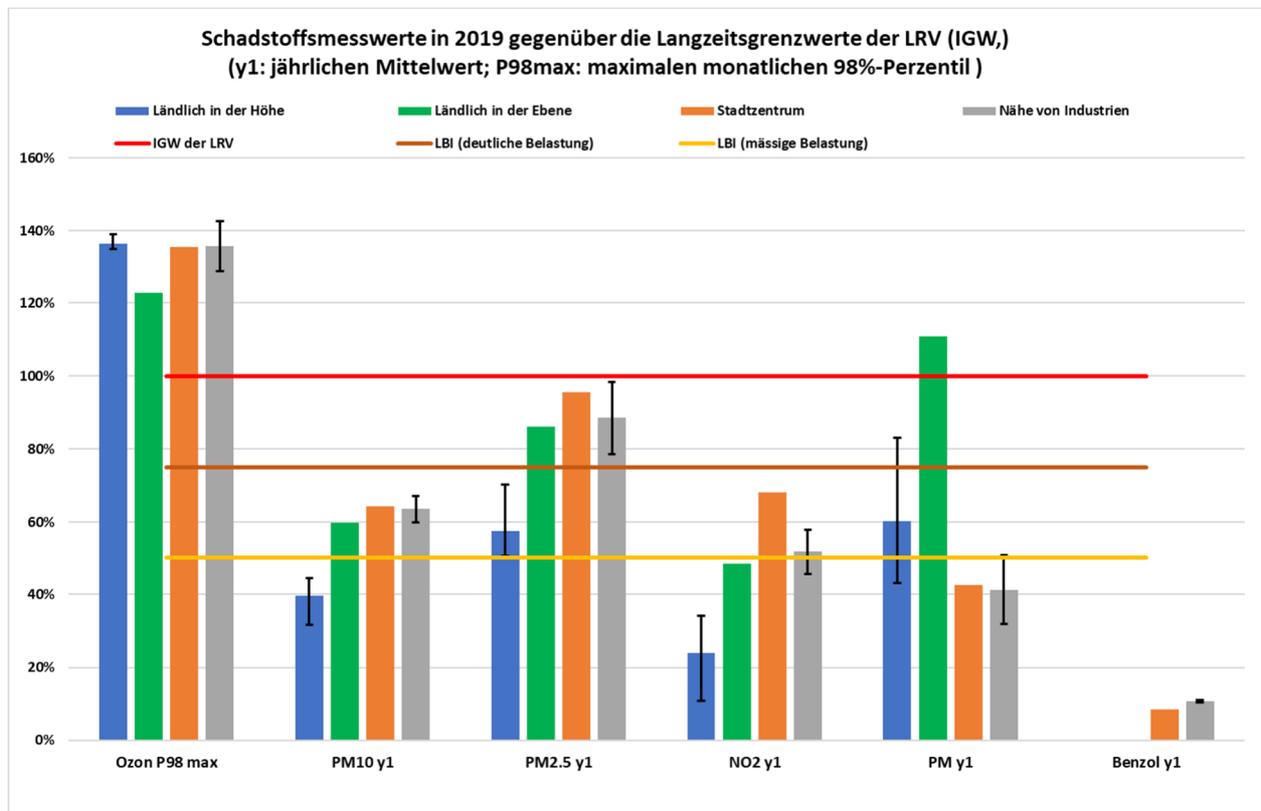
Die Massnahmen des LRV-Plans, die auf erwiesenen oder absehbaren Überschreitungen der LRV-Immissionsbegrenzungen basieren, setzen bei den Schadstoffquellen an, denn da kann das Einhalten der LRV-Grenzwerte, die von einer Massnahme des kantonalen LRV-Plans manchmal noch verschärft wurden (Bsp. 5.3.2), 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 minderm 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 nicht mehr als vier bis fünf Tage im Voraus zuverlässig vorhersehbar. Weil Belastungsniveaus, insbesondere Ozon- 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 NO<sub>2</sub> und 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. Doch die herbeizuführenden Verbesserungen sind so weitreichend, dass es illusorisch wäre, sich von Lösungen des Energiewandels zu erhoffen, dass sie die meisten Zeiten mit übermässiger O<sub>3</sub>-Belastung verhindern würden.

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 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-Index der Luftbelastung (LIL) liegen, sind als gering einzustufen.

Dies sind die besten Garantien 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 stimmt 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. Es sind zuverlässige Garantien 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 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. Jahreswerte bis 25% unter der LRV-Begrenzungen entsprechen im Sinne der LIL-Werte einer erheblichen Verschmutzung. Sie sind anfällig auf 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 im Frühling und im Sommer gehören zu dieser Kategorie. 2019 gehörten auch die Staubbiederschläge in der ländlichen Region in der Ebene dazu, was 2018 nicht der Fall war. Die Erklärung für diese Anomalie ist auf Seiten Verschmutzungsquellen, nicht beim Wetter zu suchen. So ist zum Beispiel bekannt, dass eine Baustelle kurzzeitig sehr starke Staubbemissionen verursachen kann. Das Vorhandensein einer solchen Quelle in der Nähe der Station Saxon mag das Jahresergebnis für die Staubbemissionen stark beeinflusst haben.

Abbildung 69: Gegenüberstellung der Immissionswerte im Wallis 2019 mit den wichtigsten LRV-Begrenzungen

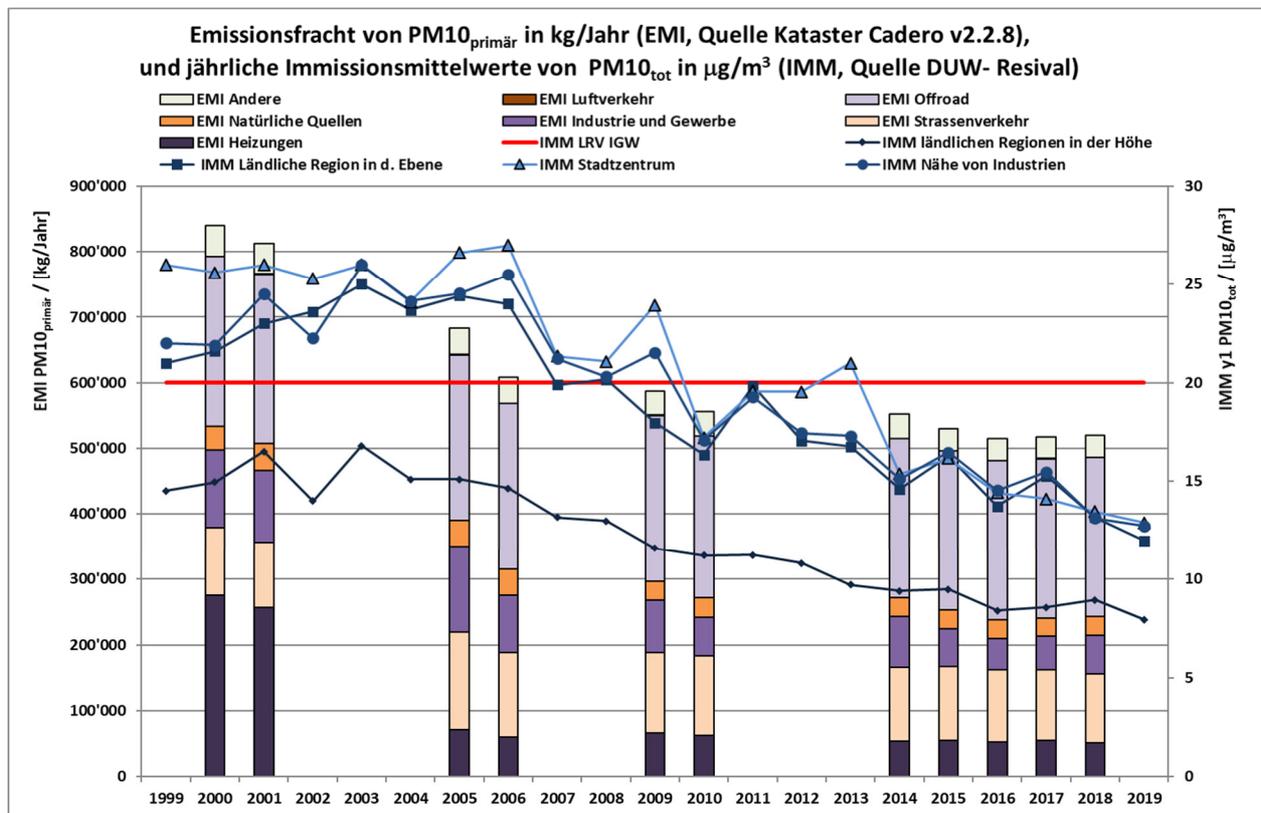


Bei den Massnahmen des LRV-Plans manchmal ein politischer Willen zum Ausdruck, dessen Absicht gar nicht unbedingt in der grösstmöglichen Wirkung liegt. Dabei handelt es sich hauptsächlich z. B. um die Massnahmen zur Ausstattung staatlicher Fahrzeuge und Maschinen mit Partikelfiltern (Massnahme 5.4.1) 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 - 2018, 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 rund 20% zurückgingen. Der Rückgang beim PM10-Ausstoss von 15 % von 2018 gegenüber 2006 spiegelt sich dann nur teilweise im Rückgang der PM10-Belastungen in der Luft um 47 % seit 2006 wieder. 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 [6]. 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 47 % (Abb. 71) und das SO<sub>2</sub> um 91 % (Abb. 72).

Abbildung 70: PM10, Entwicklung der Belastungsniveaus von 1999 bis 2019



Zu diesen Zahlen kann man noch die Hypothese erwähnen, dass die Klimaerwärmung die Neigung der Vorläufergase hemmt, sich zu sekundären Aerosolen, die heute fast 50% des Gesamt-PM10 ausmachen, zu verdichten. Von 2000 bis 2009 war die mittlere Temperatur in der Schweiz nicht angestiegen. Die relative Stagnation der Immissionsniveaus in diesem Zeitraum ist auf eine anhaltende Produktion von sekundärem PM10 zurückzuführen. Seit ab 2010 die Wärme spürbar zugenommen hat und dadurch die Aerosolbildung zurückging, könnte dies einen erheblichen Beitrag zum gesamthaft stetigen Rückgang der PM10-Niveaus geleistet haben. An Abbildung 70 lässt sich auch die Entwicklung der PM10-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. Doch seit 2015 scheint sich, ziemlich deutlich in ländlichen Regionen in der Höhe, eine Stabilisierung der Niveaus abzuzeichnen. Emissionsseitig war die Verringerung der ausgestossenen Primär-PM10 um 12% seit 2009 von geringerem Ausmass als jene von fast 25% von 2000 bis 2009, während die Ausstossverringerung bei den NO<sub>x</sub> und SO<sub>2</sub> über den gesamten Zeitraum von 2006 bis 2018 in etwa gleichmässig verlief (s. Abb. 71 und 72). Unter Weglassung der klimatischen Effekte sind die im Kapitel zum PM10 abgegebenen Erklärungen, d.h. die 2007 eingeführten neuen LRV-Begrenzungen für Feinstaub- und Dieselsrussmissionen, der wichtigste Grund für die seither zu beobachtende PM10-Entwicklung. Die NABEL-Ergebnisse zeigen auf nationaler Ebene von 2006 bis 2018 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 PM10 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 kantonaler Ebene ist eher zweitrangig, verglichen mit den getroffenen Hauptmassnahmen der PM10-Bekämpfung: Verschärfte Kontrollen für Industrieanlagen und Holzheizungen (Massnahmen 5.3.1), Subventionen für den Einbau von Partikelfiltern in 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 PM10-Belastungen darstellen.

Was nun die gesamthaften Emissionen von Primär-PM10 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 und von der immissionsverstärkenden Wirkung des Windes ab. Der deutlichste Rückgang beim primären PM10 fand 2018 gegenüber 2009 gemäss Kataster jedoch in den Bereichen Industrie (-20 t), Strassenverkehr (-18 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 die die Emissionen um 30 Tonnen pro Jahr abnahmen. Im Bereich Strassenverkehr blieben die Emissionen aus Abrieb von 2009 bis 2018 gleich, und der Rückgang um 18 Tonnen bei den PM10-Emissionen 2016 gegenüber 2006 ist auf Verbesserungen beim Abgasausstoss der Motoren zurückzuführen. Im Heizungsbereich ist der grösste Teil der 15 Tonnen weniger emittierten PM10 auf Verbesserungen an den Holzheizungen zurückzuführen. Die Verstärkung der Kontrollen, die im Rahmen des kantonalen LRV-Plan stattfinden, liefert dieser Entwicklung einen starken Antrieb.

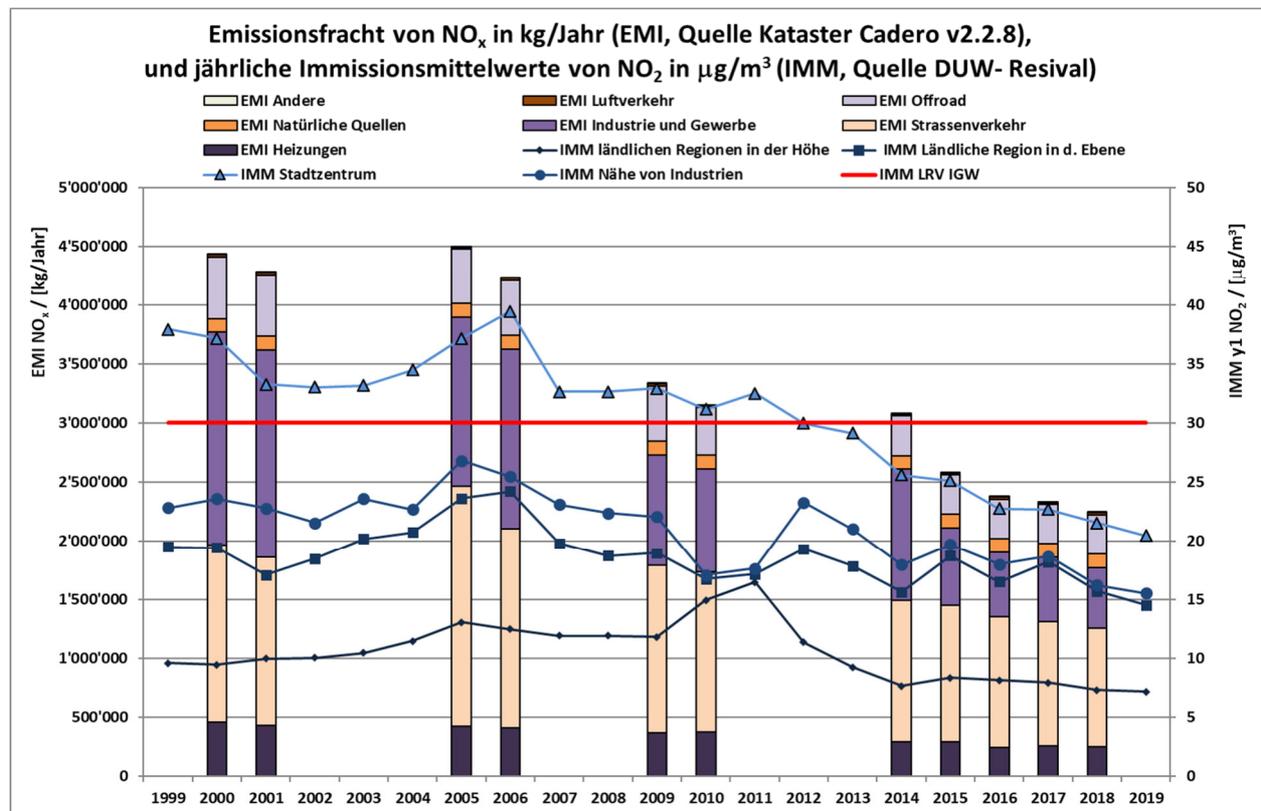
### *Wirksamkeit in Bezug auf die Stickoxidbelastung (NO<sub>x</sub>)*

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 2018 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. Die Tabellen mit den Monatsergebnissen in Anhang 3 zeigen nämlich eine Verhältnis  $NO_2/NO$ , das stets über 1, und überall über 2 liegt, ausser in Saxon im Oktober und November (Verhältnis = 1.9), und in Brigerbad im Dezember (Verhältnis = 1.5). Im Jahresmittel liegt der Wert in Saxon am tiefsten (Verhältnis = 2.7), in Eggerberg am höchsten (Verhältnis = 6.4). Betreffend den Beitrag der  $NO_x$ -Emissionen zur Feinstaub-Bildung ist zu sagen, dass die PM10-Gesamtmenge im Winter zu rund 30 % aus Nitraten besteht, im Sommer sind es etwa 5% [6]. Eine starke Verringerung des Vorläufergases kann also das PM10-Niveau deutlich zu senken, zumal im Winter, der punkto Feinstaub kritischsten Jahreszeit.

Abb. 71 zeigt die ungefähre Stagnation der  $NO_2$ -Niveaus in der Luft, die gut mit dem von 2000 bis 2006 ziemlich konstanten  $NO_x$ -Ausstoss übereinstimmen. Dagegen weisen die Niveaus seit 2006 sowohl emissionsseitig (Rückgang bis 2018 um 47 %) als auch immissionsseitig (Rückgang um 25 %) insgesamt einen seit 2006 währenden Abwärtstrend auf (20 bis 40 %). Diese analog verlaufende Entwicklung stützt die Hypothese, dass sich die  $NO_x$ - und  $NO_2$ -Niveaus sinnvoll vergleichen lassen und dass sie bedeutenden Proportionalitäten unterliegen. Bei näherer Betrachtung lässt Abb. 71 erkennen, dass die sinkenden  $NO_x$ -Niveaus hauptsächlich auf die Industrie und den Strassenverkehr zurückzuführen sind: in der Industrie wurden 2018 gegenüber 2006 66 % weniger  $NO_x$  ausgestossen (-1011 t) m Strassenverkehr 40% weniger (-686 t). 80 % des gesamten Rückgangs bei den  $NO_x$ -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 infolge Schliessung der Ölindustrie ist offensichtlich. Doch jene, die auf den Strassenverkehr entfällt, ist mit Vorsicht zu beurteilen, wie im Kapitel über die Entwicklung der  $NO_2$ -Immissionen im RESIVAL-Teil dieses Berichts zum Thema HBEFA-Revision erläutert wird.

Abbildung 71:  $NO_x$ , Entwicklung der Belastungsniveaus von 1999 bis 2019



An Abbildung 71 lässt sich insbesondere auch ablesen, wie sich die  $NO_x$ -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 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 auffallend. Emissionsseitig verringerten sich von 2009 bis 2018 die von der Industrie ausgestossenen NO<sub>x</sub>-Mengen um 45 % (-424 t), im Strassenverkehr um 29 % (-413 t), zusammen zu einer Gesamtreduktion von 33 % der Emissionen. Im Offroad-Bereich waren es 28%, also 132 t weniger. Im Offroad-Bereich erfolgt der Rückgang in Stufen etwa alle 5 Jahre und gibt so die schrittweisen Verbesserungen des Stands der Technik wieder. Betreffend Strassenverkehr sind es die Massnahmen 5.4.1 und 5.4.3, welche zum Rückgang beitragen. Von diesen ist die Förderung der Eco-Drive-Fahrkurse die einzige, die eine generelle Wirkung auf den gesamten Strassenverkehr im Kanton haben kann. Die anderen beiden Massnahmen wirken sich nur begrenzt auf den staatlichen Fahrzeugpark oder auf umweltfreundliche Fahrzeuge aus, die noch eine Minderheit der im Wallis verkehrenden Fahrzeuge darstellen. Im Industriebereich kommt 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 98 % 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.

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. Der Sinn der Massnahme 5.3.1 liegt darin, den Industriesektor und auch die grössten Unternehmen des Dienstleistungssektors für weitere Emissionssenkungen zu motivieren. Auch die Massnahme 5.4.3 für die Eco-Drive-Fahrkurse kann im Bereich Strassenverkehr einen Beitrag leisten. Man schätzt, dass sich mit dieser Methode bis zu 15% Benzin einsparen lässt, was dann allerdings dem Höchstwert der NO<sub>x</sub>-Reduktion auf Strassen entspricht, der sich mit dieser Massnahme erreichen lässt.

Der beträchtliche Rückgang der NO<sub>2</sub>-Immissionsniveaus um 37% im Stadtzentrum in Sitten von 2011 bis 2019 (34 % von 2011 bis 2018) dürfte gemäss kantonalem Kataster hauptsächlich auf Reduktionen im Strassenverkehr und in der Industrie zurückzuführen sein. Der Rückgang im Heizungsbereich dürfte zwar nicht unwesentlich, aber weiter geringer gewesen sein (Abb. 71). Dennoch, seit in der LRV ab 2004 die Ausnahmen von den NO<sub>x</sub>-Begrenzungen für vor 1993 in Verkehr gebrachte Gas- und Ölheizungsanlagen aufgehoben wurden, ergingen durch die DUW (ex-DUS) über 10'000 Sanierungsverfügungen für Hausheizungen. 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 verringert worden sind. Zu diesen Sanierungsmassnahmen gehören: Eintausch des Brenners gegen eine Low-NO<sub>x</sub>-Technologie, Auswechslung ganzer Anlagen gegen einen Brennwertkessel oder einen nicht-fossilen Energieträger (Wärmepumpe, Solarstrom, Fernwärme etc.). Diesbezüglich hätte die Massnahme 5.5.1 (Sanierung der Heizungen und Wärmeisolierung der Gebäude) eine eher hemmende Wirkung. Doch angesichts ihres geringen Anwendungserfolgs hat die Massnahme ohnehin nur marginalen Einfluss auf die beobachteten Entwicklungen. So kann man schliessen, dass in der speziellen Situation der Station Sitten der relative Beitrag des Heizungsbereichs an den Rückgang der NO<sub>2</sub>-Immissionen bedeutend grösser ist als auf kantonaler Ebene. Der Einfluss lokaler Verschmutzungsquellen ist nämlich in einem Umkreis von unter zehn Kilometern um die Messstation im Stadtzentrum herum aufgrund der dichte der Einträge in der Umgebung ausgeprägter. Vom Beitrag des Industriebereichs, dessen nächsten Grossbetriebe sich in Siders, etwa 15 km von Sitten entfernt, befinden, ist keine erhebliche Einwirkung anzunehmen. Die KVA UTO hingegen befindet sich in etwa 2.5 km Entfernung, doch dies ist nur eine einzelne, isolierte Quelle. Bleibt noch der Strassenverkehr als praktisch einzige mögliche Erklärung für den beobachteten NO<sub>2</sub>-Rückgang, wenn man annehmen will, dass die Emissionen aus dem Heizungsbereich effektiv von geringer Bedeutung sind.

Um dies 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  $\text{NO}_x$ -Immissionen (in ppb) nahmen 2019 gegenüber 2011 um 31 % ab (2018 waren es 26 %); und jene von  $\text{NO}_2$  nach 2019 gegenüber 2011 um 22 % ab (2018 18 %). Es ist festzustellen, dass der  $\text{NO}_2$ -Rückgang zwischen 50 und 60 % des vom RESIVAL in Stadtzentrum Sitten gemessenen  $\text{NO}_2$ -Rückgangs von 37 % beträgt (2019 gegenüber 2011; 34% 2018 gegenüber 2011). Nimmt man nun an, dass die NABEL-Ergebnisse vor allem für den Anteil des Strassenverkehrs und ausserdem für die  $\text{NO}_2$ -Hintergrundkonzentrationen aus anderen Quellen gelten, ausser für Heizungen (zu weit entfernt), so wäre der Rest von 15 % des Rückgangs (37 % - 22 %) des  $\text{NO}_2$  an der RESIVAL-Station in Sitten seit 2011 auf den Heizungsbereich zurückzuführen. Eine Prüfung dieser Zahlen auf Grundlage des kantonalen Katasters für die Gemeinde Sitten wird erfolgen, sobald die HBEFA-Version 4.1 implementiert sein wird. 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 ( $\text{SO}_2$ )*

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  $\text{SO}_2$  von 2000 bis 2018, sowie die Messergebnisse für diesen Schadstoff in der Luft im Jahresmittel und für die vier Standort-Typen.  $\text{SO}_2$  kann immissionsseitig als Primärschadstoff oder als Sulfatfraktion im  $\text{PM}_{10}$  als Sekundärschadstoff gemessen werden. In der Bilanz würden die  $\text{SO}_2$ -Mengen in der Luft somit abgeschwächt, doch kann sich  $\text{SO}_2$  wiederum auch aus anderen, schwefelhaltigen Vorläufergasen, wie  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{COS}$  oder  $\text{DMS}$  (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  $\text{CO}$  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.  $\text{SO}_2$ -Emissionen tragen zur Bildung von sekundärem  $\text{PM}_{10}$  bei und machen als Sulfate, auf das ganze Jahr gerechnet, insgesamt 5 bis 15 % der Verbindungen im  $\text{PM}_{10}$  aus [6]. Heute hätte auch eine weitere starke Abnahme dieses Vorläufergases höchstens eine Auswirkung von unter 15% auf den Rückgang der  $\text{PM}_{10}$ -Konzentrationen in der Luft, was zwar immer noch nicht vernachlässigbar wäre.

Abb. 72 zeigt bis 2006 stagnierende  $\text{SO}_2$ -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 notorischen 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 um 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  analytisch keine quantitative Aussagekraft mehr. Diese Tatsache wurden bereits in früheren LRV-Berichten erörtert. Daher sind die RESIVAL-Ergebnisse seit 2018 nicht mehr quantitativ, sondern nur mehr als qualitativer Richtwert für  $\text{SO}_2$ -Konzentrationen anzusehen. Nur die Verringerung der ausgestossenen  $\text{SO}_2$ -Mengen von 2008 bis 2018 ist für eine Auswertung noch von Interesse.

Abbildung 72: SO<sub>2</sub>, Entwicklung der Belastungsniveaus von 1999 bis 2018

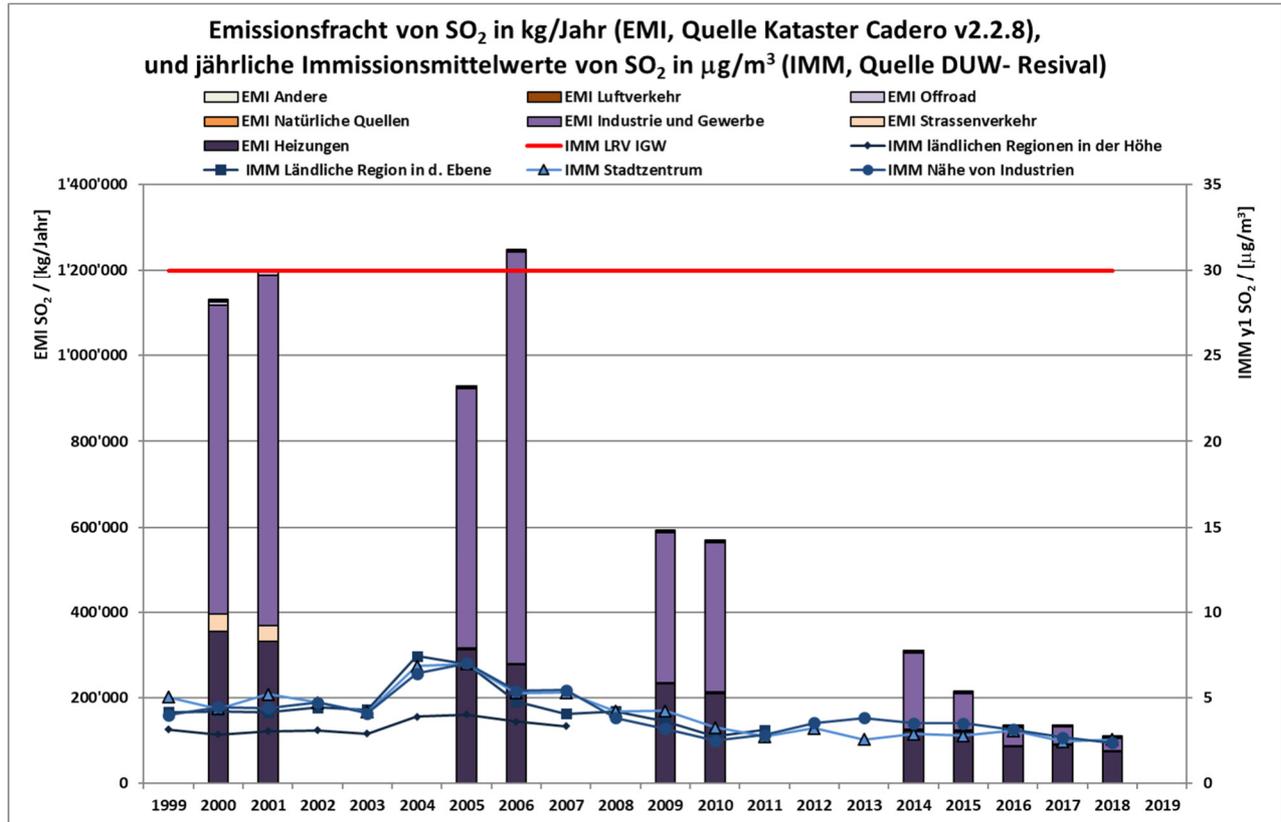


Abb. 72 zeigt, dass seit Inkrafttreten des LRV-Plans 2009 ein Rückgang um 48 % bis 2014, um 64 % bis 2015 und um 77 % bis 2016 zu verzeichnen war. Der starke Rückgang bis zu diesen Daten dürfte aber bereits ab 2006 eingesetzt haben. Weitestgehend wird er vom massiven Rückgang der Emissionen aus dem Industriebereich infolge Schliessung der Raffinerie in Collombey. Vor 2009 waren es noch vor allem die 2004 und 2005 an den Cracking-Anlagen vorgenommenen Verbesserungen. Dann traten Verbesserungen ein, hauptsächlich Verbesserungen am Rückgewinnungssystem der Raffinerie und der verringerte Ausstoss der Gasfackeln reduzierten die Emissionen weiterhin. 2014 172 Tonnen weniger als 2009 (Raffinerie: -183 t); 2015 267 Tonnen weniger (Raffinerie: -263 t); und 2016 schliesslich 311 Tonnen weniger als 2009 (Raffinerie: -301 t). Die Schliessung der Raffinerie im April 2015 sorgte dann dafür, dass 2016 118 Tonnen weniger SO<sub>2</sub> ausgestossen wurden als 2014. Seit 2015 haben sich die Heizungen zur Hauptquelle der Schwefeldioxid-Belastung entwickelt. Gemäss Kataster stellten die Emissionen aus diesem Bereich 2018 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, tragen zur jährlichen und fast linearen Reduktion um rund 7.6 % der SO<sub>2</sub>-Frachten seit 2009 bei. 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, womit letztlich das Heizöl «Extra leicht Euro» zum Verschwinden gebracht werden soll, dürfte ein letzter Schritt in Richtung Reduktion der Schwefeloxide getan worden sein, denn der maximale Schwefelgehalt im Heizöl «extra leicht» beträgt noch 5 % des Heizöls «Euro».

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 Grossbetriebe der chemischen Industrie, die Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) und andere Gross-Emittenten im erweiterten Sinne des Begriffs stiessen laut Deklaration auch 2018 fast 41 Tonnen SO<sub>2</sub> aus, was die örtliche Lufthygiene manchmal in nicht unerheblichem Masse beeinträchtigt.

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

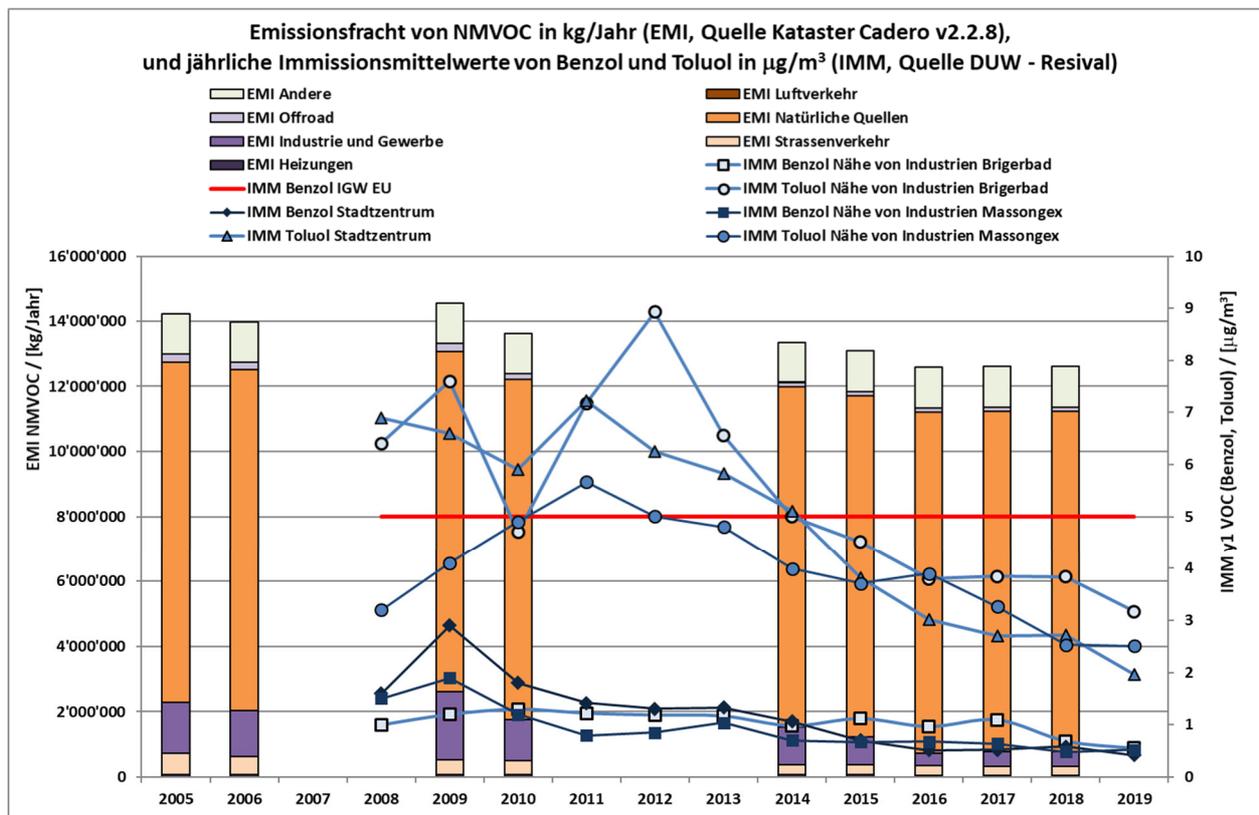
Von den 18 Massnahmen des kantonalen LRV-Plans richtet sich nur eine direkt gegen diesen Schadstoff, während 7 weitere dessen Verringerung grundsätzlich begünstigen. Nachfolgende Abb. 73 zeigt die Entwicklung der jährlich ausgestossenen Mengen NMVOC (VOC ohne Methan) von 2005 bis 2018 sowie die Messergebnisse der Jahresmittel für die beiden wichtigsten VOC an den Standort-Typen im Wallis: 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. 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. 72 beschränkt sich auf einen Kommentar zum beobachteten Rückgang von Benzol und Toluol vor dem Hintergrund der Entwicklungsrichtung, welche alle NMVOC zusammengenommen haben. Auch Methan (CH<sub>4</sub>) 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 gesamthaft 2018 gemessenen NMVOC von 12'600 Tonnen. Obwohl es auch an der Ozonbildung beteiligt ist, wobei es zusammen mit den NMVOC eine wichtige Rolle bei der lokalen Bildung von O<sub>3</sub> spielt, ist Methan vor allem in seiner Eigenschaft seiner stetigen Wirkung als Treibhausgas problematisch. Zusammen mit Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Distickstoffmonoxid (N<sub>2</sub>O) gehört es zu jenen Substanzen in der Atmosphäre, welche neben der Luftverschmutzung das grösste Problem für das atmosphärische Gleichgewicht darstellen. 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 CO<sub>2</sub> 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. Das heisst, dass sich die Konzentrationen noch etwa verdoppeln müssten, bis dass das CO<sub>2</sub> in der Luft von der LRV explizit zu regulieren wäre, da die LRV sich grundsätzlich mit Ausstössen befasst, welche der Bevölkerung und den Ökosystemen schaden können. Andere Folgen hingegen, wie die Gletscherschmelze, sintflutartige Niederschläge mit Überschwemmungen, Erdbeben, Bergstürze, darauffolgende Murgänge, sind alles schon wahrnehmbare Phänomene. Die CO<sub>2</sub>-Gesetzgebung hat Massnahmen zur Eindämmung eingeleitet, doch diese beruhen auf andern Grundsätzen als jenen der Luftreinhaltung und deren Bundesverordnung.

Insgesamt haben die NMVOC-Mengen 2018 gegenüber 2005 um 11 % abgenommen. Seit 2009 haben die NMVOC-Emissionen der Industrie, des Strassenverkehrs und des Offroad-Bereichs (mengenmässig in dieser Reihenfolge) abgenommen. Der Rückgang um 1642 Tonnen NMVOC bis 2018 gegenüber dem Jahr der Einführung des kantonalen LRV-Plans, also um -79 %, ist den verringerten industriellen Emissionen anzurechnen, im Strassenverkehr entstanden 186 Tonnen weniger (-42 %) und im Offroad-Bereich 112 Tonnen weniger (-47 %). Quellen für letztere sind hauptsächlich Verbrennungsmotoren.

Die Schliessung der Raffinerie im April 2015 bewirkte, dass die VOC-Emissionen um rund 557 Tonnen pro Jahr abnahmen. Das sind fast 34 % des gesamten Rückgangs in der Industrie, unter der Annahme, dass das Methan nur einen geringen Anteil am VOC-Ausstoss der Raffinerie ausmachte. Diese grossen Abnahmen ändern aber nichts daran, dass der Rückgang der NMVOC von 2009 bis 2018 insgesamt nur 13% betrug, dies wegen dem alles überragenden Anteil der natürlichen VOC-Emissionen, der sich nicht verändert hat und der 2018 83% der Emissionen darstellte. Dies wird sich auch kaum verändern, auch nicht bei zunehmender Nutzung von Holz für die Beheizung in einem der Nachhaltigkeit und Erneuerbarkeit verpflichteten Betrieb. Parallel dazu fielen die Immissionen im Stadtzentrum von Sitten von 2009 bis 2018 für das Benzol um 80 %, für das Toluol um 59 %. In der Nähe zur Industrie fiel die Abnahme in den gleichen Jahren geringer aus: um 75 % für das Benzol bei Massongex und um 43 % in Brigerbad. Das Toluol nahm in Massongex um 38 %, in Brigerbad um 50 % ab.

Die starken Emissionsrückgänge im Bereich der Industrie würden eigentlich für die Immissionen in der Nähe von Industrien eine grössere Auswirkung erwarten lassen als auf die Immissionen auf städtischem Gebiet. Für das Benzol zeigt die Station Massongex bedeutende Rückgänge an, in Brigerbad hingegen nur mässige. Im Kapitel über die VOC wurde für diese Station allerdings gezeigt, dass die Komponente ländlich in Verbindung mit den Windrichtungen die Einträge der Industrie stark verwischt. Ausserdem gilt Benzol nicht als spezifischer Tracer für industrielle Aktivitäten, und seine mässige Reaktionsfähigkeit ermöglicht es ihm, sich bis in weite Entfernung seiner Quellen auszubreiten. Die Abnahmen beim Toluol, das 2019 enger mit industriellen Quellen in Verbindung zu bringen war, haben sich letztlich relativ nahe an den RESIVAL-Stationen im Ober-, Mittel- und Unterwallis ereignet (s. Abb. 38 im Kapitel über die VOC).

Abbildung 73: VOC, Entwicklung der Belastungsniveaus von 2005 bis 2019



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%.

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. Die neuesten Zahlen dazu stammen allerdings aus dem Jahr 2017. Aufgrund der Auswahlkriterien der PRTR für dieses nationale Register sind seit 2017 11 Walliser Grossunternehmen darin eingetragen. Grundsätzlich deklarieren darin die Unternehmen ihre Emissionen dem Bund auf die gleiche Weise wie dem Kanton, der ihre Daten, nach

Überprüfung, ins Kataster aufnimmt. Nach den Deklarationen im SwissPRTR wurden 2017 im Wallis 147 Tonnen NMVOC ausgestossen.

Die kantonale Dienststelle erhält Deklarationen auf einer viel breiteren Grundlage, die von vierzig Unternehmen gebildet wird, denen der Bereich Industrie im Walliser Kataster für 2017 438 Tonnen NMVOC zuordnet, also annähernd das dreifache 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

### Kapitel über das Ozon und die NO<sub>x</sub>

Die Hitzewelle, die vom 23. Juni bis 1. Juli in der Schweiz herrschte, führte zu zahlreichen Überschreitungen der Stundenbegrenzungen für Ozon. Solche Situationen nennt man Sommersmog (oder O<sub>3</sub>-Smog). In solchen Zeiten ist die Luft nicht besonders trübe, wie das in der Vergangenheit stellenweise zu beobachten war, als die Luftverschmutzung noch aus einer grösseren Menge von Stoffen und Partikeln bestand. Heute bezeichnet man damit über mehrere Tage anhaltende Perioden, in denen der Stundengrenzwert der LRV von 120 µg/m<sup>3</sup> wiederholt überschritten wird. Logischerweise führen solche Ereignisse auch dazu, dass der monatliche P98-Wert von 100 µg/m<sup>3</sup> überschritten wird. Im Rahmen der Westschweizer Koordination zur Information der Bevölkerung gehören zum Sommersmog noch höhere Überschreitungen, die vereinzelt mindestens 180 µg/m<sup>3</sup> betragen müssen. Im Wallis wurde der Wert von 180 µg/m<sup>3</sup> an keiner RESIVAL-Station erreicht, im Gegensatz zu anderen Orten in der Romandie. Die Begrenzung von 120 µg/m<sup>3</sup>, oder 60 ppb, wurde hingegen deutlich überschritten. Die untenstehenden Abbildungen (Abb. 74 bis 76) zeigen die im Mittelwallis erreichten Ozon-Konzentrationen vom 25. bis 28. Juni 2019, auf dem Höhepunkt der Hitzewelle. Daraus geht klar hervor, dass der morgendliche Anstieg des Ozons nach 7 Uhr an die zunehmende Intensität der Sonneneinstrahlung gekoppelt ist. Tage mit starker Sonnenstrahlung, und somit die heissesten Tage, führen zu Ozon-Überschüssen. Die Zahlen zeigen, dass im Mittel über die 4 Tage an allen drei Stationen Höchstwerte zwischen 60 und 70 ppb erreicht wurden, dass sich aber die Ausgangswerte, die von der Hintergrundkonzentration am Ende der Nacht bestimmt werden, stark unterscheiden: ca. 15 ppb in Sitten, 2 ppb in Saxon, 26 ppb in Montana.

Abbildung 74: Ozon-Werte in ppb und Strahlung in Wm<sup>-2</sup> an der RESIVAL-Station Sitten, 25.-28. Juni 2019

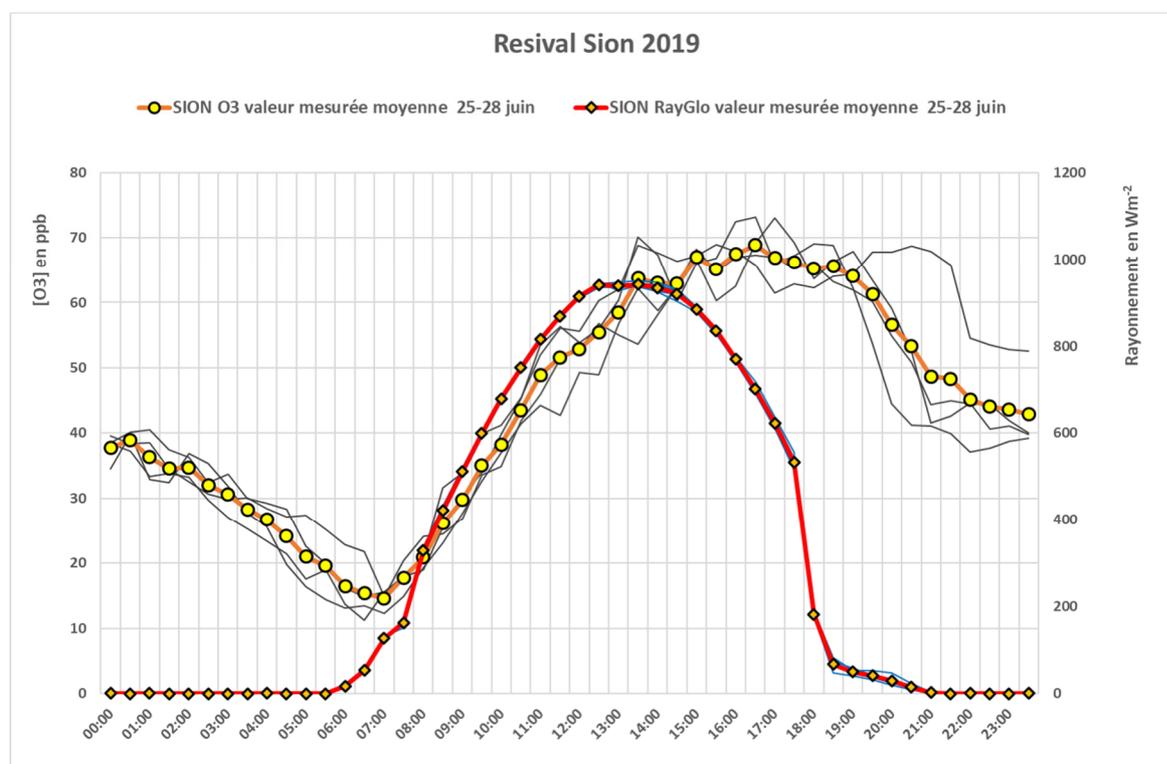


Abbildung 75: Ozon-Werte in ppb und Strahlung in  $Wm^{-2}$  an der RESIVAL-Station Saxon, 25.-28. Juni 2019

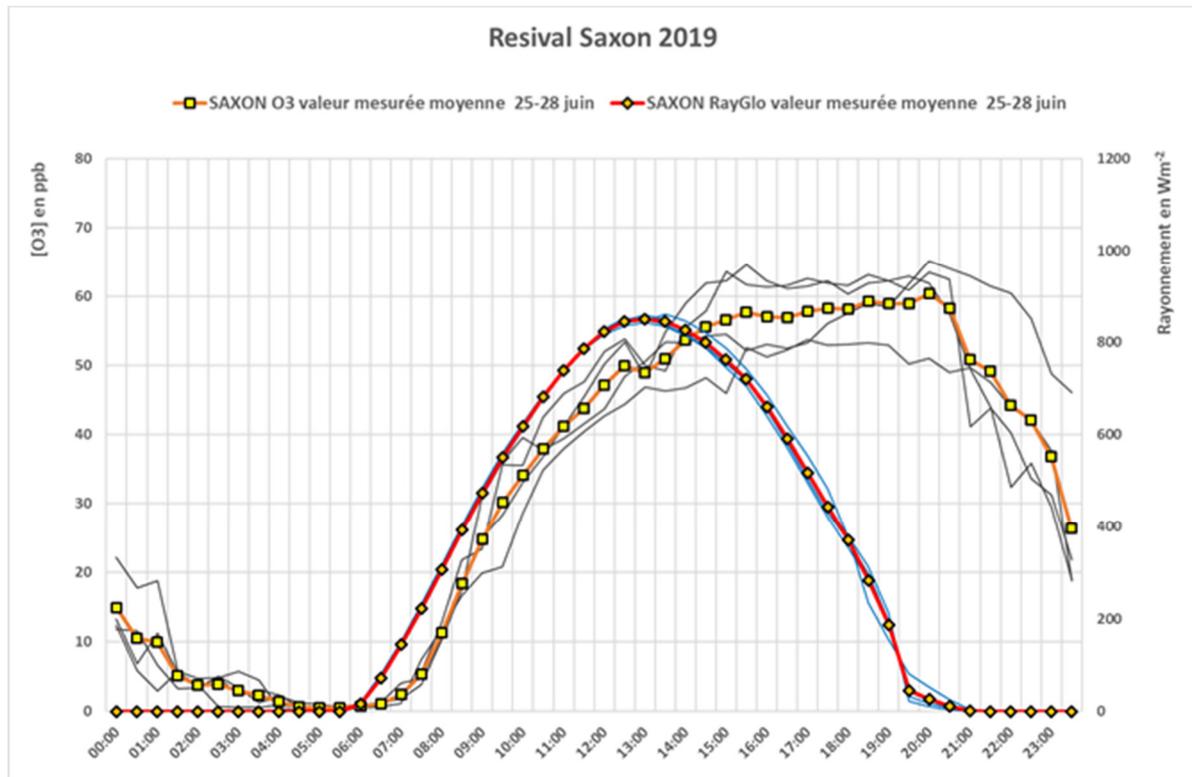
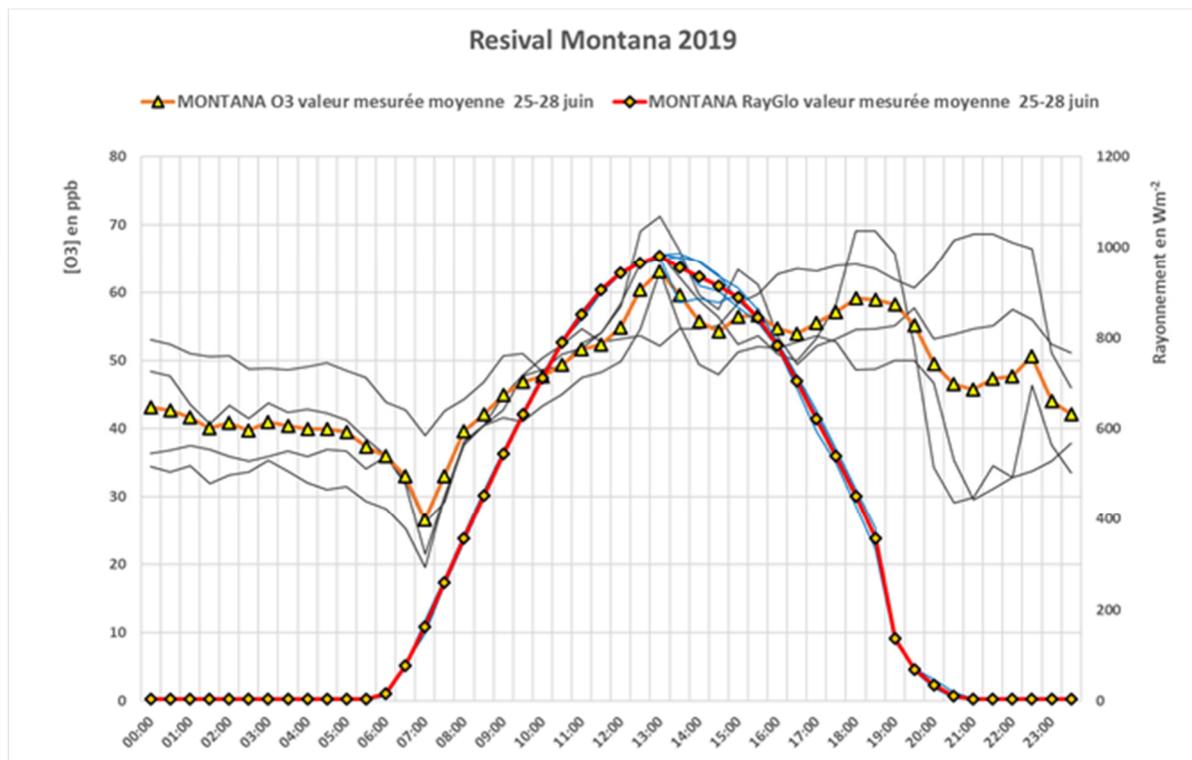


Abbildung 76: Ozon-Werte in ppb und Strahlung in  $Wm^{-2}$  an der RESIVAL-Station Montana, 25.-28. Juni 2019



Die Sonneneinstrahlung ist nicht der einzige Faktor, der die Ozon-Bildung bestimmt.

Auch das Vorhandensein von  $N_x$  ( $NO + NO_2$ ) und von «chemischen Treibmitteln», d.h. Kohlenmonoxyd, aber vor allem VOC (NMVOC +  $CH_4$ ) sind ebenso wichtig für die Nettoproduktion von Ozon. Die  $NO_x$  beeinflussen die Zeit, die es für den Anstieg der  $O_3$ -Konzentrationen braucht, während die Tageshöchstwerte mehr von den VOC-Konzentrationen abhängig sind. Die nachfolgenden Abbildungen 77 bis 79 zeigen, dass die  $NO_x$ -Niveaus an den drei Stationen im Mittelwallis um 7 Uhr ihren Höchststand erreichen und dann während des Vormittags drastisch sinken und am Nachmittag stagnieren. Der Bereich zwischen 5 und 10 ppb  $NO_x$  zeigt ungefähr den Übergangszustand vom Zustand  $NO_x$ -gesättigt (über 10 ppb) zum Zustand  $NO_x$ -begrenzt (unter 1 bis 5 ppb) an. Bei Beginn der täglichen Ozon-Produktion unter Einwirkung der Sonneneinstrahlung befinden sich die  $NO_x$ -Konzentrationen an allen Stationen im Zustand  $NO_x$ -gesättigt. In Sitten fallen sie dann und verbleiben am Nachmittag im Übergangszustand, während sie in Montana und Saxon unter diesen Bereich sinken und am Nachmittag im Zustand  $NO_x$ -begrenzt verharren, und dies ist der Zustand, in dem ein Rückgang der  $NO_x$  auch auf die Ozon-Niveaus drückt. Die Abbildungen 77 bis 79 zeigen, dass die Luft im Wallis noch weit von diesem Zustand entfernt ist, der sich am Tag, wenn sich das Ozon bildet, nur am Nachmittag und abseits städtischer Gebiete zeigt. Wenn es mit dem Energiewandel gelingt, noch viel tiefere  $NO_x$ -Niveaus zu erreichen als heute, dann könnte das mit dem jederzeitigen Einhalten der Stundenbegrenzungen für Ozon eventuell funktionieren. An der Station Montana zeigt sich nämlich, dass selbst bei einem ziemlich hohen Ausgangsniveau (20 - 20 ppb) der lokale Produktionsüberschuss den Ausschlag für die Grenzwertüberschreitung von 50 ppb (monatliches P98) oder von 60 ppb (Stundengrenzwert) gibt. Konkret heisst das, um dies zu vermeiden, müsste eine massive Abkehr von der Verbrennungstechnologie, wie Verbrennungsmotoren und brennstoffbetriebene Heizungen, stattfinden. Existierende Alternativen, wie z. B. mit erneuerbarer Energie betriebene Wärmepumpen, Solarenergie und Elektromobilität, haben das Potential, diese Entwicklung ziemlich weit voran zu bringen, doch die Herausforderung ist enorm.

Abbildung 77: Ozon- und  $NO_x$ -Werte in ppb an der RESIVAL-Station Sitten, 25.-28. Juni 2019

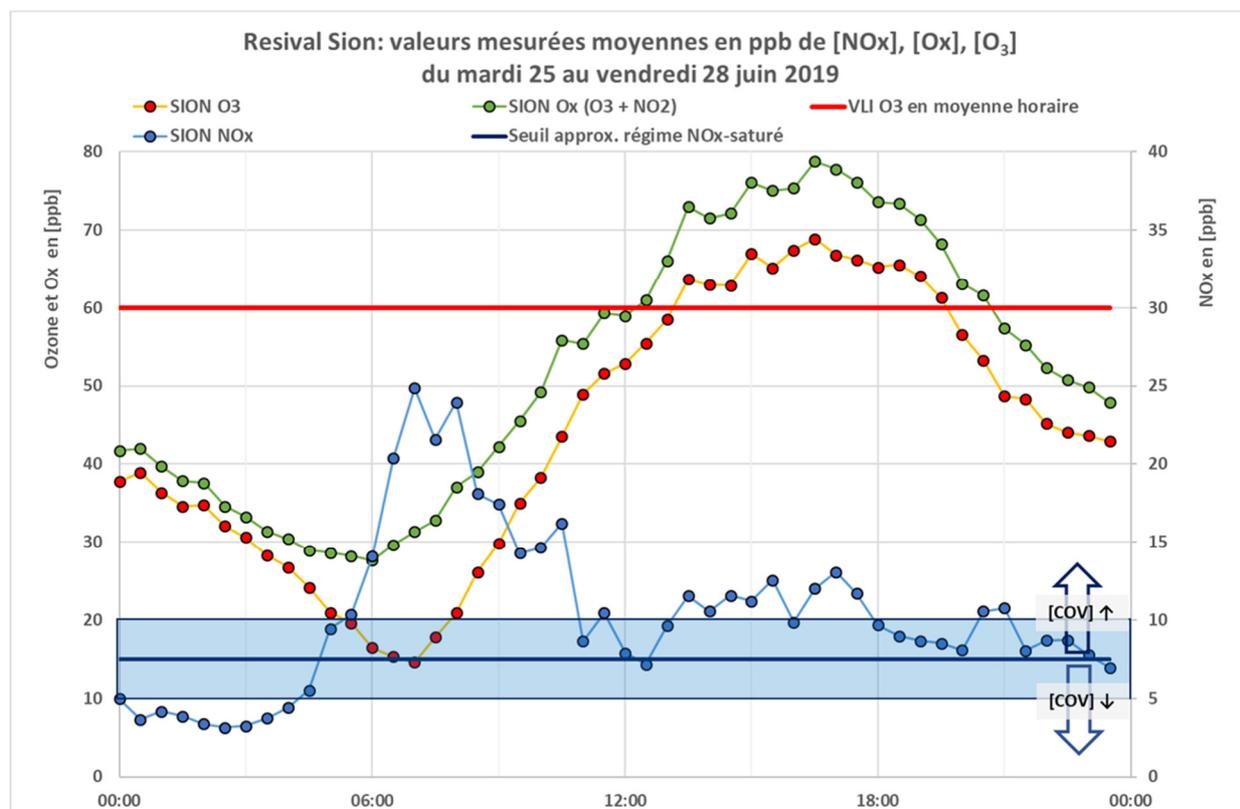


Abbildung 78: Ozon- und NO<sub>x</sub>-Werte in ppb an der RESIVAL-Station Saxon, 25.-28. Juni 2019

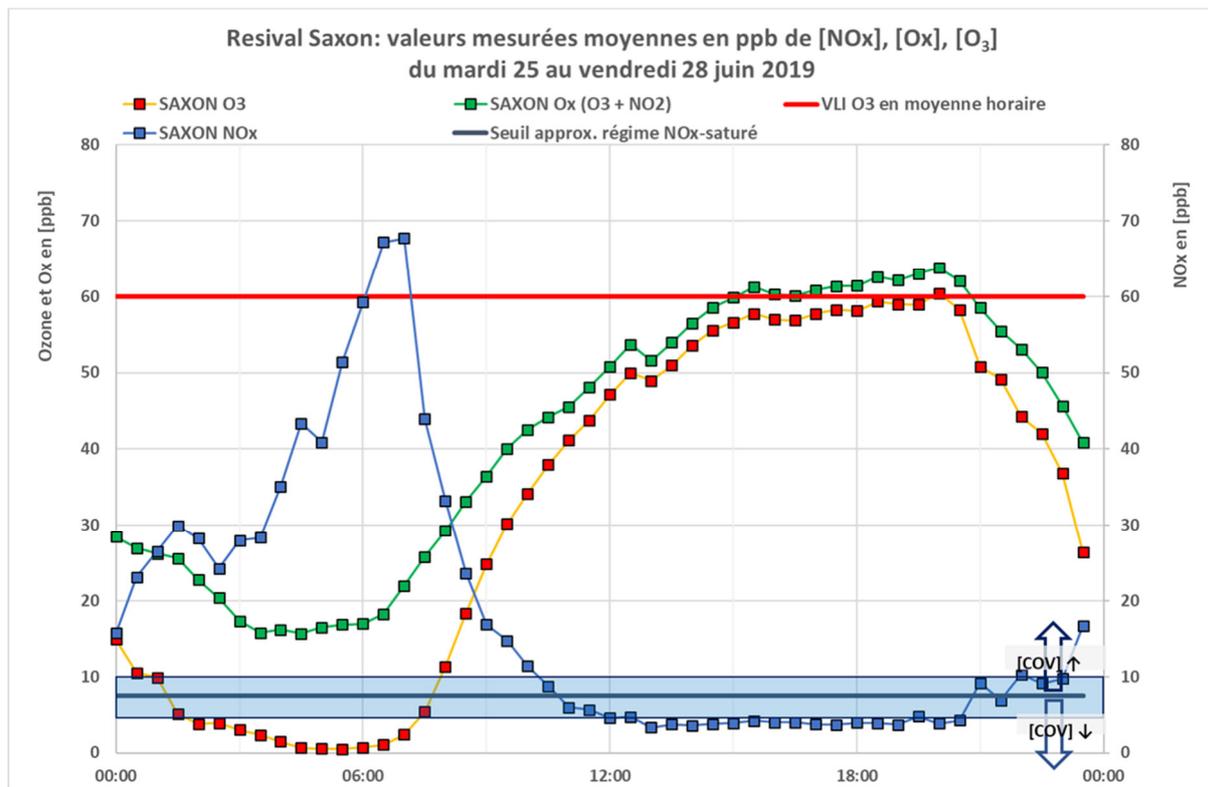
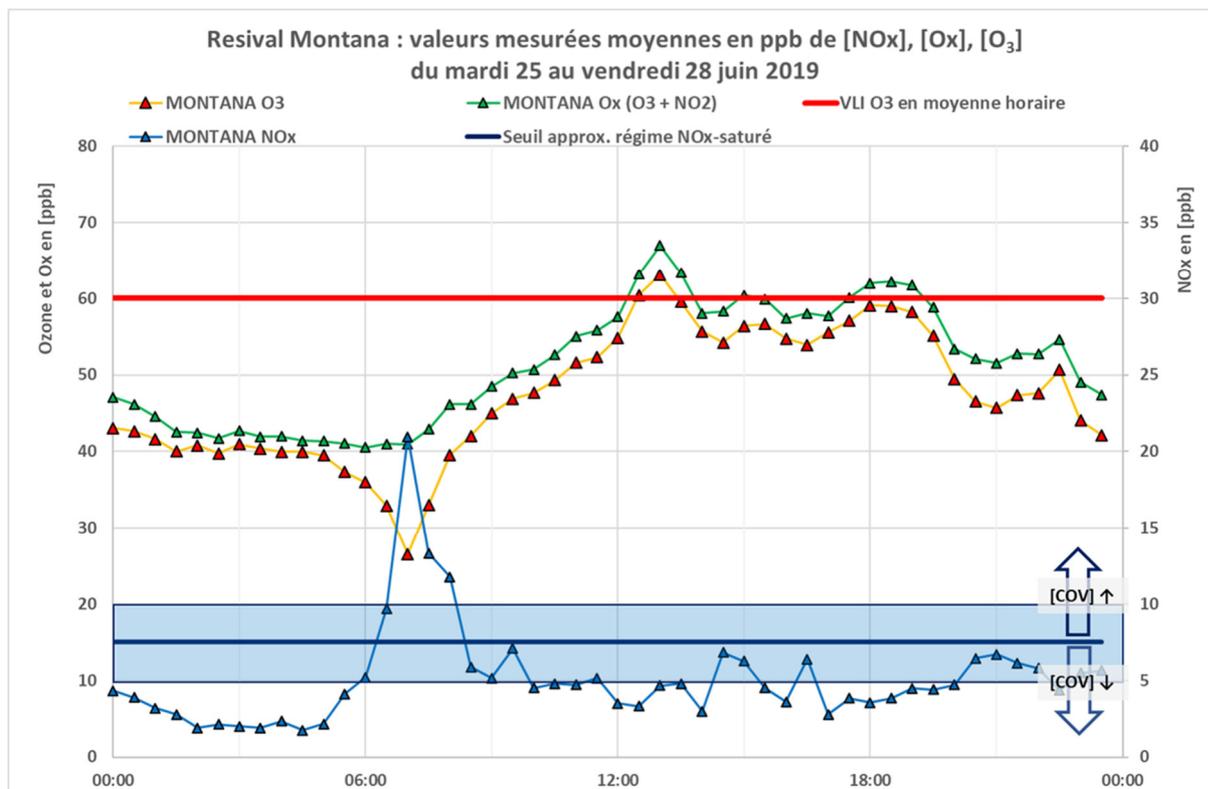


Abbildung 79: Ozon- und NO<sub>x</sub>-Werte in ppb an der RESIVAL-Station Montana, 25.-28. Juni 2019



Die Studie [9] zeigt auf akademische Weise, dass es einen chemischen Zustand NO<sub>x</sub>-begrenzt gibt, in welchem eine Verringerung der NO<sub>x</sub> auch zu einer Verringerung des O<sub>3</sub> ( $[O_3] \propto [NO]$ ), führt, und auch NO<sub>x</sub>-gesättigte oder VOC-begrenzte Zustände, in welchen die Reduktion der NO<sub>x</sub>-Konzentration zu einer Zunahme der Ozonbildung ( $[O_3] \propto [VOC]/[NO_2]$ ) führt. NO<sub>x</sub>-gesättigte Zustände bilden sich für gewöhnlich in Zonen mit starker NO<sub>x</sub>-Belastung, typischerweise in städtischen Gebieten. Zustände NO<sub>x</sub>-begrenzt sind auf dem Kontinent in weiten ländlichen Regionen, abseits grösserer Agglomerationen und Strassen, zu finden.

Kapitel über die VOC

2019 wurde die Station Brigerbad durch eine mobile Station ergänzt, um die Immissionen in Industrienähe besser bestimmen zu können. Aufgestellt wurde sie in Baltschieder, westlich der Ortschaft Visp, wo sich ein grosser chemischer Industriebetrieb befindet, und sie wurde mit einem BTEX-Messgerät ausgestattet. Für die beiden wichtigsten dieser Stoffe, das Benzol und das Toluol, zeigen die nachstehenden Abbildungen 80 und 81, dass die Winde 2019 den Verschmutzungseintrag der Quellen der östlich der Station liegenden chemischen Industrie stark beeinflusst hat, viel mehr als aus der Richtung ländliche Region westlich der Station. Benzol (Abbildung 80) wurde von den Winden fast ausschliesslich aus westlicher Richtung herangetragen. Beim Toluol (Abbildung 81) zeigt sich eine ausgewogenere Situation zwischen West und Ost. Die mittleren Windgeschwindigkeiten und -richtungen sind für beide dieselben, da ja auch die Witterungsbedingungen dieselben sind. Der Unterschied zwischen den Windhäufigkeiten ergibt sich daraus, dass die Windrose nur einen Ausschlag verzeichnet, wenn der betreffende Schadstoffgehalt ungleich null ist.

Abbildung 80: Benzol-Immissionen an der Station Baltschieder, 2019

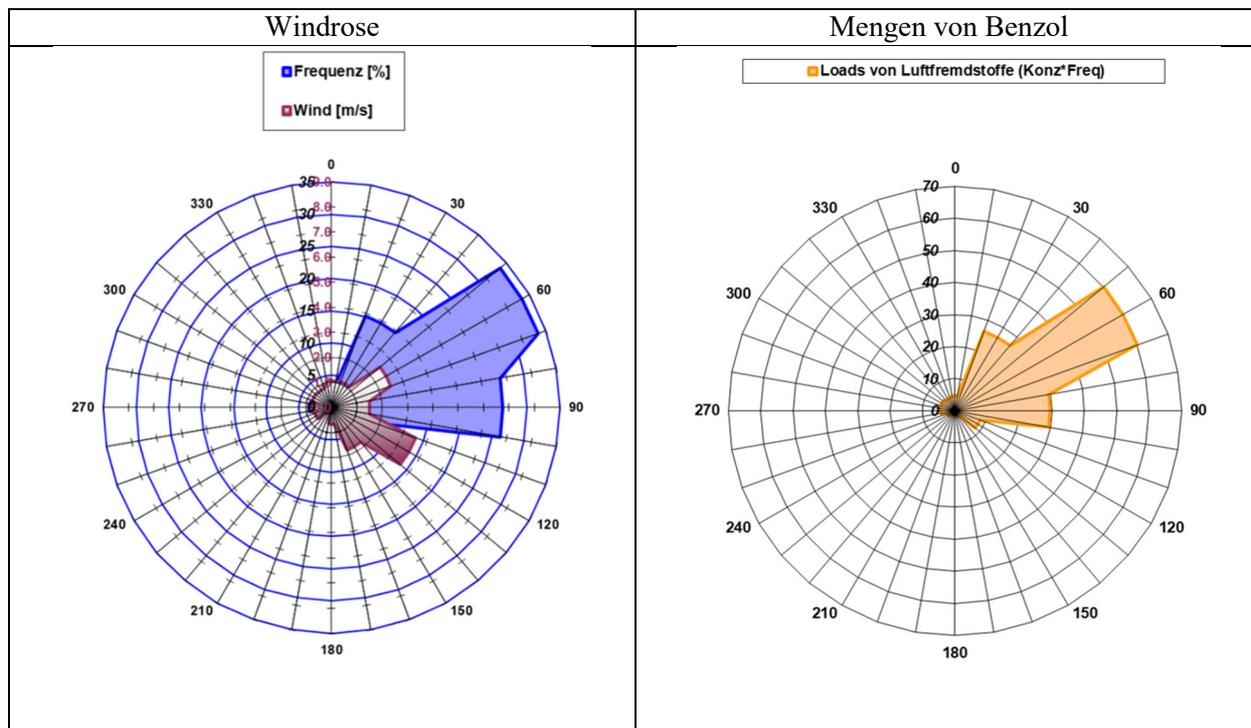
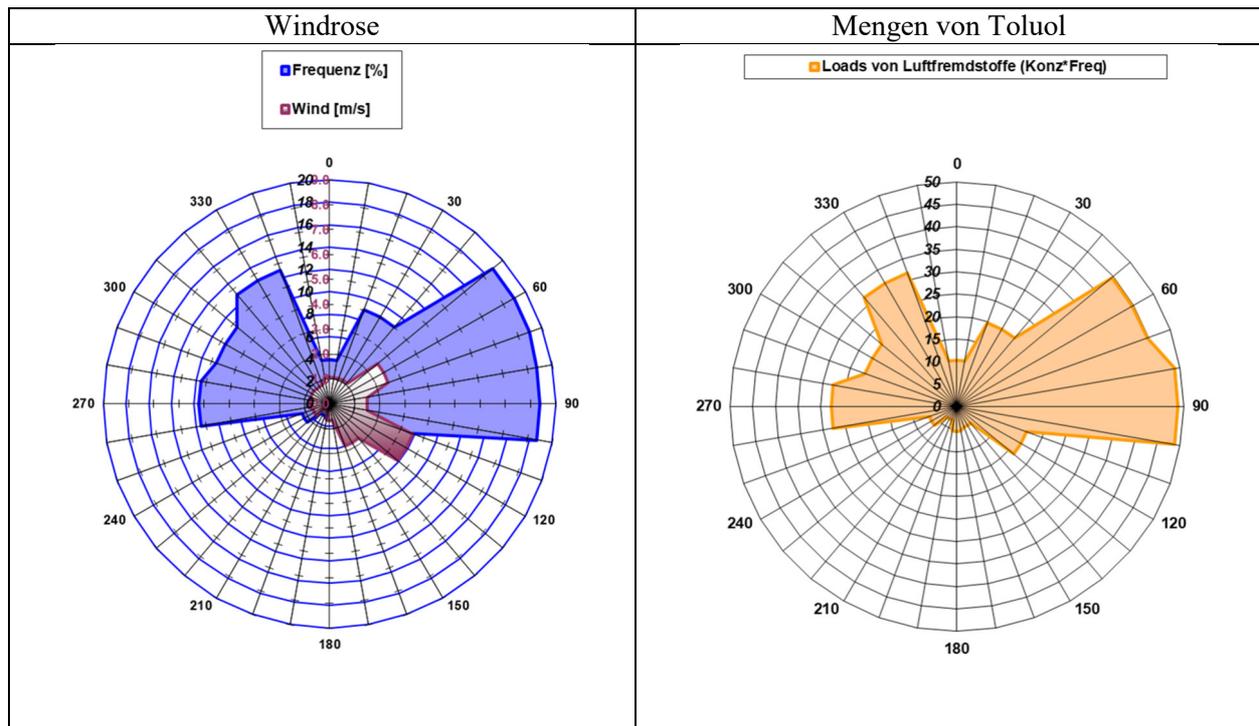


Abbildung 81: Toluol-Immissionen an der Station Baltschieder, 2019



Auf der Grundlage dieser Messungen gibt Tabelle 39 die Jahreswerte für Benzol und Toluol unter Bezugnahme auf Tabelle 13 im RESIVAL-Teil des Berichts über die VOC wieder.

Tabelle 39: Mobile Station und RESIVAL-Station in Industrienähe, Messergebnisse Benzol und Toluol, 2019

Station	Benzol Jährlicher Mittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Benzol maximaler Tageswert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Toluol Jährlicher Mittelwert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Toluol maximaler Tageswert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Baltschieder (mob)	0.8	24	6.0	64
Brigerbad (fixe)	0.6	3.6	3.2	20

Beim Vergleich der Ergebnisse stellt man fest, dass die Jahreswerte für Benzol relativ nahe bei einander liegen, und dass sie bei Baltschieder fast doppelt so hoch sind wie diejenigen für das Toluol. Das VOC Toluol ist für Regionen in Industrienähe ein besserer Indikator für die dauerhafte Hintergrundkonzentration als das Benzol, ausgehend von der Annahme, dass die VOC-Frachten mehrheitlich aus der chemischen Industrie stammen, wie das aus den Abbildungen 80 und 81 hervorgeht. Punkto Tagesspitzen hingegen sind die Höchstwerte für Benzol und Toluol in Baltschieder gleichermassen das 3- bis 7-fache höher als in Brigerbad. Bei den Aktivitäten der Industrie kommt es unregelmässig zu Schadstoffausstössen, als Folge von Abfackelungen, sicherheitstechnisch notwendigen By-Pass-Aktivierungen und variablen Produktionsprozessen. Folglich ist es nicht erstaunlich, dass eine Station, die stets im Wind einer Zone mit chemischer Industrie steht, sporadisch grosse und zeitlich begrenzte Verschmutzungsereignisse verzeichnet. Hier ist die Station Baltschieder typischer für einen Standort in Industrienähe als die Station Brigerbad. 2019 verzeichnete die mobile Station westlich von Visp 4 Tage mit mittleren Tageswerten für Benzol über dem europäischen Jahresgrenzwert von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der ortsfesten RESIVAL-Station östlich von Visp wurde keine Überschreitung verzeichnet. Was den Richtwert der WHO von  $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  betrifft, so wurde dieser in Baltschieder 27 Mal, in Brigerbad 19 Mal überschritten. Alle diese Ergebnisse beweisen, dass die Station westlich von Visp ein realistischeres Bild der Benzol- und Toluol-Belastung aus der chemischen Gross-Industrie wiedergeben, als die Ergebnisse an der RESIVAL-Station in Brigerbad. Sie zeigen aber

auch auf, dass es in Bezug auf die geltenden Jahresbegrenzungen, sei es der europäische Grenzwert von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  oder der Richtwert der WHO von  $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , zu keiner kritischen Situation kommt, weder westlich, noch östlich des Chemiestandorts. Hinsichtlich des LRV-Prinzips der Nulltoleranz für den Ausstoss krebserzeugender Stoffe ist das Gebiet westlich von Visp allerdings weniger gut geschützt. Und diese Benachteiligung kann der industriellen Aktivität zugerechnet werden. Aus Sicht Qualitätssicherung ist zu sagen, dass die Jahresmittel für VOC in Baltschieder nicht ganz der Anforderung von 80 % der gemessene Werte zu deren Ermittlung entsprechen. 2019 lag diese Quote bei 77 %. Damit wird sie als hinlänglich nahe an der Mindestanforderung angesehen, um die Schlussfolgerungen in diesem Kapitel zu rechtfertigen. Angemerkt sei schliesslich noch, dass die Verhältniszahl Toluol/Benzol, basierend auf monatlichen Werten, in Baltschieder 10.5, in Brigerbad, basierend auf halbmonatlichen Werten, 9.4 beträgt.

Diese Ähnlichkeit der Ergebnisse lässt auf eine ziemlich zuverlässige Kohärenz der regionalen Ergebnisse schliessen. Zur Bestimmung der VOC wurde 2019 eine zusätzliche Studie durchgeführt. Dabei handelte es sich eigentlich um eine Verlängerung der im RESIVAL-Teil dieses Berichts dargestellten landesweiten Studie [12]. Dabei stützte man sich auf ein Analyseverfahren, das sich von dem im RESIVAL-System üblichen erheblich unterscheidet. Es handelt sich um passive Auffanggefässe, die das ganze Jahr an vier Stellen in den vier Windrichtungen der Chemie-Standorte Visp und Monthey aufgestellt wurden. Sie lagen jeweils in 200 bis 300 Abstand zum Industriegebiet. Probenahmen erfolgten jeweils zwei pro Monat. Die Proben, die sich jeweils in knapp zwei Wochen angesammelt hatten, wurden regelmässig an ein Analyselabor eingeschickt, das mit Hilfe eines GC-MS-Geräts 40 verschiedene VOC bestimmen konnte. Diese Ergebnisse werden in einem kommenden Bericht im Einzelnen dargestellt. Das Hauptaugenmerk dieses Anhangs liegt auf der Auswertung der Ergebnisse für die BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol), auf der Verhältniszahl Toluol/Benzol und auf den VOC, deren Werte im Jahresmittel über den  $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen. Tabelle 40 zeigt die Ergebnisse dieser Untersuchung.

Tabelle 40: Wichtigste Ergebnisse zur Bestimmung der VOC in Industrienähe 2019

Messstandort :	Monthey Nord	Monthey Süd	Visp West	Visp Ost
<b>VOC in <math>[\mu\text{g}/\text{m}^3]</math></b>	Jährliche Mittelwerte			
Benzol	0.42	0.45	0.7	0.81
Toluol	3.2	2.9	5.8	3.2
Toluol/Benzol *	9.0	8.0	11	5.0
Ethylbenzol	0.42	0.37	0.37	0.26
o-Xylen	0.85	0.69	0.42	0.29
m,p-Xylen	1.5	1.3	1.3	0.91
Iso-octan	2.4	2.9	2.7	2.2
1,2-Dichlorobenzol	0.81	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Dodecan	< 0.5	< 0.5	0.52	< 0.5

\* Ohne Einheitsangabe, Jahresmittel der Verhältniszahl der halbmonatlich gemessenen Werte in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Die Jahresergebnisse für Benzol an beiden Messstellen in Visp,  $0.7$  und  $0.81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , liegen nahe an jenen von Brigerbad ( $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Baltschieder ( $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Das Gebiet westlich vom Industriestandort ist nicht systematisch mehr mit Benzol belastet als das Gebiet östlich davon (Tabelle 40). Ganz allgemein sind die mittleren Niveaus nahe beieinander und die vom Wind beeinflussten Eintragsunterschiede nicht bestimmend, um betreffend dem krebserzeugenden VOC zu sagen, von welchem Gebiet sie kommen oder sie einer einzigen industriellen Quelle zuzuordnen. Nur ein paar Tageshöchstwerte können dem Chemiestandort zugeordnet werden, die in der Tabelle 40 nicht erscheinen. Die Jahresergebnisse für Toluol an beiden Stellen in Visp, mit  $5.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Westen und  $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Osten, widerspiegeln hingegen den Unterschied zwischen den beiden Gebieten, der sich in Baltschieder ( $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Brigerbad ( $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nachweisen lässt. Die aufgrund der Windlage regelmässig im Westen des Chemiestandorts eintreffenden Toluol-Einträge bestätigen sich sowohl in den Ergebnissen der

Messstation also auch des Auffanggefässes. Generell ist das Toluol für die Rhoneebene im Oberwallis ein besserer Tracer für Regionen in Industrienähe als das Benzol. Auch die Verhältniszahl Toluol/Benzol ist westlich von Visp höher, was mit dem Ergebnis einer nationalen Studie von 2015 [12] übereinstimmt, die besagt, dass der Wert von 5 für Industriegebiete überschritten wird. Aus Tabelle 40 geht ausserdem hervor, dass, abgesehen von den BTEX, die VOC Isooktan, 1,2-Dichlorbenzol und Dodecan in grösserer Massenkonzentration auftreten. Die bedeutendsten Quellen für die beiden Alkane Isooktan und Dodecan sind der Strassenverkehr und zum Teil, was das als Lösungsmittel verwendete Dodecan betrifft, auch die Industrie. Als Quelle für Dichlorbenzole ist nur die Industrie bekannt. Aus Tabelle 40 geht hervor, dass die gemessenen VOC-Höchstwerte im Wesentlichen aus zwei Quellen stammen: der Industrie und dem Strassenverkehr. Diese Sicht passt gut auf die beschriebenen Regionen Visp und Monthey.

Abbildung 82 zeigt schliesslich eine Periode ungewöhnlich hoher, in der LRV als krebserzeugend bezeichneter VOC-Niveaus auf, wie sie mit dem neuen, im Oktober 2019 in Betrieb genommenen Messsystem festgestellt werden. Vom 3. bis zum 6. Dezember herrschte in der Region eine Hochdrucklage mit tiefen Inversionsschichten zwischen 800 und 1000 m. Diese begünstigte eine Schadstoffakkumulation, besonders von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC). In Analogie zum Tagesgrenzwert für PM10, das 2.5-fache über der Jahresbegrenzung für die Massenkonzentration, wurde für die Summe der krebserzeugenden VOC der Klasse 3 nach LRV, zu der auch das Benzol gehört, ein Tageszielwert bestimmt. Die europäische Jahresbegrenzung für Benzol liegt bei  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Aus dem Faktor 2.5 ergibt sich eine Tagesbegrenzung von  $12.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für Benzol und für alle anderen vergleichbar giftigen VOC (d.h. in der Klasse 3, krebserzeugend geführten). In Brigerbad wurden 5 VOC dieser Klasse gefunden: Benzol, Trichlorethen (Tri), Vynilchlorid (VC), 1,4-Dichlorbenzol, (1.4 DCB) und 1.3-Butadien (1.3 BuD). Zusammengenommen haben die Massenkonzentrationen dieser 5 VOC vom 3. bis 6. Dezember 2019 im Tagesschnitt über  $12.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  betragen. Die Punkte in der nachstehenden Abbildung 82 stehen für die Halbstundenwerte und die Grenzwerte. Die Mehrheit der Werte über dieser Schwelle waren einem Wind von über 3 km/h aus Osten anzurechnen, also aus der Region Brig. Als mögliche Quellen für diese Verschmutzung, die sich hauptsächlich aus Tri, VC und Benzol zusammensetzt, können die KVA Oberwallis, oder Entgasungen aus Sonderdeponien angenommen werden.

Abbildung 82: Immissionen krebserzeugender VOC an der RESIVAL-Station Brigerbad, Dez. 2019

