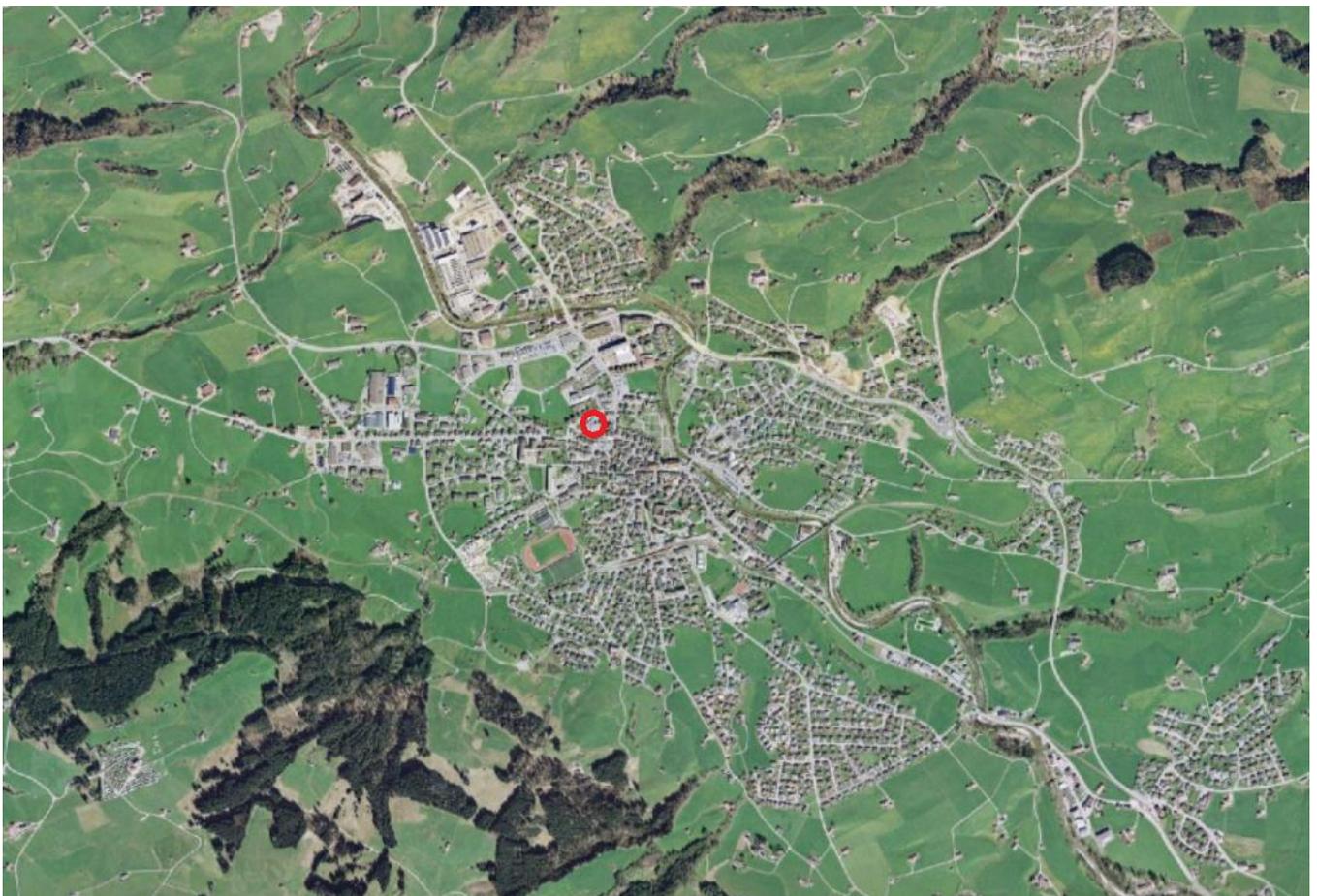


Appenzell Aargau



Immissionsmessungen 2016, Schlussbericht

Abkürzungsverzeichnis

BaP	Benzo(a)pyren
BC	Schwarzer Kohlenstoff (Black Carbon)
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
EC	Russ, Elementarer Kohlenstoff
eBC	Equivalent Black Carbon (BC Daten korrigiert anhand von EC nach Referenzverfahren)
EKL	Eidgenössische Kommission für Luftreinhaltung
LRV	Eidgenössische Luftreinhalte-Verordnung (SR 814.318.142.1)
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mikrogramm (Schadstoff) pro Kubikmeter (Luft)
MAAP	Multi-angle Absorption Photometer
NO_2	Stickstoffdioxid
OSTLUFT	Gemeinsame Luftqualitätsüberwachung der Ostschweizer Kantone AI, AR, GL, SG, SH, TG und ZH, des Fürstentums Liechtenstein sowie Teilen des Kantons GR
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PM10	Feinstaub

Impressum

Herausgeber:	OSTLUFT – Die Luftqualitätsüberwachung der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein
Projektteam:	Hanna Herich, Dominik Noger, Susanne Schlatter
Auswertungen:	Hanna Herich
Kontakt:	OSTLUFT, sekretariat@ostluft.ch
Titelbild:	Appenzell mit Messstation (roter Kreis)
Copyright:	© OSTLUFT, Abdruck mit Quellenangabe erwünscht
Bezug und weitere Informationen:	Download pdf: www.ostluft.ch (eine gedruckte Fassung liegt nicht vor)

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Ziele	5
3	Methodik	5
3.1	Standortbeschreibung	5
3.2	Standortklassierung	6
3.3	Messparameter	6
3.4	Verkehrssituation	7
4	Ergebnisse	8
4.1	Windsituation	8
4.2	Luftschadstoffe	9
4.2.1	Übersicht und Grenzwerte	9
4.2.2	Feinstaub PM10	11
4.2.3	Russ (EC)	11
4.2.4	Stickstoffdioxid	12
4.2.5	Schadstoffausbreitung	13
4.2.6	PAK	15

1 Zusammenfassung

Gemäss Messkonzept wird die Luftqualität im gesamten OSTLUFT-Gebiet mit regelmässig messenden und periodisch wechselnden Messstandorten überwacht. Mit den mobilen Standorten werden vor allem die im systematischen Grundmonitoring nicht erfassten Standorttypen abgedeckt. In den letzten Jahren wurden wiederholt mobile Projektstandorte im ländlichen Raum gewählt, da dort Holzfeuerungen mit einem bedeutenden Anteil zur Feinstaubbelastung beitragen.

Das Dorf Appenzell liegt in einem schwach durchlüfteten ebenen Talkessel und hat einen hohen Anteil an Holzfeuerungen. Im Zeitraum Okt. 2011 – Dez. 2013 wurden bereits erste Immissionsmessungen in Appenzell durchgeführt, diese zeigten deutlich den Einfluss der Holzverbrennung auf die Luftbelastung. In den letzten Jahren wurde im Dorfzentrum eine neue Holzfeuerungsanlage gebaut. Die Messungen dieses Projektes (Zeitspanne Jan. 2016 - Jan. 2017) untersuchen den Einfluss der Holzheizzentrale auf die lokale Luftbelastung und beurteilen die Vorher-/ Nachhersituation.

Die Immissionsmessungen zeigen, dass die neue Holzfeuerungsanlage zu keiner Verschlechterung der Immissionssituation geführt hat. Die Anlage mit Wärmeverbund wurde gut geplant und die Emissionswerte erfüllen die Richtlinien für das Qualitätssiegel Holzenergie Schweiz. Insgesamt hat in Appenzell, wie an den meisten Schweizer Standorten, die Schadstoffbelastung für PM10, Russ und PAK seit Beginn der 2010er Jahre abgenommen.

Die Ergebnisse zeigen weiterhin, dass am Standort Appenzell Feuerschau die Jahresmittel-Immissionsgrenzwerte gemäss LRV 2016 für NO₂ und PM10 klar unterschritten werden. Der Tagesmittelgrenzwert für PM10 wurde bis auf eine Ausnahme unterschritten und gilt damit als eingehalten (eine Überschreitung pro Jahr ist erlaubt). Der Tagesmittelgrenzwert für NO₂ von 30 µg/m³ wurde am Standort Appenzell Feuerschau im gesamten Messzeitraum eingehalten. Im Raum Appenzell wird der Grenzwert aber an strassennahen Standorten (z.B. Appenzell Krankenhauskreuzung) wie auch im weiteren OSTLUFT Gebiet (z.B. St. Gallen Blumenbergplatz) noch überschritten. Der EC Gehalt im Feinstaub liegt in Appenzell bei 0.7 µg/m³ und ist damit ähnlich wie an anderen OSTLUFT Standorten vom gleichen Standorttyp. Die Situation für Ozon ist, wie im gesamten OSTLUFT Gebiet, nicht zufriedenstellend. Für Ozon wurde 2016 ein maximaler Stundenmittelwert von 143 µg/m³ gemessen. Der Stundenmittelgrenzwert von 120 µg/m³ wurde während 104 Stunden an 23 Tagen überschritten.

In der Schweiz werden an verschiedenen Standorten polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) erfasst. PAK sind kanzerogen, daher gilt wie für EC das Minimierungsgebot. Für den PAK Benzo(a)pyren (typischer Bestandteil von Holzrauch) liegt zudem ein Zielwert von 1 ng/m³ vor (EU-Commission 2004). Am Standort Appenzell Feuerschau wurde der Gehalt von zehn verschiedenen PAK im Feinstaub bestimmt. Den Hauptbeitrag zur Toxizität lieferte, wie an allen anderen Schweizer Standorten, das BaP. Für BaP wurde der EU-Zielwert zwar unterschritten, die Belastung ist jedoch im Verhältnis zu anderen Schweizer Standorten

etwas erhöht. Es kann davon ausgegangen werden, dass dies auf den Einfluss von Holzfeuerungen zurückzuführen ist.

2 Ziele

Das Dorf Appenzell ist dicht besiedelt und liegt in einem schwach durchlüfteten ebenen Talkessel. Schon Messungen aus den Jahren 2011-2013 zeigten, dass Holzfeuerungen einen hohen Anteil an der Luftbelastung ausmachen.

Bei den Messungen 2016 in Appenzell stehen die folgenden Fragestellungen im Vordergrund:

- Wie ist die lufthygienische Situation im Appenzell, gibt es Unterschiede zu den Messungen 2011-2013.
- Ist ein Einfluss der neuen Holzfeuerungsanlage im Dorfzentrum zu erkennen - Vorher / Nachher Situation?

3 Methodik

3.1 Standortbeschreibung

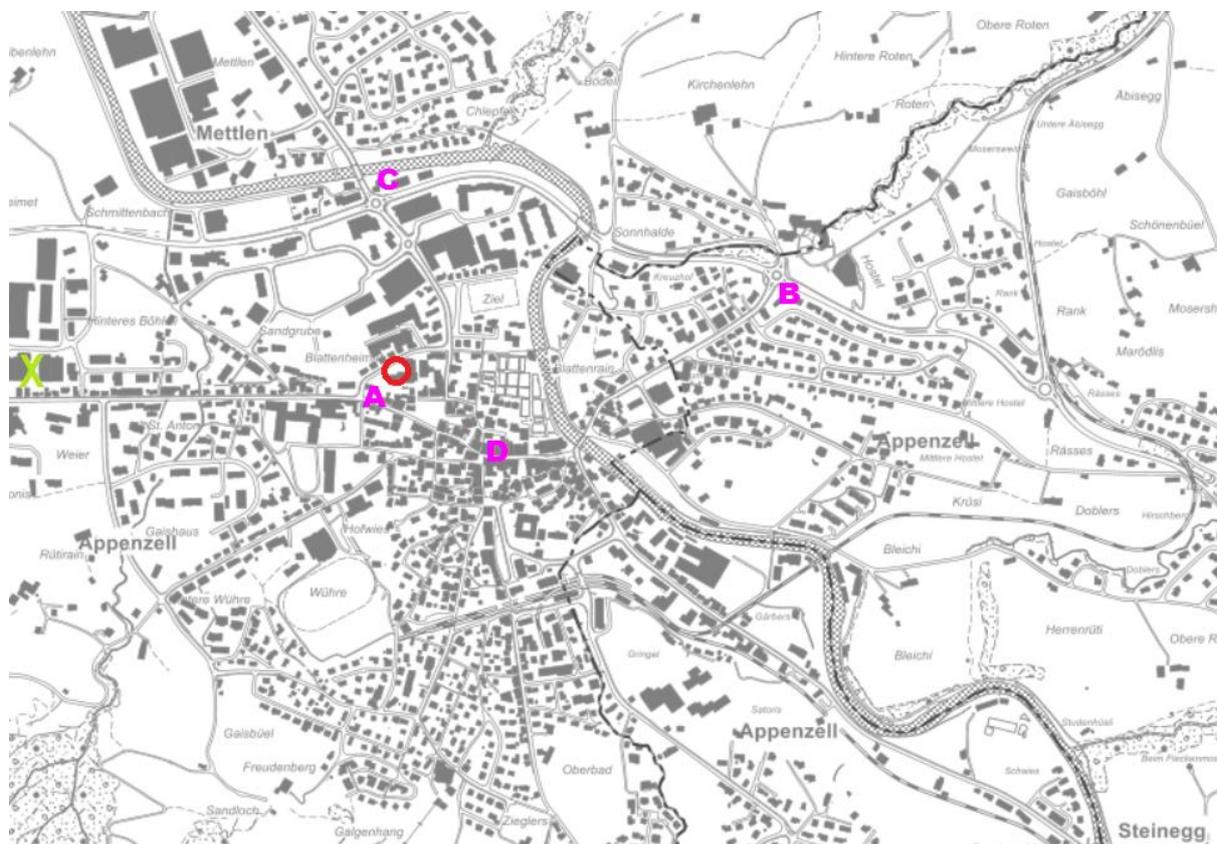


Abb. 1: Übersichtskarte Appenzell mit der Messstation Appenzell Feuerschau (roter Kreis) und Holzfeuerungsanlage Holz AG (hellgrünes Kreuz). Buchstaben Magenta: NO₂ Passivsammler wie folgt (A) Blattenheimatstrasse, (B) Krankenhauskreuzung, (C) Mettlenkreuzung und (D) Hauptgasse 16.

Der Messcontainer wurde in Appenzell an der mässig befahrenen Blattenheimatstrasse (DTV um 3'000) auf dem Gelände der Energie- und Wasserversorgung Feuerschaugemeinde Appenzell aufgestellt, siehe Abb. 1. Der Abstand zur Strasse betrug etwa 3 m, die Ansaugleitung befand sich in 4 m Höhe. Der Standort liegt etwa 150 m nördlich der Altstadt.

3.2 Standortklassierung

In der OSTLUFT Standortklassierung entsprechen die hier betrachteten Messstationen den Kategorien in Abb.2.

Appenzell Feuerschau	775 m.ü.M.	
St. Gallen Stuelegg	920 m.ü.M.	
St. Gallen Blumenbergplatz	675 m.ü.M.	

Abb. 2: OSTLUFT Standortklassierungs-Pictogramme

Der Messcontainer wurde am selben Standort wie bei der ersten Messreihe aufgestellt, siehe Abb. 3. Neben den Metedaten wurden die Luftqualitätsparameter Stickoxide, Feinstaub, Russ und Ozon erfasst.



Abb. 3: Messstation Appenzell Feuerschau

3.3 Messparameter

			Jahr 2016													
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Appenzell Feuerschau	Gas:	NOx, O3														
	Aerosol:	PM10, PM10 Hivol eBC in PM10 (Maap)														
	Meteo:	T,p,Hr,Wind, usw.														

Abb.4: Messeinsatz der Messgeräte an der Station Appenzell Feuerschau.

Abb. 4 zeigt den Einsatz der Messgeräte am Standort Appenzell Feuerschau. Die Geräte liefen ohne signifikante Unterbrüche zwischen dem 6. Januar 2016 und dem 2. Januar 2017. Alle Messreihen wurden mit der jahreszeitentsprechenden Sommer- bzw. Winterzeit berechnet und sind daher miteinander vergleichbar.

3.4 Verkehrssituation

mit neuem Verkehrsregime
Landsgemeindeplatz

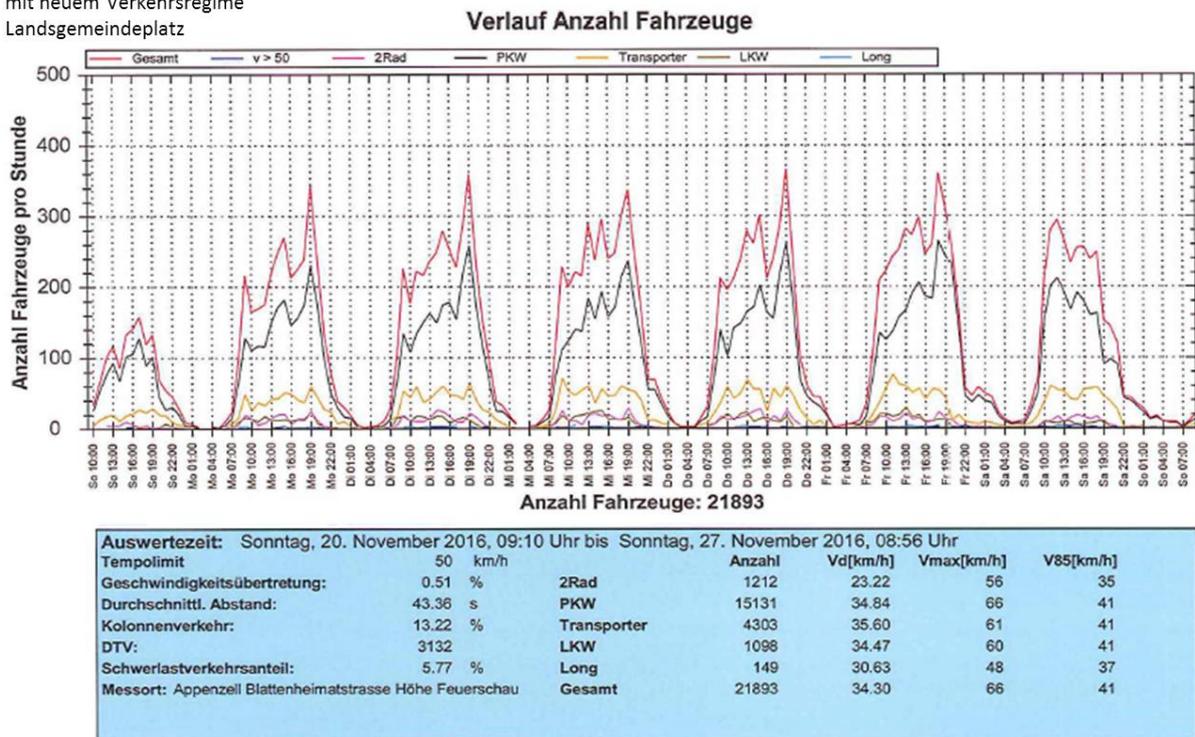


Abb.4: Fahrzeugverlauf im Zeitraum 20.11.2016 bis 27.11.2016 an der Blattenheimatstrasse in Appenzell.

Im Herbst 2016 fanden südwestlich der Messstation über wenige Wochen Baustellenarbeiten statt, die zu einer Änderung in der Verkehrsführung führten. Im Oktober und November wurden daher im Rahmen der Bauarbeiten Fahrzeugzählungen in der Blattenheimatstrasse durchgeführt, diese liegen OSTLUFT vor. Sie zeigen die Fahrzeugzahl im Wochenverlauf nach und während der Umbauarbeiten. Die Daten ohne Baustellenarbeiten sind in Abb. 5 dargestellt, der DTV liegt bei etwa 3'000 Fahrzeugen. Während der Bauarbeiten (Abb. hier nicht gezeigt) war der wöchentliche Verkehrsfluss etwa 10% geringer. Die Unterschiede im Verkehrsfluss sind im Vergleich zu anderen Variablen (z.B. Wettersituation) zu gering, als dass sie in den Immissionsmessungen nachgewiesen werden könnten. In den nachfolgenden Auswertungen wird daher nicht näher auf die Baustelleneingangsphase eingegangen.

4 Ergebnisse

4.1 Windsituation

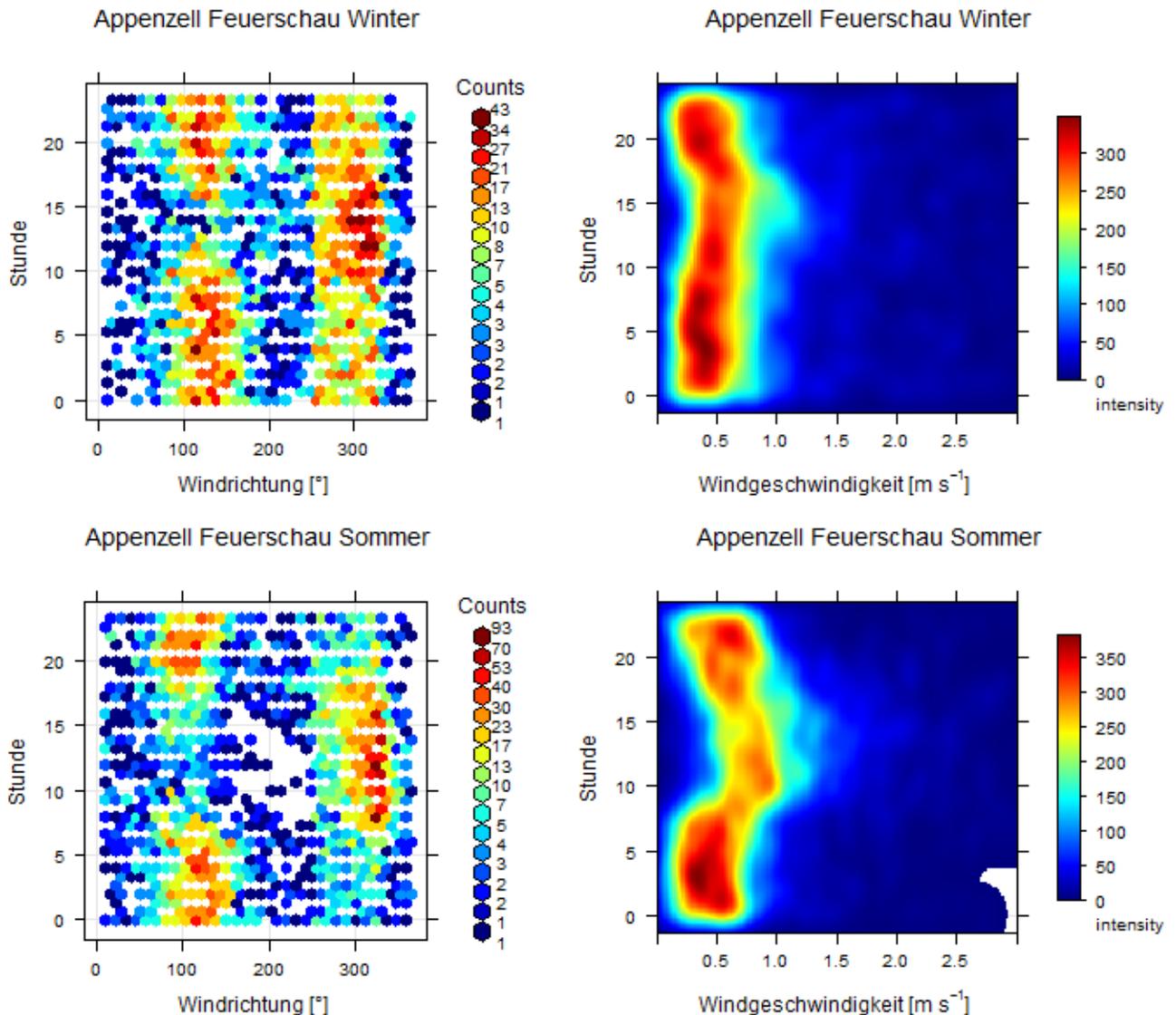


Abb.6, links: Durchschnittliche Auftrittshäufigkeit der Windrichtungen in Abhängigkeit von der Tageszeit, Winter (**oben**) und Sommer (**unten**). **Rechts:** Durchschnittliche Auftrittshäufigkeit der Windgeschwindigkeiten in Abhängigkeit von der Tageszeit (farbkodiert interpolierte Intensität der Messdatenpunkte), Winter (**oben**) und Sommer (**unten**).

Appenzell befindet sich in einem schwach durchlüfteten ebenen Talkessel. Der Wind ist durch die Tallage eingeschränkt und stammt fast ausschliesslich aus den zwei Hauptwindrichtungen Südost und Nordwest entlang der Sitter. Abb. 6 (links) zeigt die Auftrittshäufigkeit der Windrichtungen in Abhängigkeit von der Tageszeit am Standort Appenzell Feuerschau. Nachts bläst der Wind fast ausschliesslich aus SO, tagsüber

hingegen aus NW. Die Windrichtungsverteilung wurde separat für Sommer und Winter analysiert, dabei zeigt sich, dass die Verteilung im Winter weniger stark ausgeprägt ist als im Sommer, zudem kann im Winter auch nachts NW-Wind auftreten. In Abb. 6 (rechts) ist die Auftrittshäufigkeit der Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Tageszeit dargestellt. Nachts treten die niedrigsten (um 0.5 m/s) und tagsüber die höchsten Windgeschwindigkeiten (0.5-1 m/s) auf. Im Vergleich anderen Standorten (z.B. im Rheintal) sind die Windgeschwindigkeiten gering.

4.2 Luftschadstoffe

4.2.1 Übersicht und Grenzwerte

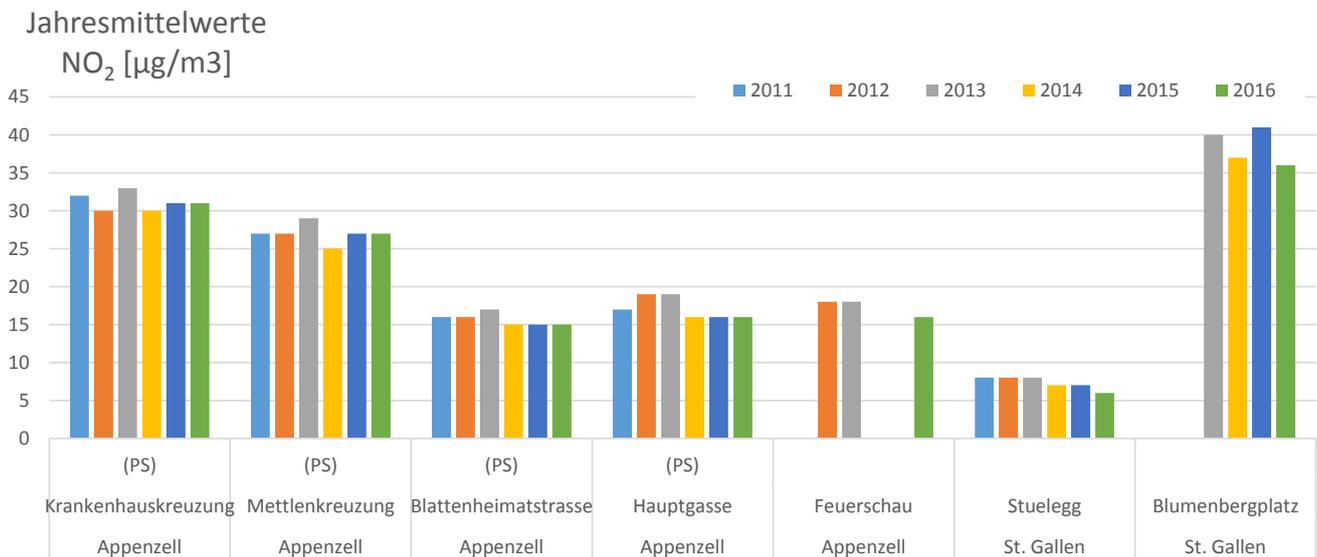


Abb. 7: Jahresmittelwerte für NO₂ an verschiedenen Messorten in Appenzell, St. Gallen Stuelegg und St. Gallen Blumenbergplatz für die Jahre 2011 bis 2016. Messwerte aus kontinuierlichen Messungen und Passivsammlern.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen Jahresmittelwerte verschiedener Leitschadstoffe. Abb. 7 zeigt die Jahresmittelwerte von NO₂ in Appenzell, St. Gallen Stuelegg und St. Gallen Blumenbergplatz für die Jahre 2011 bis 2016. Um die kontinuierlichen Messungen am Standort Appenzell Feuerschau in einen besseren Bezug setzen zu können, wurden die Messreihen von vier ausgewählten Passivsammlerstandorten in Appenzell mit aufgeführt. Die Daten sind nur bedingt vergleichbar, da nicht für alle Jahre und Standorte parallele Messungen vorliegen.

Bis Anfang der 2000er Jahre war im gesamten OSTLUFT-Gebiet noch ein Rückgang der NO₂ Belastung zu beobachten. Doch seit einigen Jahren stagnieren die NO₂ Immissionen im Rahmen der saisonalen Schwankungen. Dies gilt auch für Appenzell während des hier betrachteten Zeitraums von 2011-2016. Die

mittleren Jahreskonzentrationen vierhielten sich an allen Standorten ähnlich konstant mit einer geringen Wetterabhängigkeit. Der Grenzwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird an der strassennahen Standorten Appenzell Krankenhauskreuzung und St. Gallen Blumenbergplatz noch überschritten. Die mittlere jährliche Belastung an der Messstation Appenzell Feuerschau liegt mit $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf ähnlichem Niveau wie an anderen Standorten in Appenzell (z.B. Hauptgasse), aber weit über dem Immissionsniveau eines Höhen- und Hintergrundstandort ohne Bebauung und Einwohner, wie z.B. St. Gallen Stuelegg (um $6\text{-}8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Der Tagesmittel-Grenzwert für NO_2 wurde am Standort Appenzell Feuerschau 2016 nicht überschritten.

Die Jahresmittelwerte für PM_{10} und EC in Appenzell Feuerschau, St. Gallen Stuelegg und St. Gallen Blumenbergplatz für die Jahre 2011 bis 2016 (soweit vorhanden) sind in Abb. 8 dargestellt. Die Feinstaub-Messdaten wurden mit Teom oder Fidas bezogen auf Feinstaubfilterproben (mittels DIGITEL HiVol) bestimmt, der EC Gehalt der Quarzfaserfilter gemäss thermooptischer Methode TOT (EUSAAR2 Protokoll).

In den letzten Jahren haben die Belastungen für PM_{10} und EC in der Schweiz stetig abgenommen. Die Messreihe aus Appenzell ist noch zu kurz, um langfristige Aussagen für den Standort zu machen. Im Vergleich zu 2012/13 sind die Konzentrationen im Jahr 2016 in Appenzell jedoch leicht gesunken. Die Feinstaubbelastung in Appenzell liegt mit $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2016) auf einem ähnlichen Niveau wie am innerstädtischen Standort St. Gallen Blumenbergplatz (2016: $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und ist damit viel höher als an einem Höhen- und Hintergrundstandort wie St. Gallen Stuelegg (2016: $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Alle Standorte liegen klar unter dem Jahresmittelgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Tagesmittelgrenzwert für PM_{10} wurde in Appenzell Feuerschau und St. Gallen Blumenbergplatz 2016 je einmal überschritten. Der EC Gehalt im Feinstaub ist in Appenzell ($0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) geringer als in St. Gallen Blumenbergplatz ($0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$), aber wie zu erwarten viel höher als an einem Höhenstandort (St. Gallen Stuelegg, $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Für Ozon wurde in den drei betrachteten Messjahren ein maximaler Stundenmittelwert zwischen $143 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $167 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen, siehe Abb. 8. Der Stundenmittelgrenzwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde im sonnigen Sommer 2013 am häufigsten (220 Stunden) und im Sommer 2016 am wenigsten oft (104 Stunden) überschritten. Überschreitungen gab es im betrachteten Zeitraum an mindestens 23 Tagen (2016) und höchstens 39 Tagen (2013).

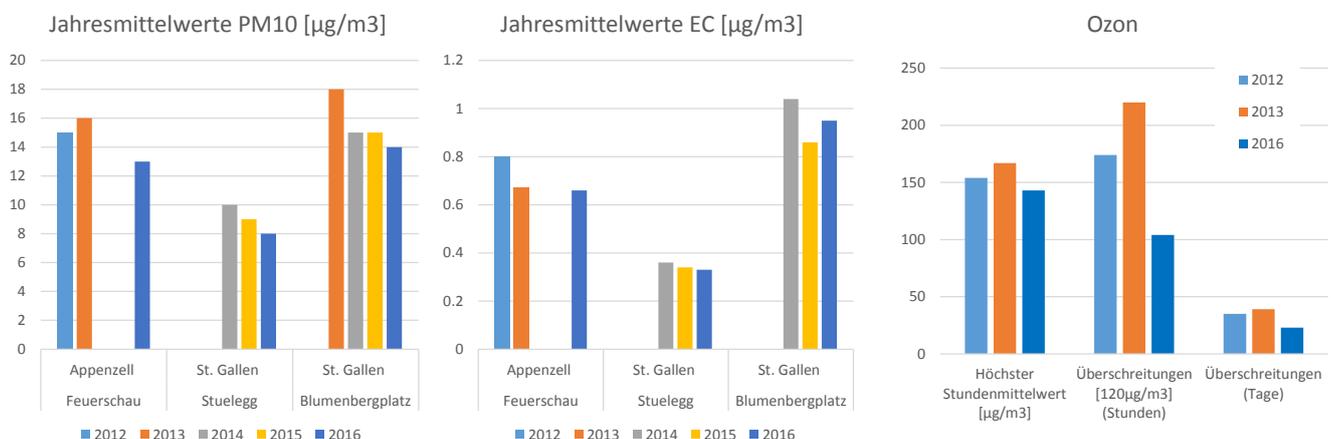


Abb. 8: Links und Mitte: Jahresmittelwerte für PM₁₀ und EC in Appenzell Feuerschau, St. Gallen Stuelegg und St. Gallen Blumenbergplatz. Rechts: Übersichtswerte Ozon am Standort Appenzell.

4.2.2 Feinstaub PM₁₀

Wie erwartet variieren die Feinstaubkonzentrationen (Grössenfraktionen PM₁₀) am Standort Appenzell je nach Jahreszeit, siehe Abb. 9. Im Frühling, Herbst und Winter liegen die Konzentrationen im Tagesmittel bei rund 14 µg/m³, im Sommer unter 10 µg/m³. Auch im Tagesverlauf variieren die Konzentrationen stark, in der kalten Jahreszeit liegen sie nachts durchschnittlich um 12 µg/m³ am späten Abend hingegen um 18 µg/m³ (winterliche Bodeninversion und Heizung). Im Sommer sind die PM₁₀ Konzentrationen im Tagesverlauf ausgeglichener, sie variieren zwischen 7 µg/m³ (nachts) und 11 µg/m³ (Hauptverkehrszeiten). An Werktagen sind die Konzentrationen generell etwa 10% höher als am Wochenende, was durch das geringere Verkehrsaufkommen erklärt werden kann.

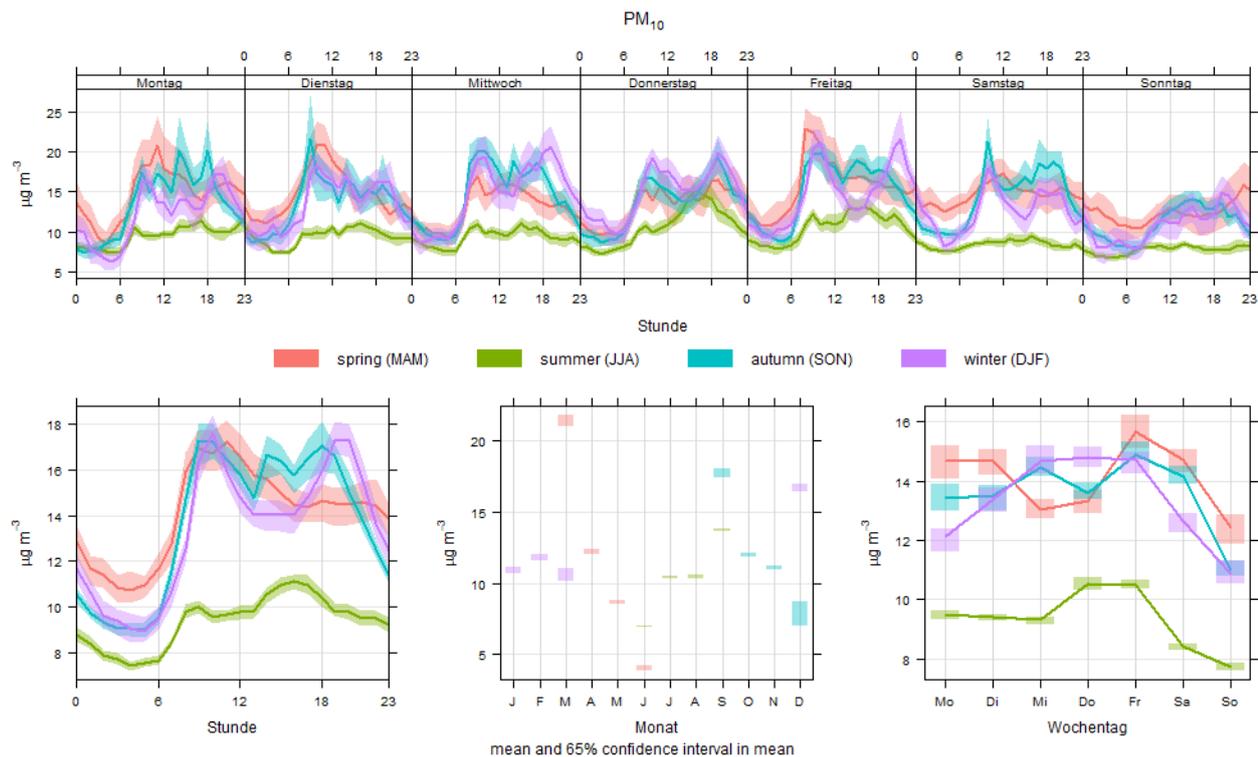


Abb. 9: PM₁₀-Belastung am Standort Appenzell Feuerschau im Jahr 2016: Mittlerer Wochengang in Stundenaufösung (oben), Tagesgang (unten links), Jahresgang (unten Mitte) und Wochengang in Tagesaufösung (unten rechts). Daten getrennt nach Jahreszeit.

4.2.3 Russ (EC)

Als Russ wird der elementare Kohlenstoff (EC) bezeichnet. Russ ist krebserregend und es gilt das Minimierungsgebot. Der Richtwert für Russ gemäss EKL liegt bei 0.1 µg/m³. In Appenzell wurden

kontinuierliche Russmessungen mit einem MAAP durchgeführt. Dieses Optische Messverfahren beruht auf Lichtreflexion und Transmission und bestimmt den schwarzen Kohlenstoff (BC, black carbon). Die BC-Messungen werden basierend auf parallelen EC-Vergleichsmessungen mit Quarzfaserfiltern in eBC-Werte (equivalent black carbon) umgerechnet. EC und eBC Messungen können somit direkt verglichen werden. Dieses Verfahren hat sich schweizweit und international etabliert.

Abb 10 zeigt die eBC-Konzentrationen in verschiedener Zeitauflösung in Appenzell. Der Tagesgang von eBC unterscheidet sich von dem für Feinstaub. In allen Jahreszeiten ist der Tag-Nacht Unterschied stark ausgeprägt und im Tagesverlauf stechen besonders der morgendliche und abendliche Verkehrspeak hervor. Am Wochenende ist die Belastung weniger stark als an den Werktagen. Die mit Abstand höchsten Russkonzentrationen werden im Winter erreicht (mittleres Tagesmaximum um $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und sind etwa $2\frac{1}{2}$ -mal so hoch wie im Sommer. Die eBC Tagesgänge sind so stark vom Verkehr geprägt (grosse Ähnlichkeit mit Tages- und Jahresgang NO_2 , vergl. Abb. 11), dass der Einfluss der Holzheizungen nicht direkt sichtbar ist.

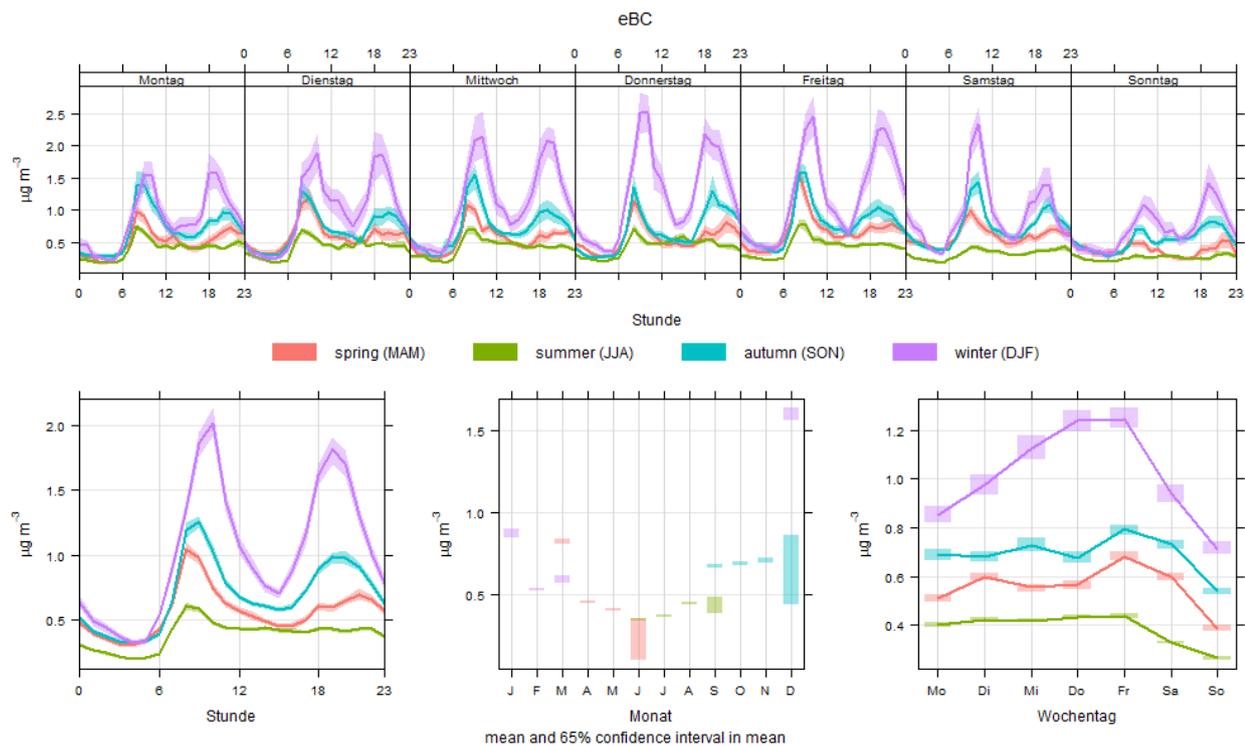


Abb. 10: Vergleich der eBC-Belastung am Standort Appenzell Feuerschau im Jahr 2016: Mittlerer Wochengang in Stundenaufösung (oben), Tagesgang (unten links), Jahresgang (unten Mitte) und Wochengang in Tagesaufösung (unten rechts). Daten getrennt nach Jahreszeit.

4.2.4 Stickstoffdioxid

Die NO_2 -Konzentrationen in Appenzell zeigen einen ähnlichen Tages- und Wochenverlauf wie die Russimmissionen, siehe Abb. 11. Für alle Jahreszeiten ist deutlich der stark verkehrsabhängige Tagesverlauf mit Morgen- und Abendpeak erkennbar. Die Belastung zeigt einen Wochengang, dabei steigen die NO_2 -

Konzentrationen im Laufe der Woche immer mehr an und sinken über das Wochenende wieder ab. In Monatsmittel bewegen sich die NO₂ Konzentrationen im zwischen 5-10 µg/m³ im Sommer und 18-28 µg/m³ im Winter. Die Tageshöchstwerte liegen während der Hauptverkehrszeiten durchschnittlich bei 15 µg/m³ im Sommer und 35 µg/m³ im Winter. Im Sommer ist nur der morgendliche Hauptverkehrspeak besonders stark ausgeprägt, im Winter sind der morgendliche und abendliche Verkehrspeak vergleichbar. Grund dafür ist wahrscheinlich die Windsituation, im Sommer wird das Tal abends besser durchlüftet als im Winter.

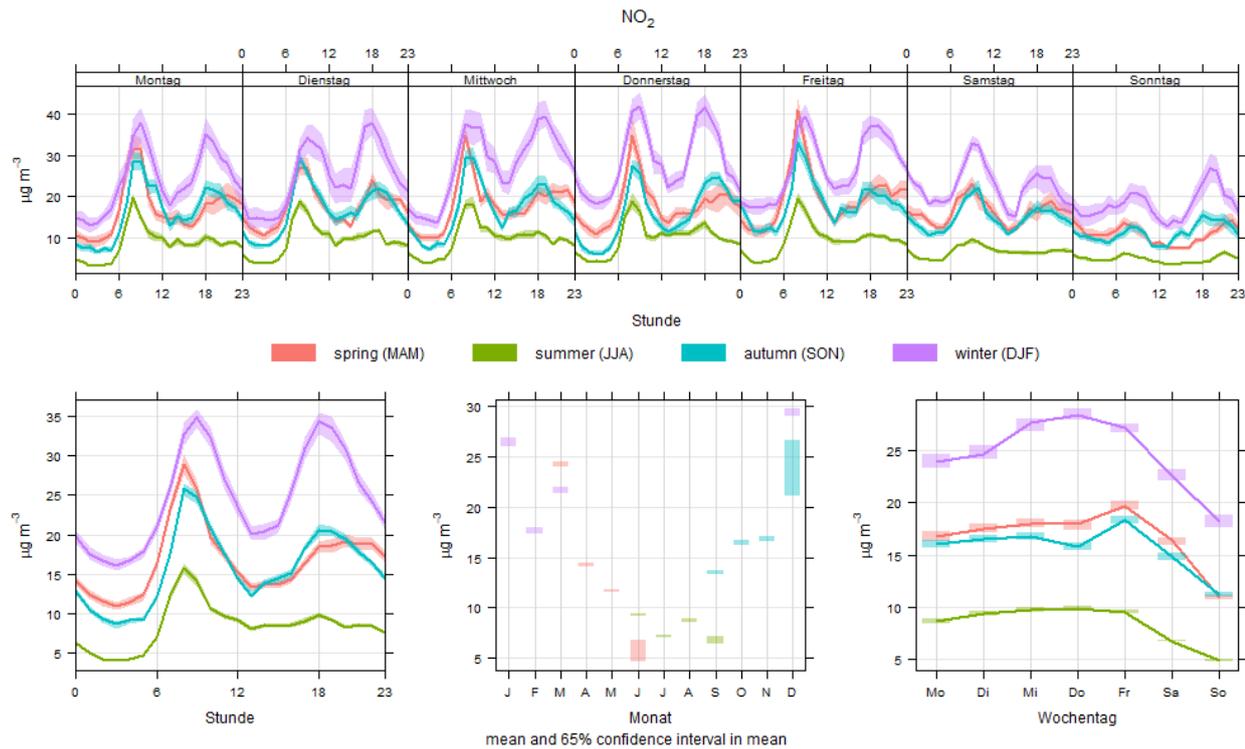


Abb. 11: Vergleich der NO₂-Belastung am Standort Appenzell Feuerschau im Jahr 2016: Mittlerer Wochengang in Stundenaufösung (oben), Tagesgang (unten links), Jahresgang (unten Mitte) und Wochengang in Tagesaufösung (unten rechts). Daten getrennt nach Jahreszeit.

4.2.5 Schadstoffausbreitung

Die zuvor diskutierten Luftschadstoffe am Standort Appenzell wurden in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung in Windrosenformat betrachtet. Abb. 12 zeigt die Auswertung für die Messwerte der Kalenderjahre 2012, 2013 und 2016. In Abb. 13 wird nur das vierte Quartal betrachtet, für diesen Zeitraum liegen auch Messdaten aus dem Jahr 2011 vor.

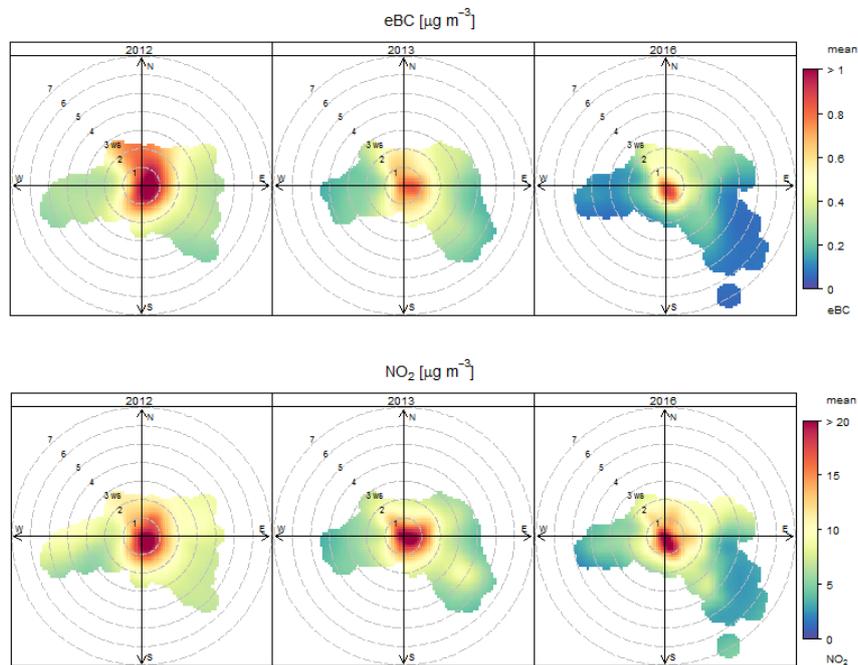


Abb. 12: Mittlere NO₂- und eBC-Konzentrationen für die Jahre 2012, 2013 und 2016 (1h Mittelwerte, farbkodiert) am Standort Appenzell in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Im Zentrum der Windrose entspricht die Windgeschwindigkeit Null.

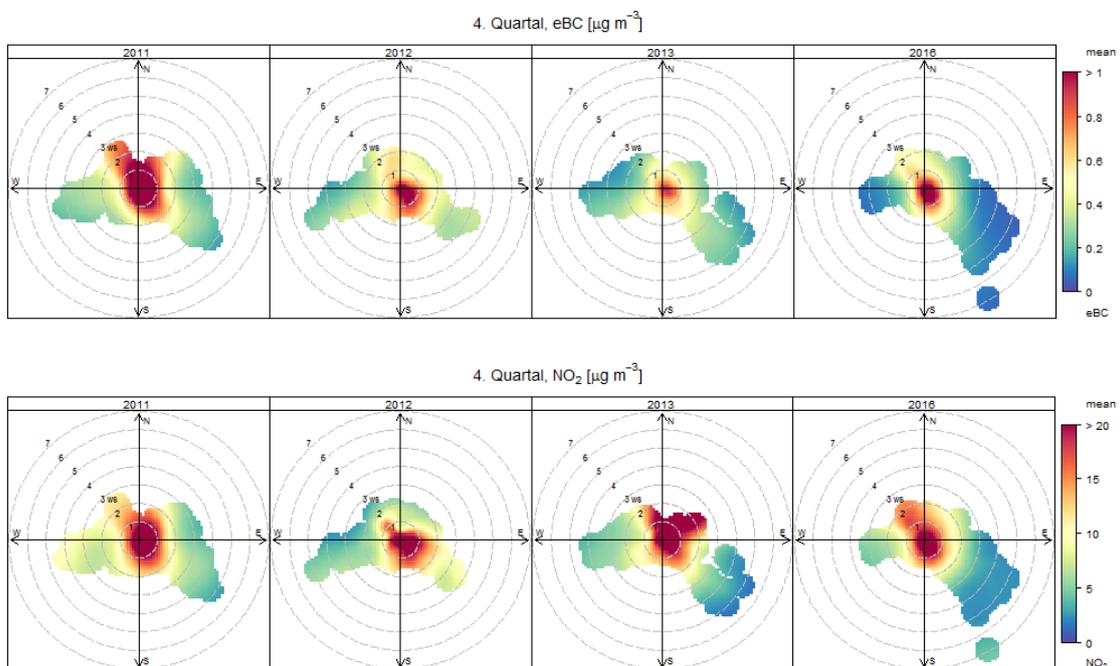


Abb. 13: Mittlere NO₂- und eBC-Konzentrationen für das jeweils vierte Quartal 2011, 2012, 2013 und 2016 (1h Mittelwerte, farbkodiert) am Standort Appenzell in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Im Zentrum der Windrose entspricht die Windgeschwindigkeit Null.

Sowohl für NO₂ als auch für eBC liegen die Hauptemissionsquellen vor allem im Umfeld der Messstation (z.B. benachbarte Strassen und ein Industriebetrieb etwa 100m nördlich der Station). Dazu gab es weitere

Windsituationen, bei denen hohe Schadstoffkonzentrationen auftraten; 2011 und 2012 war dies insbesondere bei Nordwind und teilweise bei Südwind der Fall. Im Osten und Westen der Messstation gab es kaum Punktquellen mit signifikantem Einfluss auf die an der Messstation detektierten Immissionen. Zwischen 2011 und 2016 ist für NO₂ und eBC ein merklicher Rückgang der Belastung im gesamten Umfeld der Messstation zu sehen. Die zwischen 2013 und 2016 gebaute Holzfeuerungsanlage befindet sich westlich der Messstation. Sie erfüllt die Emissionswerte gemäss der Richtlinien für das Qualitätssiegel Holzenergie Schweiz.

Die Ergebnisse zeigen, dass die eBC Konzentrationen auch im Windsektor West im Jahr 2016 zurückgingen. Der Rückgang war stärker als für NO₂. Das gleiche Verhalten trat aber auch für die Immissionen aus dem südöstlichen Teil von Appenzell auf. Abschliessend kann festgestellt werden, dass in Appenzell die Entwicklung der Schadstoffe ähnlich ist, wie an vergleichbaren Standorten. Die neue Holzfeuerungsanlage hat somit keinem negativen Einfluss auf die Luftqualität.

4.2.6 PAK

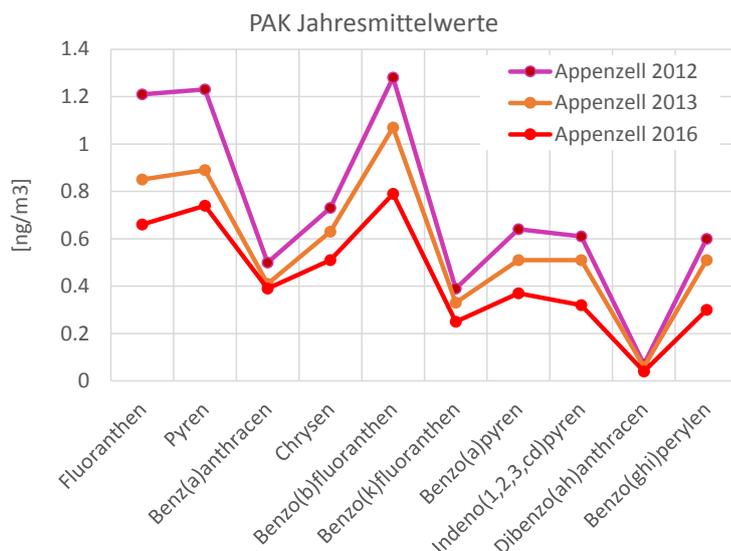


Abb. 14: Jahresmittelwerte 2012, 2013 und 2016 verschiedener PAK in Appenzell.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sind Teerverbindungen und entstehen bei der unvollständigen Verbrennung von organischen Materialien (z.B. von Holz, Treibstoffen usw.). Zahlreiche PAK sind nachweislich krebserregend. In der Schweiz gibt es für karzinogene Substanzen keine Immissionsgrenzwerte, es gilt das Minimierungsgebot. Für das krebserregende Benzo(a)pyren (BaP) im Feinstaub liegt gemäss EU-Commission 2004 ein Zielwert von 1 ng/m³ vor. BaP ist ein typischer Bestandteil von Holzrauch. Um herauszufinden, wie sich die PAK Belastung im Appenzell im Vergleich zu anderen Schweizer Standorten verhält, wurde für den Standort Appenzell Feuerschau der Gehalt von zehn verschiedenen PAK im Feinstaub (PM₁₀) bestimmt. Auch während der früheren Messungen 2012/2013

waren bereits PAK Konzentrationen bestimmt worden. Die Analyse wurden analog zu den PAK Messungen des NABEL (EMPA, PAK Bericht 2016) durchgeführt; es wurden die gleichen PAK gemessen und die Konzentrationen wurden ebenfalls als Quartalsmittelwert bestimmt. Die Jahresmittelwerte der PAK sind in Abb. 14 dargestellt. Es ist deutlich zu sehen, dass die PAK Konzentrationen in Appenzell in den letzten Jahren gesunken sind, das Verhältnis der einzelnen PAK zueinander ist aber konstant geblieben.

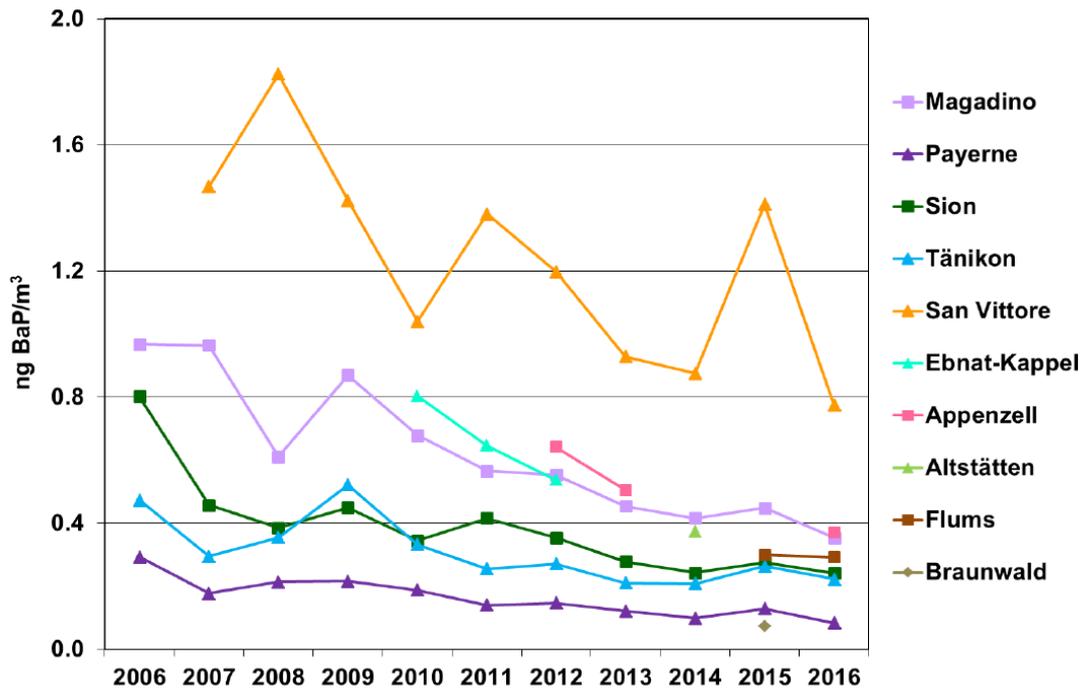


Abb. 15: Jahresmittelwerte 2006 bis 2016 von Benzo(a)pyren im PM10 an ländlichen Standorten in der Schweiz (Ebnat-Kappel 2010 + 2012 sowie Flums 2015 unvollständige Messreihe), die Abb. wurde entnommen aus: EMPA, PAK Bericht 2016.

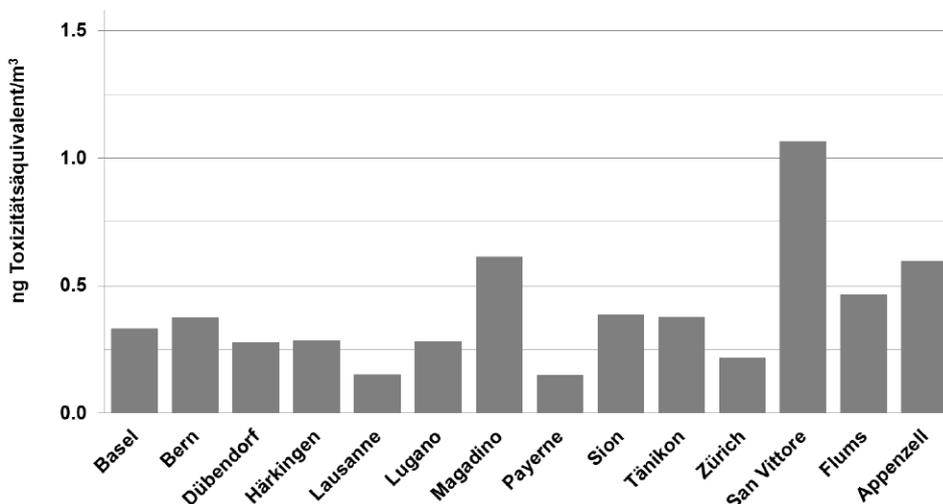


Abb. 16: Vergleich der durch PAK bedingten Toxizität von PM10 an den einzelnen Messstationen im Jahr 2016, die Abb. wurde entnommen aus: EMPA, PAK Bericht 2016.

Abb. 15 zeigt die BaP Konzentrationen an verschiedenen Schweizer Standorten (Abb. entnommen aus EMPA, PAK Bericht 2016). Über die letzten 10 Jahre haben die Konzentrationen an allen Standorten abgenommen, so auch in Appenzell. Der Bericht enthält keine Aussage was die Hauptursachen für den Rückgang sind. Für BaP wurde 2016 der EU-Zielwert bei allen Messorten unterschritten, die BaP Belastung in Appenzell ist jedoch im Verhältnis zu den anderen Hintergrundstandorten in der Schweiz eher erhöht (ebenso an den Ostschweizer Standorten Ebnat-Kappel und Altstätten). Ein Grund dafür sind die vielen Holzfeuerungen, sie liefern während der Wintermonate einen wesentlichen Beitrag zur PAK- Belastung.

Abb. 16 zeigt die durch PAK bedingte Toxizität von PM10 an verschiedenen Schweizer Standorten. Die Belastung in Appenzell ist im Vergleich zu den anderen Messstandorten in der Schweiz eher erhöht. Grund dafür sind die erhöhten BaP-Konzentrationen, diese sind auf den Einfluss von Holzfeuerungen zurückzuführen.