

Anteil der schweren Nutzfahrzeuge und der Lieferwagen an Verkehr und Immissionen an den Alpentransitachsen Gotthard und San Bernardino bis 2020

**Darstellung anhand von Wochengängen an den MfMU-Messstationen Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen
2004 – 2020**

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Dr. Carine Chélala
Dr. Jürg Thudium
09.07.2021 / 5724.10

Oekoscience AG

Postfach 452
CH - 7001 Chur

Telefon: +4181 250 3310
Thudium@oekoscience.ch

Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Sektion Umweltbeobachtung,
CH-3003 Bern.

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und
Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer: Oekoscience AG

Autor/Autorin: Carine Chélala, Jürg Thudium

Hinweis: Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)
verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Konzept	1
2.1. Überblick	1
2.2. Verkehrszahlen	2
2.3. Immissionen	3
2.4. Emissionen	3
2.4.1. Emissionsfaktoren für NO _x , NO ₂ und Partikelanzahl	3
2.4.2. Emissionsverhältnisse zwischen schweren Nutzfahrzeugen, Lieferwagen und Fahrzeugen des Personenverkehrs für Russ	6
2.4.3. Immissionshintergrund für Stickoxide, Russ und Partikelanzahl	6
2.5. Erklärung der Berechnung der relativen Wochengänge	10
3. Relativer Wochengang der Immissionen und deren SNF- und Lfw-Anteile für 2020	11
4. Entwicklung der relativen Anteile der SNF und der Lieferwagen an den Immissionen 2004-2020	16
5. Immissionsverlauf von 2003 bis 2020	19
6. Verkehr	21
6.1. Verkehrssituation 2020	21
6.2. Verlauf des Verkehrsaufkommens 2004-2020	24
7. Zusammenfassung	30
<i>Anhang A.1 – A.4: Anteile der SNF und Lieferwagen an Immissionen und Verkehr</i>	32
A.1. Immissionen Erstfeld 2020, Russ (EC) 2019-2020	33
A.2. Immissionen Moleno 2020, Russ (EC) 2019-2020	34
A.3. Immissionen Rothenbrunnen 2020, Russ (EC) 2019-2020	35
A.4. Verkehr bei 4 MfMU-Standorten Erstfeld, Moleno, Rothenbrunnen und Muttenz, 2020	36

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Euroklassenverteilung der SNF bei Gurtnellen A2, Jahreswerte 2001-2020. Entnommen aus der LSVA-Datenbank des BAV. D EuroVI*: Enthält ausser EuroVI noch kleine Anteile (2020: 0.8%) neuerer Antriebe mit insgesamt ähnlichem NOx-EFA wie EuroVI (CNG: Compressed natural gas (verdichtetes Erdgas); LNG: Liquefied natural gas (verflüssigtes Erdgas); electric).	4
Abbildung 2.2: Emissionsfaktoren (EFA) auf Schweizer Autobahnen (Beispiel Moleno), 2003-2020. Geschwindigkeit des Leichtverkehrs 112 km/h, Längsneigung 0%.	5
Abbildung 2.3: Verhältnis von Russ- und NOx-Jahresmittelwerten bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2007-2012 und 2013-2020.	8
Abbildung 3.1: Relative Wochengänge der Immissionen und deren SNF-Anteil (oben) bzw. Lfw-Anteil (unten) für 2020 bei Erstfeld. 100% = Jahresmittel je Komponente. Beim Russ Mittelwerte 2019-2020. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge; Lfw: Lieferwagen.	13
Abbildung 3.2: Relative Wochengänge der Immissionen und deren SNF-Anteil (oben) bzw. Lfw-Anteil (unten) für 2020 bei Moleno. 100% = Jahresmittel je Komponente. Beim Russ Mittelwerte 2019-2020. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge; Lfw: Lieferwagen.	14
Abbildung 3.3: Relative Wochengänge der Immissionen und deren SNF-Anteil (oben) bzw. Lfw-Anteil (unten) für 2020 bei Rothenbrunnen. 100% = Jahresmittel je Komponente. Beim Russ Mittelwerte 2019-2020. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge; Lfw: Lieferwagen.	15
Abbildung 4.1: Entwicklung des relativen Anteils der SNF und der Lfw an den Immissionen bei Erstfeld, Moleno (2004-2020) und Rothenbrunnen (2004-2019). 100% = Jahresmittel je Komponente. Pnum: Konzentration der Partikelanzahl.	18
Abbildung 5.1: Verlauf der Jahresmittel der Immissionen an NOx, NO ₂ und Russ sowie der Emissionen an NOx (E_NOx) bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2003 – 2020.	20
Abbildung 6.1: Prozentuale Verkehrsaufteilung nach Swiss7 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen sowie Muttenz, 2020.	23
Abbildung 6.2: Mittlerer Tagesgang des Verkehrsaufkommens bei Erstfeld und Moleno (2020) sowie bei Rothenbrunnen (2018 und 2020), unterteilt nach SNF (schwere Nutzfahrzeuge), Lfw (Lieferwagen) und PVF (Personenverkehrs-Fahrzeuge).	24
Abbildung 6.3: Verlauf des Verkehrsaufkommens (DTV im Jahresmittel; links) und relativer Verlauf des Verkehrsaufkommens (rechts; 100% = Wert von 2004) je	

Fahrzeugkategorie auf der A2 bzw. A13 im Bereich der Messstationen Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2004 – 2020.	26
Abbildung 6.4: Entwicklung des Anteils der SNF am Gesamtverkehr auf der A2 bzw. A13 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2004 – 2020.	27
Abbildung 6.5: Entwicklung des Anteils der Lieferwagen (Lfw) am Gesamtverkehr auf der A2 bzw. A13 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen (2004 – 2020).	28
Abbildung 6.6: Jährliche Anzahl SNF (schwere Nutzfahrzeuge) im AQGV (alpenquerender Güterverkehr; Transit-, Binnen-, Import- und Exportverkehr) an 15 wichtigen Alpenübergängen, 1999-2018. <i>Quelle: Observation et analyse des flux de transports de marchandises transalpines, Rapport annuel 2018. Commission européenne (DG MOVE) et Office fédéral des transports (OFT).</i>	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Geschätzte werktägliche NO _x -Hintergrundwerte 2020 für Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen (an Sonn- und Feiertagen 80% der Werktagswerte):	7
Tabelle 2.2: Immissionshintergründe in Prozent des Halbjahresmittels:	9
Tabelle 3.1: Jahresmittel der Immissionen an NO _x , NO ₂ und Russ bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2019 & 2020; Änderungen von 2020 gegenüber 2018.	11
Tabelle 6.1: Verkehrsaufkommen (DTV) nach Fahrzeugkategorie bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen sowie Muttenz nach Swiss7, 2020.	21
Tabelle 6.2: Prozentuale Änderung des Verkehrs nach Fahrzeugkategorie 2020 zu 2018 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen.	21
Tabelle 6.3: Prozentuale Verkehrsaufteilung nach Fahrzeugkategorie gem. Swiss7 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen sowie Muttenz, 2020.	22
Tabelle 6.4: Änderungen der prozentualen Verkehrsaufteilung nach Fahrzeugkategorie 2020 gegenüber 2018 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen. <i>Angaben in Prozentpunkten.</i>	22

1. Einleitung

Der Anteil der schweren Nutzfahrzeuge und der Lieferwagen am Verkehr und an den Immissionen entlang der schweizerischen alpenquerenden Autobahnen A2 und A13 ist ein zentrales Thema des Projektes 'Monitoring flankierende Massnahmen – Umwelt' (MfMU). Diese Studie stellt einen Beitrag zu diesem Thema dar, der auf der Abhängigkeit des Verkehrs und der entsprechenden immissionsseitigen Grössen vom Wochentag basiert. An Sonn- und Feiertagen ist der Anteil der schweren Nutzfahrzeuge am Gesamtverkehr wesentlich geringer als werktags. Der Anteil der schweren Nutzfahrzeuge an verschiedenen Immissionen wird anhand von relativen Wochengängen für die drei Standorte Erstfeld (A2), Moleno (A2) und Rothenbrunnen (A13) aufgezeigt.

Bezugsjahr für diese Untersuchung war 2020. Die Immissionsanteile der Lieferwagen werden ebenfalls aufgezeigt, da sie in den letzten Jahren das stärkste Wachstum verzeichnet haben. Die Entwicklung von Verkehr und Immissionen an den drei Standorten seit 2004 kommt ebenfalls zur Darstellung.

2. Konzept

2.1. Überblick

Der relative (prozentuale) Anteil der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) bzw. der Lieferwagen (Lfw) an den Immissionen wird folgendermassen bestimmt: Von der Gesamtimmission einer bestimmten Komponente wird ein Hintergrund abgezogen, welcher nicht von der Autobahn stammt. Dabei ist wichtig, dass die drei Messstationen direkt an der Autobahn stehen. Für die restliche Immission wird davon ausgegangen, dass die Aufteilung in SNF, Lfw und Fahrzeuge des Personenverkehrs (PVF) dem Verhältnis der entsprechenden Emissionen entspricht, mit einer Einschränkung beim NO_2 (s. später). Die Emissionen werden bei den Stickoxiden und der Partikelanzahl anhand der Verkehrszählungen des Bundesamtes für Strassen in 7 Kategorien (Swiss7) und der zugehörigen Emissionsfaktoren nach HBEFA4.1 bestimmt (s. später), beim Russ proportional der Partikelanzahl (s. später). Die Darstellung erfolgt in relativen Wochengängen, wobei 100% jeweils dem Jahresmittel der entsprechenden Komponente entsprechen. Feiertage zählen zu den Sonntagen.

Im Folgenden werden die einzelnen Teile des Konzeptes spezifiziert.

2.2. Verkehrszahlen

Die Verkehrszahlen liegen als Stundenwerte für die Autobahnabschnitte im Bereich der drei untersuchten Immissionsmessstationen vor:

Erstfeld: ZST 195 (Erstfeld S);

Moleno: ZST 265 (Moleno);

Rothenbrunnen: ZST 238 (Rothenbrunnen).

Die Unterteilung der Verkehrszählung erfolgte in 7 Kategorien ('Swiss7'): Busse, Motorräder, Lieferwagen, Pw, Lkw, Lastenzüge, Sattelzüge. Die Emissionsberechnung erfolgte für diese 7 Kategorien einzeln. Die Zusammenfassung erfolgt jeweils in drei Kategorien:

SNF (schwere Nutzfahrzeuge): Lkw, Lastenzüge und Sattelzüge.

Lfw (Lieferwagen).

PVF (Fahrzeuge des Personenverkehrs): Busse, Motorräder, Pw (übrige Kategorien von Swiss7).

DTV: Durchschnittlicher täglicher Verkehr.

Bei den SNF ist es offensichtlich so, dass die ASTRA-Zähler einen Teil der Lieferwagen und Ähnliche (Wohnmobile, grosse SUV...) den SNF zuordnen. Es werden etwa 10% zu viele SNF gezählt im Vergleich zu den LSVA-Erhebungen (Sigma-plan, 2015: "Überprüfung der Zuordnung der Fahrzeuge durch die SASVZ-Anlage"). Diese Fehlzuordnungen an SNF mussten in Näherung für alle 6 MfMU-Stationen rückgängig gemacht werden, indem diese den Lieferwagen (wieder) zugeordnet wurden. Für jede Stunde wurde ein bestimmter Prozentsatz der Lieferwagen diesen zugeschlagen (denn diese werden ja falsch den SNF zugeordnet) und der absolute Zuschlag wurde von den SNF abgezogen, so dass der Gesamtverkehr für jede Stunde erhalten blieb. Das genaue Prozedere ist beschrieben in Oekoscience, 2017: "Szenarien der Emissions- und Immissionsentwicklung bei den sechs MfMU-Messstandorten für 2020." Die bestimmten Prozentsätze je Standort, welche zusätzlich den Lieferwagen zugeordnet wurden, wurden für 2016 anhand der Diskrepanzen zwischen LSVA-Erhebungen und ASTRA-Verkehrszählung festgelegt und danach je Standort übernommen.

In den Zeitreihen dieses Berichtes ergibt sich dadurch eine Inkonsistenz, indem der Anteil der SNF an Verkehr und Immissionen sich ab 2018 zusätzlich verringert, derjenige der Lfw sich zusätzlich erhöht. Auf der anderen Seite konnte für die bestmögliche Abschätzung dieser Anteile nicht auf die Berücksichtigung der neuen Erkenntnisse verzichtet werden.

2.3. Immissionen

Die Immissionswerte liegen im Rahmen des Projektes MfM-U als Halbstundenwerte (Russ: Tageswerte) für die Messstationen Moleno, Erstfeld und Rothenbrunnen vor. Folgende Komponenten wurden in dieser Studie untersucht: NO_x (Gesamtstickstoffoxide); NO₂ (Stickstoffdioxid); Russ (für 2007-2020: EC (Elemental Carbon) gemäss EUSAAR2); P_{num} (Partikelkonzentration). Gemäss Angaben des Messnetzbetreibers können die Partikelkonzentrationen zwar durchaus für Relationen je Jahr verwendet werden (Wochengang; relativer SNF- bzw. Lfw-Anteil), nicht jedoch für die Entwicklung über die Jahre.

2.4. Emissionen

2.4.1. Emissionsfaktoren für NO_x, NO₂ und Partikelanzahl

Die **Emissionsfaktoren für NO_x, NO₂ und Partikelanzahl** wurden anhand des **Handbuchs HBEFA 4.1 (2019)** für die Jahre 2003 – 2020 (neu) bestimmt, wobei die folgenden Fälle zugrunde gelegt wurden:

Moleno: Autobahn Tempo 110, ländlich, flüssiger Verkehr.

Rothenbrunnen: Autobahn Tempo 100, ländlich, flüssiger Verkehr.

Erstfeld: Autobahn Tempo 110, ländlich, flüssiger Verkehr.

Während der Dauer der langfristigen **Baustelle von September 2005 - März 2007 bei Erstfeld** wurden tiefere Geschwindigkeiten gefahren. Dies wurde bei der Emissionsbestimmung berücksichtigt gemäss Bericht: *“Einfluss der Geschwindigkeitsreduktion während der Bauphase auf der A2 bei Erstfeld auf die Immissionen“*, im Auftrag des Kantons Uri, Oekoscience, April 2008. Dabei wurden die baustellenbezogenen Emissionsfaktoren anhand des HBEFA 3.1 nachträglich angepasst.

Die **Emissionsfaktoren der SNF** wurden bestimmt aus der Verteilung der Euroklassen, welche den LSVA-Auswertungen des BAV (Bundesamt für Verkehr) für Gurtzellen A2 entnommen wurden, und den Emissionsfaktoren je Euroklasse gemäss HBEFA4.1. Die SNF setzen sich zusammen aus alpenquerendem und regionalem Verkehr. Die Flotte des alpenquerenden Verkehrs ist moderner als die Regionalflotte, da sie grössere Strecken fährt und rascher ersetzt werden muss. Es wurde angenommen, dass die Regionalflotte dem schweizweiten Durchschnitt

entspricht. An jeder Station weist der alpenquerende Güterverkehr (AQQV) einen spezifischen Anteil auf, mit welchem die Mischung der beiden Flotten und so schliesslich die EFA berechnet wurden. Die nächste Abbildung zeigt die rasche Flottendurchdringung der SNF mit EuroVI-Fahrzeugen auf der A2 am Gotthard, bestimmt aus der LSVA-Datenbank des BAV für Gurtellen.

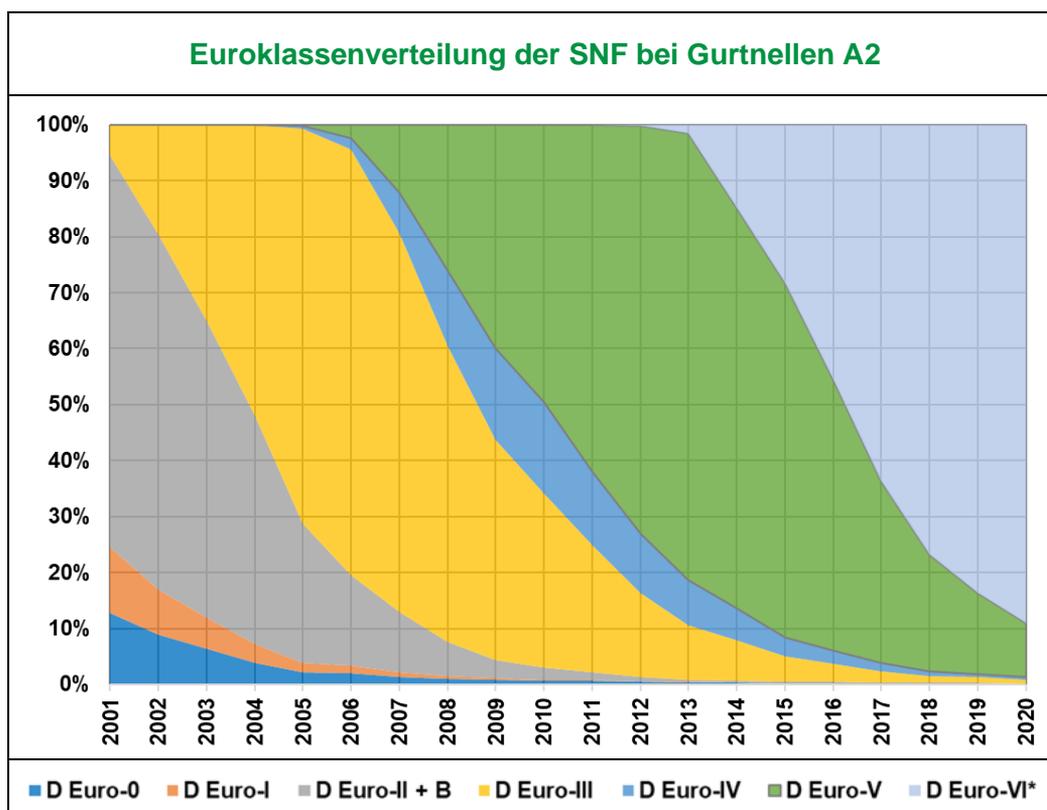


Abbildung 2.1: Euroklassenverteilung der SNF bei Gurtellen A2, Jahreswerte 2001-2020. Entnommen aus der LSVA-Datenbank des BAV. D EuroVI*: Enthält ausser EuroVI noch kleine Anteile (2020: 0.8%) neuerer Antriebe mit insgesamt ähnlichem NOx-EFA wie EuroVI (CNG: Compressed natural gas (verdichtetes Erdgas); LNG: Liquefied natural gas (verflüssigtes Erdgas); electric).

Bei den übrigen Fahrzeugkategorien sind keine spezifischen Euroklassenverteilungen bekannt; die Emissionsfaktoren wurden dort direkt dem HBEFA4.1 entnommen, welches eine bestimmte Euroklassenverteilung schweizweit für Autobahnen je Fahrzeugkategorie und Jahr unterlegt.

Die EFA für NO_x, Partikelkonzentration (P_{num}) und CO₂ weisen sehr unterschiedliche zeitliche Verläufe auf. Beim NO_x haben die EFA der SNF (und Busse) viel mehr abgenommen als beim Leichtverkehr. Bei der P_{num} ist die EFA-Abnahme bei den P_w prozentual nur wenig geringer als bei den SNF, bei den Lfw deutlich geringer.

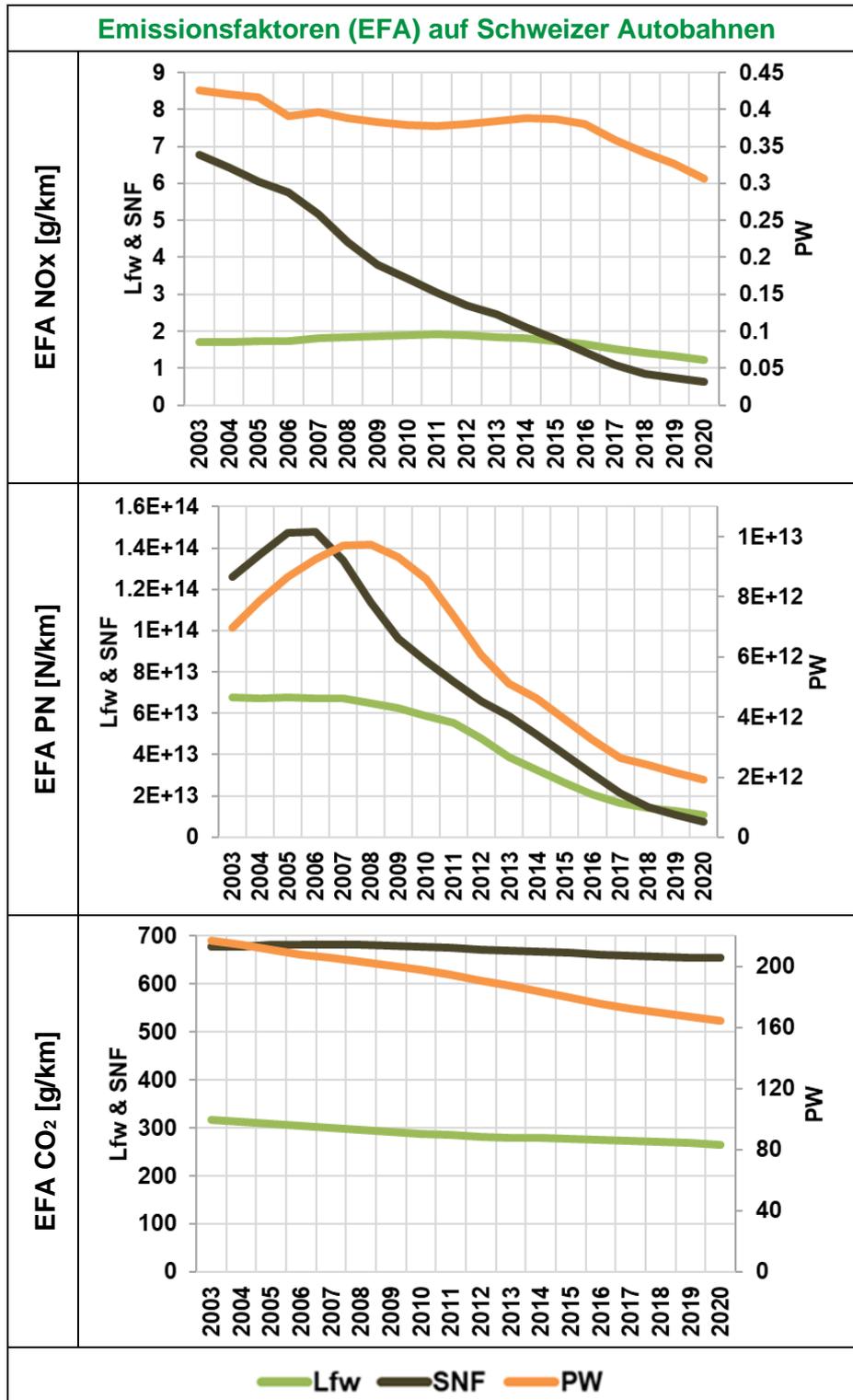


Abbildung 2.2: Emissionsfaktoren (EFA) auf Schweizer Autobahnen (Beispiel Moleno), 2003-2020. Geschwindigkeit des Leichtverkehrs 112 km/h, Längsneigung 0%.

Die EFA für CO₂ haben generell nur wenig abgenommen, bei den Pw im Durchschnitt immerhin um -24% von 2003 bis 2020.

Unsicherheiten bei den Emissionsfaktoren von SNF, Lfw und Pw schlagen auf die in dieser Studie errechneten Immissionsanteile durch. In einem separaten Bericht werden die Ergebnisse einer speziellen EFA-Untersuchung während des Lockdowns im Frühjahr 2020 erläutert. Der Verkehr an schweren Nutzfahrzeugen (SNF) hat sich während des Lockdowns wenig verringert, der Pw-Verkehr wesentlich mehr. Die Werktage nach dem 15. März 2020 waren damit näherungsweise 'Anti-Sonntage', mit nahezu üblichem Lkw-Verkehr aber weniger Pw und auch weniger Lieferwagen als normal. Diese Situation wurde gewissermassen als Feldlabor dazu genutzt, die NO_x-Emissionsfaktoren der verschiedenen Fahrzeugkategorien im Kontext mit den Immissionswerten neu zu betrachten.

In der vorliegenden Studie wurde das **HBFA4.1** für die Emissionsberechnungen verwendet.

2.4.2. Emissionsverhältnisse zwischen schweren Nutzfahrzeugen, Lieferwagen und Fahrzeugen des Personenverkehrs für Russ

Die **Emissionsfaktoren für Russ** sind nicht gesichert bekannt. Das **Verhältnis der Emissionsfaktoren für Russ zwischen einem SNF, einem Lieferwagen und einem Fahrzeug des Personenverkehrs wurde als gleich wie bei der Partikelanzahl abgeschätzt**, da der Russ vor allem in den sehr kleinen Partikeln enthalten ist.

2.4.3. Immissionshintergrund für Stickoxide, Russ und Partikelanzahl

Der Immissionshintergrund repräsentiert die nicht von der Autobahn herrührenden Immissionen an Stickoxiden, Russ und Partikel *am Ort der strassennahen Immissionsmessung* (und nicht etwa generell im betreffenden Talabschnitt). Er kann nicht direkt bestimmt werden, sondern nur auf Grund von Plausibilitätsüberlegungen geschätzt werden. Der Hintergrund beeinflusst das Immissionsverhältnis zwischen schweren Nutzfahrzeugen und Personenverkehr nicht.

Ausgangspunkt der Hintergrundabschätzung waren aktuelle Jahresmittel von NO_x für 2020 an Hintergrundmessstationen; z.B. Payerne 6 ppb, Tänikon 7 ppb, Chauxmont 2 ppb, Rigi-Seebodenalp 2 ppb, Davos-Seehornwald 1.4 ppb, Jungfrauoch (mit unvollständiger Messreihe) 0.17 ppb. Auch an diesen Stationen hat sich in den letzten Jahren ein deutlicher Rückgang der NO_x-Immissionen ergeben. Gerade die Stationen in Payerne und Tänikon weisen durchaus einen Verkehrseinfluss auf,

sind nicht einfach 'Hintergrund'. Die echten Hintergrundstationen Chaumont, Rigi-Seebodenalp und Davos-Seehornwald aber auch das Jungfrauoch weisen am Sonntag im Mittel etwa 80% des Jahresmittels an NO_x auf.

Für alle drei untersuchten Stationen stammt der Immissionshintergrund überwiegend von anderen, entfernten Strassen, im Weiteren von Haushalt, Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie. Auch der Hintergrund ist somit an Werktagen etwas höher als am Wochenende; **in Analogie zu den Messergebnissen wurde der Hintergrund am Sonntag zu 80% des Jahresmittels angesetzt.** Im Weiteren wird der Unterschied zwischen Sommer und Winter in den meteorologischen Bedingungen auch für den Hintergrund berücksichtigt, da auch dieser den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen unterworfen ist. Im Falle von Feinstaub, der über weite Strecken transportiert werden kann, wären die lokalen Bedingungen weniger bedeutsam.

Im Weiteren sollte aufgrund der Lage im jeweils sehr dünn besiedelten Talabschnitt der absolute Hintergrund bei Moleno etwas höher als bei Erstfeld sein, derjenige bei Rothenbrunnen aber leicht tiefer als bei Erstfeld. Die folgenden absoluten und relativen Hintergrundwerte für NO_x wurden geschätzt:

Tabelle 2.1: Geschätzte werktägliche NO_x-Hintergrundwerte 2020 für Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen (an Sonn- und Feiertagen 80% der Werktagswerte):

	Erstfeld	Moleno	Rothenbrunnen	
Hintergrund absolut	2.5	3.1	1.9	ppb
Hintergrund Winter	3.2	4.5	2.8	ppb
Hintergrund Sommer	1.8	1.6	1.0	ppb
Hintergrund relativ	12%	10%	12%	
Hintergrund Winter	12%	10%	12%	
Hintergrund Sommer	12%	10%	12%	

Es wird postuliert, dass der Immissionshintergrund in gleichem Masse von den meteorologischen Bedingungen betroffen ist wie die von der Autobahn stammenden Immissionen, was gleiche Hintergrund-Prozentsätze im Sommer und im Winter zur Folge hat.

Der Hintergrund an **NO₂** ist Teil des Hintergrundes an NO_x. Da es sich dabei um transportierte bzw. gealterte Immissionen handelt, ist ihr NO₂-Anteil höher als im von der Autobahn stammenden Teil. Im Winter ist ihr Anteil wegen des geringeren Ozonangebots in Bodennähe allgemein geringer als im Sommer, und bei Moleno

ist er speziell tiefer, da dort auch insgesamt der NO_2 -Anteil tiefer ist als an den anderen Stationen infolge der häufigen atmosphärischen Stagnationen, insbesondere auch Inversionen. Die postulierten Werte sind in der nächsten Tabelle 2.2 angegeben.

Hintergrund beim **Russ (EC)**: Für 2007 - 2020 liegen Russmessungen als elementarer Kohlenstoff (EC: elemental carbon) bestimmt nach der TOT-Methode (EUSAAR2-Protokoll) vor.

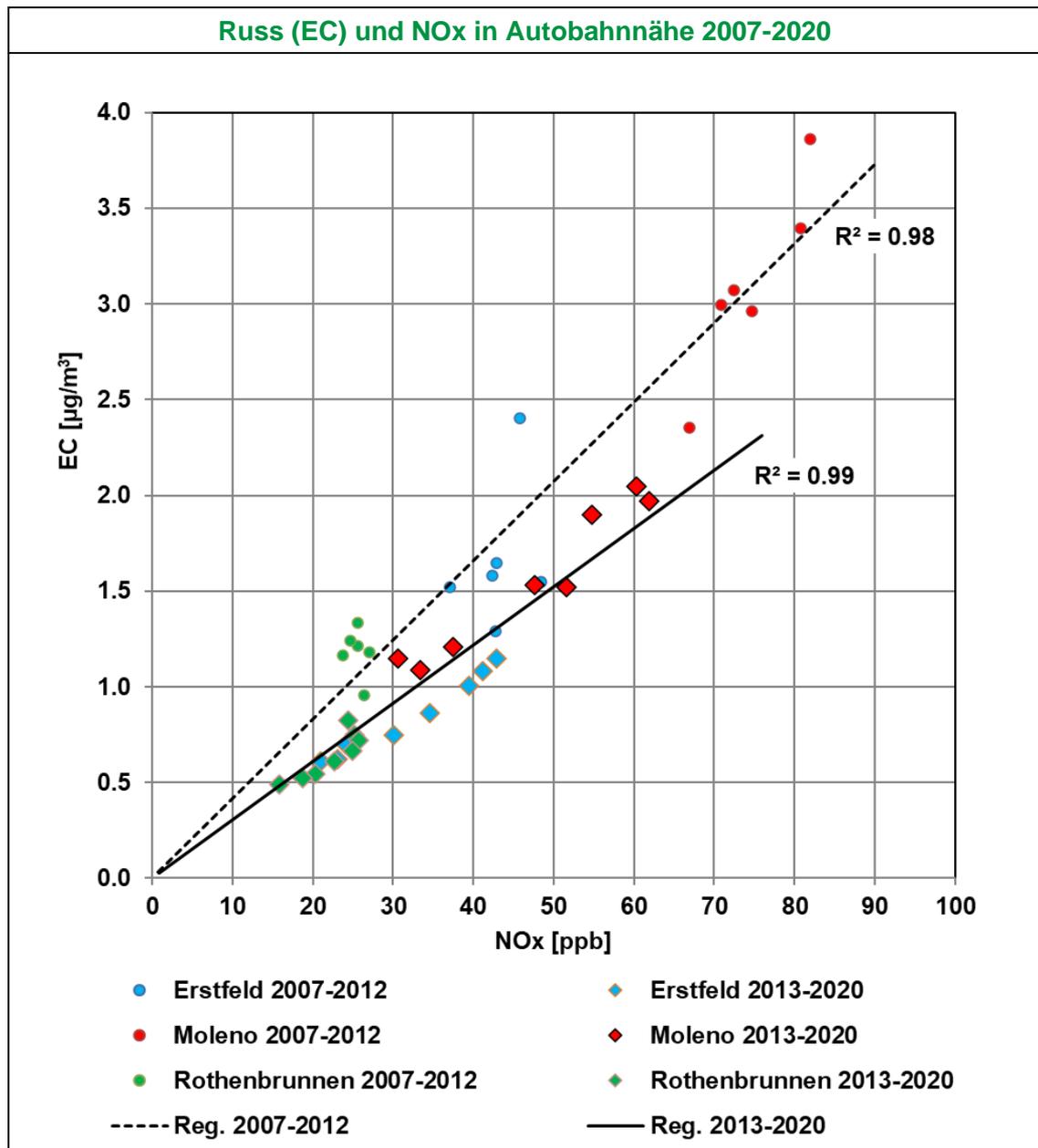


Abbildung 2.3: Verhältnis von Russ- und NO_x -Jahresmittelwerten bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2007-2012 und 2013-2020.

Für die an der A2 bzw. A13 liegenden Stationen Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen ergibt sich im Mittel eine Proportionalität zwischen den Jahresmittelwerten von NO_x und Russ (EC), wobei die Regressionsgerade nach 2012 gesunken ist, d.h. die NO_x-Immissionen sind weniger stark gesunken als die Russ-Immissionen, wobei von 2013-2020 wiederum eine Proportionalität zwischen NO_x und Russ herrscht.

Insgesamt kann weiter von einer Proportionalität zwischen NO_x und Russ ausgegangen werden, und so wird der **Hintergrund beim Russ prozentual gleich hoch angesetzt wie beim NO_x**.

Die **Partikelkonzentration (Pnum)** hängt relativ stark mit der NO_x-Immission zusammen. Da aber die ultrafeinen Partikel, welche die Gesamtpartikelkonzentration im Wesentlichen bestimmen, ziemlich rasch aus ihrem Grössenbereich herauswachsen, wurde der Hintergrund der Partikelkonzentration an den drei betrachteten Messstationen als **prozentual jeweils halb so hoch wie beim NO_x** angesetzt.

Insgesamt ergeben sich die folgenden Immissionshintergründe an den drei betrachteten MfMU-Messstationen je Jahreszeit und Komponente:

Tabelle 2.2: Immissionshintergründe in Prozent des Halbjahresmittels:

Komponente	Erstfeld	Moleno	Rothenbrunnen
NO_x, Russ			
Sommer	12%	10%	12%
Winter	12%	10%	12%
Pnum			
Sommer	6%	5%	6%
Winter	6%	5%	6%
NO₂	in % des NO_x-Hintergrundes:		
Sommer	70%	70%	75%
Winter	60%	50%	65%

2.5. Erklärung der Berechnung der relativen Wochengänge

Basis aller Berechnungen sind die relativen Wochengänge, welche im Anhang für jede Messstation je Komponente für 2020 gezeigt werden. Die Berechnung erfolgt getrennt für Sommer- und Winterhalbjahr und wird dann zum Gesamtjahresmittel zusammengefasst. Der Mittelwert einer Immission für einen bestimmten Wochentag dividiert durch das betreffende Jahresmittel ergibt die Höhe der Säule in den Grafiken im Anhang für diesen Wochentag (in % des Jahresmittels). Ein Teil dieser Säule entspricht dem prozentualen Hintergrund. Der Rest wird in SNF (schwere Nutzfahrzeuge), Lfw (Lieferwagen) und PVF (Personenverkehrs-Fahrzeuge) gemäss Emissionsanteilen für die betreffende Komponente aufgeteilt. Die Emissionsaufteilung folgt der Emissionsberechnung (Fahrzeuganzahl mal Emissionsfaktor je Kategorie; s. Kap. 2.2, 2.4.1 und 2.4.2). Somit erhält man für jeden Wochentag den Anteil der drei Fahrzeugklassen in % des Jahresmittels.

Beim NO_2 wird der Anteil, der nicht Hintergrund ist, aufgeteilt in Immission, welche aus der direkten NO_2 -Emission folgt (s. Kap. 2.4.1), und in solche, die in der Atmosphäre aus NO konvertiert worden ist. Erstere (aus direkter NO_2 -Emission) ist je Fahrzeugklasse gleich dem NO_x -Immissionsanteil multipliziert mit dem prozentualen Anteil des NO_2 in der NO_x -Emission dieser Klasse, letztere (aus NO konvertiert) wird gemäss NO -Emissionen auf die drei Fahrzeugklassen aufgeteilt.

3. Relativer Wochengang der Immissionen und deren SNF- und Lfw-Anteile für 2020

Die folgende Tabelle zeigt die Jahresmittel der Immissionen an NO_x, NO₂ und Russ für 2019 und 2020 an den drei untersuchten Standorten:

Tabelle 3.1: Jahresmittel der Immissionen an NO_x, NO₂ und Russ bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2019 & 2020; Änderungen von 2020 gegenüber 2018.

2019	NO _x	NO ₂	Russ
	ppb	µg/m ³	µg/m ³
Erstfeld	23.0	24.5	0.62
Moleno	33.5	30.8	1.09
Rothenbrunnen	18.7	21.6	0.52

2020	NO _x	NO ₂	Russ
	ppb	µg/m ³	µg/m ³
Erstfeld	20.9	20.9	0.61
Moleno	30.6	26.2	1.15
Rothenbrunnen	15.9	18.1	0.49

Änderung 2020 gegenüber 2018	NO _x	NO ₂	Russ
Erstfeld	-13%	-16%	-13%
Moleno	-18%	-22%	-5%
Rothenbrunnen	-22%	-20%	-9%

Ein Teil des Rückganges der Immissionen von 2018 auf 2020 ist auf den coronabedingten Verkehrsrückgang zurückzuführen. Dieser ist beim Personenverkehr stärker ausgefallen als beim leichten und schweren Güterverkehr (s. Kap. 6). So ist der Immissionsrückgang bei Moleno grösser als bei Erstfeld, da dort der Anteil des Personenverkehrs am Gesamtverkehr höher ist.

Die folgenden Grafiken zeigen die **relativen Wochengänge** der Immissionen (100% = Jahresmittel je Komponente) und der Anteile der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) als auch der Lieferwagen (Lfw) an diesen Immissionen für das Jahr 2020.

Die Werktage sind an allen drei Stationen deutlich mehr belastet als die Sonn- und Feiertage, weil dann nur relativ wenige SNF und weniger Lfw als werktags unterwegs sind. Der Anteil der SNF an den Immissionen ist neuerdings bei den Stickoxiden tiefer als bei Russ und Partikelanzahl Pnum, da die Stickoxidemissionen der SNF stärker zurückgegangen sind als diejenigen von Russ und Pnum. Entsprechend den Anteilen der SNF am Gesamtverkehr ist ihr Immissionsanteil bei Erstfeld am höchsten und etwas höher als bei Moleno, bei Rothenbrunnen am niedrigsten. Zusammenfassend machen die SNF an der Gotthardachse werktags noch 15% bis 20% der Luftverschmutzung an Stickoxiden, 20% bis 25% an Russ und Ultrafeinpartikeln aus. Direkt an den strassennahen Messstationen ist der Anteil der SNF an den NO₂-Immissionen etwas niedriger als bei den NO_x-Immissionen, weil sie einen niedrigeren Anteil an den Direktmissionen von NO₂ haben. Im Umfeld der Autobahnen (mehr als etwa 50 m Distanz) entspricht aber ihr NO₂-Anteil dem NO_x-Anteil.

Die Lieferwagen haben inzwischen einen erheblichen Anteil an der Luftbelastung, welcher etwas höher als derjenige der SNF ist. Werktags ist ihr Anteil bei allen Komponenten 20% bis 30%, am Wochenende etwas geringer. Wie bei den SNF ist ihr Anteil bei Partikeln und Russ meist etwas höher als bei den Stickoxiden.

Die Russmessungen bestehen aus Stichproben für jeden vierten Tag, so dass die Abhängigkeit der mittleren Konzentration vom Wochentag mehr streuen kann als bei kontinuierlichen Messungen (auch die Russkonzentrationen hängen stark von der Witterung ab). Aus diesem Grunde wurde beim Russ der mittlere Wochengang von 2019-2020 gezeigt.

Es mag auffallen, dass der Immissionsanteil der Lfw am Wochenende, vor allem sonn- und feiertags, bei den Stickoxiden niedriger ist als bei Pnum und Russ, wohingegen werktags nur kleine Unterschiede bestehen. Die gezeigten Anteile beziehen sich je Komponente auf das Jahresmittel, können deshalb für einzelne Wochentage gesamthaft über 100% liegen. Die gemessenen Immissions*absenkungen* an Sonn- und Feiertagen sind bei den Stickoxiden höher als bei den Pnum- und Russimmissionen, wohingegen es bei den Emissions*absenkungen* (berechnet nach HBEFA4.1) gerade umgekehrt ist. Daraus resultiert für die Lfw, bezogen auf das Jahresmittel, für die Stickoxide ein kleinerer Immissionsanteil an Sonn- und Feiertagen als bei Partikelkonzentration (Pnum) und Russ.

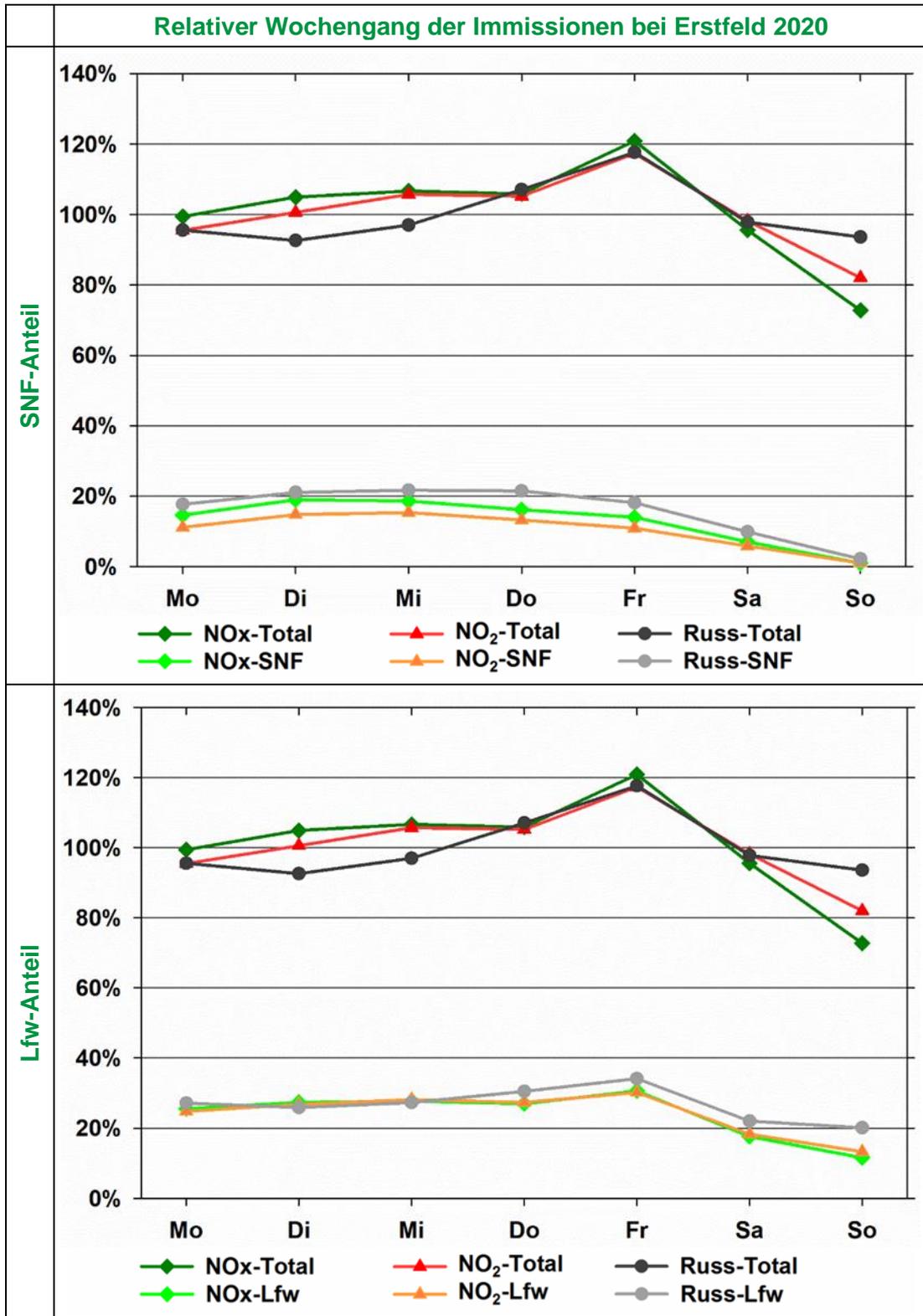


Abbildung 3.1: Relative Wochengänge der Immissionen und deren SNF-Anteil (oben) bzw. Lfw-Anteil (unten) für 2020 bei Erstfeld. 100% = Jahresmittel je Komponente. Beim Russ Mittelwerte 2019-2020. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge; Lfw: Lieferwagen.

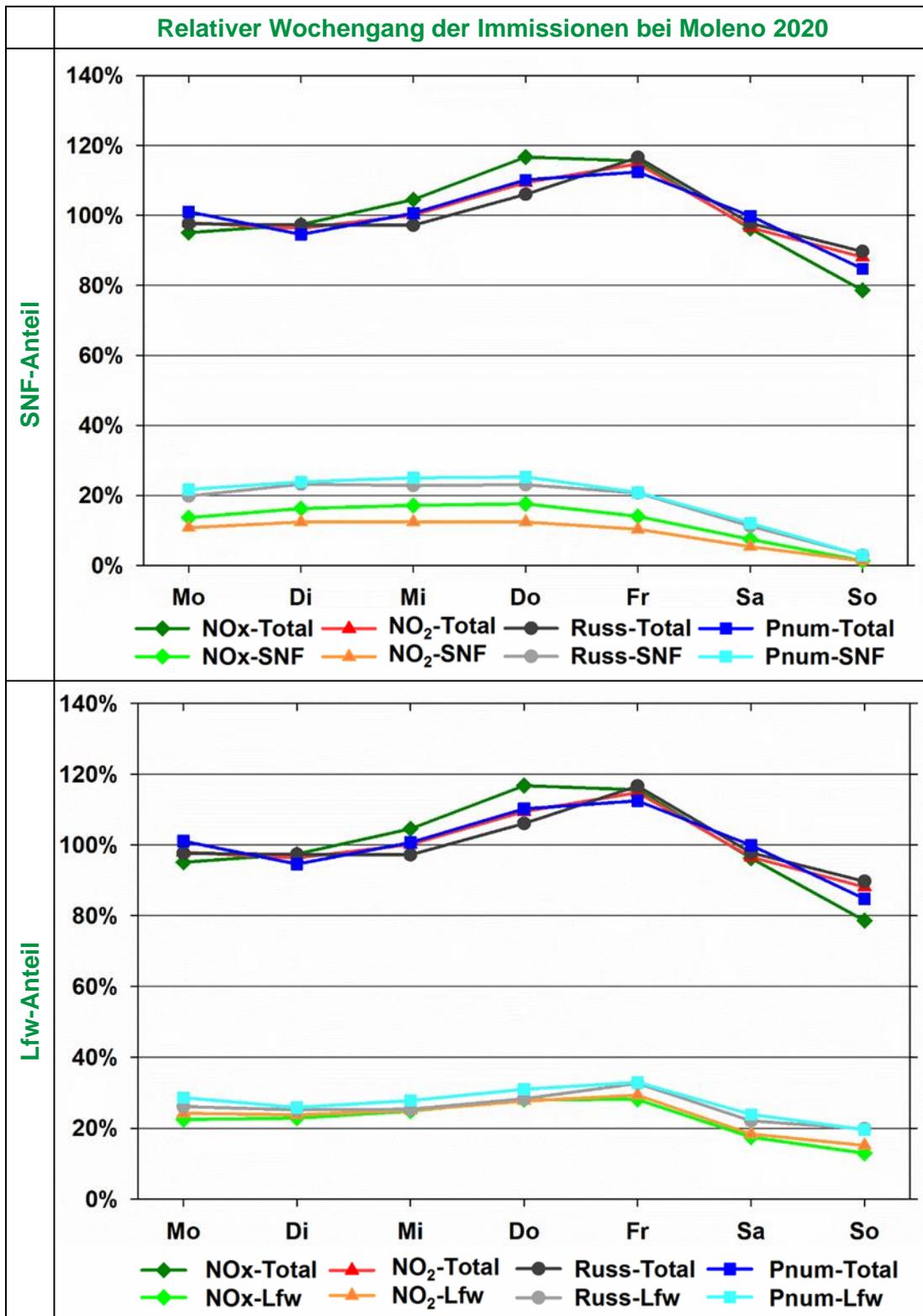


Abbildung 3.2: Relative Wochengänge der Immissionen und deren SNF-Anteil (oben) bzw. Lfw-Anteil (unten) für 2020 bei Moleno. 100% = Jahresmittel je Komponente. Beim Russ Mittelwerte 2019-2020. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge; Lfw: Lieferwagen.

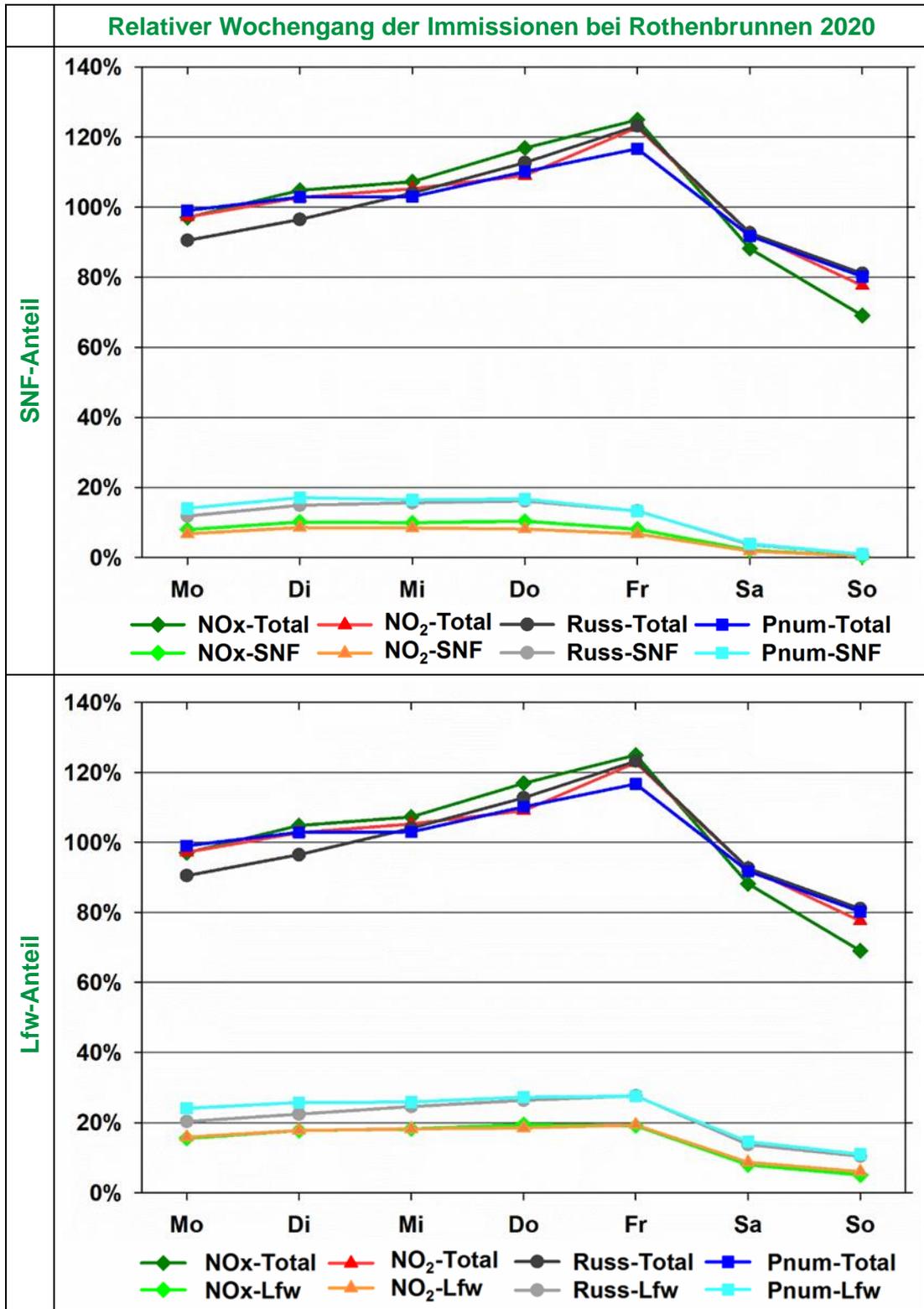


Abbildung 3.3: Relative Wochengänge der Immissionen und deren SNF-Anteil (oben) bzw. Lfw-Anteil (unten) für 2020 bei Rothenbrunnen. 100% = Jahresmittel je Komponente. Beim Russ Mittelwerte 2019-2020. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge; Lfw: Lieferwagen.

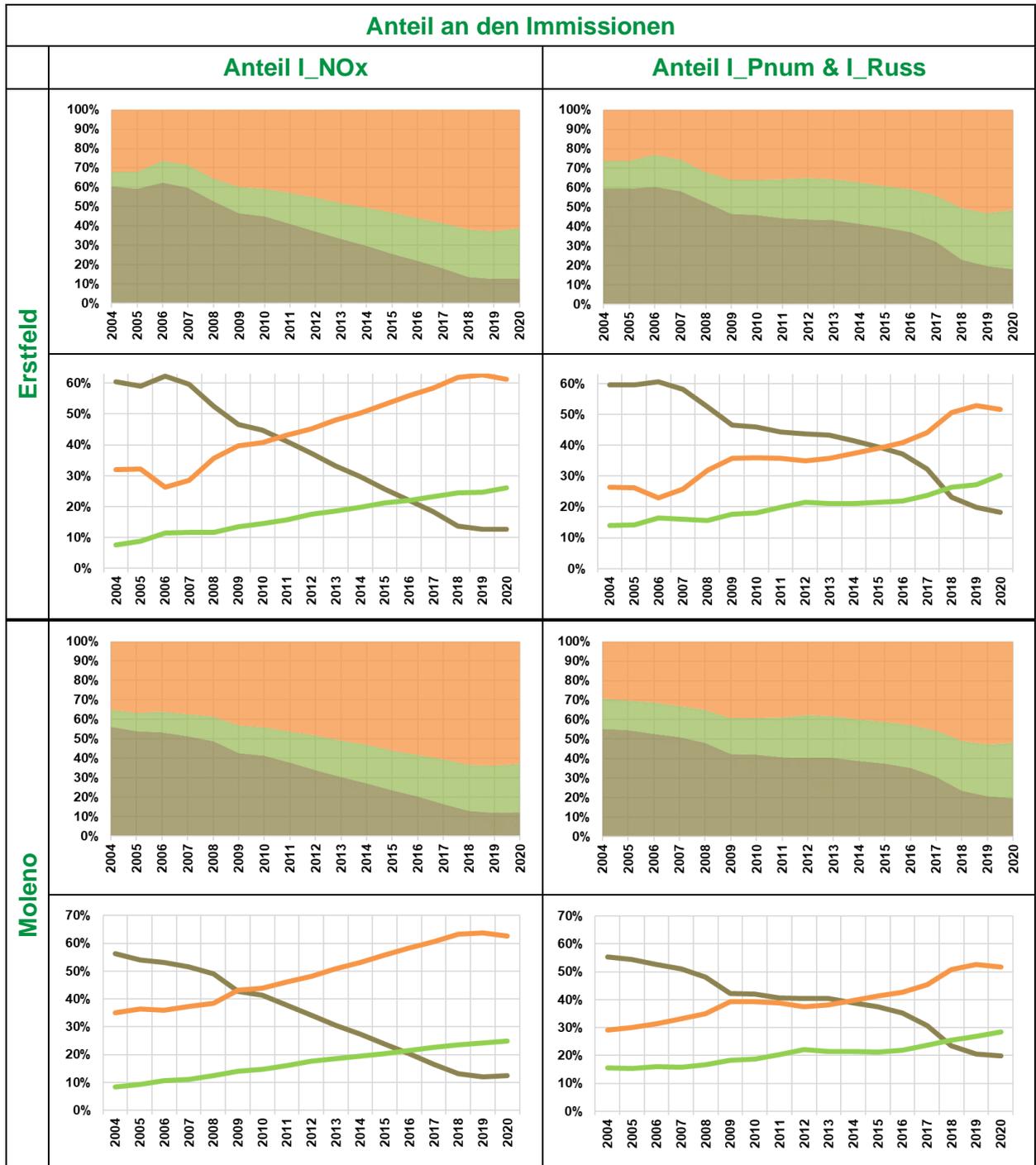
4. Entwicklung der relativen Anteile der SNF und der Lieferwagen an den Immissionen 2004-2020

Die folgenden Grafiken zeigen die Entwicklung des relativen Anteils der SNF, der Lfw und der PVF an den Immissionen von NO_x und Pnum/Russ an den drei untersuchten MfMU-Stationen von 2004-2020. Hintergrundimmissionen werden dabei weggelassen, es geht um die Anteile der drei Fahrzeuggruppen untereinander.

Die **Anteile der SNF** an den Stickstoffoxid- und Pnum/Russ-Immissionen sind gemäss HBEFA4.1 von 2004 – 2020 stark zurückgegangen, besonders ausgeprägt von 2007-2018. Nach dem HBEFA4.1 hat die Flottenmodernisierung bei den SNF zu einer deutlich grösseren prozentualen Verringerung der Emissionsfaktoren geführt als bei den Pw und den Lieferwagen. Dieser grundsätzliche Sachverhalt wird durch immissionsbasierte Untersuchungen gestützt. Die in Kap. 2.4.1 angesprochene Unsicherheit in den Emissionsfaktoren betrifft das Ausmass dieser Reduktion. Im Vergleich zum NO_x-Anteil hat der NO₂-Anteil der SNF strassennah noch etwas mehr abgenommen infolge des höheren Anteils direkt emittierten NO₂ bei den Pw und den Lieferwagen, im weiteren Umfeld der Strasse gleichen sich diese Anteile aber an. Die relativen Anteile der SNF an Russ und Partikelanzahl haben vor allem nach 2016 deutlich abgenommen. Die Partikelanzahl wird hauptsächlich durch die ultrafeinen Partikel bestimmt, welche auch den Russ enthalten.

Die **Immissionsanteile der Lieferwagen** haben an allen Standorten für alle Komponenten markant zugenommen, um einen Faktor 2-3 verglichen mit 2004. Diese Anteile überwiegen diejenigen der SNF bei den Stickoxiden seit 2017, bei Partikelkonzentration und Russ seit 2019. Die grössten Anteile haben überall die PVF.

Die folgenden Grafiken zeigen die gleichen Daten in zwei verschiedenen Darstellungen, einmal als gestapelte Flächen (Summe = 100%), einmal als Kurvenverläufe jeder Fahrzeuggruppe für sich genommen.



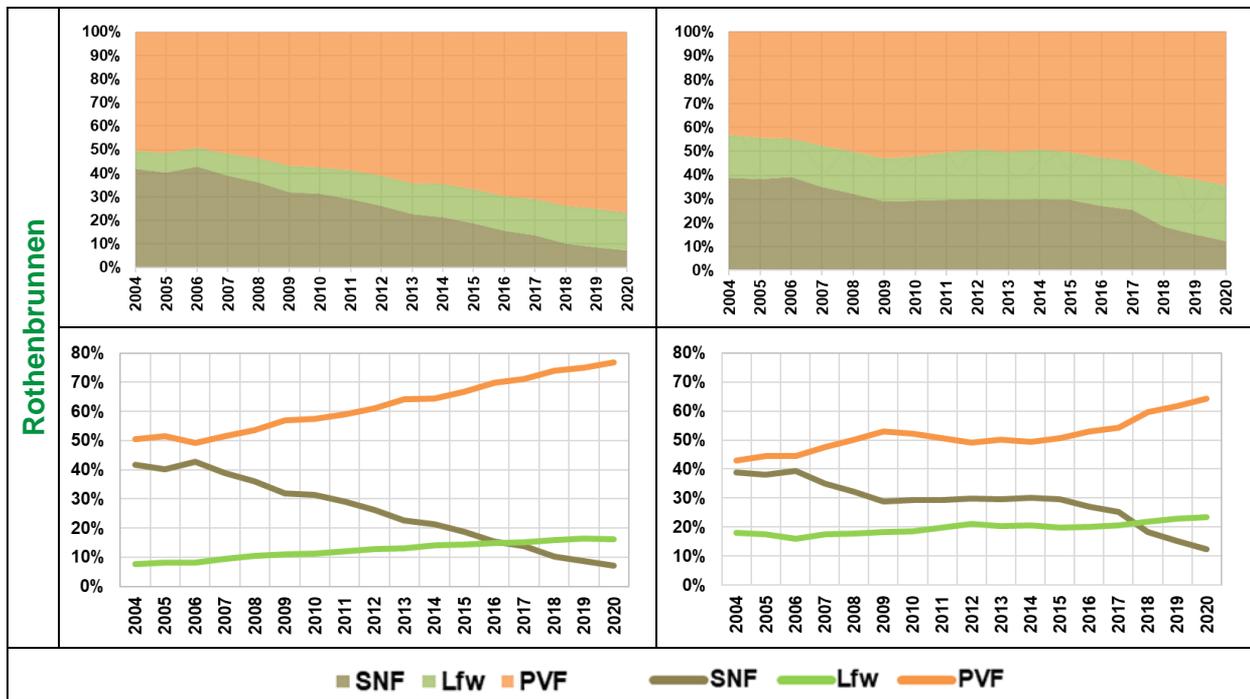


Abbildung 4.1: Entwicklung des relativen Anteils der SNF und der Lfw an den Immissionen bei Erstfeld, Moleno (2004-2020) und Rothenbrunnen (2004-2019). 100% = Jahresmittel je Komponente. Pnum: Konzentration der Partikelanzahl.

5. Immissionsverlauf von 2003 bis 2020

Die NO_x-Immissionen zeigen an allen drei Stationen einen deutlichen Rückgang, besonders seit 2016. Die nach dem neuen HBEFA4.1 berechneten NO_x-Emissionsverläufe zeigen nun an allen drei Standorten einen relativ guten Gleichlauf mit den Immissionsverläufen (Abbildung 5.1). Noch mit dem HBEFA3.3 nahmen die berechneten NO_x-Emissionen über die Jahre mehr ab als die gemessenen Immissionen, die Entwicklung wurde also zu optimistisch eingeschätzt. In einem separaten Bericht werden die Ergebnisse einer speziellen EFA-Untersuchung während des Lockdowns im Frühjahr 2020 erläutert.

Zu Erstfeld ist anzumerken, dass der Messstandort im Jahr 2007 ein Stück nach Norden verschoben wurde; für die Jahre 2003-2007 wurden die Stickoxid-Immissionen an der neuen Station rückwirkend geschätzt durch inNet aufgrund einer Parallelmessung. Die Werte der alten Station sind in der folgenden Grafik auch angegeben.

Beim NO₂ zeigte sich seit 2007 bei allen Standorten nahezu eine Stagnation. Dies liegt auch am erhöhten Anteil von NO₂ in den NO_x-Emissionen. Seit 2018 zeigt sich nun auch beim NO₂ überall eine Abnahme, welche durch die Witterung modifiziert wurde. Die atmosphärenchemischen Prozesse rund um NO₂ sind komplex.

Die Russkonzentrationen (EC) sind von 2007 – 2020 auf noch etwa einen Drittel zurückgegangen.

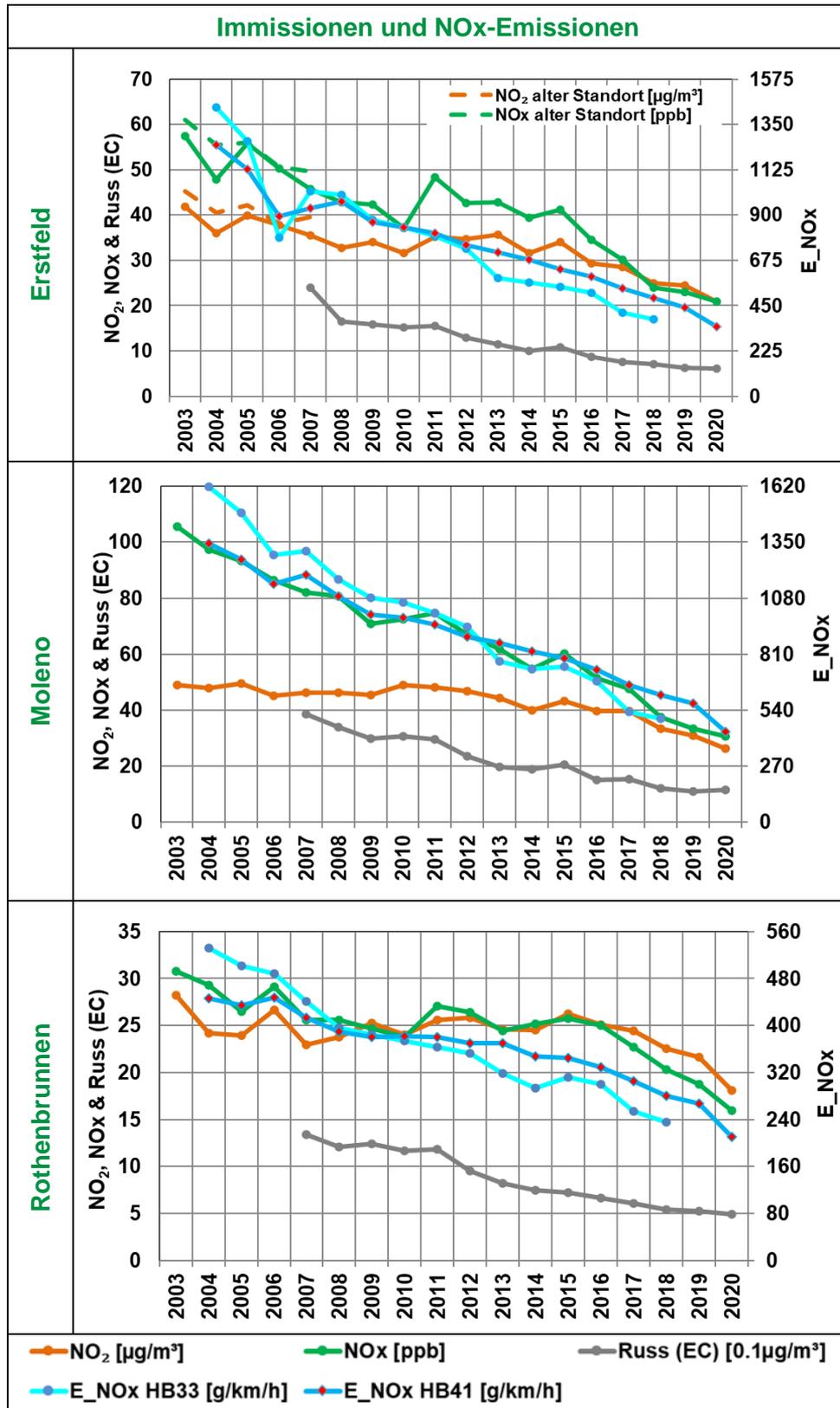


Abbildung 5.1: Verlauf der Jahresmittel der Immissionen an NO_x, NO₂ und Russ sowie der Emissionen an NO_x (E_NOx) bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2003 – 2020.

6. Verkehr

6.1. Verkehrssituation 2020

Die folgende Tabelle zeigt das Verkehrsaufkommen im Jahr 2020 an 4 MfMU-Standorten nach den sieben Fahrzeugkategorien unterteilt:

Tabelle 6.1: Verkehrsaufkommen (DTV) nach Fahrzeugkategorie bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen sowie Muttenz nach Swiss7, 2020.

DTV 2020	Bus	Motorrad	Pw	Lfw	Lkw	Lastenzug	Sattelzug	Gesamtverkehr
Erstfeld	93	479	15823	1755	201	325	1339	20'016
Moleno	90	364	20738	2109	387	412	1312	25'412
Rothenbrunnen	49	300	13975	832	132	83	302	15'673
Muttenz	453	2921	94082	9566	2405	1171	3595	114'193

Bei den Zählstellen Reiden und Camignolo waren die monatelangen Ausfälle zu gross, um eine vergleichende Auswertung machen zu können.

Im Jahre 2020 kam es coronabedingt zu einem Verkehrsrückgang. An der Gotthardachse fiel der Rückgang gegenüber 2018 (s. [Tabelle 6.2](#)) prozentual bei den SNF am geringsten aus; bei den Lfw war er grösser, bei den Pw noch grösser (um die -20%). Den stärksten Rückgang um bis zu -2/3 verzeichneten die Busse. Rothenbrunnen an der A13 verzeichnete einen markanten Rückgang der SNF, vor allem der Lkw ohne Anhänger.

Tabelle 6.2: Prozentuale Änderung des Verkehrs nach Fahrzeugkategorie 2020 zu 2018 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen.

DTV Änderung 2018 zu 2020	Bus	Motorrad	Pw	Lfw	Lkw	Lastenzug	Sattelzug	Gesamtverkehr
Erstfeld	-65%	-11%	-18%	-13%	-12%	-7%	-7%	-17%
Moleno	-62%	-16%	-19%	-14%	-3%	-4%	-8%	-18%
Rothenbrunnen	-52%	-1%	-12%	-13%	-47%	-33%	-13%	-12%

Die ausseralpineren MfMU-Stationen weisen beträchtlich mehr Verkehr auf als die inneralpineren. Die Aufteilung auf die verschiedenen Kategorien ist aber nicht sehr

unterschiedlich. Erstfeld und Moleno weisen deutlich höhere Anteile an SNF auf als Rothenbrunnen und auch Muttenz.

Tabelle 6.3: Prozentuale Verkehrsaufteilung nach Fahrzeugkategorie gem. Swiss7 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen sowie Muttenz, 2020.

2020	Bus	Motorrad	Pw	Lfw	Lkw	Lastenzug	Sattelzug	Gesamtverkehr
Erstfeld	0.5%	2.4%	79.1%	8.8%	1.0%	1.6%	6.7%	100%
Moleno	0.4%	1.4%	81.6%	8.3%	1.5%	1.6%	5.2%	100%
Rothenbrunnen	0.3%	1.9%	89.2%	5.3%	0.8%	0.5%	1.9%	100%
Muttenz	0.4%	2.6%	82.4%	8.4%	2.1%	1.0%	3.1%	100%

Für die vorliegende Studie sehr interessant ist nun eine allfällige coronabedingte Verschiebung der Verkehrsanteile der verschiedenen Fahrzeugkategorien von 2018 auf 2020 (s. [Tabelle 6.4](#)). Bei Erstfeld und Moleno ist der Anteil an SNF am Gesamtverkehr von 2018 auf 2020 um etwa einen halben Prozentpunkt gewachsen, ebenso der Anteil an Lfw, wohingegen der Anteil der Pw um etwa 1 Prozentpunkt zurückgegangen ist. Somit sind die Immissionsanteile der SNF im Jahr 2020 nur unwesentlich höher als sie ohne Coronamassnahmen gewesen wären. Bei den Lfw ist nicht so sicher, was ohne Coronamassnahmen gewesen wäre, denn ihr Anteil steigt seit Jahren. Das Gesamtbild wird insgesamt aber nicht verfälscht. Bei Rothenbrunnen haben sich noch geringere Veränderungen des relativen SNF-Anteils ergeben.

Tabelle 6.4: Änderungen der prozentualen Verkehrsaufteilung nach Fahrzeugkategorie 2020 gegenüber 2018 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen. Angaben in Prozentpunkten.

Änderung der Anteile 2018 zu 2020	Bus	Motorrad	Pw	Lfw	Lkw	Lastenzug	Sattelzug	Gesamtverkehr
Erstfeld	-0.6%	0.2%	-1.0%	0.4%	0.1%	0.2%	0.8%	0.0%
Moleno	-0.4%	0.0%	-1.1%	0.4%	0.2%	0.2%	0.6%	0.0%
Rothenbrunnen	-0.3%	0.2%	0.8%	0.0%	-0.5%	-0.2%	0.0%	0.0%

Die prozentuale Verkehrsverteilung von Tabelle 6.3 wird wie folgt visualisiert:

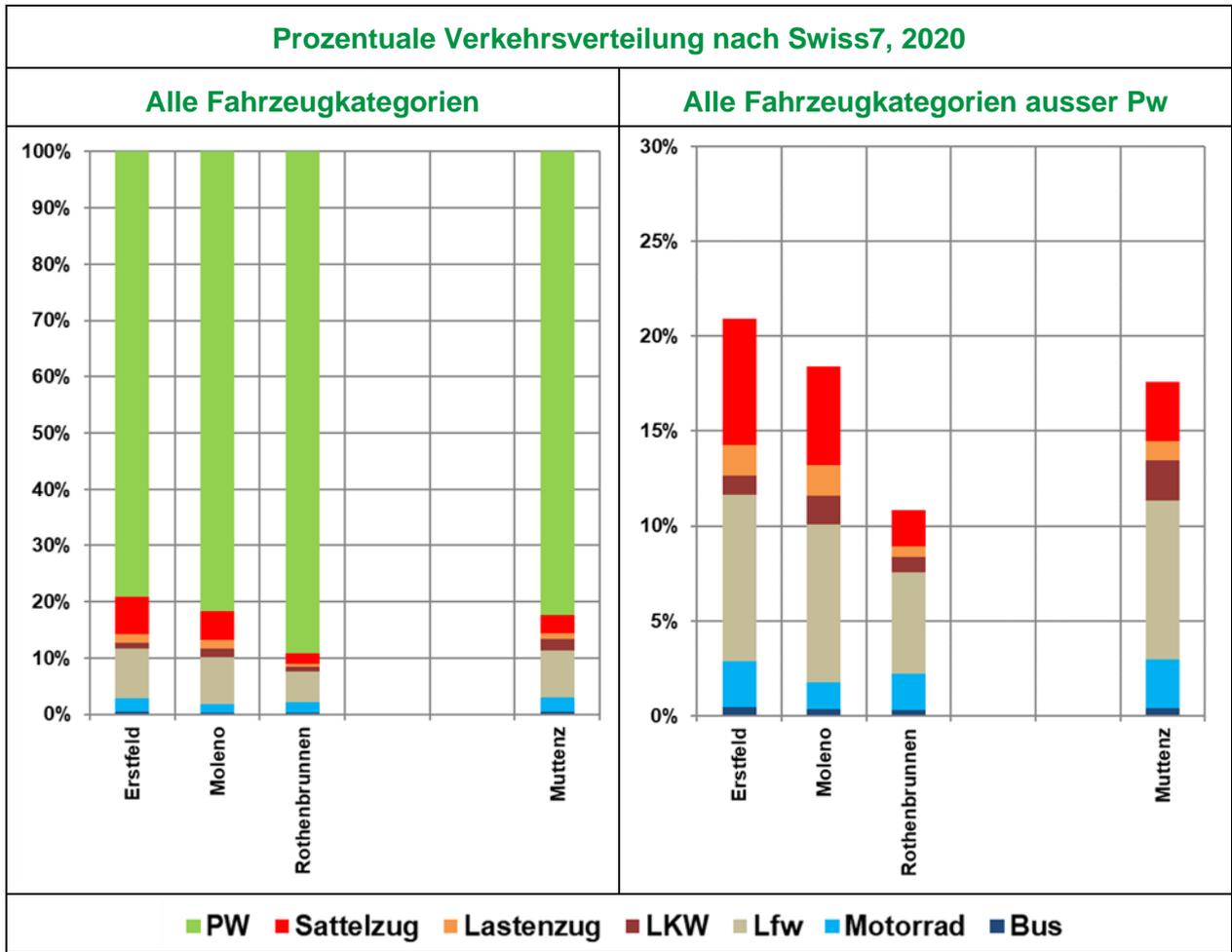


Abbildung 6.1: Prozentuale Verkehrsaufteilung nach Swiss7 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen sowie Muttenz, 2020.

In der folgenden Abbildung kommt der mittlere Tagesgang des Verkehrs im Jahr 2020 zur Darstellung, unterteilt nach SNF, Lieferwagen und Personenverkehrsfahrzeugen, für Montag-Freitag, Samstag sowie Sonn- und Feiertage.

Der mittlere Tagesgang der SNF zeigt deutlich den Effekt des Nachtfahrverbotes. Am Sonntag ist das Aufkommen der SNF natürlich sehr gering. Samstags ist das Aufkommen der SNF an der San Bernardino-Achse *im Vergleich zu Montag bis Freitag* deutlich geringer als an der Gotthardachse.

Der Personenverkehr hat am Wochenende ein höheres Aufkommen als werktags (im Jahr 2020 nicht mehr so deutlich wie 2018); dies ist auch auf Ferienverkehr zurückzuführen. Die Lieferwagen haben von Montag bis Freitag das grösste Aufkommen, was die berufliche Komponente der Lieferwagenfahrten zeigt; allerdings werden unter 'Lieferwagen' auch Fahrzeuge subsummiert, die weniger beruflich eingesetzt werden (wie Wohnmobile, Kleinbusse).

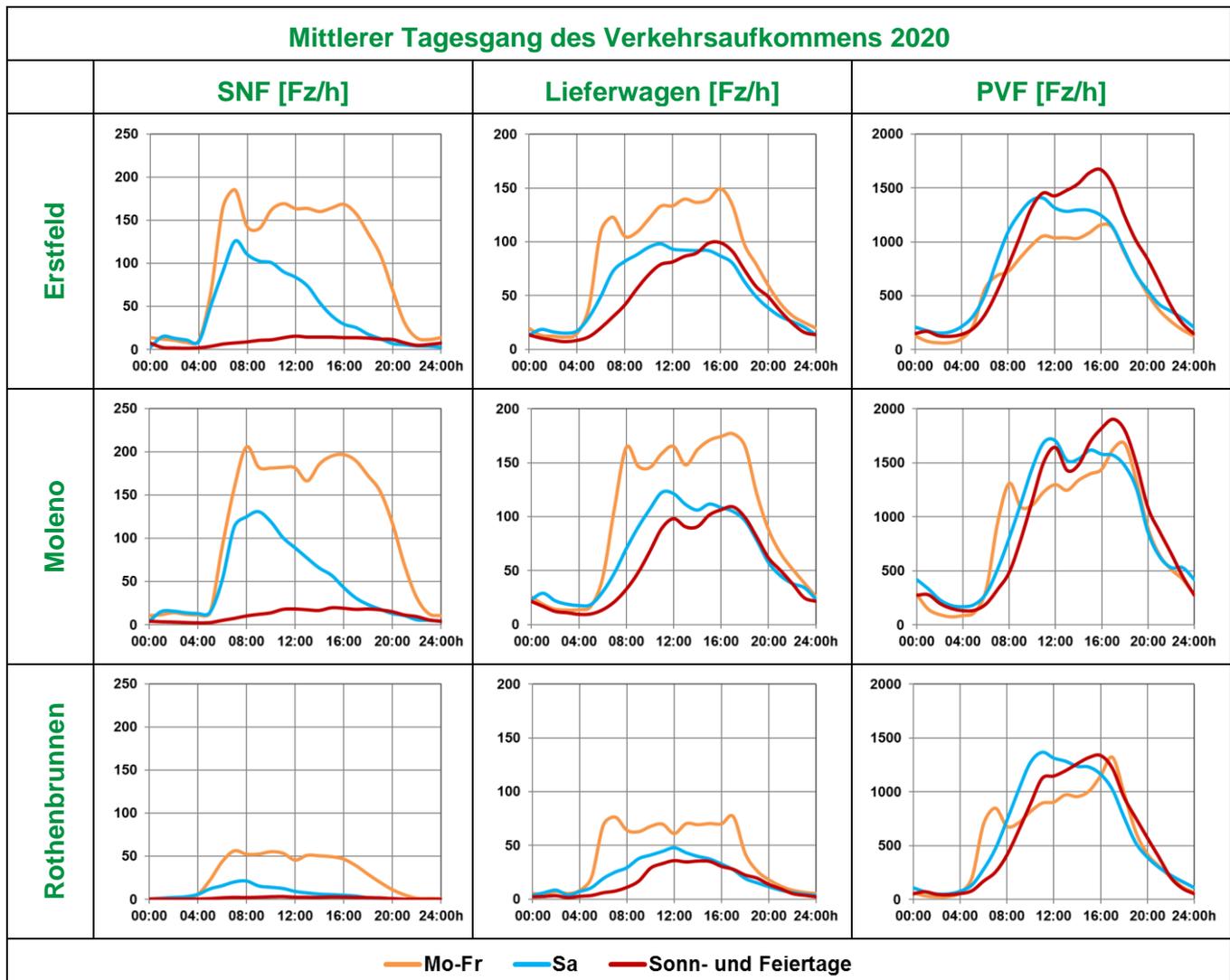


Abbildung 6.2: Mittlerer Tagesgang des Verkehrsaufkommens bei Erstfeld und Moleno (2020) sowie bei Rothenbrunnen (2018 und 2020), unterteilt nach SNF (schwere Nutzfahrzeuge), Lfw (Lieferwagen) und PVF (Personenverkehrs-Fahrzeuge).

6.2. Verlauf des Verkehrsaufkommens 2004-2020

Der Gesamtverkehr wie auch der Personenverkehr sind auf der A2 im Bereich der zwei Messstationen Erstfeld und Moleno von 2004 – 2018 leicht, auf der A13 bei Rothenbrunnen merklich angestiegen. Für 2019 ergab sich eine Stagnation, im 2020 coronabedingt eine Abnahme. Die Anzahl der Lieferwagen bzw. der als Lieferwagen gezählten Fahrzeuge hat an allen drei Standorten deutlich zugenommen, im 2020 coronabedingt abgenommen. Bei den SNF und Lfw wurde für 2018 erstmals die notwendige Korrektur der ASTRA-Verkehrszählung durchgeführt, was zu

mehr Lfw und weniger Lkw gegenüber 2017 geführt hat (s. Erläuterung in Kap. 2.2). Unabhängig davon hat der Verkehr an schweren Güterfahrzeugen bei Erstfeld und Moleno seit 2009 abgenommen, bei Erstfeld mehr. Bei Rothenbrunnen zeigte das SNF-Aufkommen bis 2017 eine leichte Zunahme; ohne die Zählkorrektur von 2017 auf 2018 und ohne Coronamassnahmen wäre es im Folgenden wohl etwa konstant geblieben.

Im Jahr 2006 zeigte sich an der Gotthardachse, vor allem bei Erstfeld, eine Reduktion, die durch eine etwa einmonatige Sperre im Juni bedingt war. Die A13 bei Rothenbrunnen hat durch den Umwegverkehr aufs ganze Jahr gesehen nur eine unmerkliche Steigerung erfahren, die sich am ehesten bei den SNF zeigte.

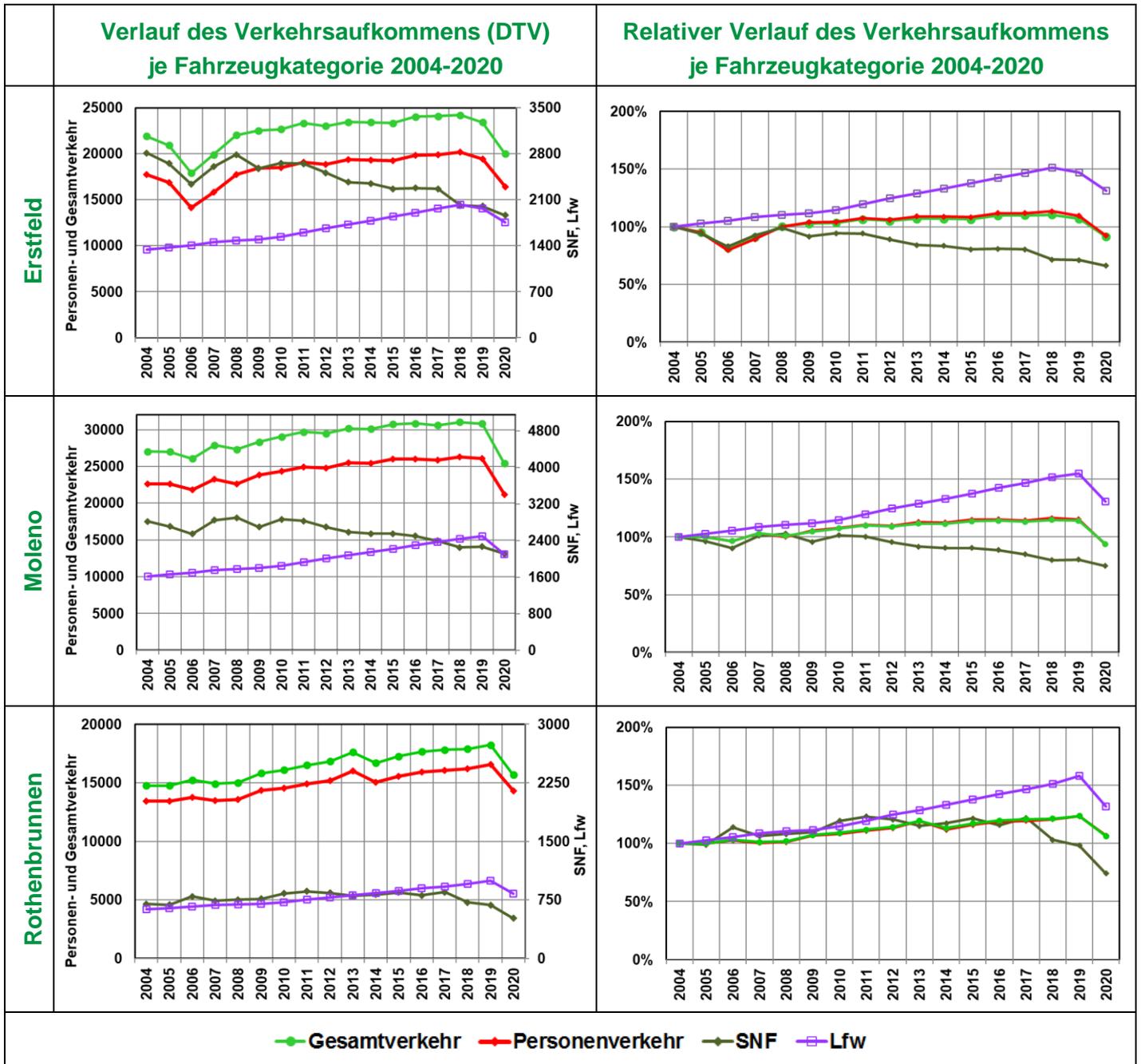


Abbildung 6.3: Verlauf des Verkehrsaufkommens (DTV im Jahresmittel; links) und relativer Verlauf des Verkehrsaufkommens (rechts; 100% = Wert von 2004) je Fahrzeugkategorie auf der A2 bzw. A13 im Bereich der Messstationen Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2004 – 2020.

Der relative Anteil der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) am Gesamtverkehr auf der A2 bzw. A13 im Bereich der Messstationen Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen ist in den Jahren 2004 – 2008 praktisch konstant geblieben. Er betrug etwa 13% bei Erstfeld, 10% bei Moleno und 5% bei Rothenbrunnen. Von 2008 - 2018 hat er bei Erstfeld um 5 Prozentpunkte abgenommen, bei Moleno um etwa 3 Prozentpunkte. Die Zunahme um knapp einen Prozentpunkt von 2019 auf 2020 ist auch coronabedingt. Bei Rothenbrunnen hingegen ist der SNF-Anteil bis 2017 gleichgeblieben, hat sich auf 2018 auf 4% reduziert wegen der Korrektur der ASTRA-Zählungen. Auf 2019 und 2020 haben sich da weitere kleine Abnahmen ergeben.

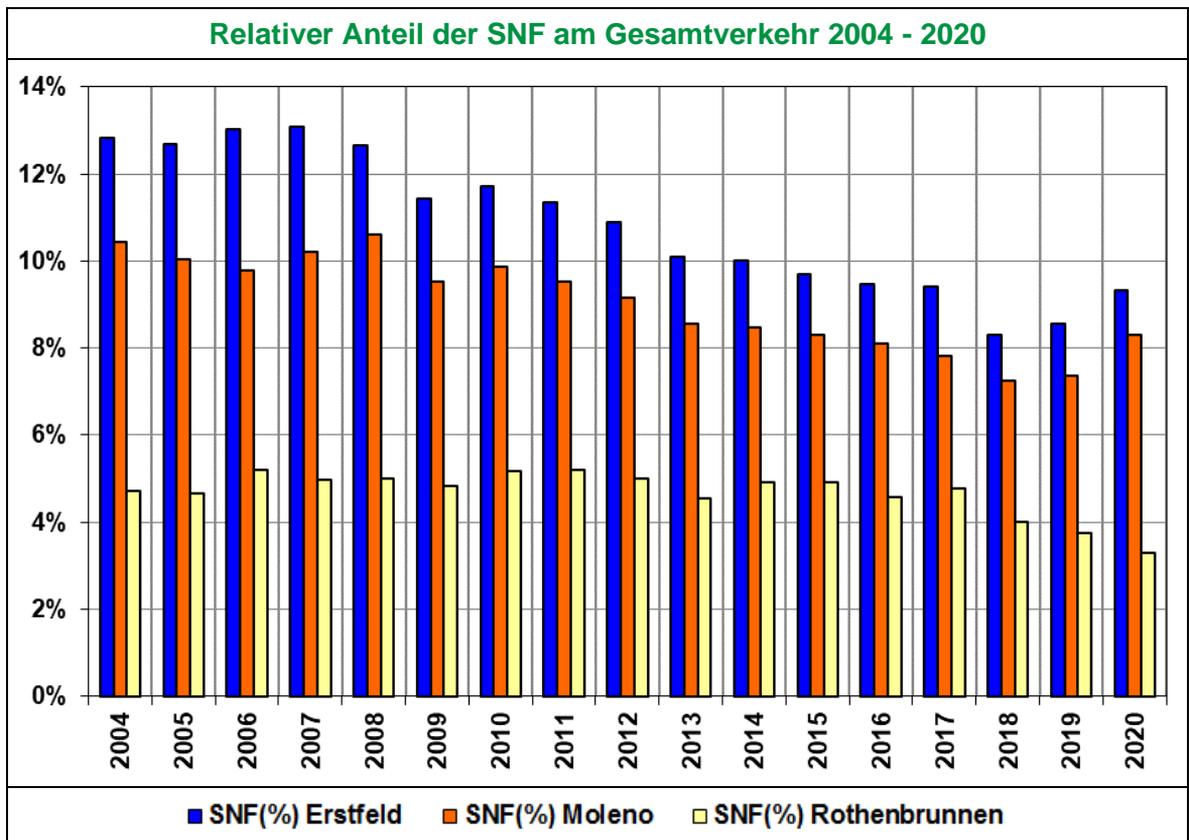


Abbildung 6.4: Entwicklung des Anteils der SNF am Gesamtverkehr auf der A2 bzw. A13 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2004 – 2020.

Die Anteile der Lieferwagen am Gesamtverkehr sind an allen drei Standorten von 2004-2020 gestiegen; bei Erstfeld und Moleno von 6 auf 8-9 % und bei Rothenbrunnen von gut 4 auf gut 5 %.

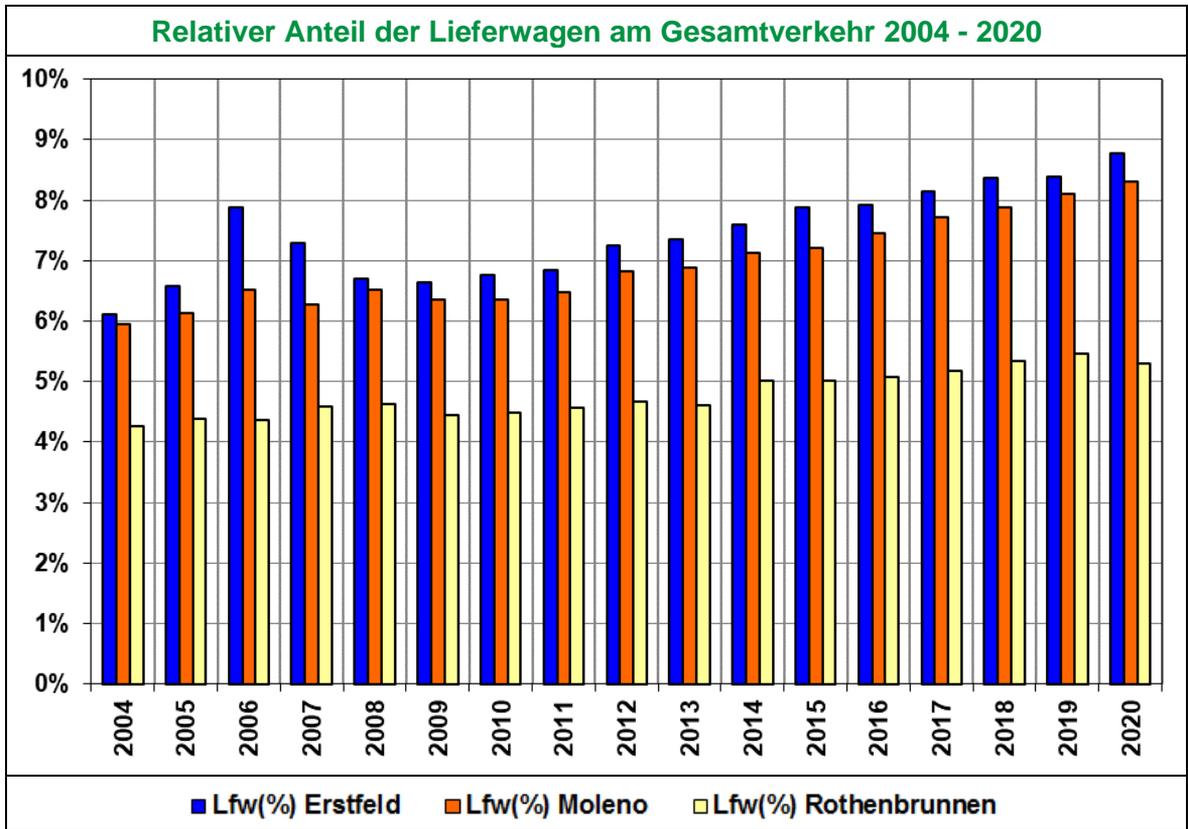


Abbildung 6.5: Entwicklung des Anteils der Lieferwagen (Lfw) am Gesamtverkehr auf der A2 bzw. A13 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen (2004 – 2020).

Ob die weiter anhaltende Zunahme des Lfw-Anteils von 2019 auf 2020 an der Gott-hardachse von den Coronamassnahmen beeinflusst war, kann im Rahmen dieser Untersuchung nicht beantwortet werden. Von der Konsistenz der Zeitreihe her be-trachtet: eher nicht.

Die Abnahme der SNF bei Moleno und Erstfeld seit 2006 bildet sich auch ab in den Daten des Verkehrsobservatoriums 2018 (Bundesamt für Verkehr). Danach hat der alpenquerende Güterverkehr (AQQV) über den Gotthard von 1999 bis 2018 deut-lich abgenommen. Bei Erstfeld gehören etwa 96% der SNF zum AQQV (alpenque-renden Güterverkehr), bei Moleno ebenfalls ein sehr grosser Teil. Am San Bernar-dino ist der AQQV etwa konstant geblieben.

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des AQQV von 1999-2018 für 15 wichtige Alpenübergänge. Es fällt auf, dass der AQQV in den letzten 19 Jahren in Öster-reich markant zugenommen hat (Tauern, Schoberpass, Wechsel, besonders drastisch am Brenner), was zu praktisch permanenten Auseinandersetzungen Ös-terreichs mit Deutschland, Italien und der EU führt.

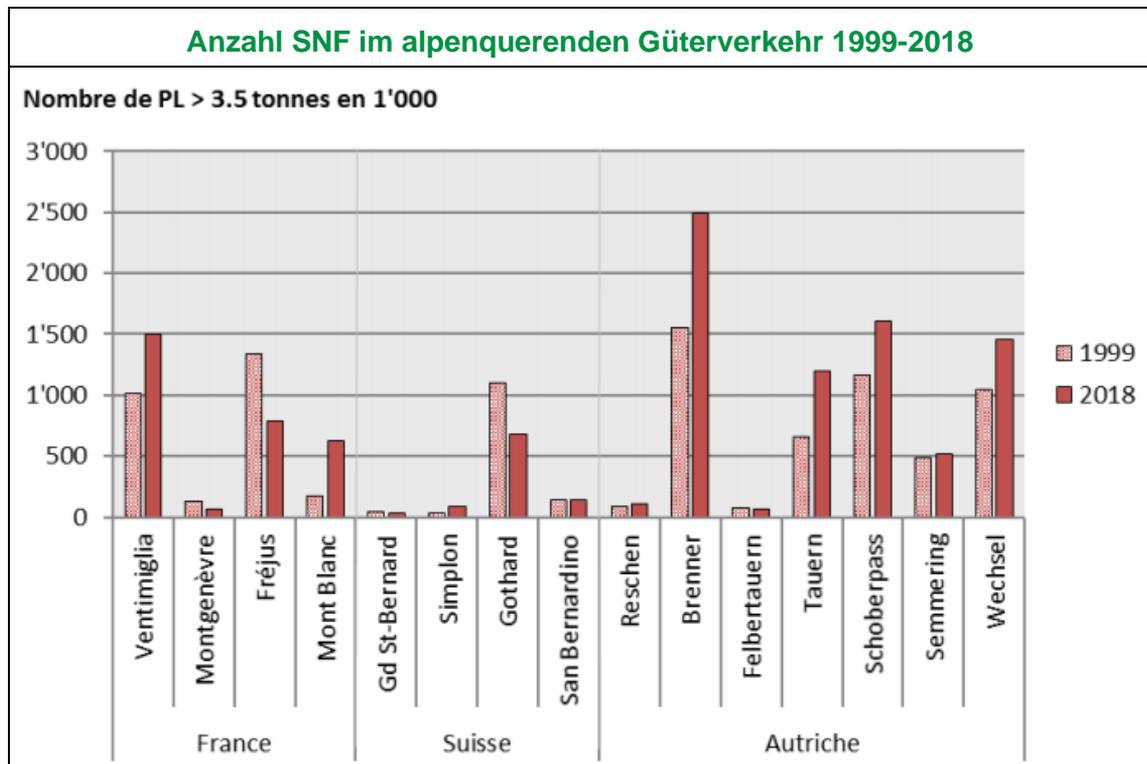


Abbildung 6.6: Jährliche Anzahl SNF (schwere Nutzfahrzeuge) im AQQV (alpenquerender Güterverkehr; Transit-, Binnen-, Import- und Exportverkehr) an 15 wichtigen Alpenübergängen, 1999-2018. *Quelle: Observation et analyse des flux de transports de marchandises transalpines, Rapport annuel 2018. Commission européenne (DG MOVE) et Office fédéral des transports (OFT).*

Im Jahr 2016 hat der AQQV in der Schweiz erstmals seit 1994 die Marke von 1 Mio Fahrzeugen unterschritten.

7. Zusammenfassung

Verkehrsaufkommen

Verkehr

Der Gesamtverkehr wie auch der Personenverkehr sind auf der A2 im Bereich der zwei Messstationen Erstfeld und Moleno von 2004 – 2018 leicht, auf der A13 bei Rothenbrunnen merklich angestiegen. Für 2019 ergab sich eine Stagnation, im 2020 coronabedingt eine Abnahme. Die Anzahl der Lieferwagen bzw. der als Lieferwagen gezählten Fahrzeuge hat an allen drei Standorten deutlich zugenommen, im 2020 coronabedingt abgenommen.

Der Verkehr an schweren Güterfahrzeugen hat bei Erstfeld und Moleno seit 2009 abgenommen, bei Erstfeld in grösserem Ausmass. Bei Rothenbrunnen zeigte das SNF-Aufkommen bis 2017 eine leichte Zunahme; ohne die Zählkorrektur von 2017 auf 2018 und ohne Coronamassnahmen wäre es im Folgenden wohl etwa konstant geblieben.

Anteil SNF

Der relative Anteil der schweren Nutzfahrzeuge (SNF) am Gesamtverkehr auf der A2 bzw. A13 im Bereich der Messstationen Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen ist in den Jahren 2004 – 2008 praktisch konstant geblieben. Er betrug etwa 13% bei Erstfeld, 10% bei Moleno und 5% bei Rothenbrunnen. Von 2008 - 2018 hat er bei Erstfeld um 5 Prozentpunkte abgenommen, bei Moleno um etwa 3 Prozentpunkte. Die Zunahme um knapp einen Prozentpunkt von 2019 auf 2020 ist auch coronabedingt. Bei Rothenbrunnen hingegen ist der SNF-Anteil bis 2017 gleich geblieben, hat sich auf 2018 auf 4% reduziert wegen der Korrektur der ASTRA-Zählungen. Auf 2019 und 2020 haben sich weitere kleine Abnahmen ergeben.

Anteil Lfw

Die Anteile der Lieferwagen am Gesamtverkehr sind an allen drei Standorten von 2004-2020 gestiegen; bei Erstfeld und Moleno von 6 auf 8-9 % und bei Rothenbrunnen von gut 4 auf gut 5 %.

Immissionen

Generelle Entwicklung

Die NO_x-Immissionen zeigen an allen drei Stationen einen deutlichen Rückgang, besonders seit 2016. Die nach dem neuen HBEFA4.1 berechneten NO_x-Emissionsverläufe zeigen nun an allen drei Standorten einen relativ guten Gleichlauf mit den Immissionsverläufen. Noch mit dem HBEFA3.3 nahmen die berechneten NO_x-Emissionen über die Jahre mehr ab als die gemessenen Immissionen, die Entwicklung wurde also zu optimistisch eingeschätzt. In einem separaten Bericht

werden die Ergebnisse einer speziellen Untersuchung zu den NO_x-Emissionsfaktoren während des Lockdowns im Frühjahr 2020 erläutert.

Beim NO₂ zeigte sich seit 2007 bei allen Standorten nahezu eine Stagnation. Dies liegt auch am erhöhten Anteil von NO₂ in den NO_x-Emissionen. Seit 2018 zeigt sich nun auch beim NO₂ überall eine Abnahme, welche durch die Witterung modifiziert wurde.

Die Russkonzentrationen (EC) sind von 2007 – 2020 auf noch etwa einen Drittel zurückgegangen.

Anteil SNF

Die Anteile der SNF an den Stickstoffoxidimmissionen sind gemäss HBEFA4.1 von 2004 – 2020 stark zurückgegangen, besonders ausgeprägt von 2007-2018. Nach dem HBEFA4.1 hat die Flottenmodernisierung bei den SNF zu einer deutlich grösseren prozentualen Verringerung der Emissionsfaktoren geführt als bei den Pw und den Lieferwagen. Dieser grundsätzliche Sachverhalt wird durch immissionsbasierte Untersuchungen gestützt.

Auch die relativen Anteile der SNF an Russ und Partikelanzahl haben vor allem nach 2016 deutlich abgenommen.

Im Jahr 2020 machten die SNF an der Gotthardachse werktags noch 15% bis 20% der Luftverschmutzung an Stickoxiden, 20% bis 25% an Russ und Ultrafeinpartikeln aus.

Anteil Lfw

Die Lieferwagen haben inzwischen einen erheblichen Anteil an der Luftbelastung, welcher etwas höher als derjenige der SNF ist. Im Jahr 2020 war ihr Anteil werktags bei allen Komponenten 20% bis 30%, am Wochenende etwas geringer. Wie bei den SNF ist ihr Anteil bei Partikeln und Russ meist etwas höher als bei den Stickoxiden.

Die Immissionsanteile der Lieferwagen haben an allen Standorten für alle Komponenten markant zugenommen, um einen Faktor 2-3 verglichen mit 2004. Diese Anteile überwiegen diejenigen der SNF bei den Stickoxiden seit 2017, bei Partikelkonzentration und Russ seit 2019. Die grössten Anteile haben aber überall die PVF.

Anhang A.1 – A.4: Anteile der SNF und Lieferwagen an Immissionen und Verkehr

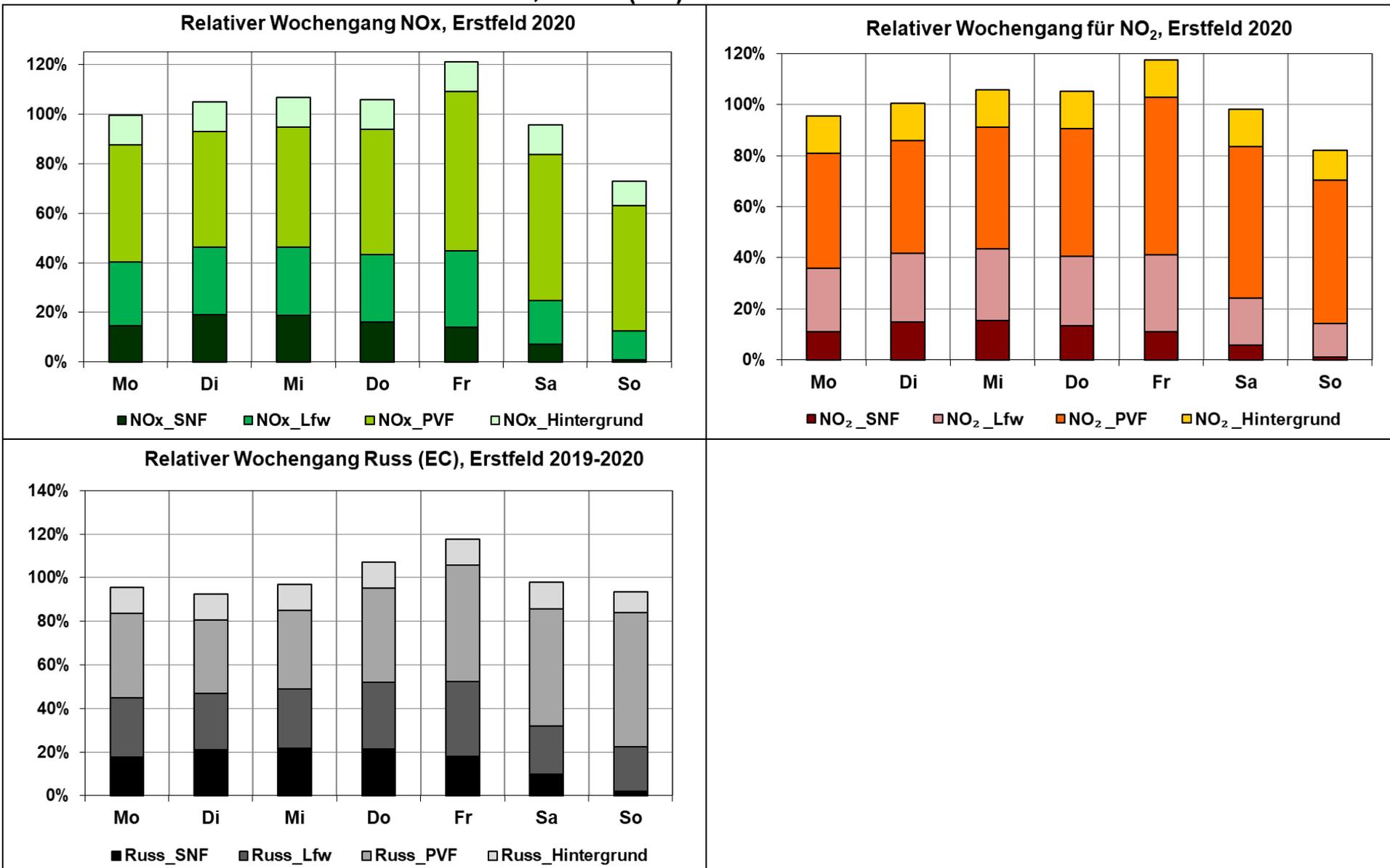
**Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen
Immissionen an NO_x, NO₂, Partikelkonzentration für 2020
Immissionen an Russ (EC) für 2019-2020
Verkehrsaufkommen 2020**

SNF: Schwere Nutzfahrzeuge (Solo-Lastwagen, Sattel- und Lastenzüge);

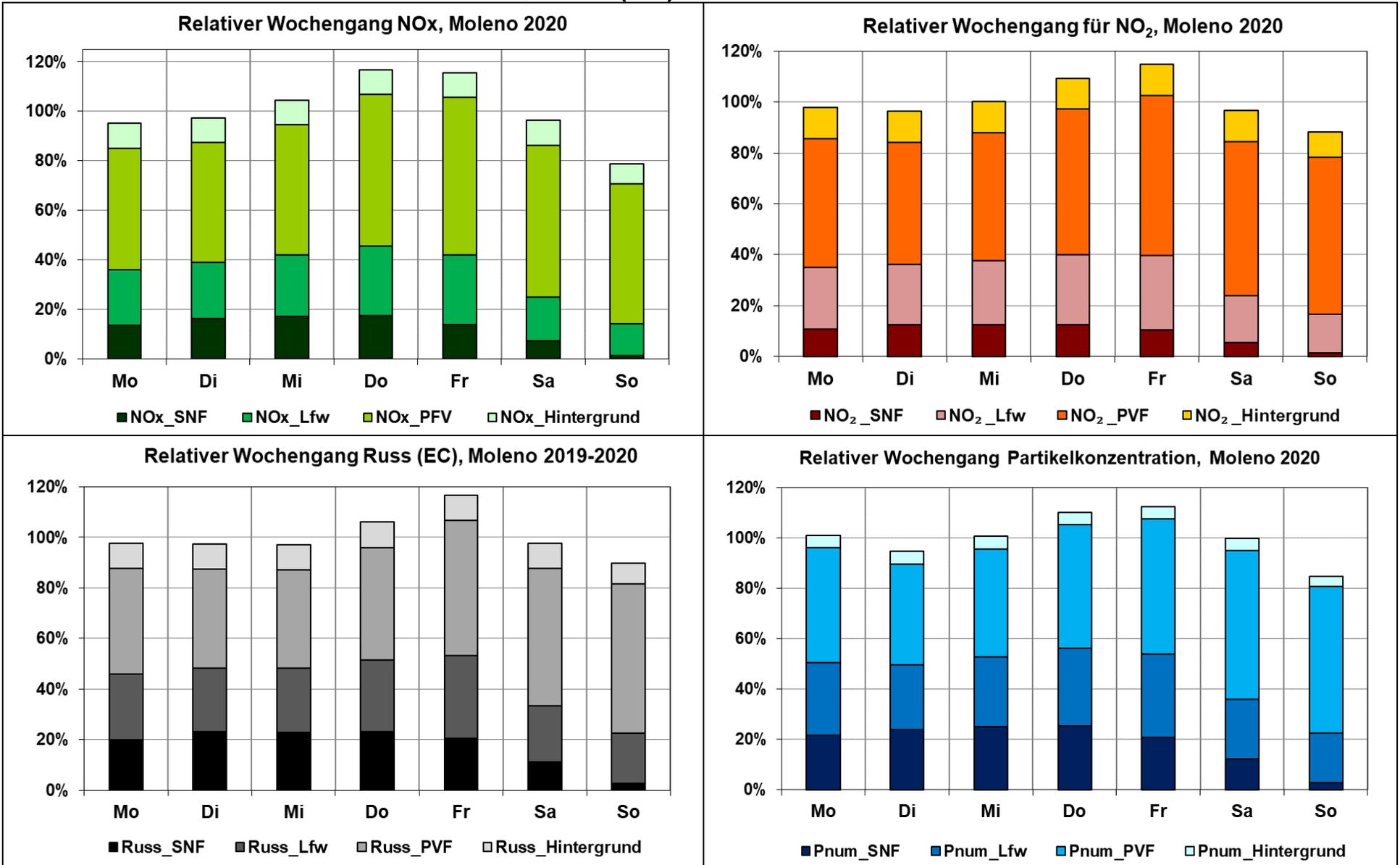
Lfw: Lieferwagen;

PVF: Personenverkehrs-Fahrzeuge (Pw, Motorräder, Busse).

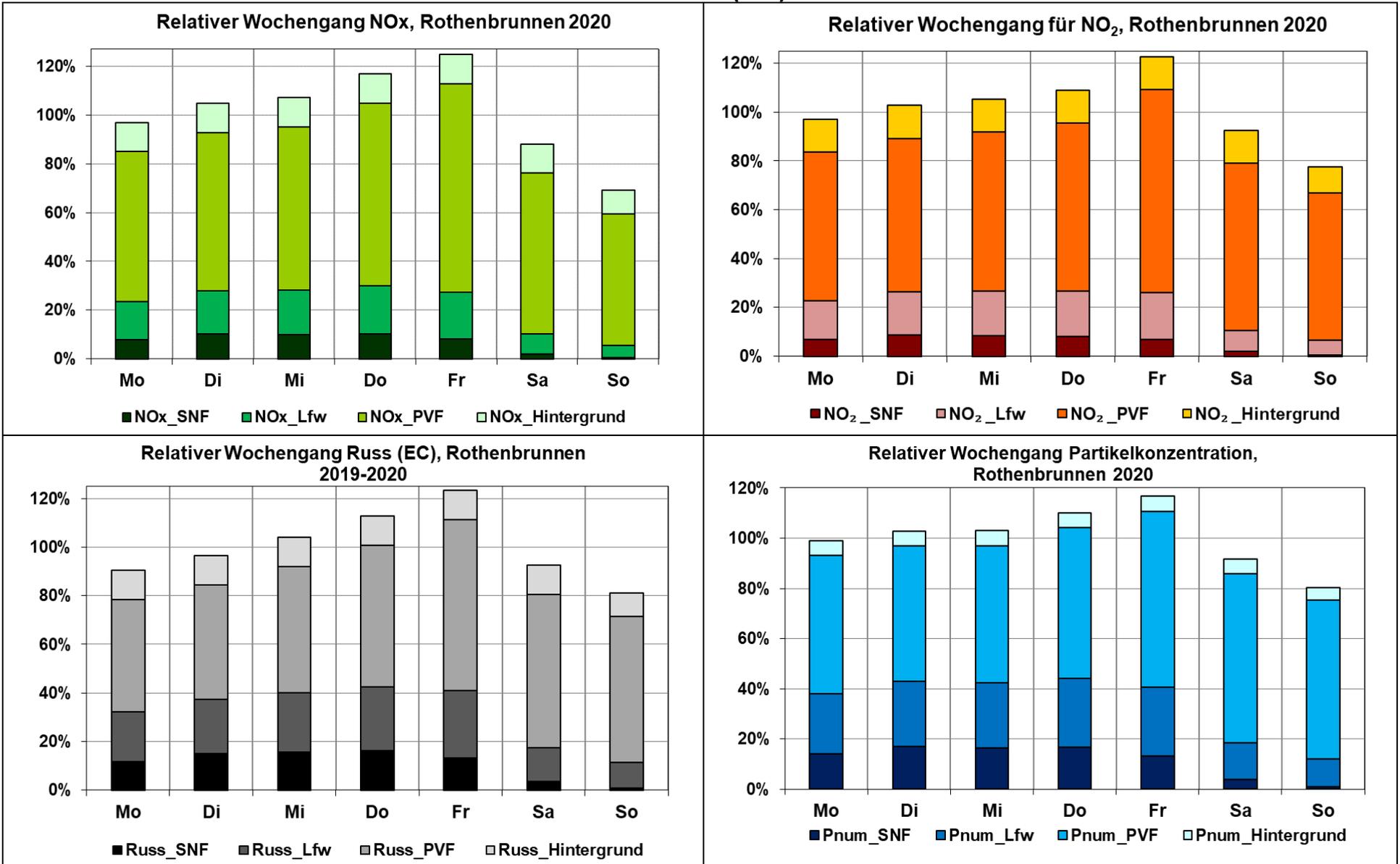
A.1. Immissionen Erstfeld 2020, Russ (EC) 2019-2020



A.2. Immissionen Moleno 2020, Russ (EC) 2019-2020



A.3. Immissionen Rothenbrunnen 2020, Russ (EC) 2019-2020



A.4. Verkehr bei 4 MfMU-Standorten Erstfeld, Moleno, Rothenbrunnen und Muttenz, 2020

