

# **Anteil der schweren Nutzfahrzeuge an Verkehr und Immissionen an den Alpen-transitachsen Gotthard und San Bernardino für 2014**

**Darstellung anhand von Wochengängen an den MfMU-Messstationen Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen 2004 – 2014**

**Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)**

Dr. Jürg Thudium  
Dr. Carine Chélala  
06.05.2015 / 5718.50

Oekoscience AG

Postfach 452  
CH - 7001 Chur

Telefon: +4181 250 3310  
Thudium@oekoscience.ch

## Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Ökonomie und Umweltbeobachtung, CH-3003 Bern

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

Auftragnehmer: Oekoscience AG

Autor/Autorin: Jürg Thudium, Carine Chélala

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

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Konzept</b>	<b>1</b>
2.1. Überblick	1
2.2. Verkehrszahlen	2
2.3. Immissionen	3
2.4. Emissionen	3
2.4.1. Emissionsfaktoren für NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> und Partikelanzahl	3
2.4.2. Emissionsverhältnisse zwischen schweren Nutzfahrzeugen und übrigen Fahrzeugen für Russ	4
2.4.3. Immissionshintergrund	4
2.5. Erklärung der Berechnung der relativen Wochengänge	7
<b>3. Relativer Wochengang der Immissionen und deren SNF- und Lfw-Anteile für 2014</b>	<b>8</b>
<b>4. Entwicklung des relativen SNF-Anteils an den Immissionen an Werktagen</b>	<b>12</b>
<b>5. Immissionsverlauf von 2003 bis 2014</b>	<b>14</b>
<b>6. Verkehr</b>	<b>16</b>
6.1. Verkehrssituation 2014	16
6.2. Verlauf des Verkehrsaufkommens 2004-2014	18
<b>7. Zusammenfassung</b>	<b>23</b>
<b><i>Anhang: Anteile der SNF und Lfw an Immissionen und Verkehr</i></b>	<b>24</b>
A.1. Immissionen Erstfeld 2014, Russ (EC) 2013-2014	25
A.2. Immissionen Moleno 2014, Russ (EC) 2013-2014	26
A.3. Immissionen Rothenbrunnen 2014, Russ (EC) 2013-2014	27
A.4. Verkehr bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen	28

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Verhältnis von NO <sub>x</sub> - und Russ-Jahresmittelwerten bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2007-2012 und 2013-2014.	6
Abbildung 3.1: Relative Wochengänge der Immissionen und deren SNF-Anteil (oben) bzw. Lfw-Anteil (unten) für 2014 bei Erstfeld. 100% = Jahresmittel je Komponente. Beim Russ Mittelwerte 2013-2014. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge; Lfw: Lieferwagen.	9
Abbildung 3.2: Relative Wochengänge der Immissionen und deren SNF-Anteil (oben) bzw. Lfw-Anteil (unten) für 2014 bei Moleno. 100% = Jahresmittel je Komponente. Beim Russ Mittelwerte 2013-2014. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge; Lfw: Lieferwagen.	10
Abbildung 3.3: Relative Wochengänge der Immissionen und deren SNF-Anteil (oben) bzw. Lfw-Anteil (unten) für 2014 bei Rothenbrunnen. 100% = Jahresmittel je Komponente. Beim Russ Mittelwerte 2013-2014. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge; Lfw: Lieferwagen.	11
Abbildung 4.1: Entwicklung des relativen Anteils der SNF an den Immissionen an Werktagen, 2004, 2008, 2012 und 2014. 100% = Jahresmittel je Komponente. Pnum: Partikelanzahl.	13
Abbildung 5.1: Verlauf der Jahresmittel der Immissionen an NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> und Russ sowie der Emissionen an NO <sub>x</sub> bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2003 . 2014.	15
Abbildung 6.1: Mittlerer Tagesgang des Verkehrsaufkommens 2014, unterteilt nach SNF (schwere Nutzfahrzeuge), Lfw (Lieferwagen) und übrigem Verkehr.	17
Abbildung 6.2: Verlauf des Verkehrsaufkommens (DTV im Jahresmittel; links) und relativer Verlauf des Verkehrsaufkommens (rechts) je Fahrzeugkategorie auf der A2 bzw. A13 im Bereich der Messstationen Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2004 . 2014.	19
Abbildung 6.3: Entwicklung des Anteils der SNF am Gesamtverkehr auf der A2 bzw. A13 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2004 . 2014.	20
Abbildung 6.4: Entwicklung des Anteils der Lfw am Gesamtverkehr auf der A2 bzw. A13 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2004 . 2014.	21
Abbildung 6.5: Anzahl SNF (schwere Nutzfahrzeuge) im AQQV (alpenquerender Güterverkehr; Transit-, Binnen-, Import- und Exportverkehr) an acht wichtigen Alpenübergängen, 2000-2013.	22

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Geschätzte NO <sub>x</sub> -Hintergrundwerte für Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen:	5
Tabelle 2.2: Immissionshintergründe in Prozent des Halbjahresmittels:	7
Tabelle 3.1: Jahresmittel der Immissionen an NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> und Russ bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2014:	8
Tabelle 6.1: Verkehrsaufkommen (DTV) bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen nach Swiss7, 2014:	16

# 1. Einleitung

Der Anteil der schweren Nutzfahrzeuge 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 Rotenbrunnen (A13) aufgezeigt.

Bezugsjahr für diese Untersuchung war 2014. Es werden ebenfalls die Immissionsanteile der Lieferwagen aufgezeigt, welche 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. Für die restliche Immission wird davon ausgegangen, dass die Aufteilung in SNF, Lfw und übrige Fahrzeuge dem Verhältnis der entsprechenden Emissionen entspricht, mit einer Einschränkung beim  $\text{NO}_2$  (s. später). Die Emissionen werden bei den Stickoxiden und der Partikelanzahl anhand der Verkehrszählungen in 7 Kategorien (Swiss7) und der zugehörigen Emissionsfaktoren nach HBEFA3.2 bestimmt, 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 166 (Biasca S);

Rothenbrunnen: ZST 238 (Rothenbrunnen).

Im Jahr 2014 gab es bei den ZST 166 und 238 erhebliche Ausfälle und Zählfehler: Bei ZST 166 Ausfall von 1.9. . 30.11., bei ZST 238 Ausfall 1.1. . 5.2., Zählfehler von 23.2. . 17.3.

Für die ZST 166 (Biasca S) wurden die fehlenden Daten durch Korrelation mit der benachbarten ZST 204 (Lavorgo) für jede der Swiss7-Kategorien geschätzt. Das Bestimmtheitsmass betrug jeweils 90-95%, nur für die Busse (78%) und die Motorräder (64%) war es geringer.

Für die ZST 238 (Rothenbrunnen) wurden die fehlenden und falschen Daten durch Korrelation mit der benachbarten ZST 611 (Isla Bella) für jede der Swiss7-Kategorien geschätzt. Das Bestimmtheitsmass betrug jeweils 85-97%, nur für die Busse (80%) und die Motorräder (82%) war es etwas geringer.

In beiden Fällen gab es bei den Lieferwagen trotz guter Korrelation die grössten Differenzen zwischen den beiden benachbarten Standorten.

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

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

**Lfw (Lieferwagen).**

**Übrige Kategorien:** Busse, Motorräder, Pw.

DTV: Durchschnittlicher täglicher Verkehr.

## 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<sub>x</sub> (Gesamtstickstoffoxide); NO<sub>2</sub> (Stickstoffdioxid); Russ (für 2007-2014: EC (elemental carbon) gemäss EUSAAR2); P<sub>num</sub> (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<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> und Partikelanzahl

Die **Emissionsfaktoren für NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> und Partikelanzahl** wurden anhand des **Handbuchs HBEFA 3.2 (2014)** je Jahr 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 Baustelle September 2005 - März 2007 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 diese baustellenbezogenen Emissionsfaktoren anhand des HBEFA 3.1 nachträglich angepasst.

**Zitat (aus oben angegebenem Bericht):**

*Die EFA der Pw, LNF und MR steigen zwischen 75 und 120 km/h stark an, bei den Bussen finden wir zwischen 70 und 100 km/h eine leichte Zunahme des EFA beim NO<sub>x</sub> und eine leichte Abnahme bei den Partikeln. Bei den SNF hingegen nehmen die EFA von NO<sub>x</sub> und von Partikeln mit zunehmender Geschwindigkeit zwischen 73 und 90 km/h deutlich ab (bei 73 km/h: Autobahn mit 'mittlerer Störung'). Auch die tiefen Geschwindigkeiten bei den leichten Fahrzeugen beziehen sich auf Autobahnbaustellen, doch in diesem Fall überwiegt offenbar die kleinere Emission infolge kleinerer Motorleistung.*

**Zitat Ende.**

Die Emissionsfaktoren der SNF wurden bestimmt aus der Verteilung der Euroklassen, welche den Güterverkehrserhebungen des BAV entnommen wurden, und den Emissionsfaktoren je Euroklasse gemäss HBEFA3.2. Bei den übrigen Fahrzeugkategorien sind keine spezifischen Euroklassenverteilungen bekannt; die Emissionsfaktoren wurden dort direkt dem HBEFA3.2 entnommen, welches eine bestimmte Euroklassenverteilung schweizweit für Autobahnen je Fahrzeugkategorie und Jahr unterlegt.

Unsicherheiten im Verhältnis der Emissionsfaktoren von SNF, Lfw und übrigem Verkehr schlagen auf die in dieser Studie errechneten Immissionsanteile durch. Aufgrund verschiedener Erkenntnisse kann davon ausgegangen werden, dass die Anteile der SNF mindestens so hoch sind wie hier angegeben.

## 2.4.2. Emissionsverhältnisse zwischen schweren Nutzfahrzeugen und übrigen Fahrzeugen 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 übrigen Verkehrs wurde als gleich wie bei der Partikelanzahl abgeschätzt**, da der Russ vor allem in den sehr kleinen Partikeln enthalten ist.

## 2.4.3. Immissionshintergrund

Der Immissionshintergrund repräsentiert die nicht von der Autobahn herrührenden Immissionen *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 übrigem Verkehr nicht.

Für alle drei untersuchten Stationen stammt der so definierte Hintergrund überwiegend von anderen Strassen, auch entfernten (→ "Import"), im Weiteren von Haushalt, Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie. Auch der Hintergrund ist somit streng genommen an Werktagen etwas höher als am Wochenende, was aber hier vernachlässigt wird. Hingegen wird der Unterschied zwischen Sommer und

Winter in den meteorologischen Bedingungen auch für den Hintergrund berücksichtigt.

Ausgangspunkt der Hintergrundabschätzung waren aktuelle Jahresmittel an Hintergrundmessstationen; z.B. 2014 Payerne 9 ppb, Tänikon 10 ppb, Lägern 7 ppb, Schönenbuch BL 9 ppb, Wald ZH 5 ppb. Im Weiteren sollte aufgrund der Lage im jeweils sehr dünn besiedelten Talabschnitt der prozentuale Hintergrund bei Erstfeld nur leicht höher als bei Moleno sein, der absolute Hintergrund bei Rothenbrunnen etwas tiefer als bei Erstfeld. Die folgenden absoluten und relativen Hintergrundwerte für NO<sub>x</sub> wurden geschätzt:

**Tabelle 2.1: Geschätzte NO<sub>x</sub>-Hintergrundwerte für Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen:**

	Erstfeld	Moleno	Rothebrunnen	
<b>Hintergrund</b>	4.7	6.0	3.8	ppb
<b>Hintergrund Winter</b>	5.7	8.5	5.1	ppb
<b>Hintergrund Sommer</b>	3.8	3.6	2.6	ppb
<b>Hintergrund</b>	12%	11%	15%	
<b>Hintergrund Winter</b>	12%	11%	15%	
<b>Hintergrund Sommer</b>	12%	11%	15%	

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 **NO<sub>2</sub>** ist Teil des Hintergrundes an NO<sub>x</sub>. Da es sich dabei um transportierte bzw. gealterte Immissionen handelt, ist ihr NO<sub>2</sub>-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<sub>2</sub>-Anteil tiefer ist als an den andern Stationen infolge der häufigen atmosphärischen Stagnationen, insbesondere auch Inversionen. Die postulierten Werte sind in der nächsten [Tabelle 2.2](#) angegeben.

Die **Partikelkonzentration (Pnum)** hängt relativ stark mit der NO<sub>x</sub>-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 be-

trachteten Messstationen als **prozentual jeweils halb so hoch wie beim NO<sub>x</sub>** angesetzt.

Hintergrund beim **Russ (EC)**: Für 2007 - 2014 liegen Russmessungen als elementarer Kohlenstoff (EC: elemental carbon) bestimmt nach der TOT-Methode (EUSAAR2-Protokoll) vor. Für die an der A2 bzw. A13 liegenden Stationen Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen ergibt sich im Mittel eine Proportionalität zwischen den Jahresmittelwerten von NO<sub>x</sub> und Russ (EC), wobei die Regressionsgerade im Laufe der Jahre gesunken ist, d.h. die NO<sub>x</sub>-Immissionen sind weniger stark gesunken als die Russ-Immissionen, obwohl innerhalb von 1-2 Jahren immer noch eine Proportionalität zwischen NO<sub>x</sub> und Russ herrscht.

Aufgrund dieser mittleren Proportionalität zwischen NO<sub>x</sub> und Russ wird der **Hintergrund beim Russ prozentual gleich hoch angesetzt wie beim NO<sub>x</sub>**.

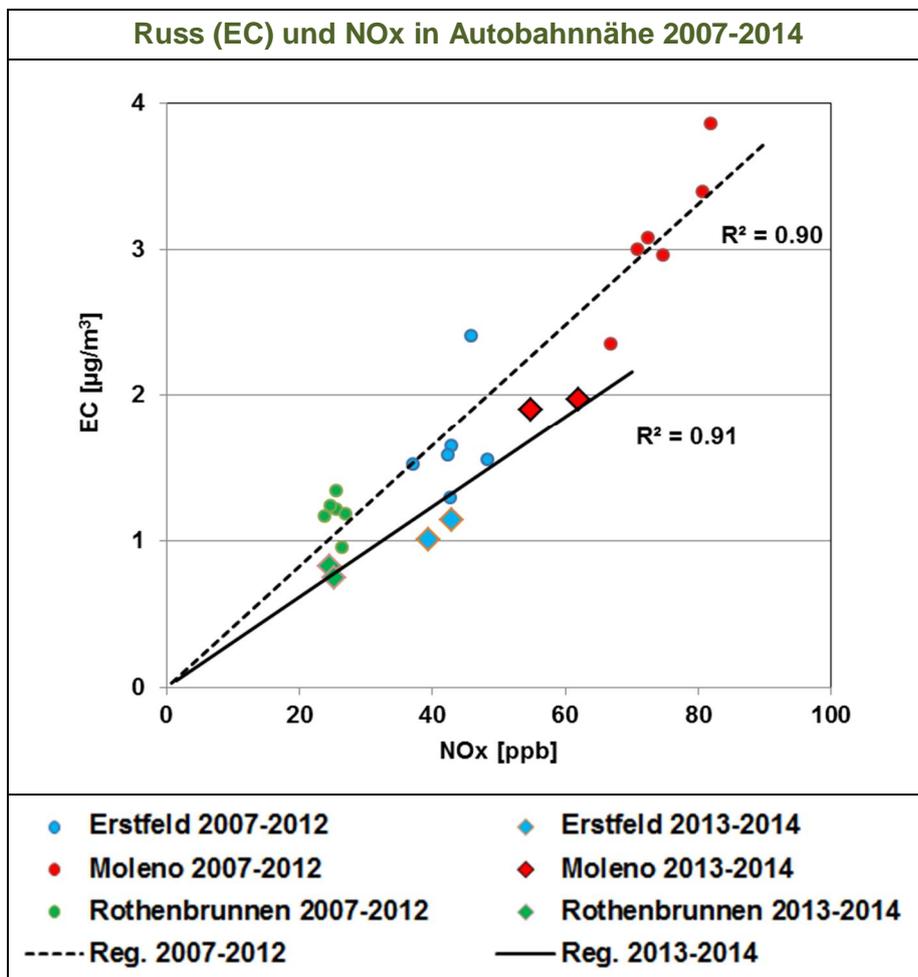


Abbildung 2.1: Verhältnis von NO<sub>x</sub>- und Russ-Jahresmittelwerten bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2007-2012 und 2013-2014.

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
<b>NOx, Russ</b>			
Sommer	12%	11%	15%
Winter	12%	11%	15%
<b>Pnum</b>			
Sommer	6%	5.5%	7.5%
Winter	6%	5.5%	7.5%
<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>in % des NOx-Hintergrundes:</b>		
Sommer	80%	70%	80%
Winter	60%	30%	60%

## 2.5. Erklärung der Berechnung der relativen Wochengänge

Basis aller Berechnungen sind die relativen Wochengänge, welche im Anhang für jede Messstation je Komponente für 2014 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 übrige 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 Prozent des Jahresmittels.

Beim NO<sub>2</sub> wird der Anteil, der nicht Hintergrund ist, aufgeteilt in Immission, welche aus der direkten NO<sub>2</sub>-Emission folgt (s. Kap. 2.4.1), und in solche, die in der Atmosphäre aus NO konvertiert worden ist. Erstere (aus direkter NO<sub>2</sub>-Emission) ist je Fahrzeugklasse gleich dem NOx-Immissionsanteil multipliziert mit dem prozentualen Anteil des NO<sub>2</sub> in der NOx-Emission dieser Klasse, letztere (aus NO) wird gemäss NO-Emissionen auf die drei Fahrzeugklassen aufgeteilt.

### 3. Relativer Wochengang der Immissionen und deren SNF- und Lfw-Anteile für 2014

Die folgende Tabelle zeigt die Jahresmittel der Immissionen an NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> und Russ für 2014 an den drei Standorten:

**Tabelle 3.1: Jahresmittel der Immissionen an NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> und Russ bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2014:**

	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	Russ
	ppb	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>Erstfeld</b>	39	32	1.0
<b>Moleno</b>	55	40	1.9
<b>Rothenbrunnen</b>	25	25	0.7

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 2014.

Die Werkzeuge sind an allen drei Stationen deutlich mehr belastet als das Wochenende, weil dann nur relativ wenige SNF unterwegs sind. Der Anteil der SNF an den Immissionen ist beim NO<sub>x</sub> höher als bei den übrigen Komponenten. 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 einen Drittel bis 40% der Luftverschmutzung an Stickoxiden, Russ und Ultrafeinpartikeln aus.

Die Lieferwagen haben inzwischen einen erheblichen Teil an der Luftbelastung. Werktags ist ihr Anteil geringer als bei den SNF (etwa ein Viertel), am Wochenende dafür erheblich grösser (gegen 30%). Im Unterschied zu den SNF ist ihr Anteil bei Partikeln und Russ generell 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 2013-2014 gezeigt.

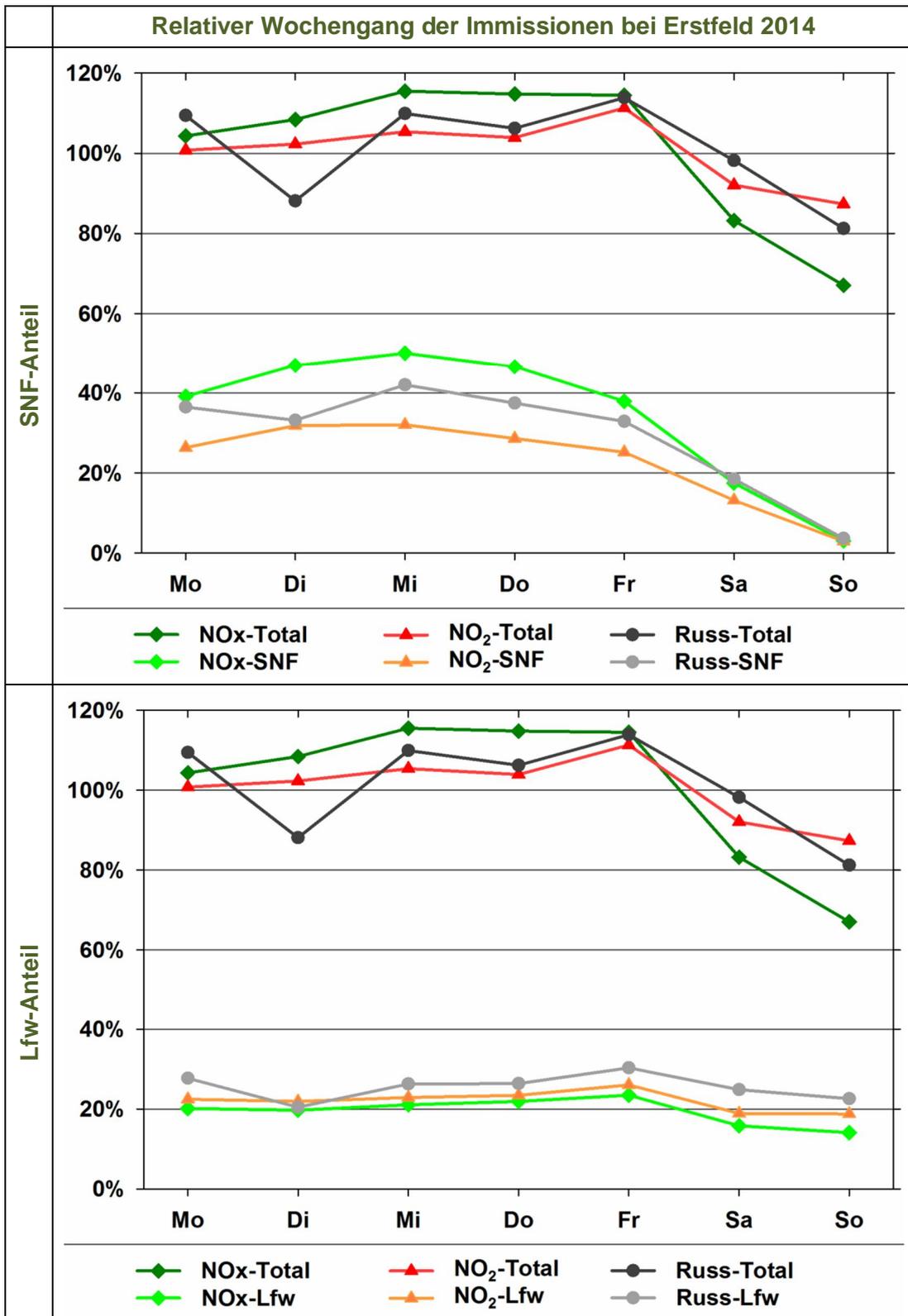


Abbildung 3.1: Relative Wochengänge der Immissionen und deren SNF-Anteil (oben) bzw. Lfw-Anteil (unten) für 2014 bei Erstfeld. 100% = Jahresmittel je Komponente. Beim Russ Mittelwerte 2013-2014. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge; Lfw: Lieferwagen.

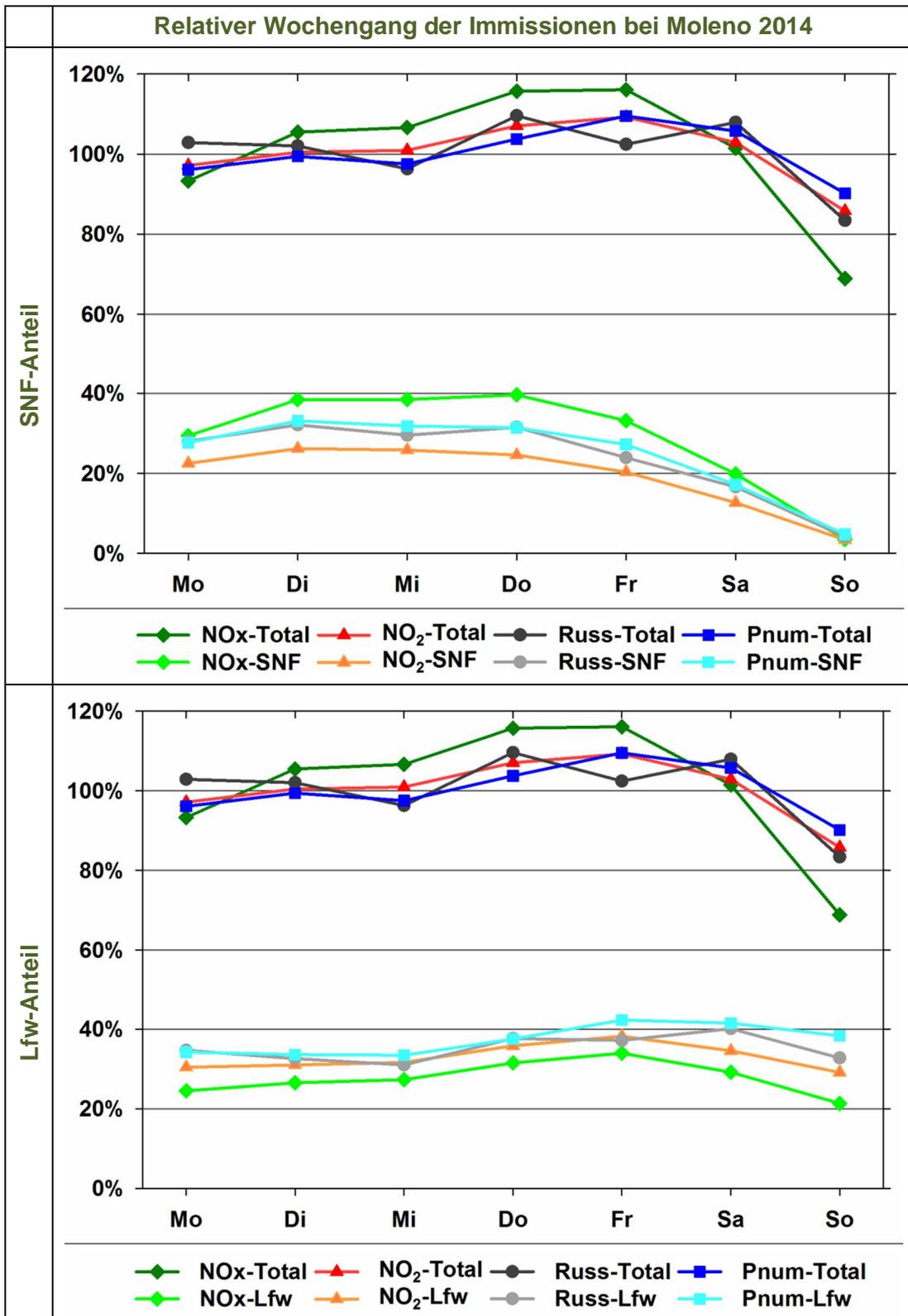


Abbildung 3.2: Relative Wochengänge der Immissionen und deren SNF-Anteil (oben) bzw. Lfw-Anteil (unten) für 2014 bei Moleno. 100% = Jahresmittel je Komponente. Beim Russ Mittelwerte 2013-2014. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge; Lfw: Lieferwagen.

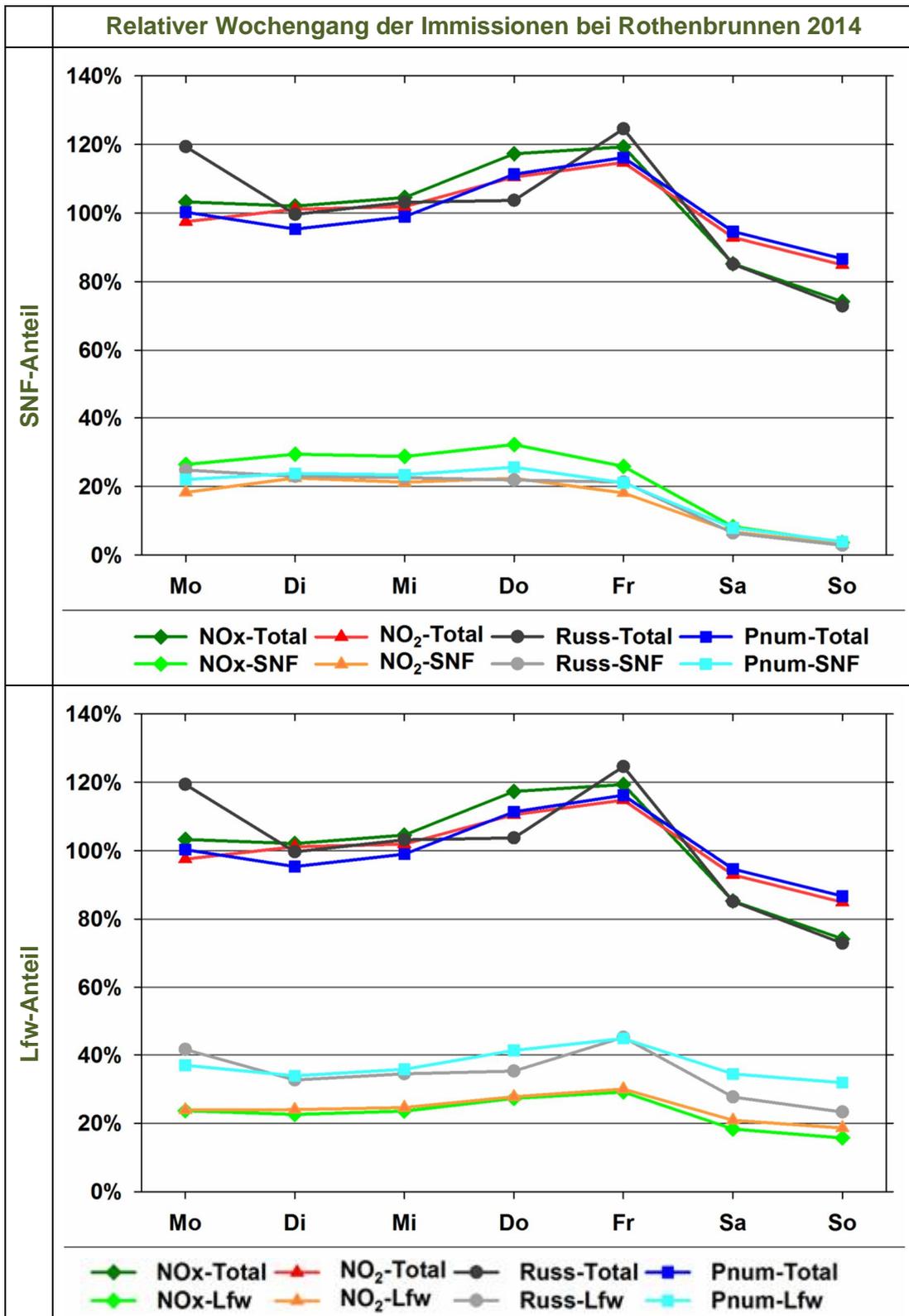
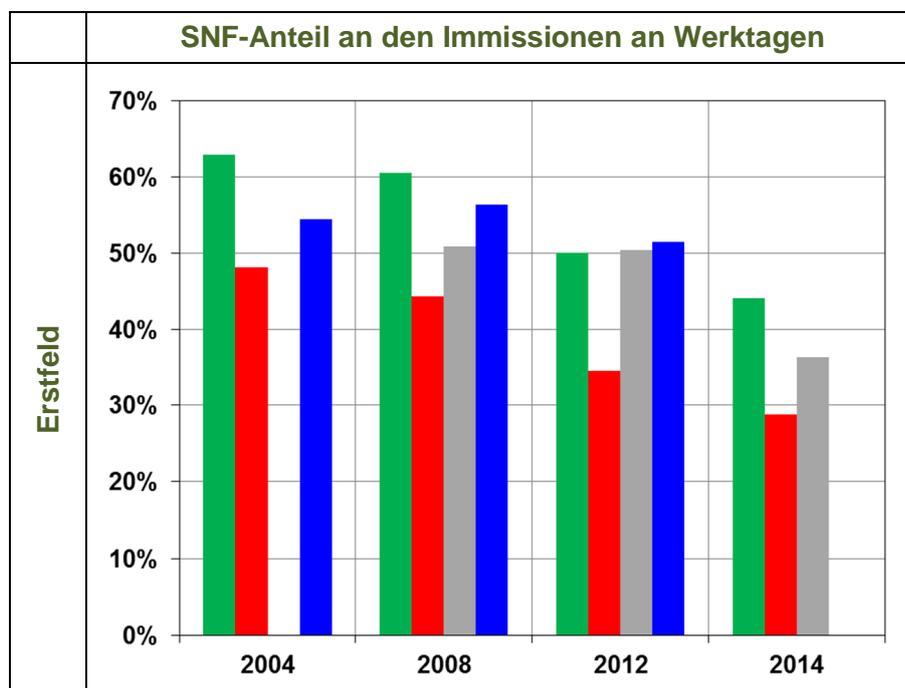


Abbildung 3.3: Relative Wochengänge der Immissionen und deren SNF-Anteil (oben) bzw. Lfw-Anteil (unten) für 2014 bei Rothenbrunnen. 100% = Jahresmittel je Komponente. Beim Russ Mittelwerte 2013-2014. SNF: Schwere Nutzfahrzeuge; Lfw: Lieferwagen.

## 4. Entwicklung des relativen SNF-Anteils an den Immissionen an Werktagen

Die folgenden Grafiken zeigen die Entwicklung des relativen Anteils der SNF an den Immissionen an den drei MfMU-Stationen werktags von 2004-2014.

Die Anteile der SNF an den Stickstoffoxid-Immissionen sind gemäss HBEFA3.2 von 2004 . 2014 zurückgegangen, besonders ausgeprägt nach 2008. Voraussetzung für diese Aussage ist eine korrekt postulierte Entwicklung der Emissionsfaktoren durch das HBEFA3.2. Danach hat die Flottenmodernisierung bei den SNF zu einer grösseren prozentualen Verringerung der Emissionsfaktoren geführt als bei den Pw und den Lieferwagen. Im Vergleich zum NO<sub>x</sub>-Anteil hat der NO<sub>2</sub>-Anteil der SNF noch etwas mehr abgenommen infolge des höheren Anteils direkt emittierten NO<sub>2</sub> bei den Pw und den Lieferwagen. Auch die relativen Anteile der SNF an Russ und Partikelanzahl haben bis 2014 deutlich abgenommen. Die Partikelanzahl wird hauptsächlich durch die ultrafeinen Partikel bestimmt, welche auch den Russ enthalten.



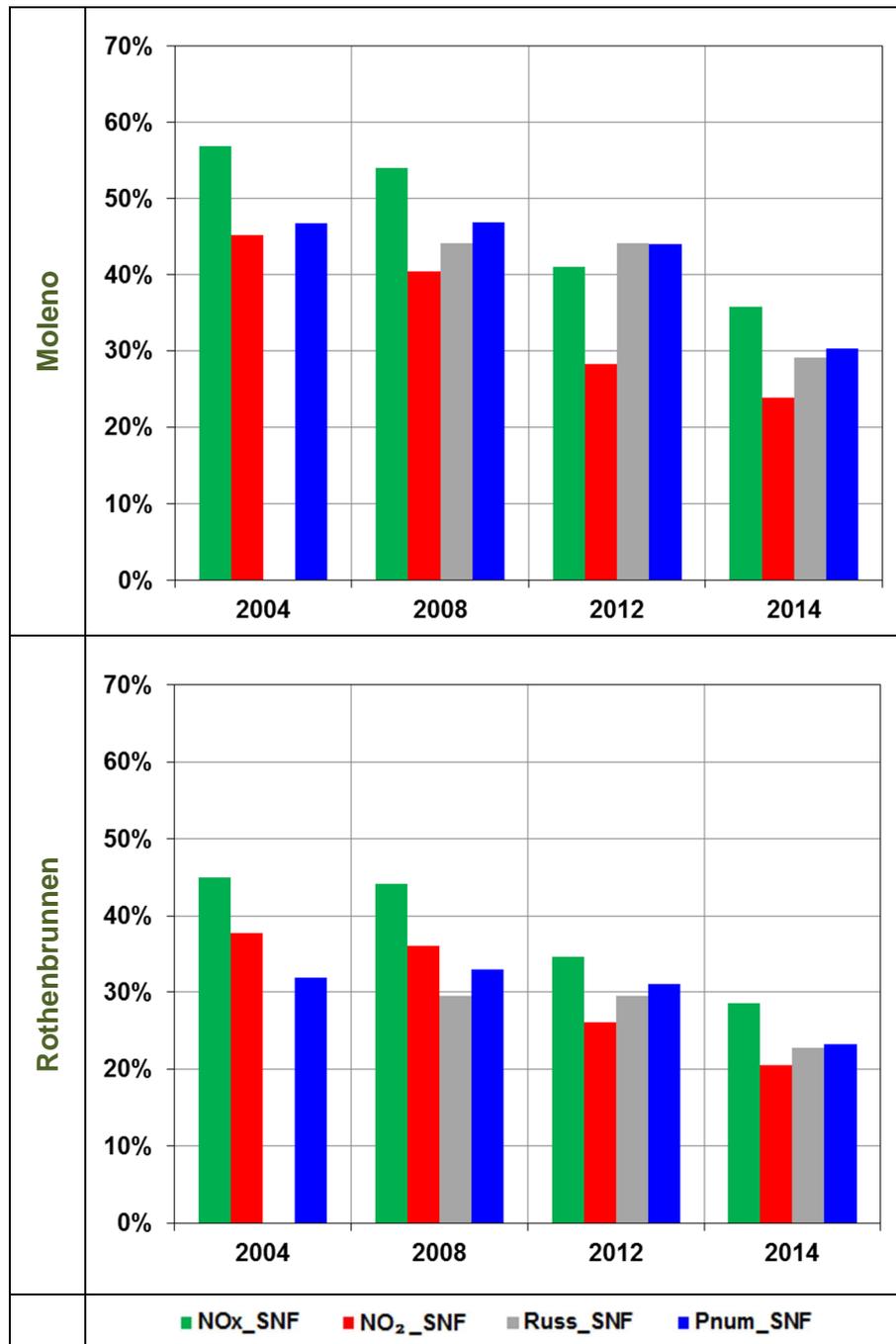
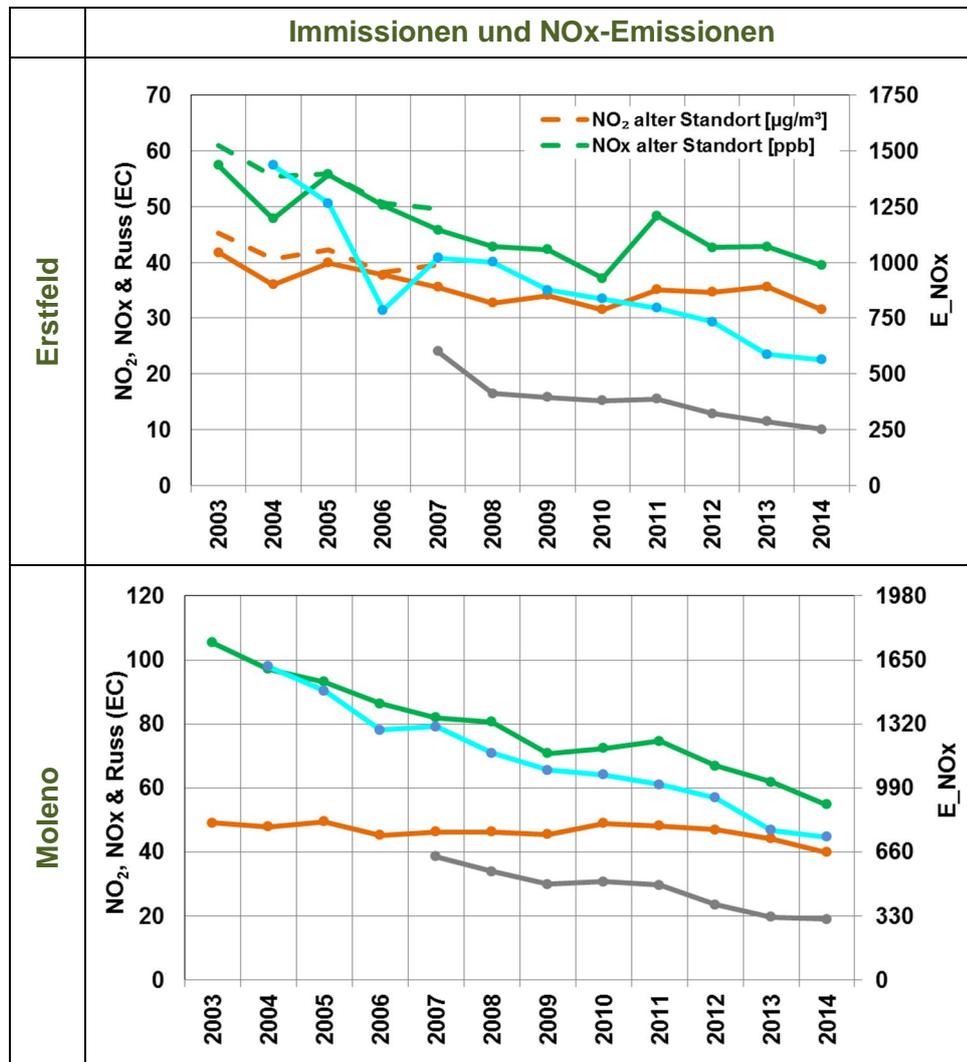


Abbildung 4.1: Entwicklung des relativen Anteils der SNF an den Immissionen an Werktagen, 2004, 2008, 2012 und 2014. 100% = Jahresmittel je Komponente. Pnum: Partikelanzahl.

# 5. Immissionsverlauf von 2003 bis 2014

Die NOx-Immissionen zeigen an allen drei Stationen einen deutlichen Rückgang, noch deutlicher ist der Rückgang allerdings bei den berechneten NOx-Emissionen, welche aus den Verkehrszahlen und den Emissionsfaktoren nach HBEFA3.2 berechnet werden. Dies zeigt sich im Auseinanderklaffen der Immissions- und Emissionskurven für NOx an allen drei Standorten (Abbildung 5.1).

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 aufgrund einer Parallelmessung durch inNet rückwirkend geschätzt. Die Werte der alten Station sind in der folgenden Grafik auch angegeben.



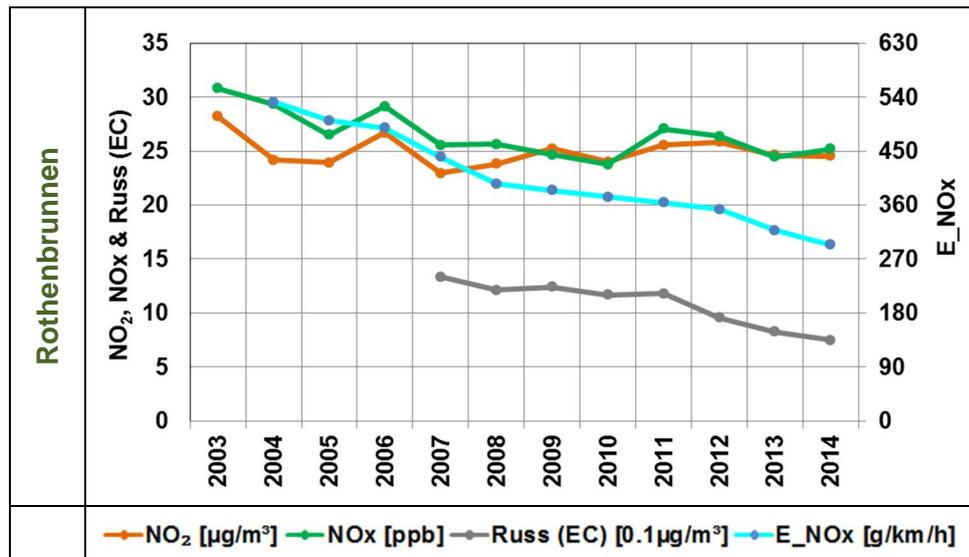


Abbildung 5.1: Verlauf der Jahresmittel der Immissionen an NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> und Russ sowie der Emissionen an NO<sub>x</sub> bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2003 – 2014.

Beim NO<sub>2</sub> gibt es seit 2007 bei allen Standorten praktisch Stagnation. Dies liegt am erhöhten Anteil von NO<sub>2</sub> in den NO<sub>x</sub>-Emissionen. Die Russkonzentrationen (EC) haben sich von 2007 . 2014 dagegen etwa halbiert.

## 6. Verkehr

### 6.1. Verkehrssituation 2014

Die folgende Tabelle zeigt das Verkehrsaufkommen im Jahr 2014 an den drei Standorten nach den sieben Fahrzeugkategorien unterteilt:

**Tabelle 6.1: Verkehrsaufkommen (DTV) bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen nach Swiss7, 2014:**

DTV	Bus	Motorrad	Pw	Lfw	Lkw	Lastenzug	Sattelzug
<b>Erstfeld</b>	259	497	17957	2379	436	401	1510
<b>Moleno</b>	245	497	22390	4428	579	454	1521
<b>Rothenbrunnen</b>	97	278	13531	1961	333	123	364

In der folgenden Abbildung kommt der mittlere Tagesgang des Verkehrs im 2014 zur Darstellung, unterteilt nach SNF, Lieferwagen und übrigem Verkehr, unterteilt nach Montag-Freitag, Samstag, 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 zum Montag bis Freitag deutlich geringer als an der Gotthardachse.

Die Lieferwagen haben sonntags ein ähnliches Aufkommen wie von Montag bis Freitag. Dies wirft die Frage auf, ob es sich bei den als Lieferwagen gezählten Fahrzeugen tatsächlich um Lieferwagen handelt oder ob da nicht auch grosse Pw dabei sind. Beim übrigen Verkehr handelt es sich vor allem um Pw; ihr erhöhtes Aufkommen am Wochenende ist auch auf Ferienverkehr zurückzuführen.

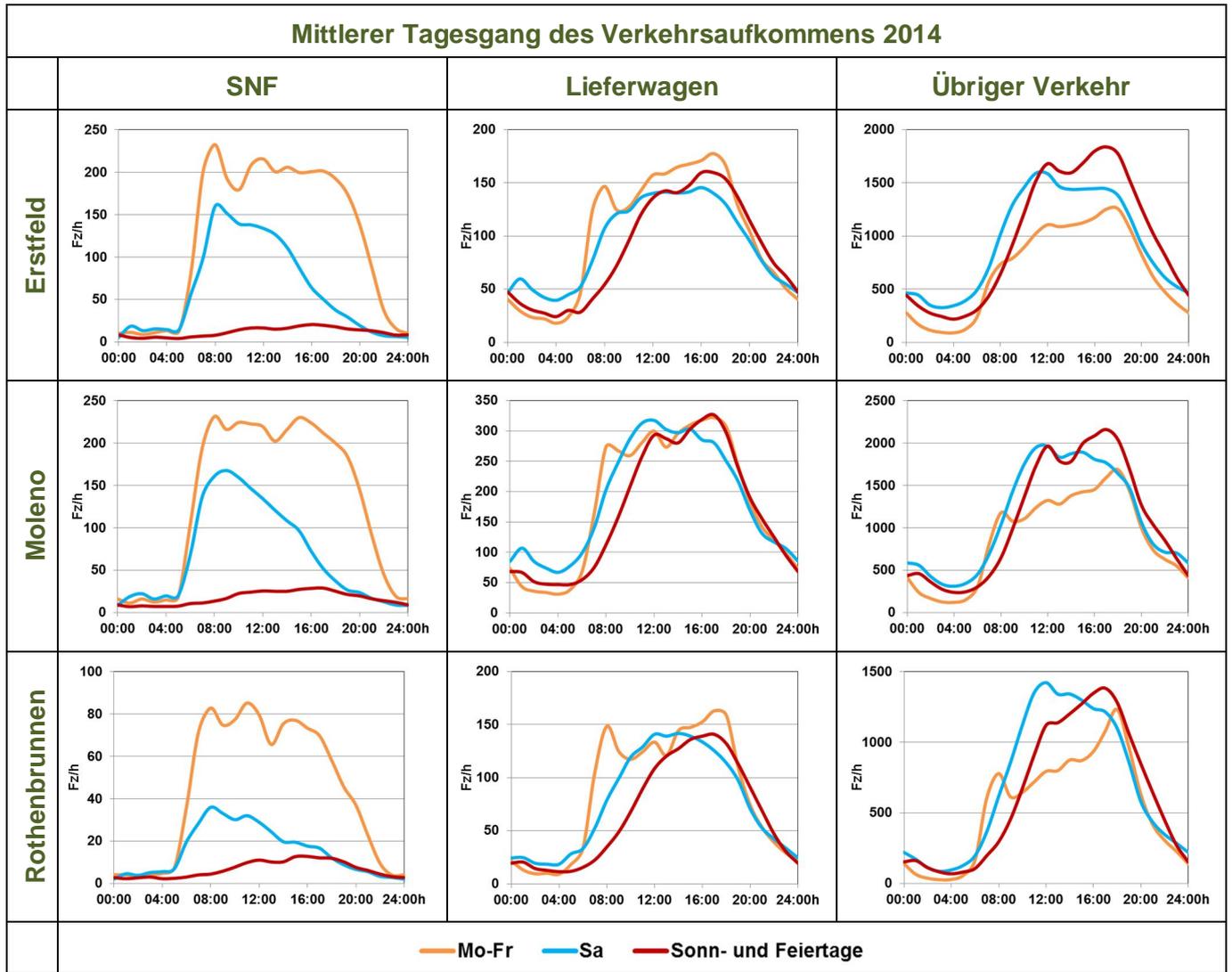


Abbildung 6.1: Mittlerer Tagesgang des Verkehrsaufkommens 2014, unterteilt nach SNF (schwere Nutzfahrzeuge), Lfw (Lieferwagen) und übrigem Verkehr.

## 6.2. Verlauf des Verkehrsaufkommens 2004-2014

Der Gesamtverkehr wie auch der Personenverkehr sind auf der A2 bzw. A13 im Bereich der 3 Messstationen Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen von 2004 . 2014 leicht angestiegen. Die Anzahl der Lieferwagen bzw. der als Lieferwagen gezählten Fahrzeuge hat deutlich zugenommen, vor allem bei Moleno. Der Verkehr an schweren Güterfahrzeugen hat bei Erstfeld deutlich, bei Moleno leicht abgenommen, bei Rothenbrunnen erkennbar zugenommen.

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

An der Gotthardachse zeigt sich von 2008 auf 2009 ein Rückgang bei den SNF, welcher wohl auch durch die Wirtschaftskrise bedingt ist.

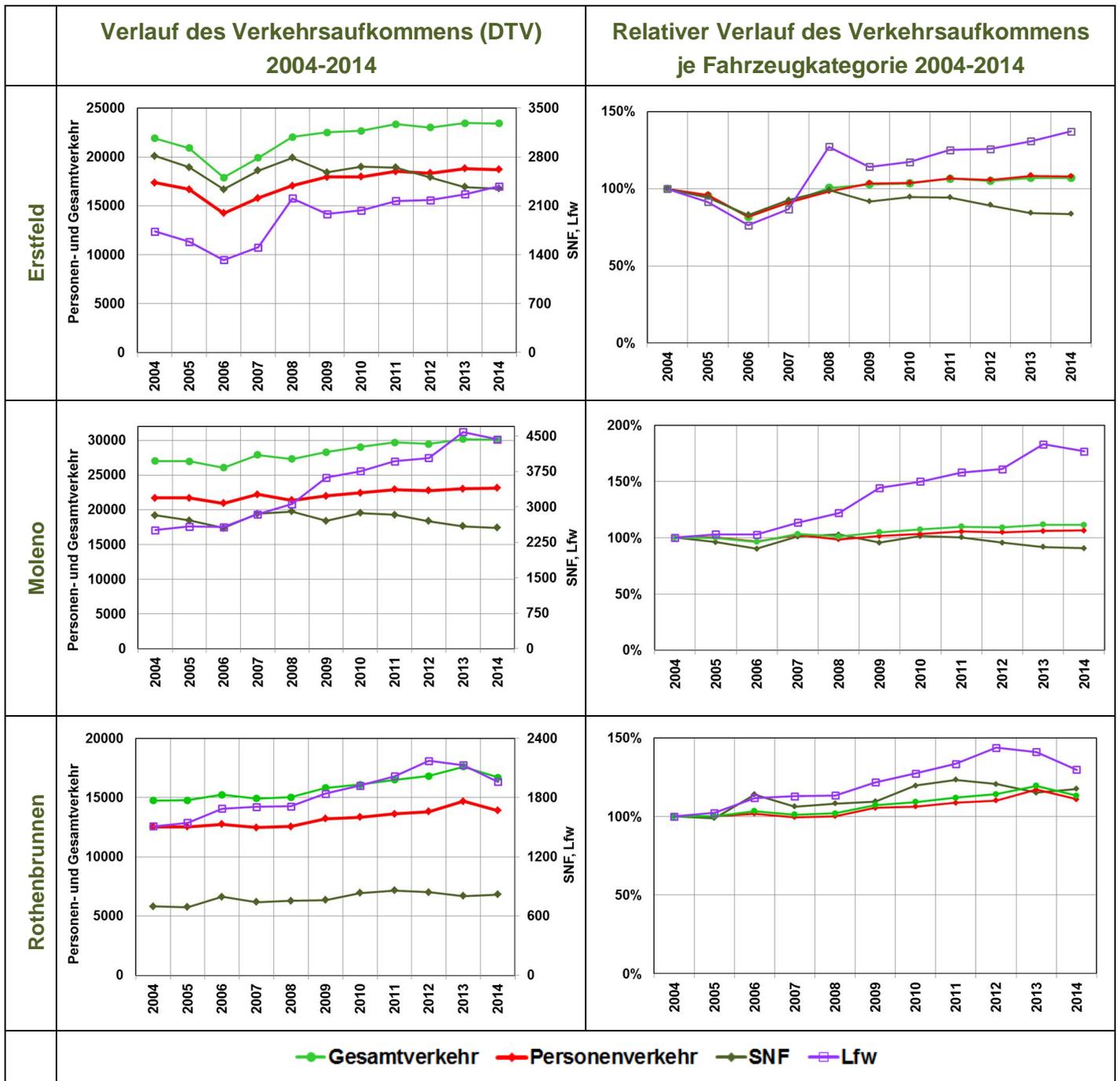
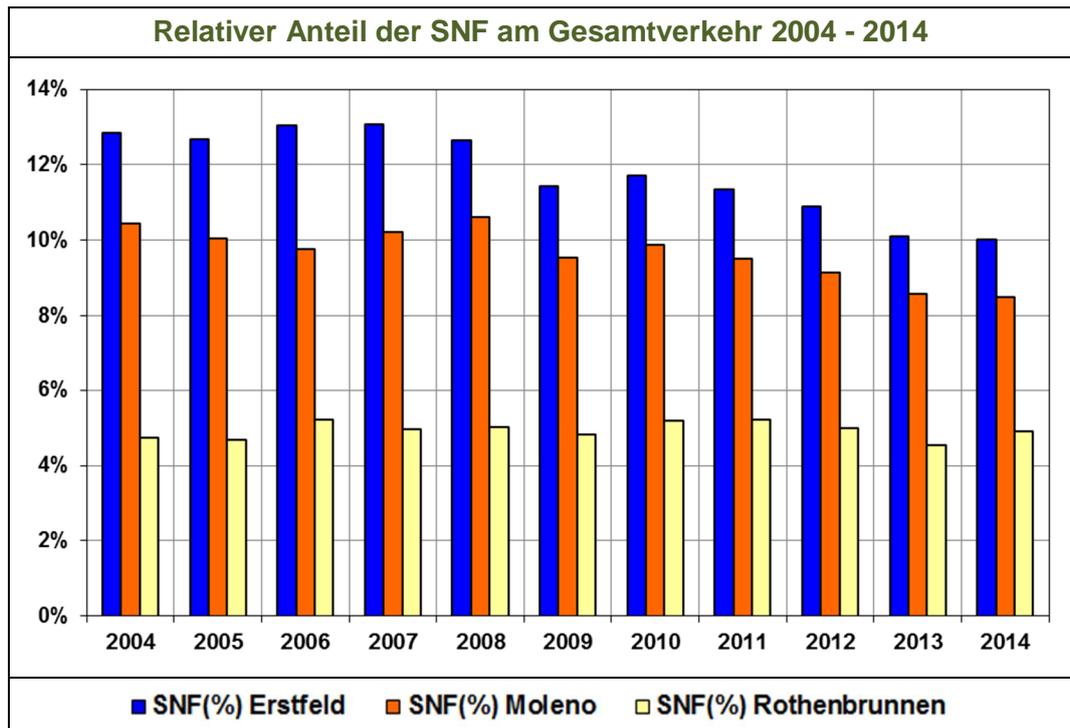


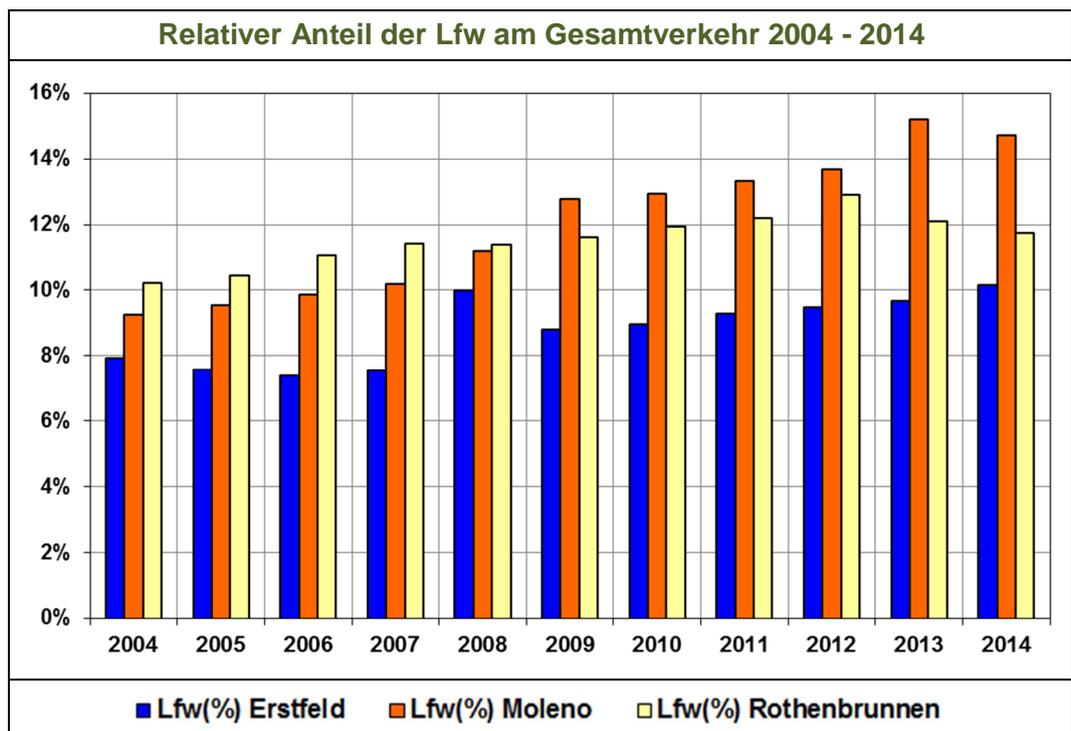
Abbildung 6.2: Verlauf des Verkehrsaufkommens (DTV im Jahresmittel; links) und relativer Verlauf des Verkehrsaufkommens (rechts) je Fahrzeugkategorie auf der A2 bzw. A13 im Bereich der Messstationen Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2004 – 2014.

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 - 2014 hat er bei Erstfeld um etwa 3 Prozentpunkte abgenommen, bei Moleno um knapp 2 Prozentpunkte, am San Bernardino ist er gleich geblieben. Die Lieferwagen zählen nicht zu den SNF!



**Abbildung 6.3: Entwicklung des Anteils der SNF am Gesamtverkehr auf der A2 bzw. A13 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2004 – 2014.**

Die Anteile der Lieferwagen am Gesamtverkehr sind an allen drei Standorten von 2004-2014 gestiegen; bei Erstfeld von 8 auf 10 %, bei Moleno von 9 auf 15 % und bei Rothenbrunnen von 10 auf 12 %. Der Grund für die speziell starke Zunahme der Anzahl Lieferwagen bei Moleno wäre interessant zu wissen.



**Abbildung 6.4: Entwicklung des Anteils der Lfw am Gesamtverkehr auf der A2 bzw. A13 bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen, 2004 – 2014.**

Die leichte Abnahme der SNF bei Moleno und die deutliche bei Erstfeld seit 2006 bildet sich auch in den Daten von Alpinfo 2013 ab (Alpinfo 2013, Bundesamt für Verkehr, 2015). Danach hat der alpenquerende Güterverkehr (AQQV) über den Gotthard und auch über den San Bernardino in den letzten Jahren abgenommen. Bei Erstfeld gehören fast alle SNF zum Akku GV, bei Moleno ein sehr grosser Teil. Bei Rothenbrunnen hingegen gibt es einen beträchtlichen regionalen Anteil der SNF (Mittelbünden, Engadin), was die insgesamt zunehmende Anzahl SNF bei abnehmendem AQQV erklärt. Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung des AQQV von 2000-2013 für acht wichtige Alpenübergänge.

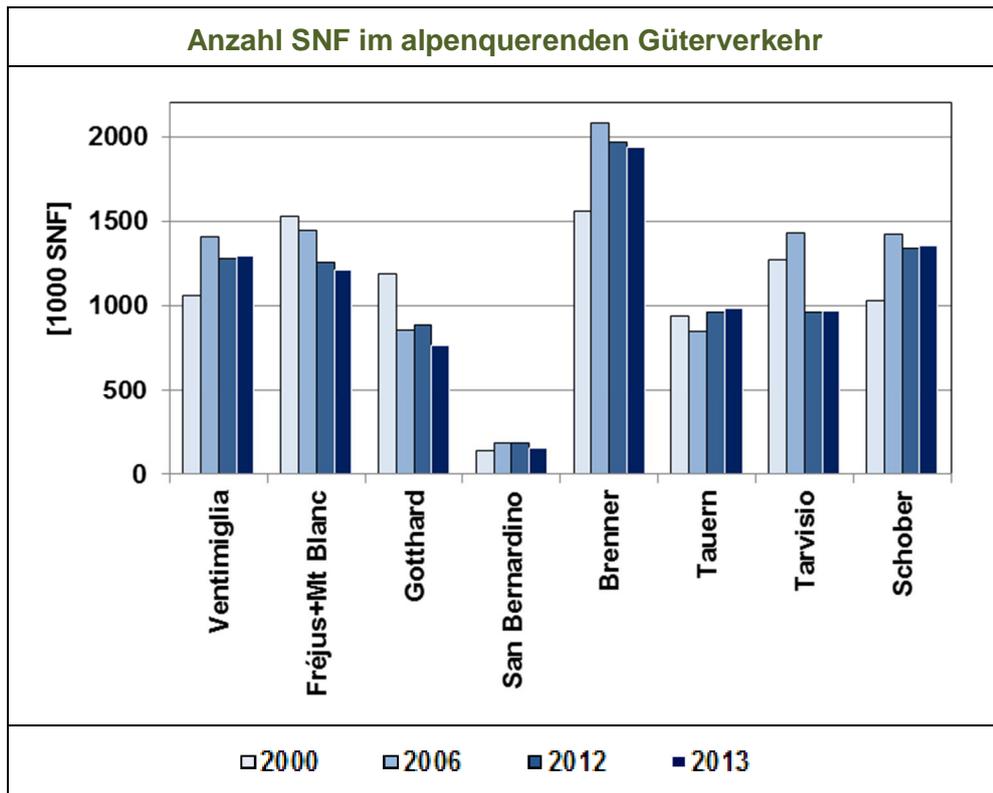


Abbildung 6.5: Jährliche Anzahl SNF (schwere Nutzfahrzeuge) im AQQV (alpenquerender Güterverkehr; Transit-, Binnen-, Import- und Exportverkehr) an acht wichtigen Alpenübergängen, 2000-2013.

Im 2014 hat sich der AQQV am Gotthard und am San Bernardino weiter verringert. Es ist allerdings zu sagen dass sich die mittlere Beladung der SNF am Gotthard in dem Masse erhöht hat, wie sich deren Anzahl verringert hat.

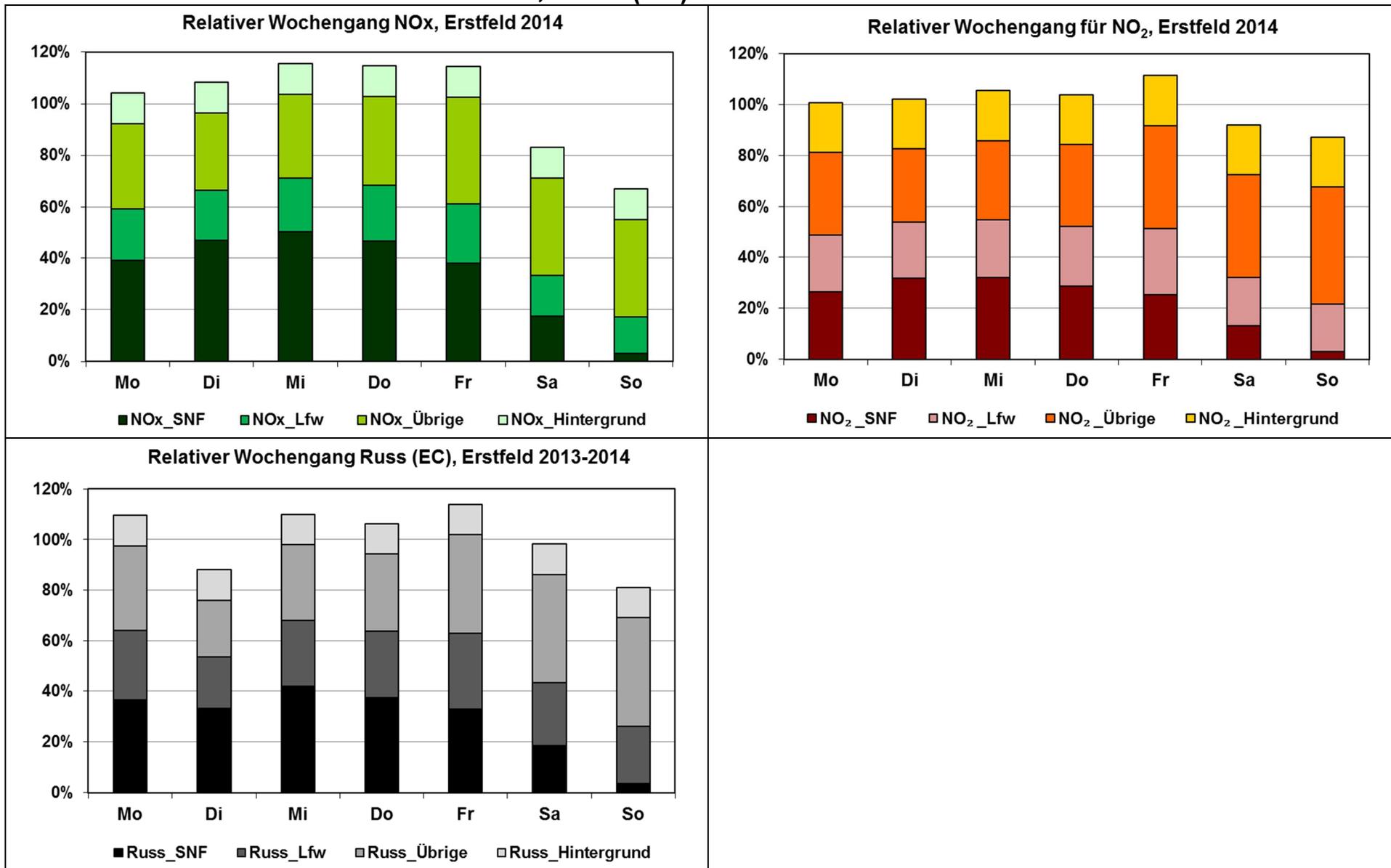
## 7. Zusammenfassung

- Verkehr** Der Gesamtverkehr wie auch der Personenverkehr sind auf der A2 bzw. A13 im Bereich der 3 Messstationen Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen von 2004 . 2014 leicht angestiegen. Die Anzahl der Lieferwagen bzw. der als Lieferwagen gezählten Fahrzeuge hat deutlich zugenommen, vor allem bei Moleno. Der Verkehr an schweren Güterfahrzeugen hat bei Erstfeld deutlich, bei Moleno leicht abgenommen, bei Rothenbrunnen erkennbar zugenommen.
- 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 - 2014 hat er bei Erstfeld um etwa 3 Prozentpunkte abgenommen, bei Moleno um knapp 2 Prozentpunkte, am San Bernardino ist er gleich geblieben.
- Anteil Lfw** Die Anteile der Lieferwagen am Gesamtverkehr sind an allen drei Standorten von 2004-2014 gestiegen; bei Erstfeld von 8 auf 10 %, bei Moleno von 9 auf 15 % und bei Rothenbrunnen von 10 auf 12 %.
- Russ und Pnum** Die relativen Anteile der **SNF** an den Immissionen von **Russ und Partikelanzahl** betragen **werktags** bei Erstfeld etwa 40%, bei Moleno etwa 30% und bei Rothenbrunnen etwa 20% des jeweiligen Jahresmittels. Die relativen Anteile der **Lfw** an den Immissionen von **Russ und Partikelanzahl** betragen **über die ganze Woche** etwa 25% bei Erstfeld und etwa 35% bei Moleno und Rothenbrunnen.
- NOx und NO<sub>2</sub>** Insgesamt zeigen die NOx-Immissionen einen deutlichen Rückgang von 2003-2014, noch deutlicher die Russ-Immissionen von 2007-2014. Die NO<sub>2</sub>-Immissionen hingegen stagnieren praktisch seit 2007. Die NOx-Anteile der **SNF** haben in den letzten Jahren beständig abgenommen und betragen 2014 **werktags** noch 40-50% für Erstfeld, 30-40% für Moleno und etwa 30% für Rothenbrunnen. Ihre NO<sub>2</sub>-Anteile sind strassennah 8-15 Prozentpunkte tiefer.
- Der Anteil der **Lfw** an den Stickoxiden macht **über die ganze Woche** 20-30% aus, wobei die Anteile beim NO<sub>2</sub> etwas höher als beim NOx sind.
- Bedeutung SNF** Zusammenfassend machen die SNF an der Gotthardachse werktags noch einen Drittel bis 40% der Luftverschmutzung an Stickoxiden, Russ und Ultrafeinpartikeln aus.

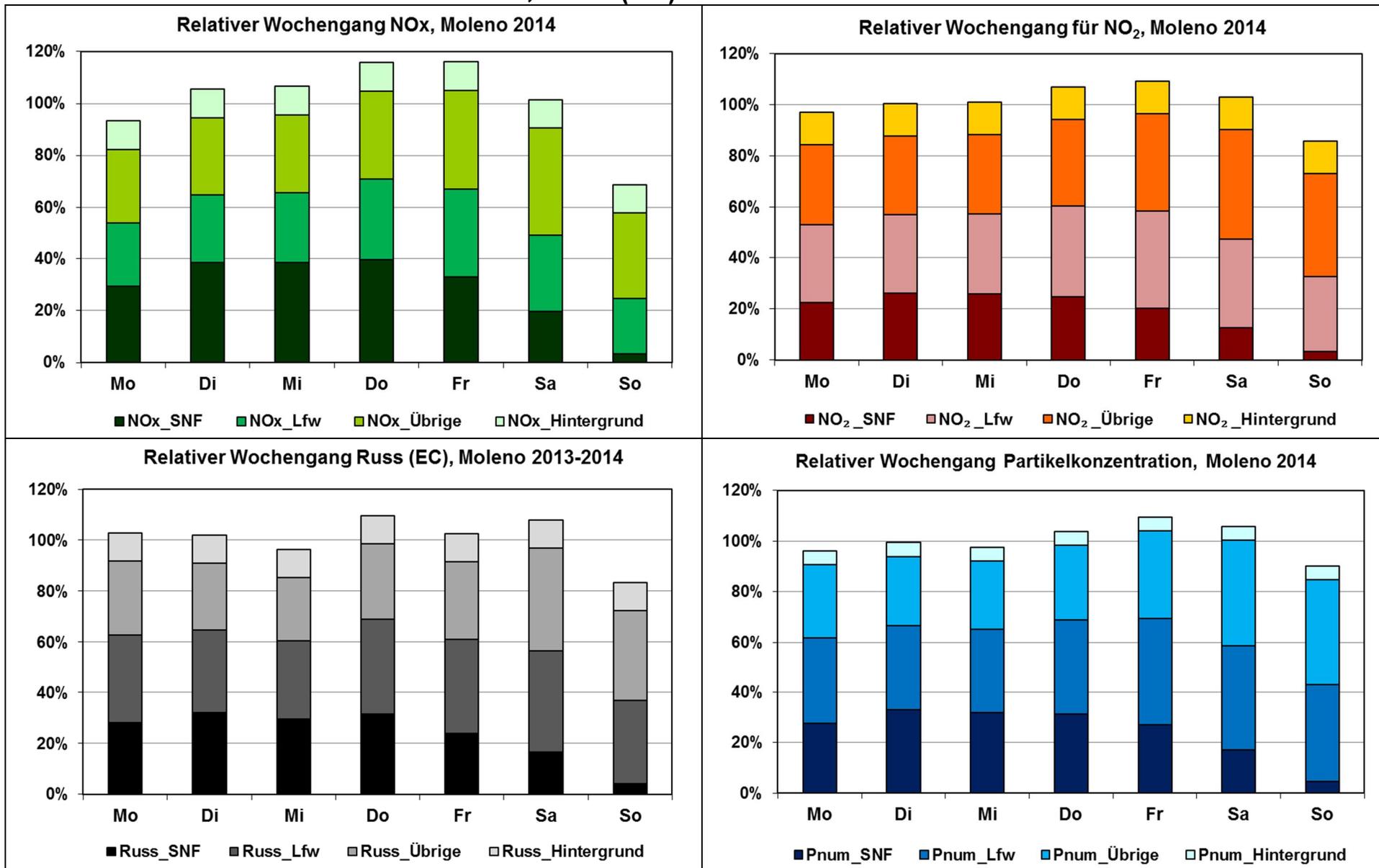
# **Anhang: Anteile der SNF und Lfw an Immissionen und Verkehr**

**Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen  
Immissionen an NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, Partikelkonzentration für 2014  
Immissionen an Russ (EC) für 2013-2014  
Verkehrsaufkommen 2014**

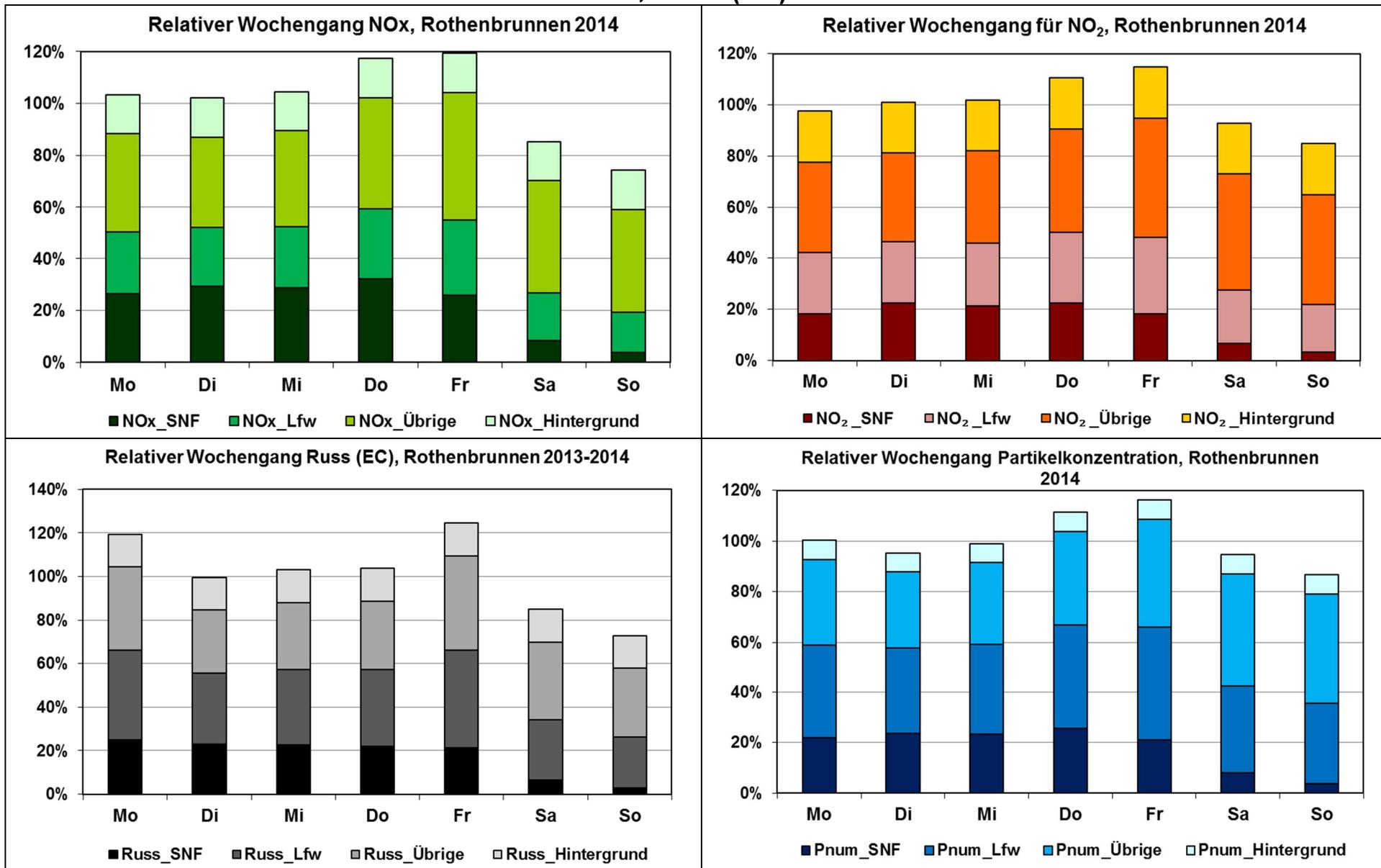
### A.1. Immissionen Erstfeld 2014, Russ (EC) 2013-2014



## A.2. Immissionen Moleno 2014, Russ (EC) 2013-2014



### A.3. Immissionen Rothenbrunnen 2014, Russ (EC) 2013-2014



### A.4. Verkehr bei Erstfeld, Moleno und Rothenbrunnen

