

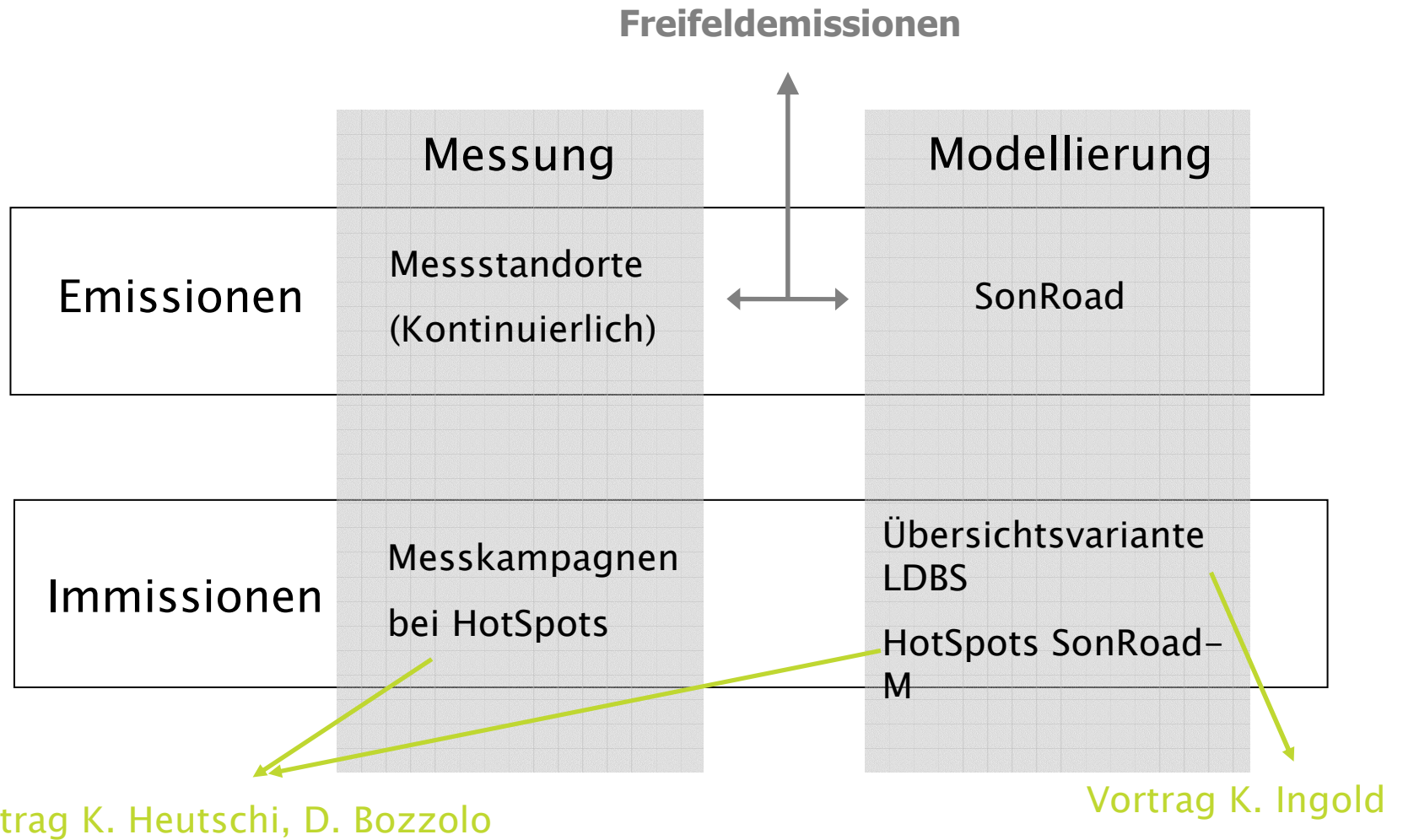
Lärmmonitoring MfM-U: Qualitätssicherung und Resultate Andretta Marco

SGA Frühjahrstagung 2008

Ziele MfM-U Lärm

- i. Darstellung des **aktuellen Standes** und der **Entwicklung** des vom **Strassenverkehr erzeugten Lärms** im **Alpenraum** und der Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung, sowie auf die Natur und Landschaft **zwischen 2003 und 2015 (2020?)**
- ii. wie Ziel I. für die Untermenge **Güterschwerverkehr**
- iii. Beurteilung der **Verlagerungseffekte** des Güterschwerverkehrs (verlangt Vergleichbarkeit von Auswirkungen der Lärmimmissionen von Strassen- und Schienenverkehr)
- iv. Beurteilung der Effekte von getroffenen **flankierenden Massnahmen** (verlangt EU-Kompatibilität).
- v. Prognosen über die Entwicklung nach verschiedenen **Szenarien**

Messkonzept



Permanente Lärmmessungen

- ▶ Vorteile der kontinuierlichen Messungen an mehreren Standorten:
 - ▶ hohe Zuverlässigkeit und Akzeptanz
 - ▶ permanente Beobachtung: im Falle von ausserordentlichen Ereignissen (z.B. Gotthardschliessung, Temporeduktion) sind Messungen vorhanden
 - ▶ lokale Effekte können erkannt werden
 - ▶ können zum Tuning von Modellen benutzt werden

Einzigartiges Lärmmonitoring, grosser Nutzen auch für andere Projekte: kantonal, national (BAFU Projekte: LDBS, SonRoad), international (EU-Projekte MONITRAF, ALPNAP, Footprint)

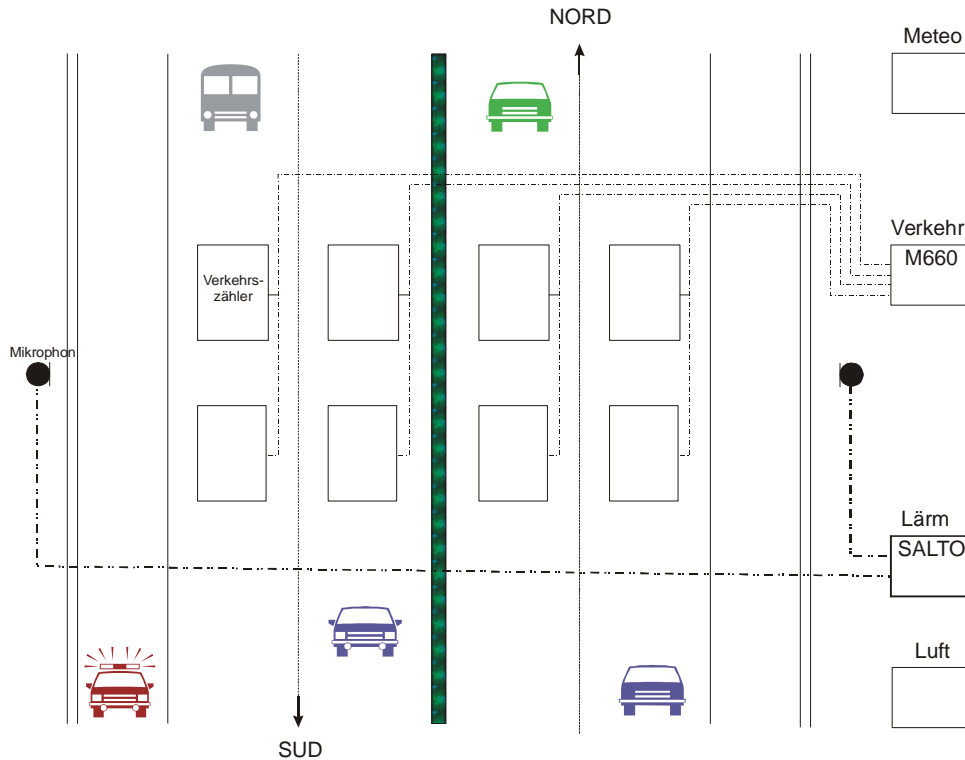
Qualitätssicherung

„Langzeitige Vergleichbarkeit, kleine Veränderungen von Jahr zu Jahr „

- ▶ Standortwahl
- ▶ Geometrie
- ▶ Instrumentenwahl
- ▶ Messgrößen und Zeitauflösung
- ▶ Unterhalt
- ▶ Kalibrierungsmethode und Frequenz
- ▶ Plausibilisierung
- ▶ Feedback von Studien



Lärm-, Verkehrs- und Meteo-Daten



▶ Messgrößen Lärm (30')

- ▶ $L_{eq(A)}$
- ▶ $L_{min(A)} / L_{max(A)}$
- ▶ $L_{min(LIN)} / L_{max(LIN)}$
- ▶ Spektrum in Terzen (20 Hz – 20 kHz)
- ▶ Pegelstatistik spektral (LIN) in Terzen
- ▶ Gesamte Pegelstatistik (A)
- ▶ Pegelverlauf $L_{eq(A)}$ (1“)

Lärm-, Verkehrs- und Meteo-Daten (2)

- ▶ Messgrößen Meteo (10'–30')
 - ▶ Standard Meteostationen
 - ▶ Belagstemperatur und Zustand nass / trocken
 - ▶ T- und Wind-Profil auf den ersten 10m (Brechung)
- ▶ Messgrößen Verkehr (30', ASTRA + 2 Kt. TI)
 - ▶ 30' Werte aus Vehicle-By-Vehicle (Einzeldurchfahrten)
 - ▶ Anzahl Fzg. und Geschwindigkeit pro Fahrspur und SWISS10 Kategorien

Eher zu viel, zeitlich hoch aufgelöst, synchron und am gleichen Ort!

Betrieb Messnetz

- ▶ 5 Jahre kontinuierliche Lärmmessungen mit hoher zeitliche Auflösung
- ▶ Sehr hohe Datenverfügbarkeit (raw data)!

2003	2004	2005	2006	2007
93%	97%	97%	99%	99%

Wartung

- ▶ Ord. Unterhalt jede 3 Monate (Kt.Techniker)
- ▶ Jahresunterhalt (Kt.Techniker und Norsonic Brechbühl AG)
- ▶ Kalibrierung durch Norsonic Brechbühl AG mit METAS Zertifizierung, jede 2 Jahren
 - ▶ 2005: Ungenauigkeit mittel $\pm 0.1 - 0.2 \text{ dB(A)}$, max $\pm 0.4 \text{ dB(A)}$
 - ▶ 2007: Ungenauigkeit mittel $\pm 0.2 \text{ dB(A)}$, max $\pm 0.5 \text{ dB(A)}$

Störungsaufhebung, ordentliche und vorbeugende Wartung, geschultes Personal und Ersatzteile

Qualitätssicherung Messtechnik

- ▶ Quervergleich und Test der Messkette
 - ▶ Vergleichsmessungen Moleno: Ungenauigkeit mittel ± 0.3 **dB(A)** *
 - ▶ Quervergleich: Ungenauigkeit mittel ± 0.2 **dB**, max ± 0.5 **dB(A)** **
 - ▶ Messung > Datenaufzeichnung > Datenauswertung > Datenübertragung > Speicherung

*Bozzolo D., 8.2005: Lärmarme Strassenbeläge, Untersuchungsbericht – A2 Moleno Nord–Sud Richtung

**Brechtbühl M., 5.2007: Parallelmessungen an den Lärmmessstationen MfM-U

- ▶ Qualitätssicherung Messtechnik
 - ▶ Einfluss von Regen, Schnee und Eis auf das Mikrofon
 - ▶ Ursachen und Wirkung von Übersteuerungen

Brechtbühl M., 12.2005: Wind, Regen und Schnee – Einfluss auf das Aussenmikrofon GRAS 41 CM – Ursachen und Wirkung von Übersteuerungen

Messunsicherheit

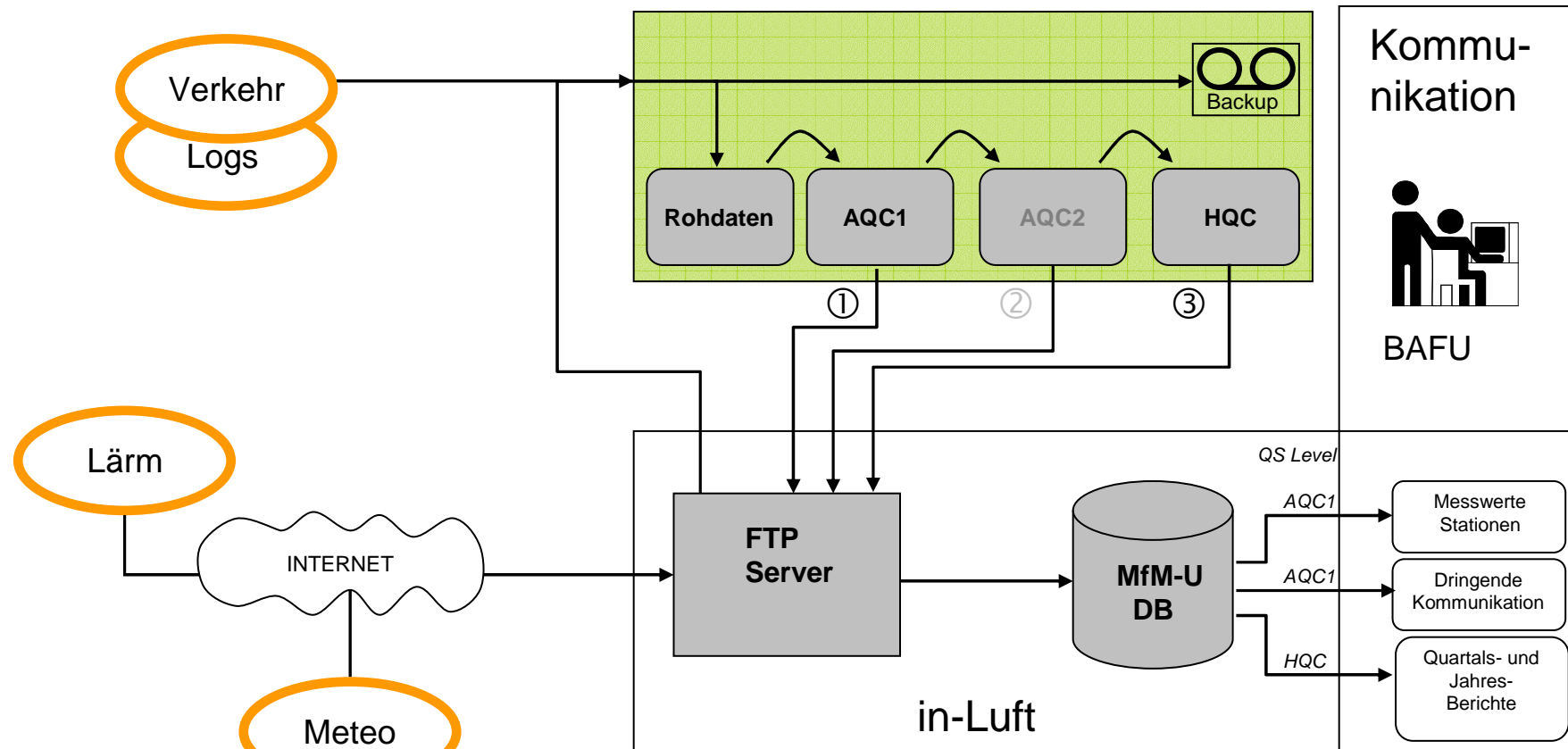
- ▶ Messunsicherheit des eingesetzten Messsystems
 - ▶ Ermittlung nach dem ISO-GUM
 - ▶ Standardmessunsicherheit $\pm 0.32 \text{ dB(A)}$ (65 % der Fälle)
 - ▶ Erweiterte Messunsicherheit $\pm 0.64 \text{ dB(A)}$ (95 % der Fälle)

Brechbühl M., 10.2007: Messunsicherheiten MFM-U Mess-Stationen

- ▶ Auswerteunsicherheit (ohne Modellunsicherheit)
 - ▶ Monte-Carlo Simulation
 - ▶ Standardmessunsicherheit $\pm 0.2-0.3 \text{ dB(A)}$
 - ▶ Erweiterte Messunsicherheit $\pm 0.5 \text{ dB(A)}$

Heutschi K., 11.2007: Abschätzung der Unsicherheit der Freifeldemissionspegel im Lärmmonitoring MFM-U

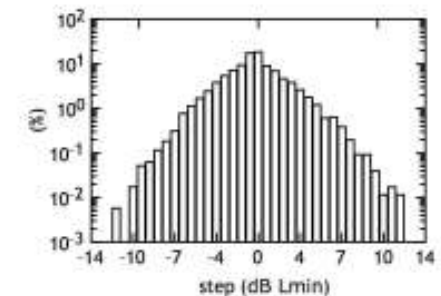
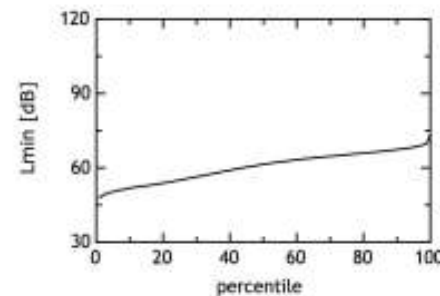
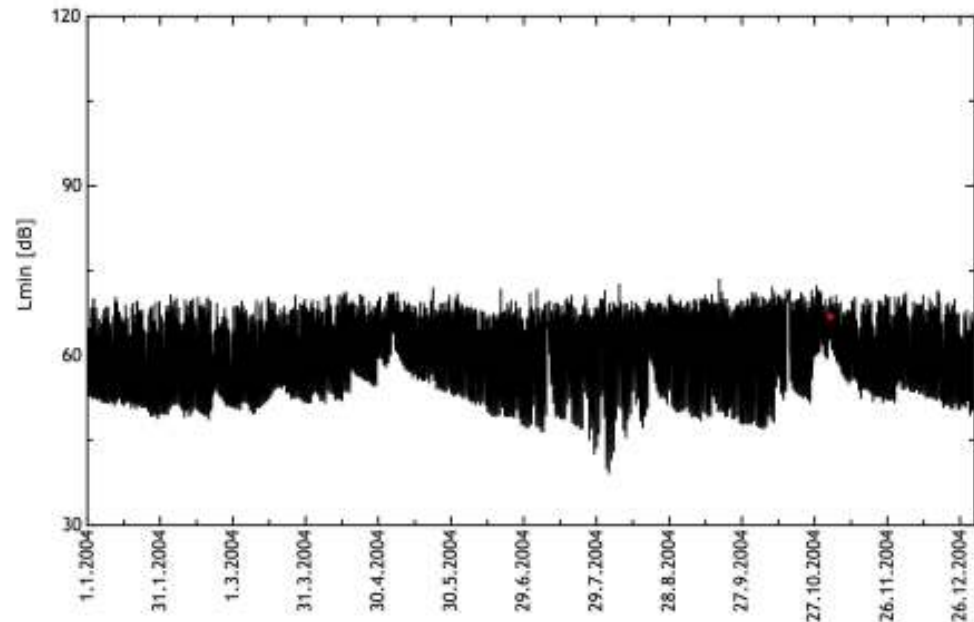
Datenfluss



- ① 30 min* (1 x pro 24h), Teilmenge, AQC1
 - ② 30 min* (1 x pro Monat), Teilmenge, AQC2
 - ③ 30 min* (1x pro Monat), X+30 Tage (Lärmdaten), HQC
- } alle Messgrößen ausser P (LA,f) und Tonaufnahmen

Automatische Tests (Automatic Quality Control AQC)

- ▶ Tests:
 - ▶ Datenverfügbarkeit
 - ▶ Wertebereich
 - ▶ Differenzen
 - ▶ Varianz/Persistenz
- ▶ Grenzwerte **optimiert** für Messpunkt und Parameter
- ▶ Probleme frühzeitig erkennen und Wartungspersonal alarmieren
- ▶ Automatische Identifikation auffälliger Werte



Bereinigung (Human Quality Control HQC)

„Messprobleme oder Störungen unterscheiden von physikalisch plausiblen, aber ungewöhnlichen Situationen“

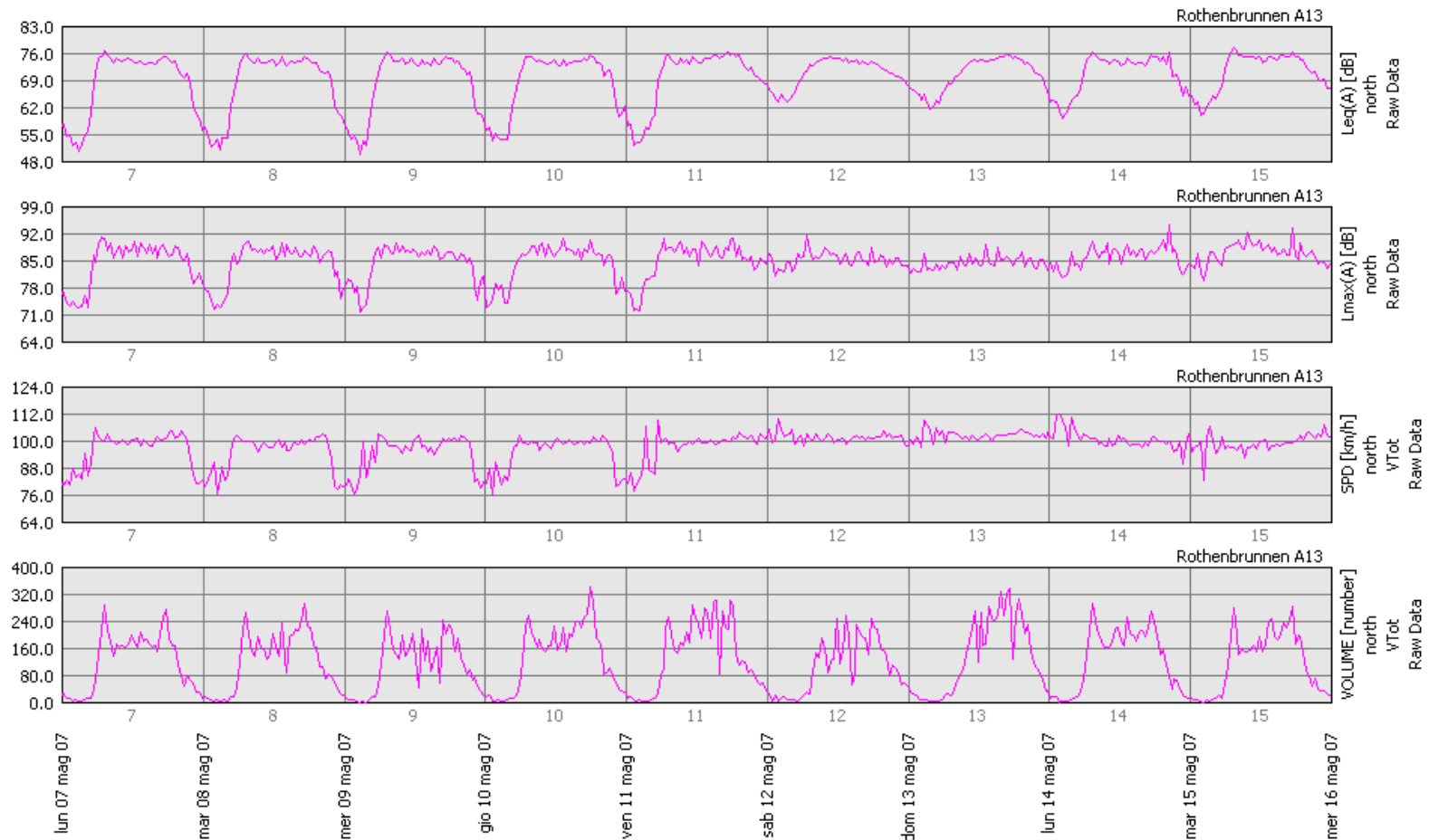
- ▶ AQC Flags
- ▶ Alarm-Log
- ▶ Unterhalt-Log
- ▶ Ereignis-Log (ViaSuisse Verkehrereignis-DB)
- ▶ Integrierte Analyse (hochaufgelöste Lärm-, Verkehrs- und Meteo-Daten am gleichen Ort)

Auffällige Werte > plausibel oder ungültig

HQC Bsp. Strassenunterhalt



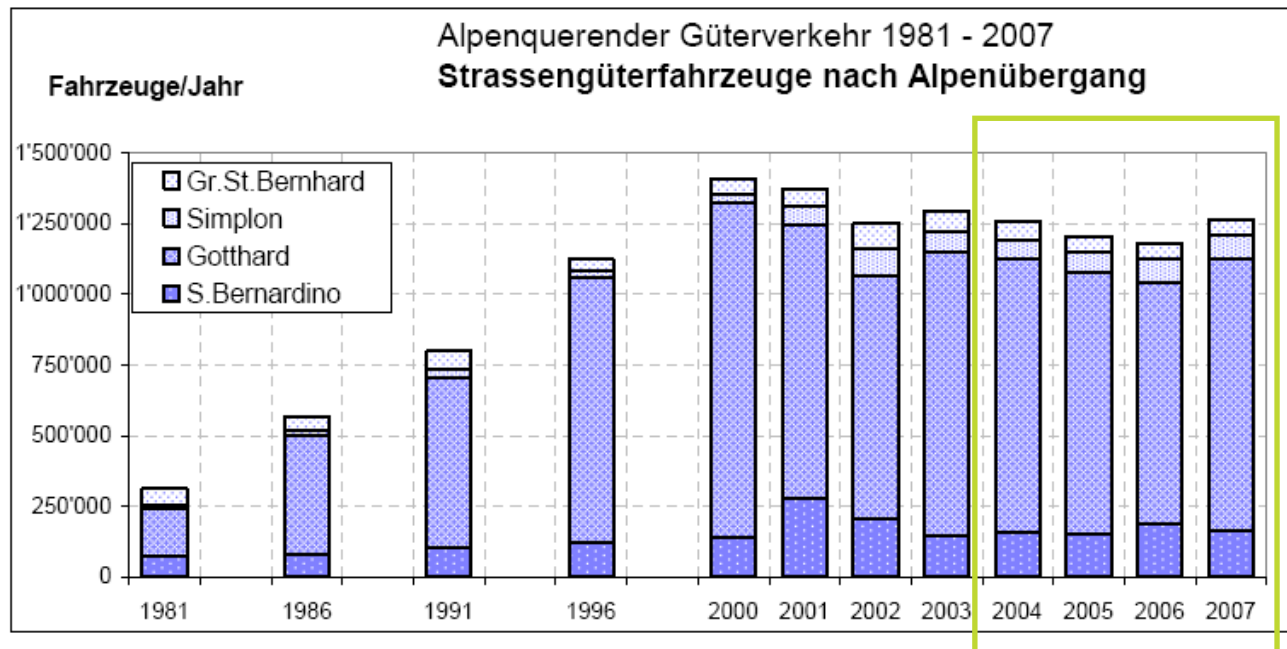
HQC Bsp. Strassenunterhalt (2)



VIASUISSE: Zwischen Bonaduz und Rothenbrunnen, beide Richtungen, Unterhaltsarbeiten
Nachts (22-05)

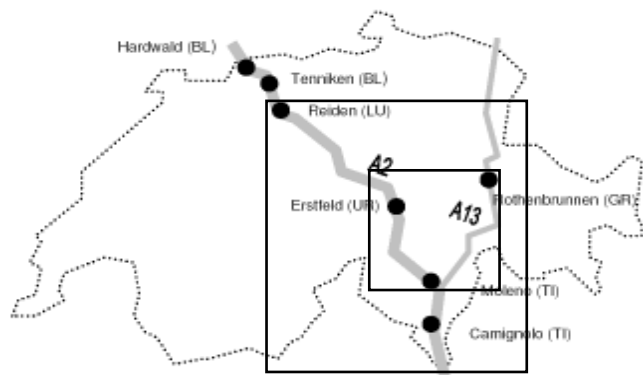
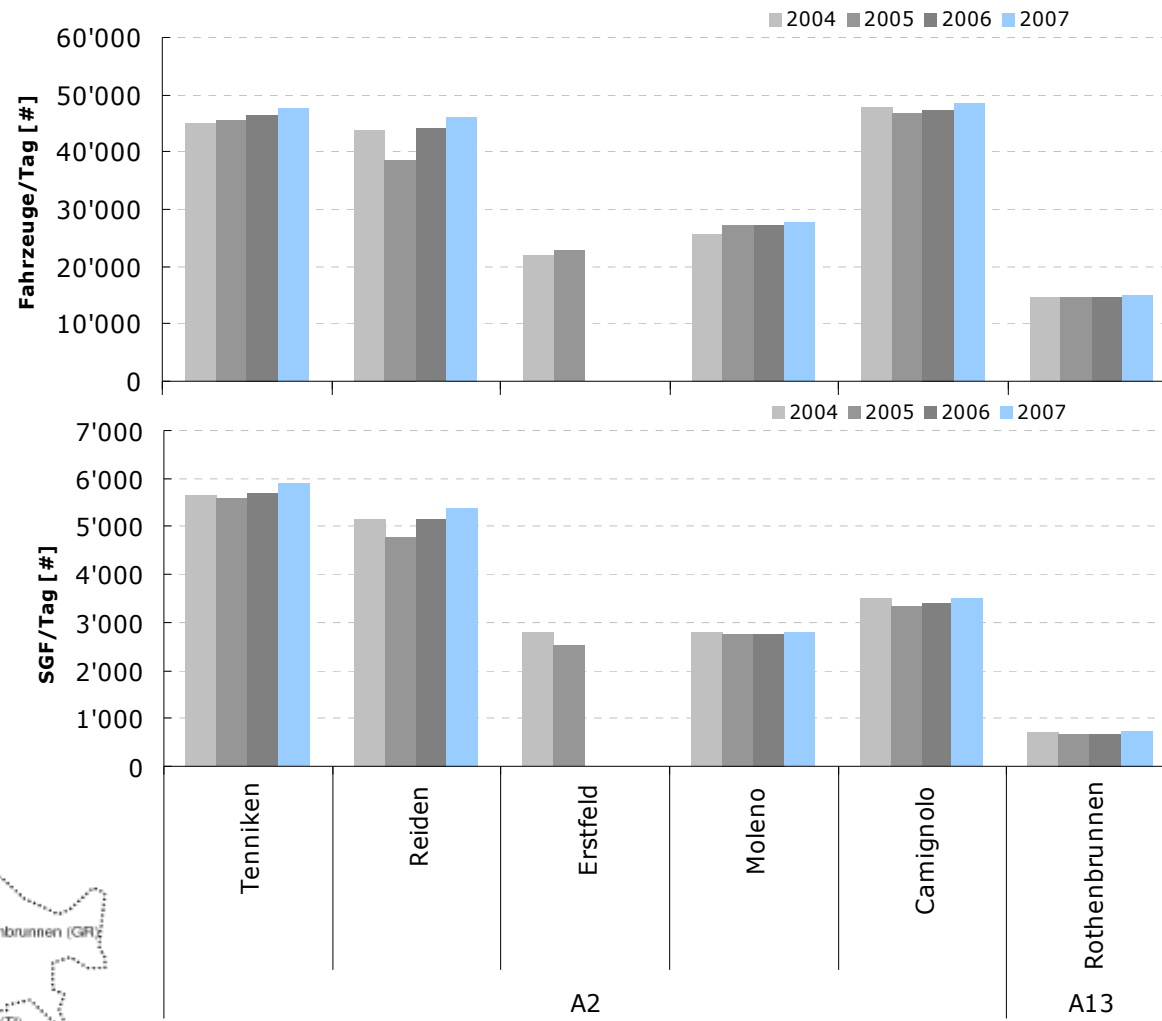
Resultate 2004-2007

Alpenübergang	2003 1'000 Fahrzeuge pro Jahr	03→04	2004 1'000 Fahrzeuge pro Jahr	04→05	2005 1'000 Fahrzeuge pro Jahr	05→06	2006 1'000 Fahrzeuge pro Jahr	06→07	2007 1'000 Fahrzeuge pro Jahr
Gotthard	1'004	-3%	969	-5%	925	-7%	856	+13%	963
San Bernardino	144	+7%	154	-3%	150	+24%	185	-13%	162
Simplon	72	-8%	67	+10%	73	+12%	82	0%	82
Gr. St. Bernhard	71	-8%	65	-14%	56	+3%	58	-4%	55
Alle Übergänge	1'291	-3%	1'255	-4%	1'204	-2%	1'180	+7%	1'263

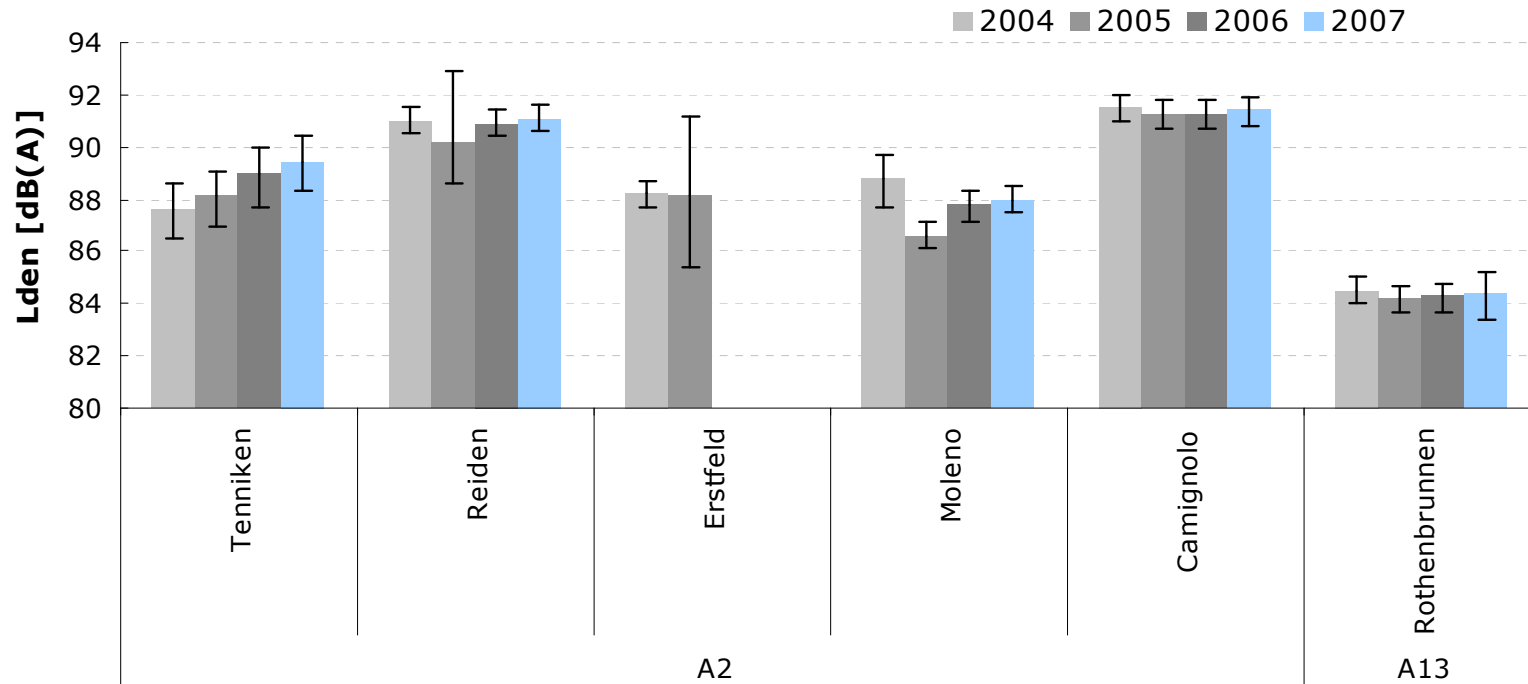


Quelle: Güterverkehr durch die Schweizer Alpen 2007, UVEK, 3.2008

Verkehr

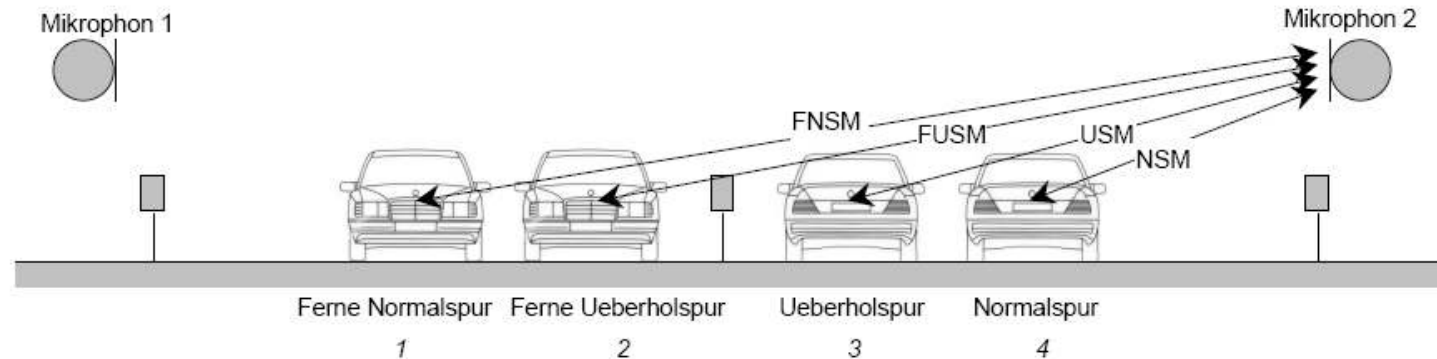


Lden



- ▶ Balken gibt Erweiterte Messunsicherheit an (95 % der Fälle in Bereich Mittelwert ± 0.5 dB(A))
- ▶ Jahre mit grössere Datenlücken bzw. Ungültige Daten haben entsprechend erhöhte Unsicherheit

Freifeldemissionen



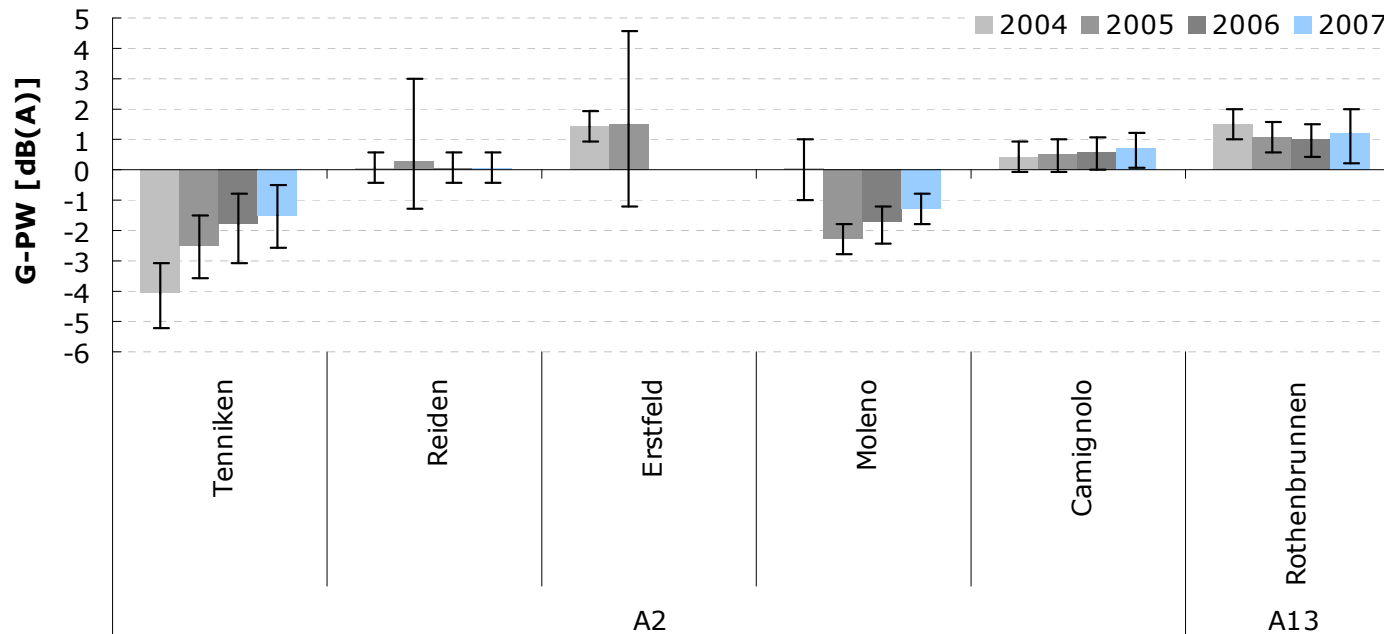
- ▶ Verkehrsdaten, SonRoad Emissionsmodell und Ausbreitungsdämpfungen
- ▶ Modelltuning für beste Übereinstimmung mit Messungen (Korrekturwerte G-PW und G-LW)
- ▶ Berechnung der totalen durchschnittlichen Freifeldemissionspegel in 1 m Abstand (ganze Verkehr auf eine Spur konzentriert)

unerwünschter Fahrspureinfluss kompensiert,
Quellenzuweisung!

Heutschi K., 4.2004: MfM-U: Ermittlung der akustischen Ausbreitungsdämpfungen

Heutschi K., 2004/2005/2006/2007: MfM-U: Auswertung Lärmmonitoring-Daten

Korrekturwerte G



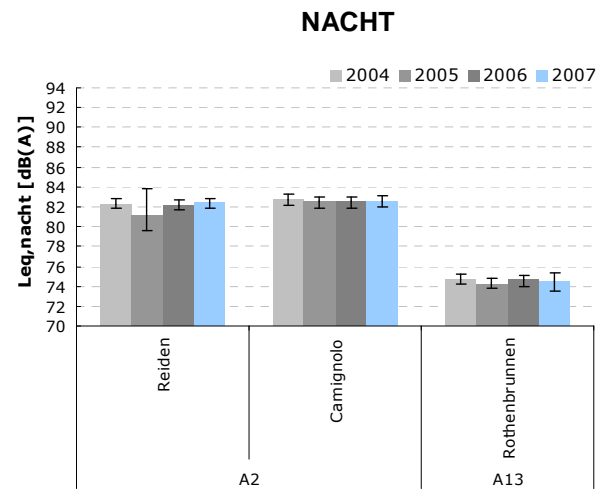
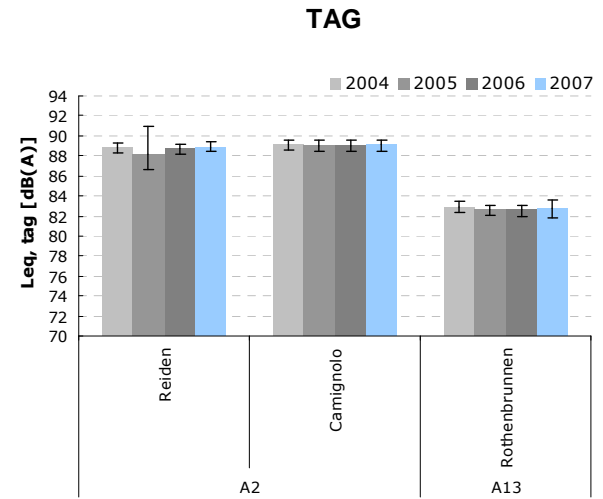
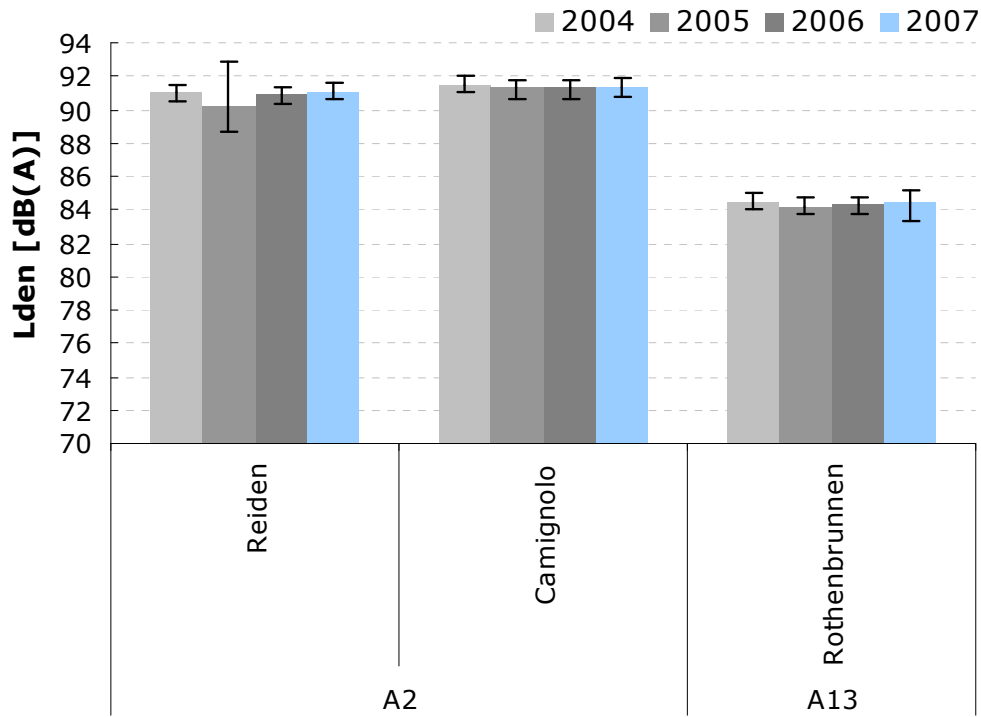
- ▶ stellt mögliche Änderungen des Fahrzeugparks, der Belagskorrektur gegenüber Schwarzbelag ab und der Meteeinflüsse dar

$$G = \text{Freifeldemissionen}_{\text{Messung, SonRoad}} - \text{Emissionen}_{\text{SonRoad}} =$$

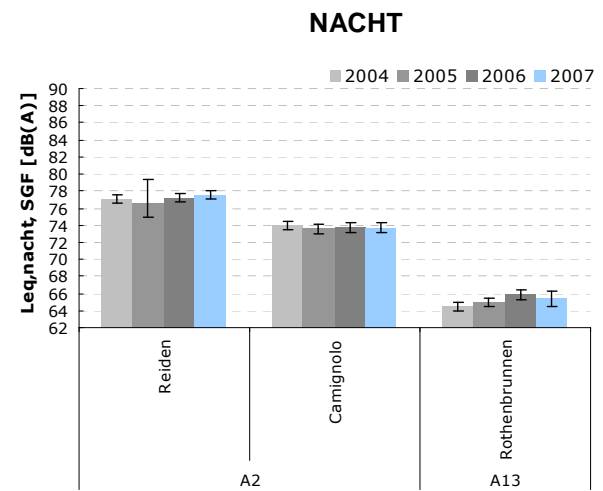
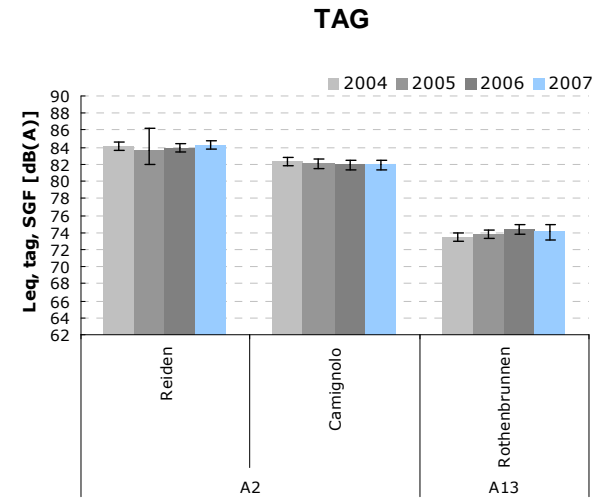
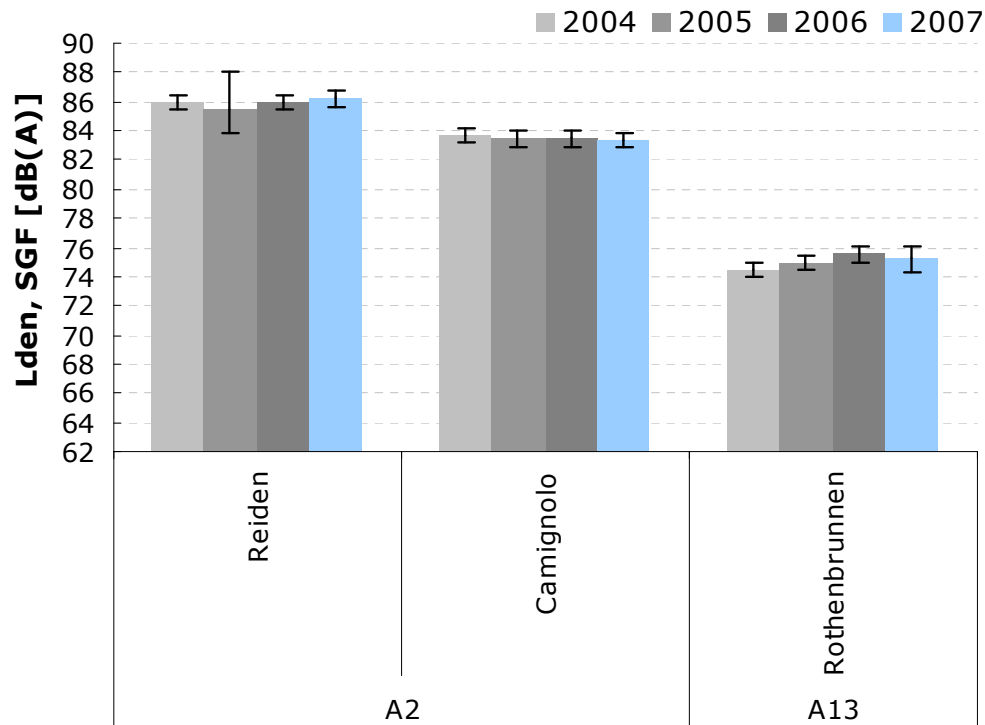
$$= \text{Belagsänderung} + \text{Meteeinflüsse} + \text{Fahrzeugparkänderung} + \text{Fehler}$$

Bei einige Standorte kleiner als die Messunsicherheit!

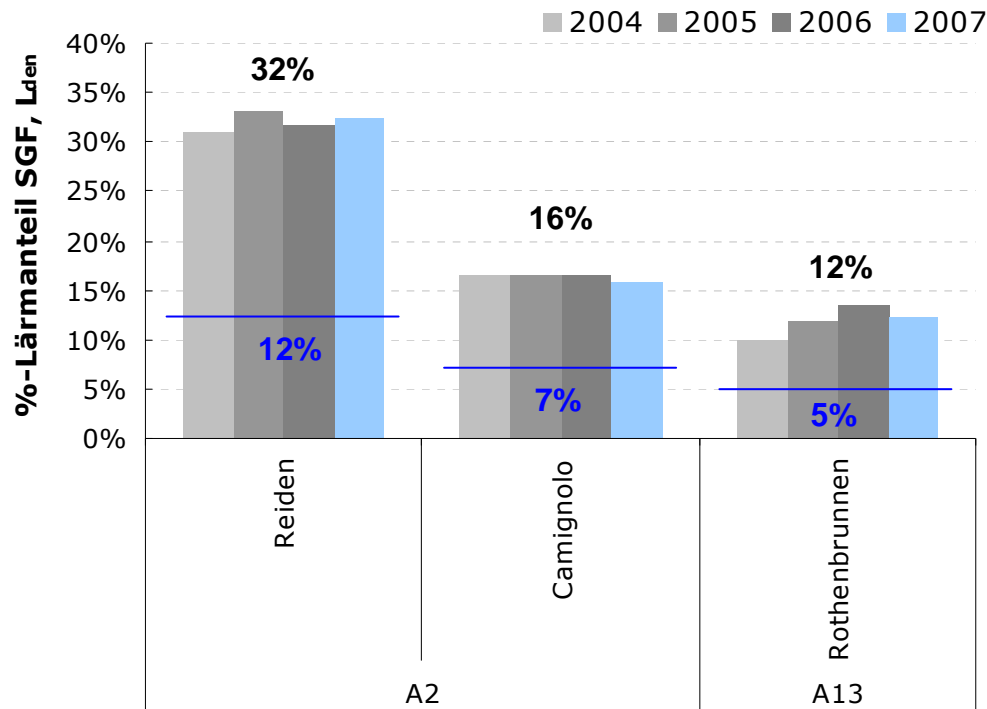
Gesamtverkehr



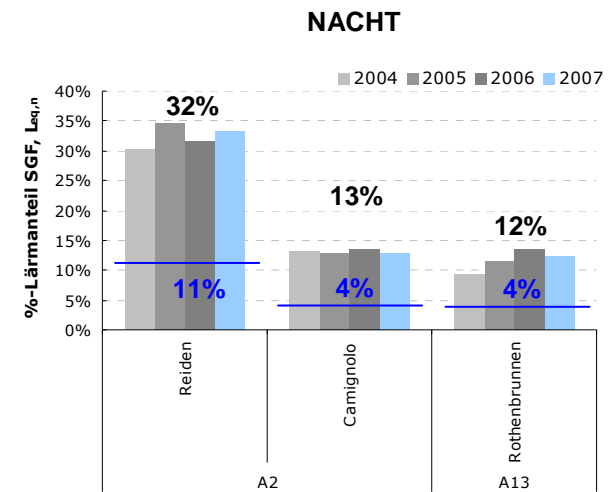
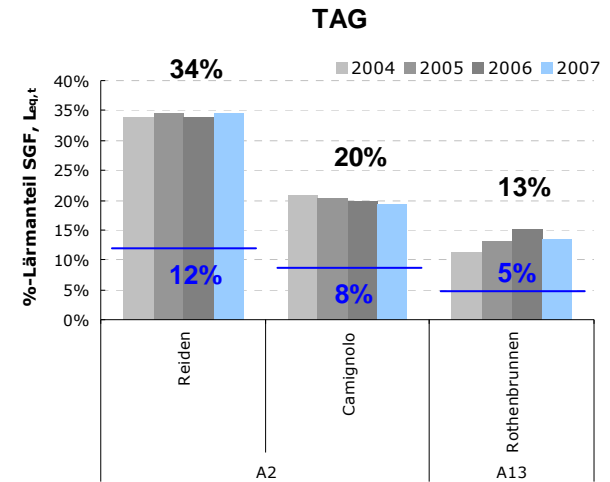
Schwere Güterfahrzeuge



%-Lärmanteil SGF (Energetisch)



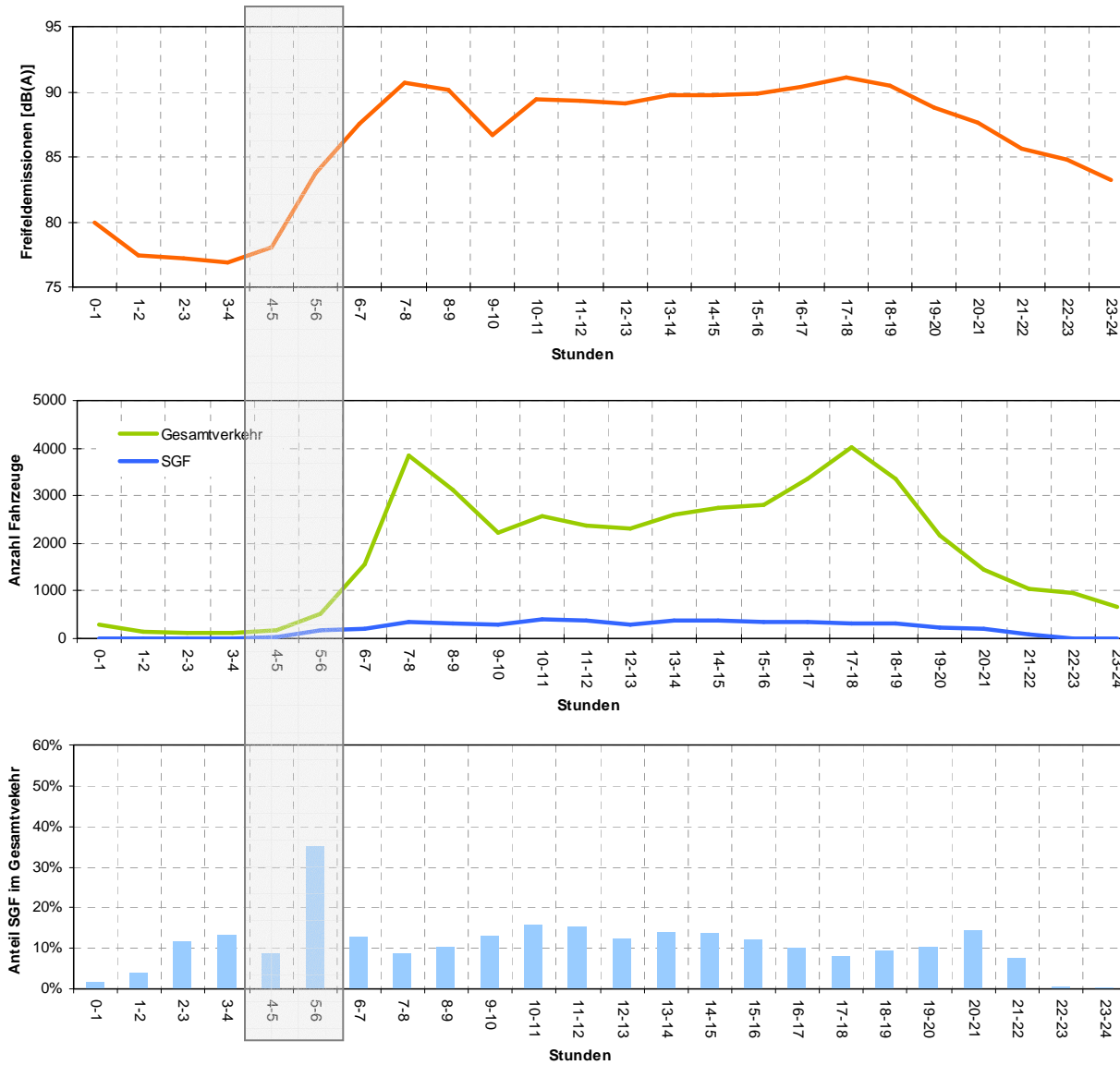
%SGF auf Gesamtverkehr



Resultate

- ▶ Gegenüber den Vorjahren haben sich die jahresdurchschnittlichen Werte an den Stationen Reiden, Camignolo (A2) und Rothebrunnen (A13) **nicht signifikant verändert**
- ▶ Lärmarme Beläge sind an den Stationen Tenniken (Drainbelag) und Moleno (Leca) eingesetzt, diese haben jedes Jahr etwas an positiver Wirkung verloren
- ▶ Differenz Tag – Nacht beträgt ca. 5–8dB
- ▶ die Lärmanteile sind in der Nacht (22–06) wegen des Endes des Nachtfahrverbotes um 05 Uhr gross
- ▶ der Lärmpegel steigt ab 05 Uhr markant an (L_{eq} 4–5dB, $L_{min(A)}$ 15–18dB)

Stunde 05-06



Szenarien

- ▶ Referenzjahr 2005
- ▶ 1 PW Verkehr bleibt gleich
 - ▶ 1.1 SGF nach Verlagerungsziel (650'000 aqGF durch alle Übergänge)
 - ▶ 1.2 SGF 2004 ohne LSVA mit 28t-Limite (1,548 Mio alpenquerende Güterfahrzeuge)
 - ▶ 1.4 keine SGF, nur noch PW
 - ▶ 1.5 SGF fahren 80 km/h
- ▶ 2 Sowohl PW als auch SGF fahren 80 km/h
 - ▶ 2.2 PW fahren 100 km/h und SGF fahren 80 km/h
- ▶ 3 Nachtfahrverbot SGF bis 6 Uhr

	1.1	1.2	1.4	1.5	2	2.2	3
Mittel Lden	-0.4	0.2	-1.3	-0.5	-2.8	-1.3	-0.1
Mittel Leq,n	-0.3	0.2	1.2	0.5	2.0	1.4	-0.4

Temporeduktionen sind effiziente Massnahmen!

Nächste Schritte

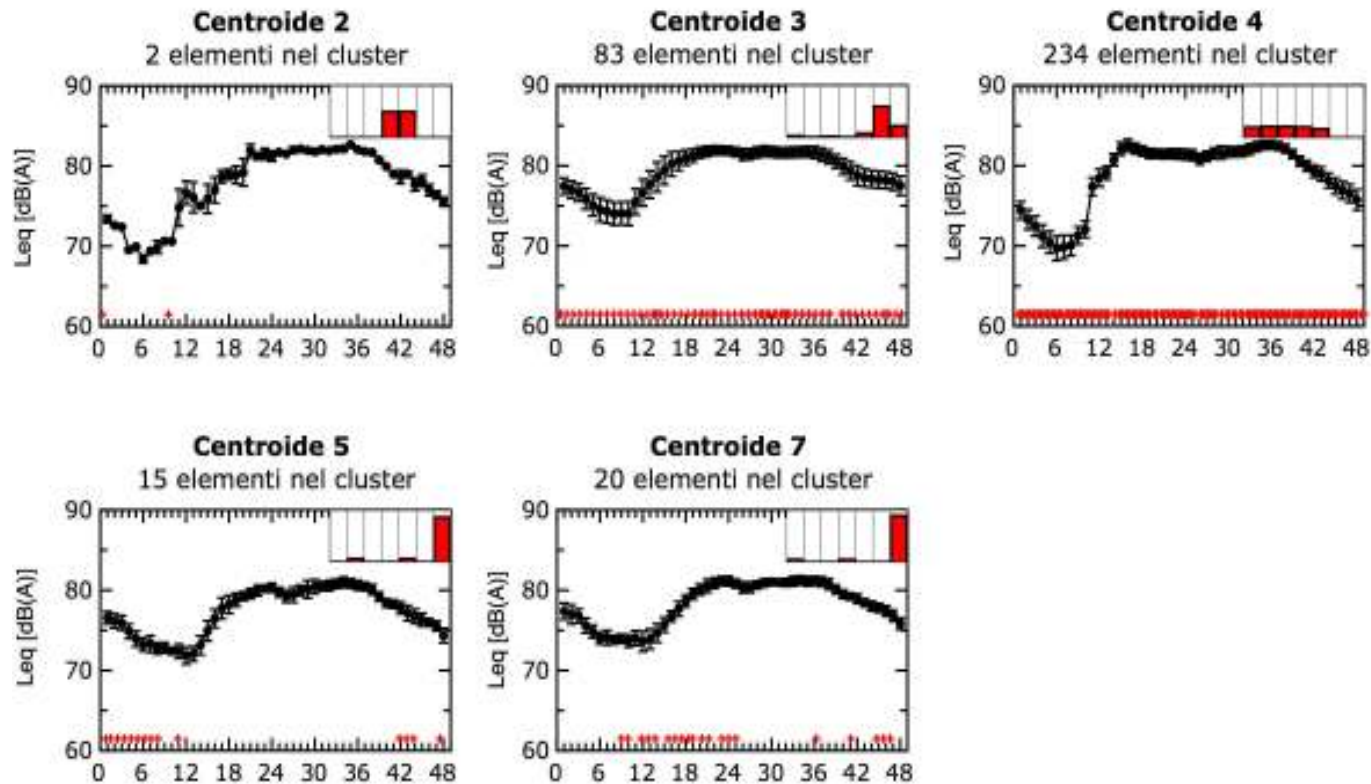
- ▶ Beurteilung der akustischen Eigenschaften der Beläge
 - ▶ SPB und SEM mit MfM-U Messanordnung (Geometrien)
 - ▶ CPX-Methode (Anhänger) von/mit ASTRA?

 Vortrag D. Bozzolo

- ▶ Lärmkartierung (Lärmdatenbank-Schweiz LDBS)
 - ▶ LDBS Berechnung und Auswertung für MfM-U (Wunschliste)
 - ▶ Erste „grobe“ Schätzung Ist-Zustand wurde durchgeführt
 - ▶ Geplant: Genauere Verkehrsdaten, Topographie, Brücken, Belageigenschaften, Höhe von Lärmschutzwänden und Gebäude

 Vortrag K. Ingold

AQC2: Tages-Cluster aus vergangenen Jahren



2004 Leq clusters in Camignolo, direction North, represented is mean 30min value and std. Top-left corner red bars: day of the week (Mo-Su, %). Bottom red dots: day of year 1-365.

Bernasconi A. et al., 5.2007: Procedure di controllo della qualità dei dati del rumore per OASI

Ende

Danke für die Aufmerksamkeit!

Umweltmonitoring MfM-U, Jahresbericht 2005 der Luft- und Lärmmessungen, 2007.

<http://www.bafu.admin.ch/umweltbeobachtung/>