



Autostrada del Brennero SpA
Brennerautobahn AG

AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO



idm
SÜDTIROL
ALTO ADIGE



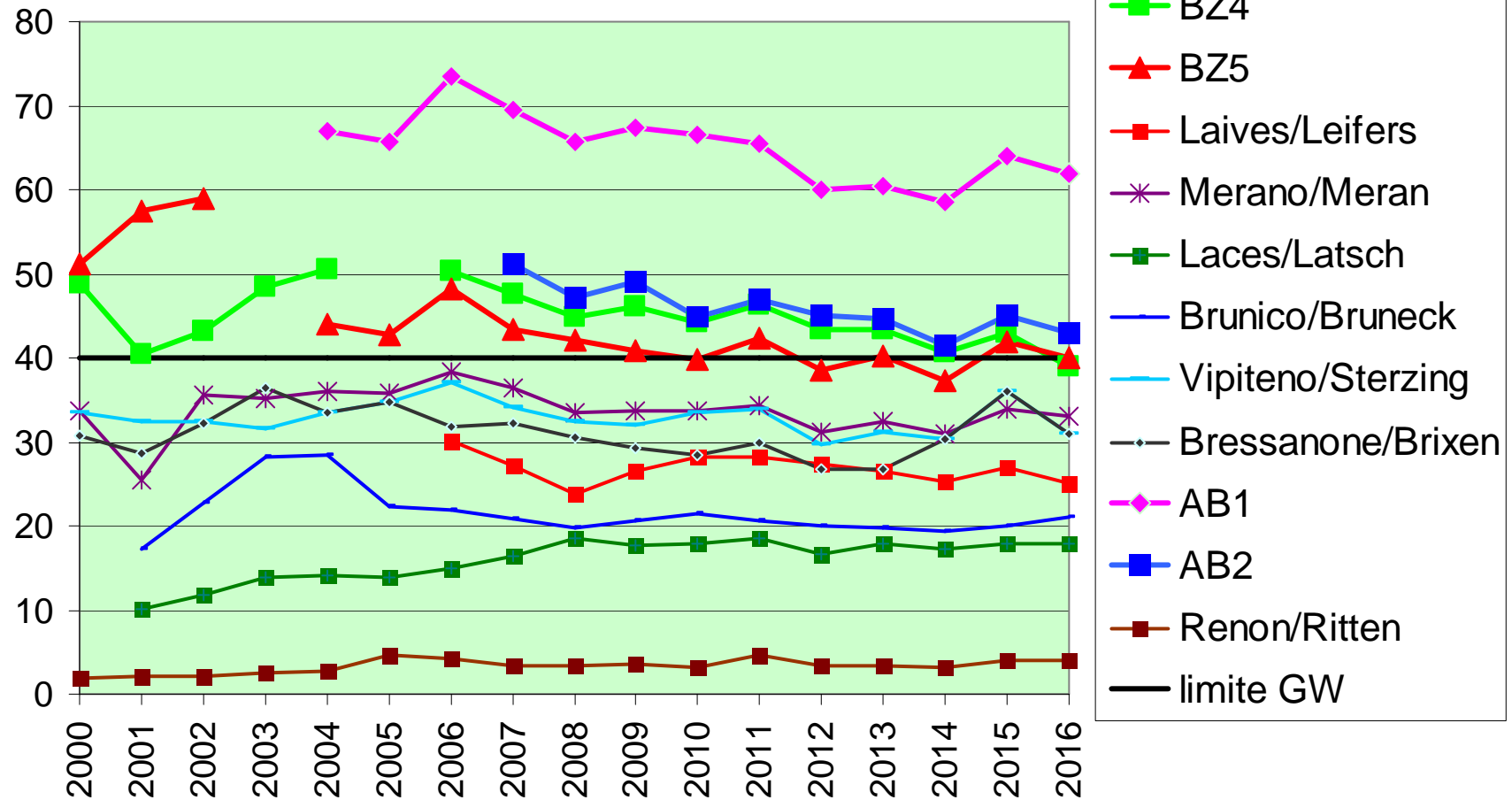
EU-LIFE Projekt “Brenner Lower Emissions Corridor”

Luca Verdi

Landesagentur für Umwelt, Labor für physikalische Chemie, Bozen, Italien
physchemlab@provinz.bz.it

Biossido di azoto Stickstoffdioxid

NO2 - Jahresmittelwerte/medie annuali [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]





Autostrada del Brennero SpA
Brennerautobahn AG

AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO



idm
SÜDTIROL
ALTO ADIGE



- Das Projekt
- Luft und Verkehr
- Teststrecke
- Aktuelles



Das Projekt «BRENNER LOWER EMISSIONS CORRIDOR»

Partners	Brennerautobahn AG (Koordinator) Landesagentur für Umwelt - Bozen Landesagentur für Umwelt - Trient Universität Trient CISMA IDM Südtirol / Alto Adige
Dauer	01.09.2016 – 30.04.2021
Gesamtkosten	3,8 M€
LIFE-Kofinanzierung	1.9 M€

LIFE: EU Programm bezogen auf Umwelt und Klima für 2014-2020.
Direkte Finanzierung durch die europäische Kommission

Herausforderung: Umwelt

Luftqualität + Lärm

Notwendigkeit, die Luftqualität zu verbessern, vor allem im städtischen Bereich

Klimawandel

Treibhausemissionen aus dem Transportwesen reduzieren



Das Projekt «BRENNER LOWER EMISSIONS CORRIDOR»



AlpineBLEC: Kufstein (A) - Affi (I)

Ziele

Konzept für ein «**Low Emissions Corridor**» für die A22 Strecke entwickeln: experimentelle und wissenschaftliche Analysen von integrierten, dynamischen Maßnahmen und Strategien der Verkehrsregelung basierend auf einer proaktiven Logik

Possible Extension to the whole alpine corridor («**Alpine BLEC**»)





Das Projekt «BRENNER LOWER EMISSIONS CORRIDOR»



AlpineBLEC: Kufstein (A) - Affi (I)

Ziele

Maximal environmental benefit

Minimal penalization for the users

Optimize the use of the
infrastructure

Maximal security level





Autostrada del Brennero SpA
Brennerautobahn AG

AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE



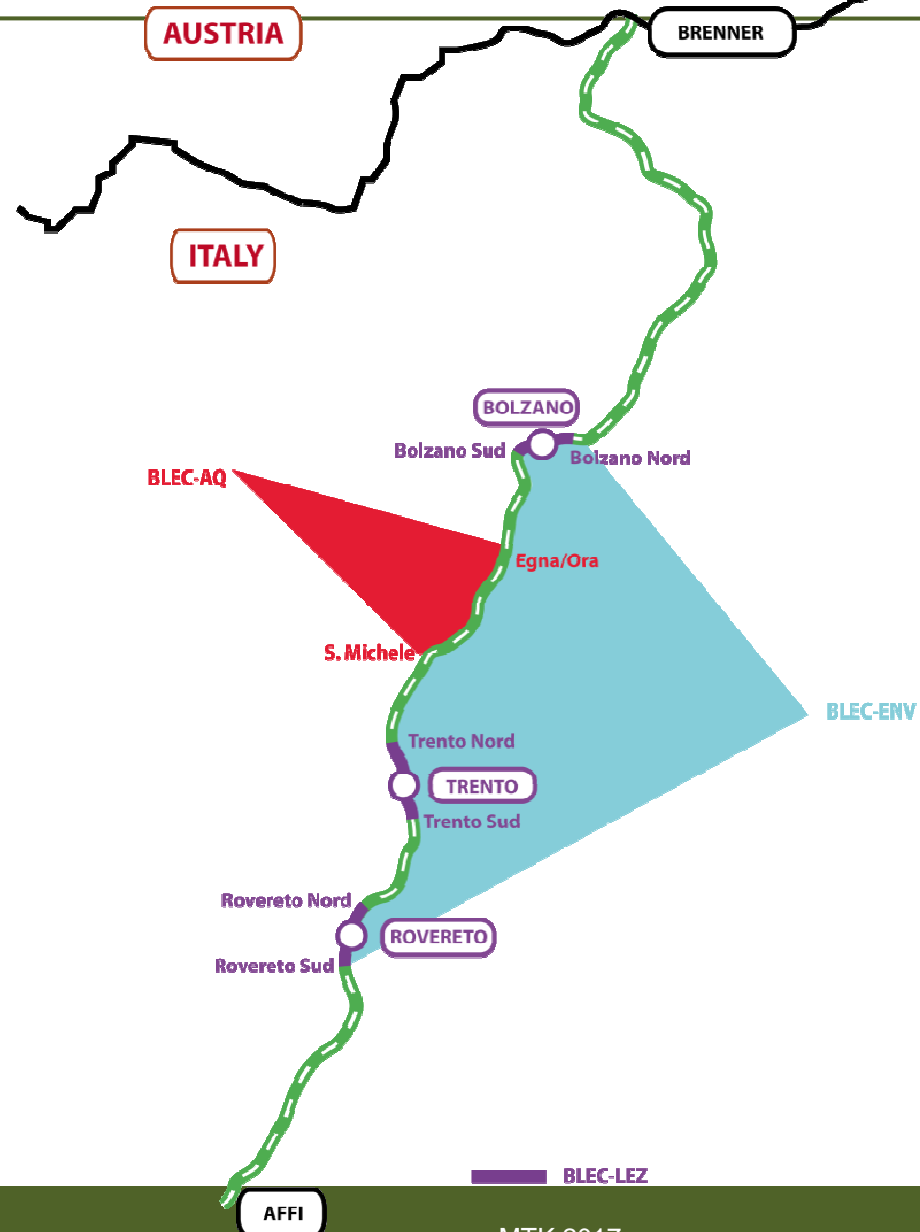
PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO



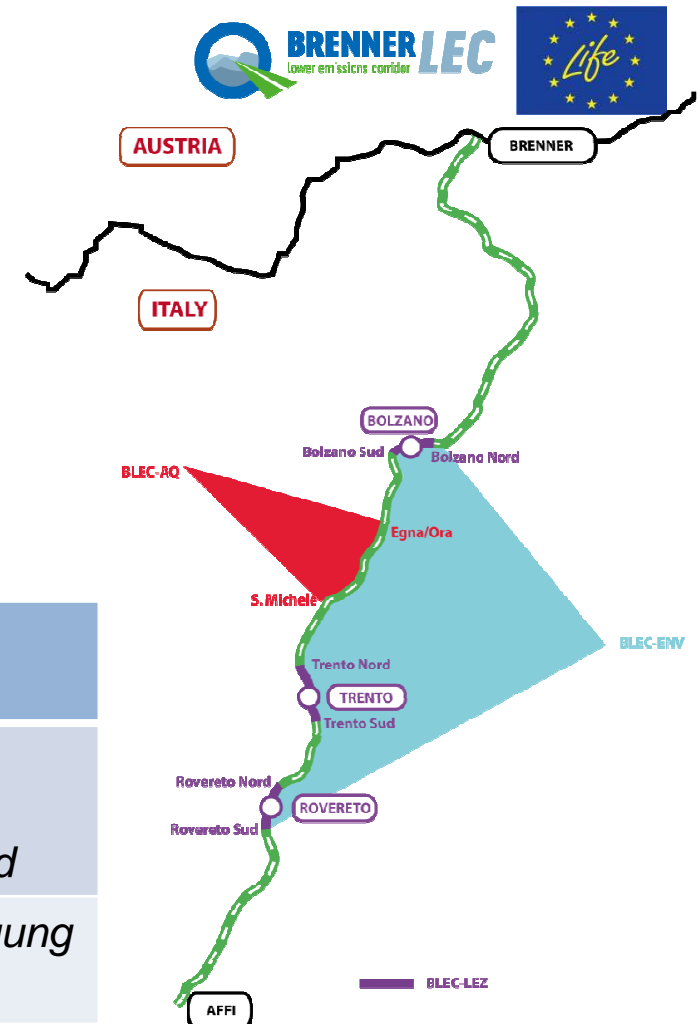
IDM
SÜDTIROL
ALTO ADIGE



Proposed experimental policies

Abschnitt BLEC-ENV: Bozen Nord – Rovereto Sud (ca.90 km)

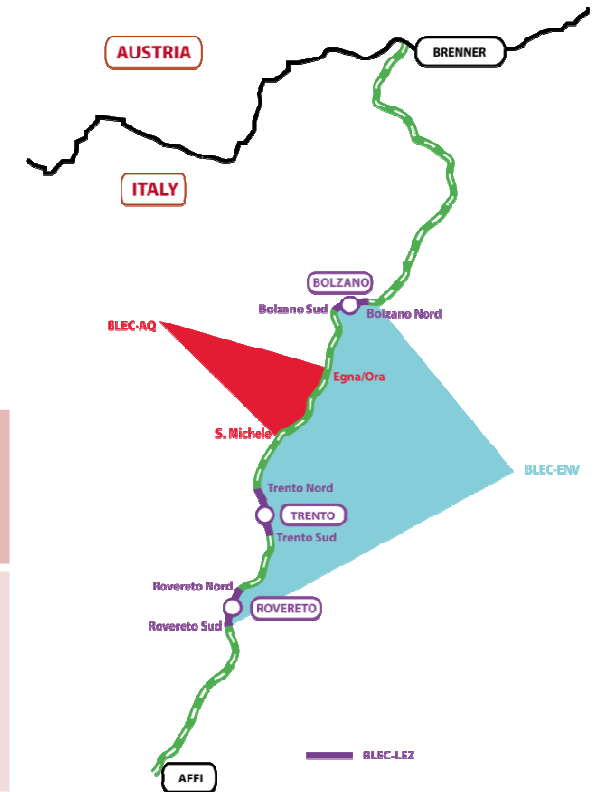
Policy	Dynamische Regelung der Autobahnkapazität	
measure	Verringerung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit	<i>Wenn starker Verkehr vorhergesagt wird</i>
	Pannestreifenfreigabe	<i>Bei starker Sättigung der Straße</i>



Proposed experimental policies

Abschnitt BLEC-AQ: Neumarkt/Auer– S.Michele (ca. 20 km)

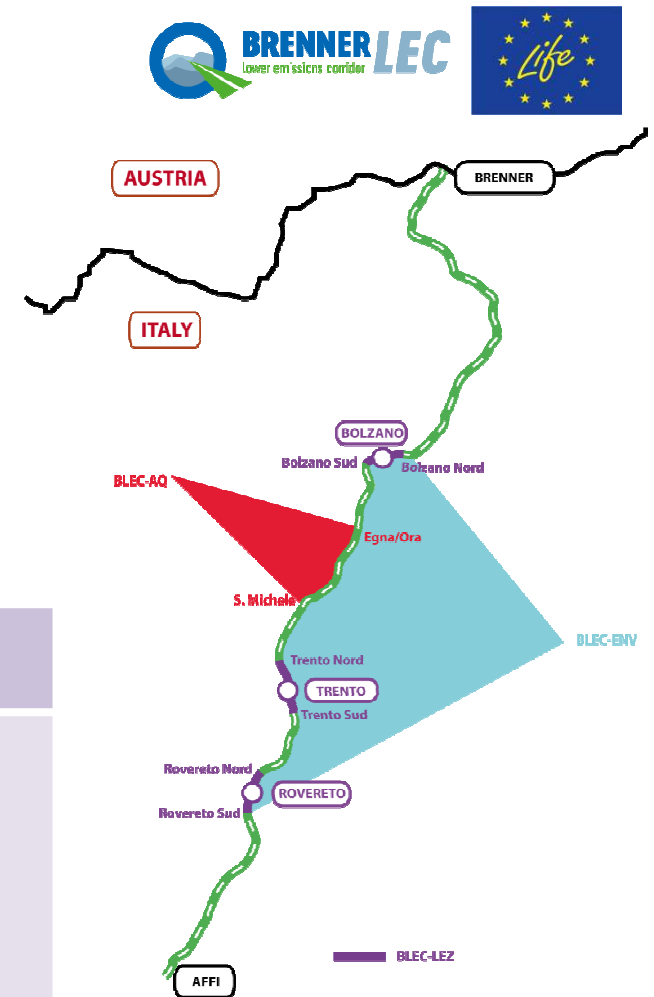
Policy	Dynamische Steuerung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit	
measure	Steuerung der Höchstgeschwindigkeit für Leichtfahrzeuge	<i>In Abhängigkeit von der prognostizierten Luftbelastung</i>



Proposed experimental policies

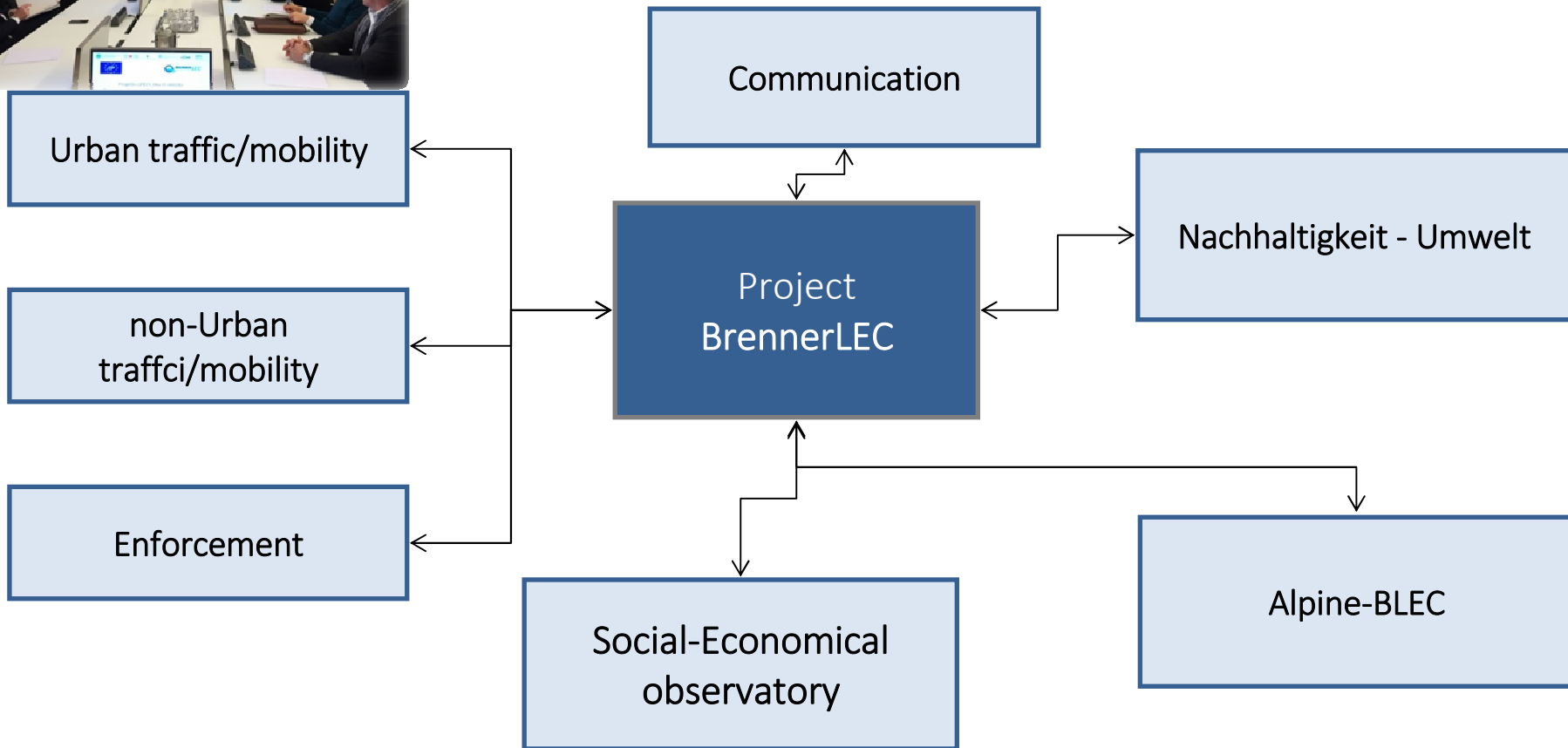
Abschnitt BLEC-LEZ: bei den Städten Bozen, Trient und Rovereto

policy	Integrierte Regelung der Verkehrsbeschilderung	
measure	Leitung der Verkehrsströme über die empfohlenen Routen	<i>Schwierige Verkehrsbedingungen in der Nähe von Ballungszentren</i>

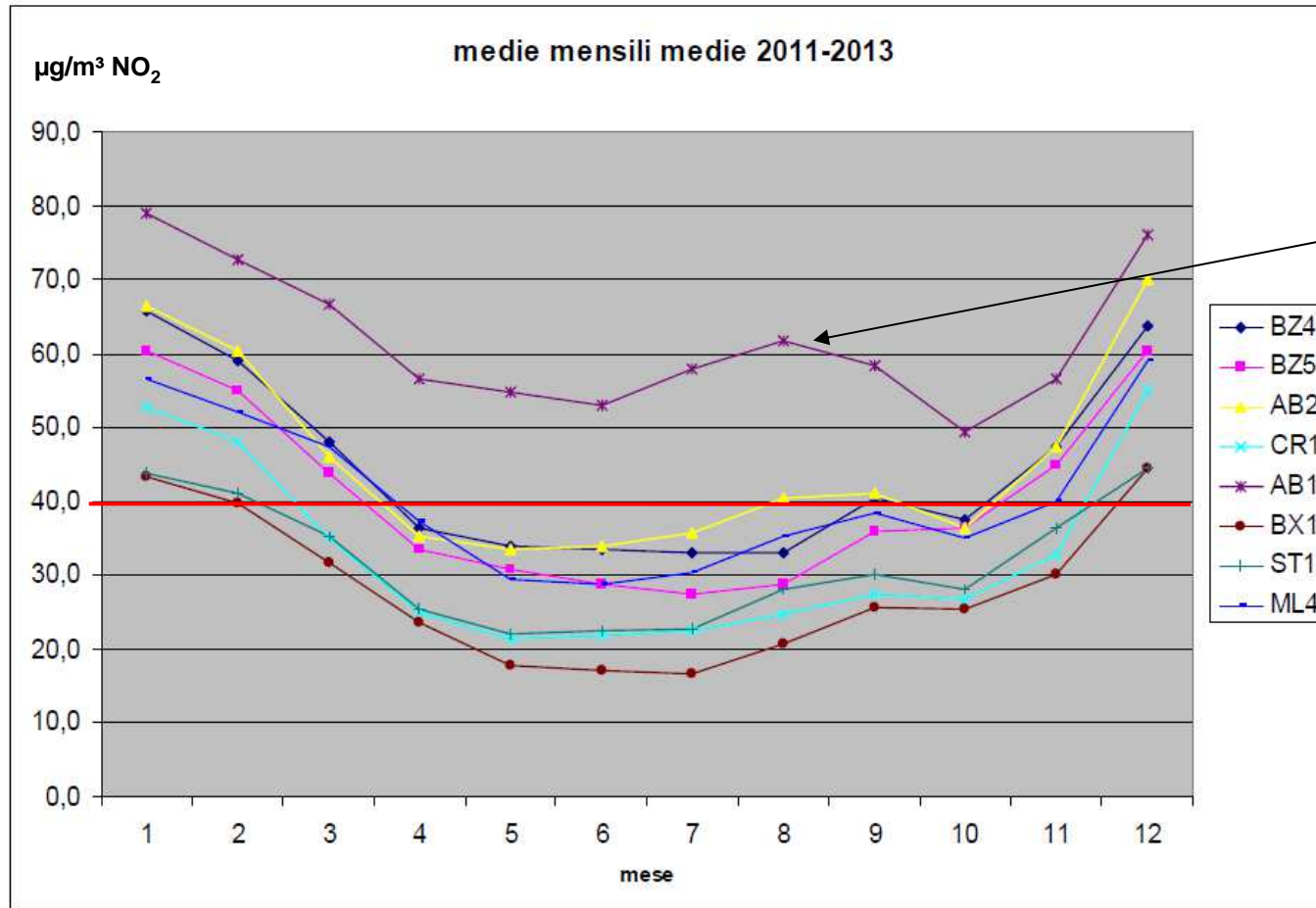




STAKEHOLDER miteinbeziehen



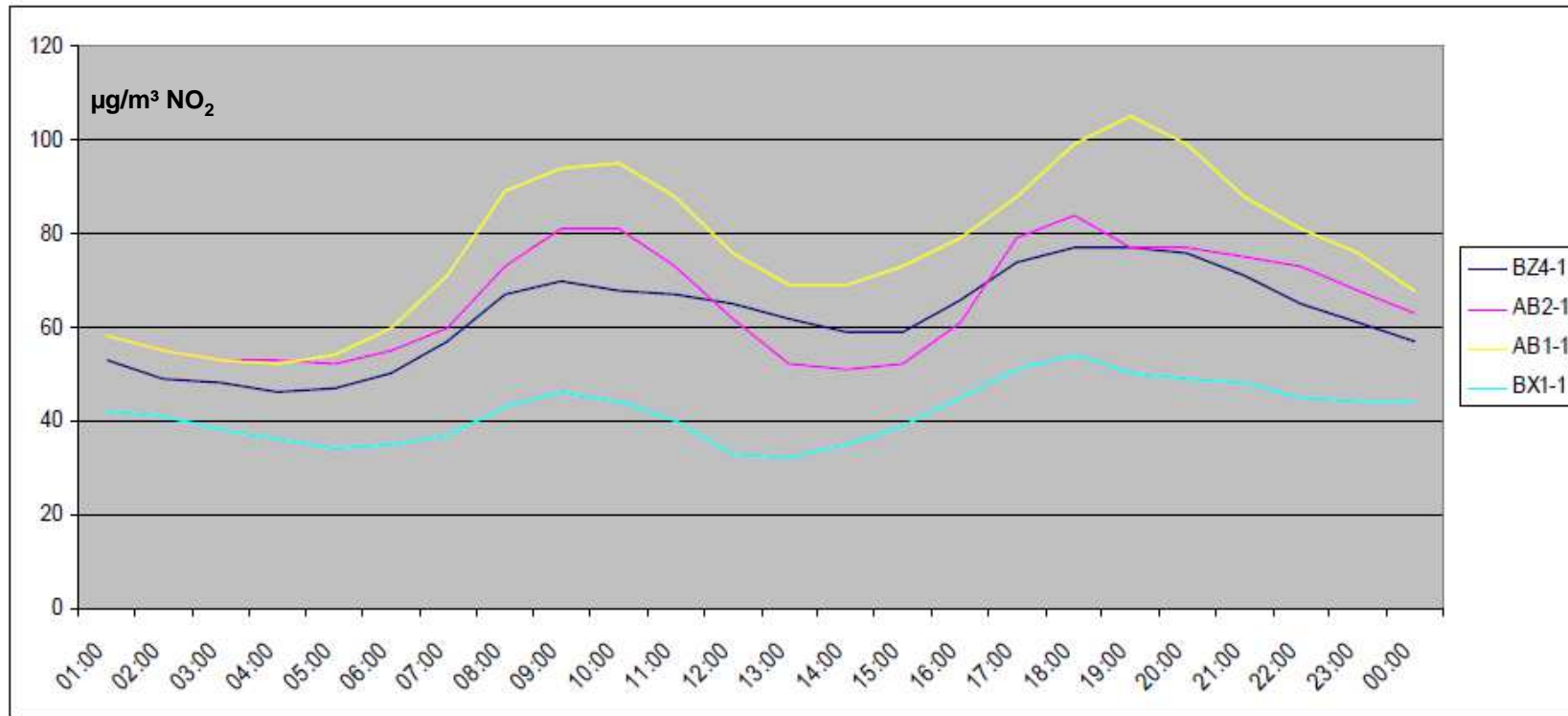
Luftqualität MMW



Winter months offer greatest potential for reduction due to adverse weather conditions.

NO_2 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ limit is exceeded in all months along the highway (monitoring station AB1)

Luftqualität - Tagesverlauf



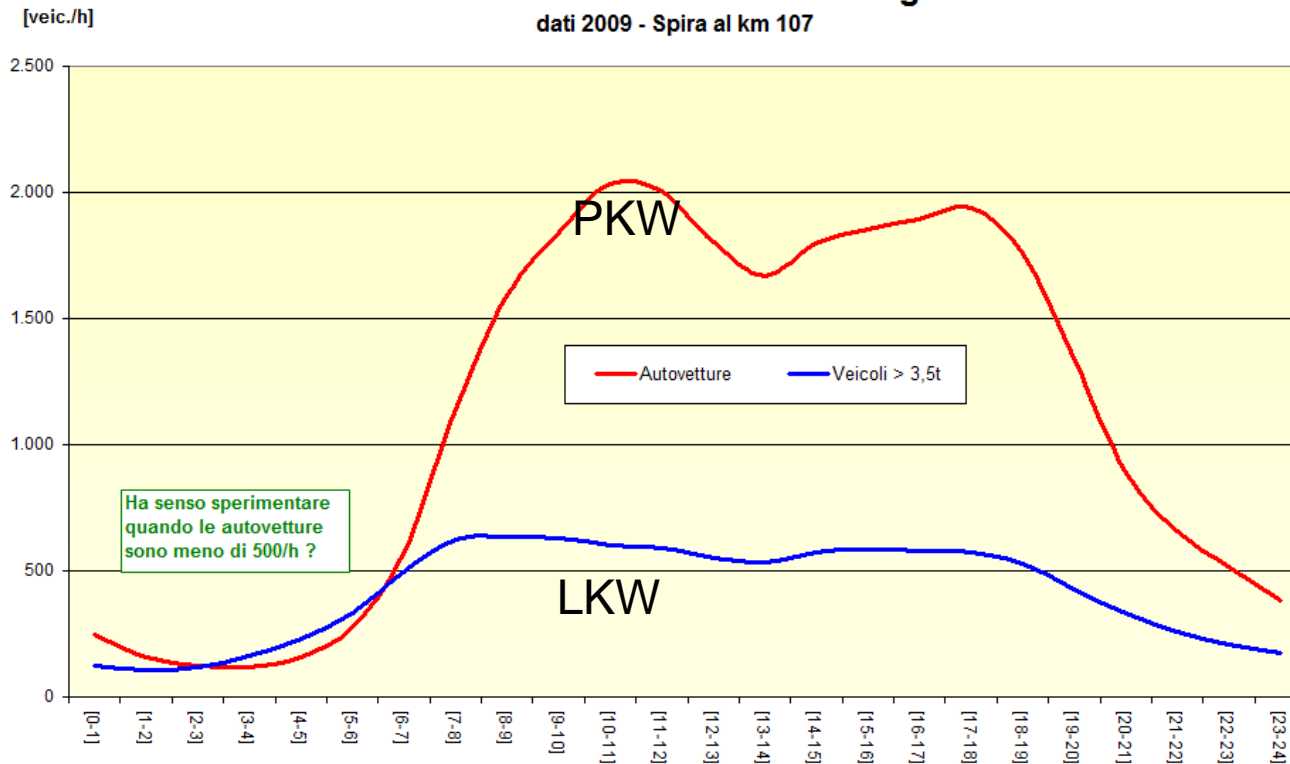
From midnight to early morning cleaner air, but in winter critical conditions may occur even in these hours.

Verkehr



Media transiti veicoli nelle ore del giorno

dati 2009 - Spira al km 107



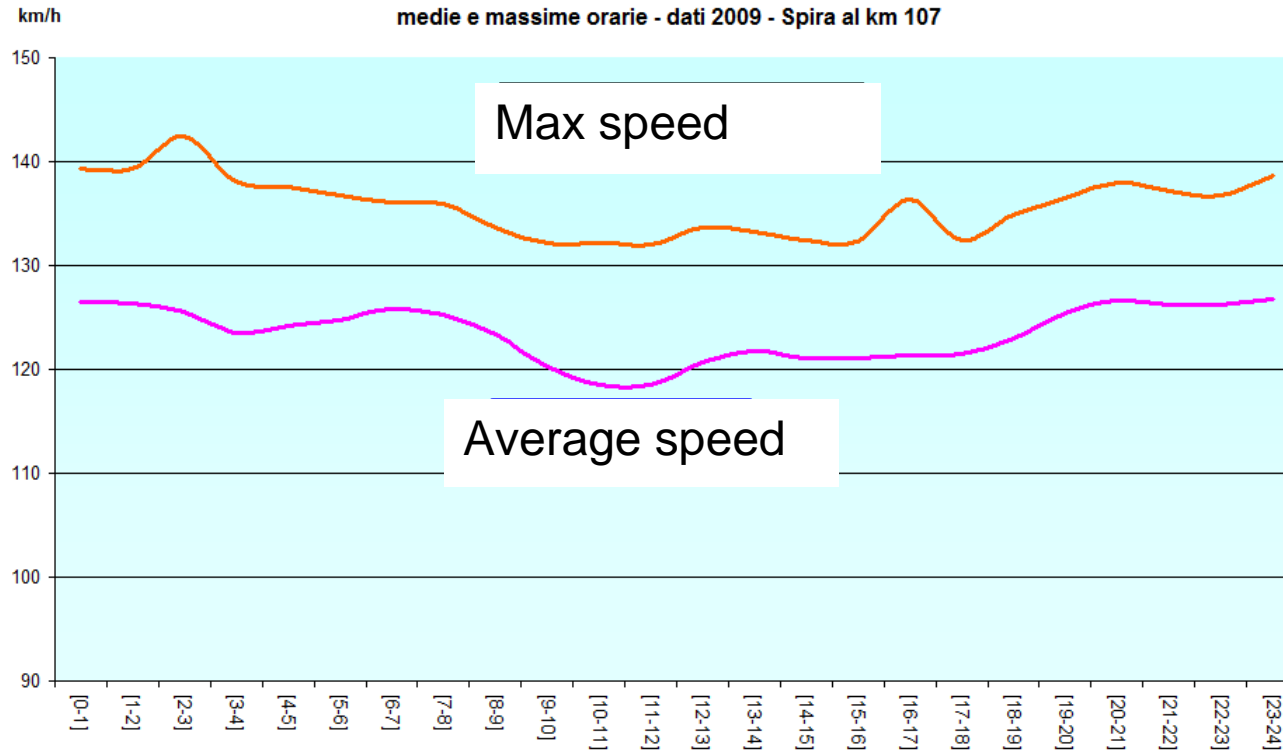
Speed reduction will affect only light vehicles; maybe it won't have any significant effect with extremely low flow (i.e. during night)

Particular cases (i.e. heavy traffic during nighttime in summer weekends) will be studied apart

Verkehr



Velocità di transito delle autovetture
medie e massime orarie - dati 2009 - Spira al km 107



Higher average speed over the day is registered with lower traffic (nighttime), while during the the maximum transit hours the average falls of about 10 km/h.

Emissionen



Why act only
on light vehicles?
NO_x emission
EURO 5 → EURO 6

ICCT Briefing Paper:

NO_x emissions from heavy-duty and light-duty diesel vehicles in the EU:

Comparison of real-world performance and current type-approval requirements

PDF zum Download (ab 6.1.):

<http://www.theicct.org/nox-europe-hdv-ldv-comparison-jan2017>



Abbildung 2: Durchschnittliche Emissionen von Stickoxid (NO_x) Euro V und Euro VI Lkw sowie Euro 5 und Euro 6 Diesel-Pkw unter realen Fahrbedingungen (in g/km). Zum Vergleich auch die Emissionen eines Euro 6 Benziner-Pkws.

Emissionen



Pkw mit Dieselmotor [Bearbeiten | Quelltext bearbeiten]

Norm	Emissionsgrenzwerte für Pkw mit Dieselmotor Angaben in mg/km außer PN (1/km)									
	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5a	Euro 5b	Euro 6b	Euro 6c	Euro 6d-TEMP	Euro 6d
Typgenehmigung neue Fahrzeugtypen	ab 1. Jul. 1992	ab 1. Jan. 1996	ab 1. Jan. 2000	ab 1. Jan. 2005	ab 1. Sep. 2009	ab 1. Sep. 2011	ab 1. Sep. 2014	ab 1. Sep. 2017	ab 1. Sep. 2017	ab 1. Jan. 2020
Typgenehmigung neue Fahrzeuge	ab 1. Jan. 1993	ab 1. Jan. 1997	ab 1. Jan. 2001	ab 1. Jan. 2006	ab 1. Jan. 2011	ab 1. Jan. 2013	ab 1. Sep. 2015	ab 1. Sep. 2018	ab 1. Sep. 2019	ab 1. Jan. 2021
Testzyklus	NEFZ	NEFZ	NEFZ	NEFZ	NEFZ	NEFZ	NEFZ	WLTP	WLTP	WLTP
RDE (Konformitätsfaktor)	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	1,5
CO	2720	1000	640	500	500	500	500	500	500	500
(HC + NO _x)	970	700 / 900 ²	560	300	230	230	170	170	170	170
NO _x	-	-	500	250	180	180	80	80	80	80
PM	140	80 / 100 ²	50	25	5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
PN	-	-	-	-	-	6·10 ¹¹	6·10 ¹¹	6·10 ¹¹	6·10 ¹¹	6·10 ¹¹

What should we expect in the short term for car/light vehicle NO_x emissions?

Does it still make sense operating on speed reduction? Reasonably yes, because:

- * from september 2017 new standard cycle
- * from september 2019 on road testing & approval with reducing tolerance up to september 2021
- * renewal of fleet with new NO_x standard foreseen be to completed by 2030

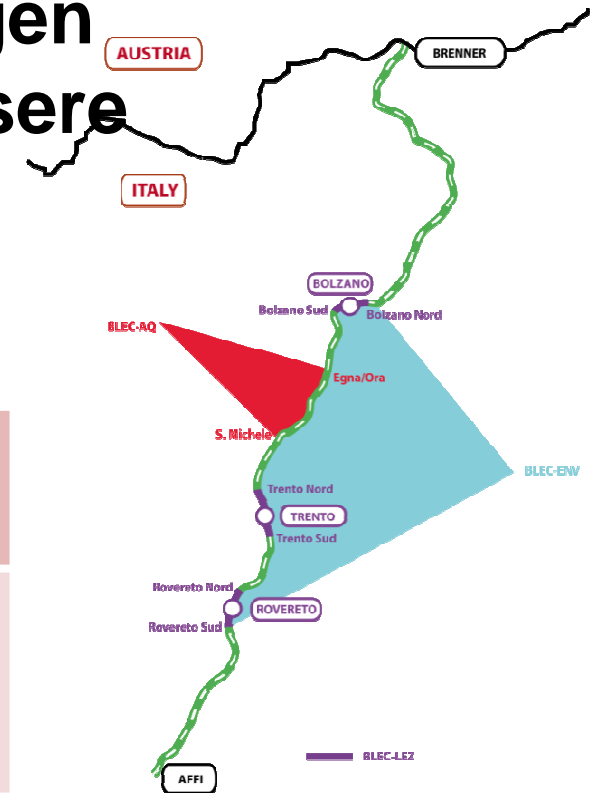
Focus on BLEC-AQ



dynamische Steuerung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit für eine bessere Luftqualität

Abschnitt BLEC-AQ: Neumarkt/Auer– S.Michele (ca. 20 km)

Policy	Dynamische Steuerung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit	
measure	Steuerung der Höchstgeschwindigkeit für Leichtfahrzeuge	<i>In Abhängigkeit von der prognostizierten Luftbelastung</i>





OBJECTIVES OF ACTION B.4 (BLEC-AQ)



- **Reduce pollutants concentrations** (mainly NO_x) and noise in areas adjacent to the highway by acting on emission source
- Achieve the **best possible benefit** to local population while generating as **little discomfort** as possible for drivers
- Actively contribute to spread of eco-friendly behaviors and make them more acceptable for general public
- Test the policies and procedures on a limited stretch of highway, quantitatively analyzing the effects and developing **best practices** to be extend throughout a larger corridor in the future
- **Push the change of current italian legislation**, in order to allow speed reduction for environment protection (presently not admitted)

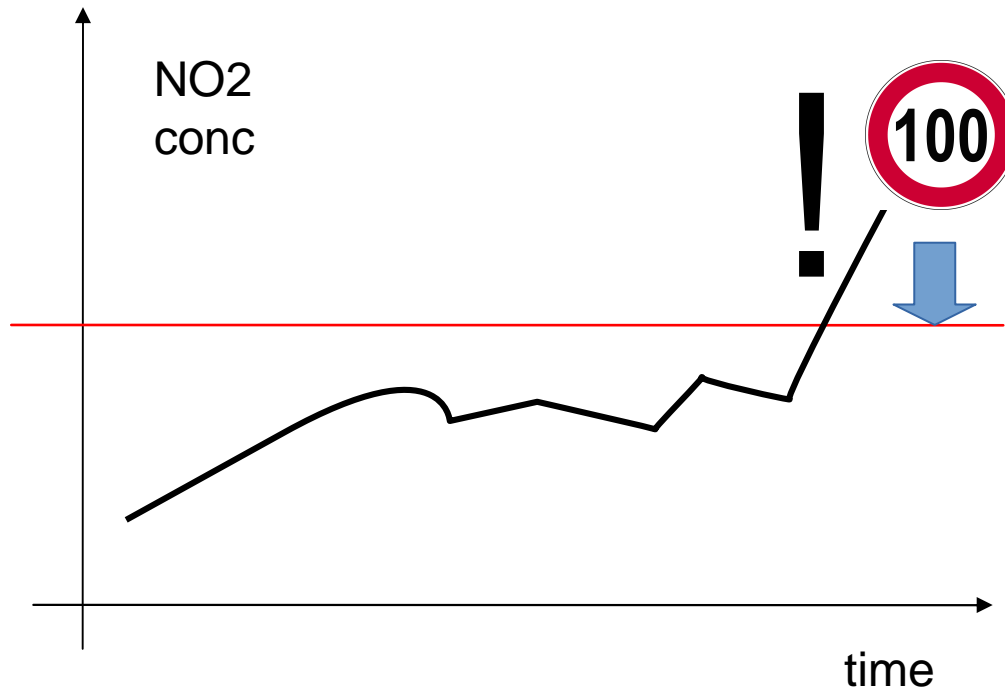


WAS WANN?

Experiments start in February 2017 and end in April 2021

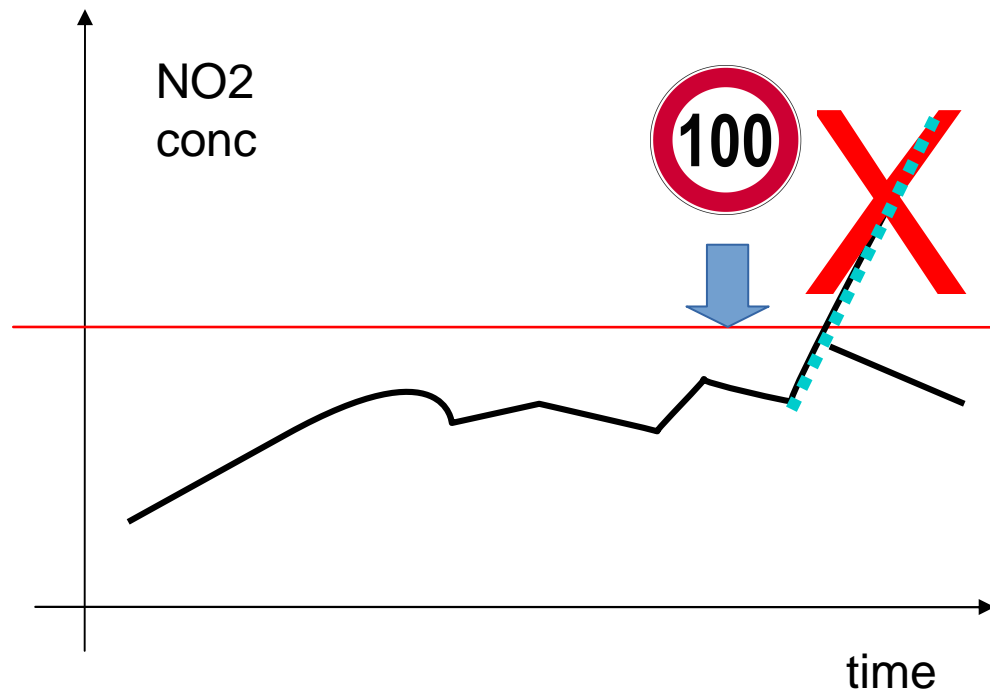
Stage #	Time period & policy description	
Pre-stage	February 2017- April 2017	Testing the system reactivity and the driver response, in order to ensure the success of following phase 1
Stage 1	May 2017 - April 2018	Verification of actual effectiveness of speed reduction 130 → 100 km/h (on NO2 average mean) for light duty vehicles
Stage 2	May 2018 - April 2019	Verification of actual effectiveness of speed reduction 130 → 110 → 90 km/h, or other combinations , with comparison among them
Stage 3	May 2019 - September 2019	Speed management based on measured air quality conditions (reactive system)
Stage 4	October 2019 - April 2021	Speed management based on forecasted air quality conditions (proactive system)

stage 3: reactive system



measured exceedance of NO2 threshold → speed limit reduction

stage 4: proactive system



3 steps:

- * traffic forecast
- * weather forecast
- * air quality forecast

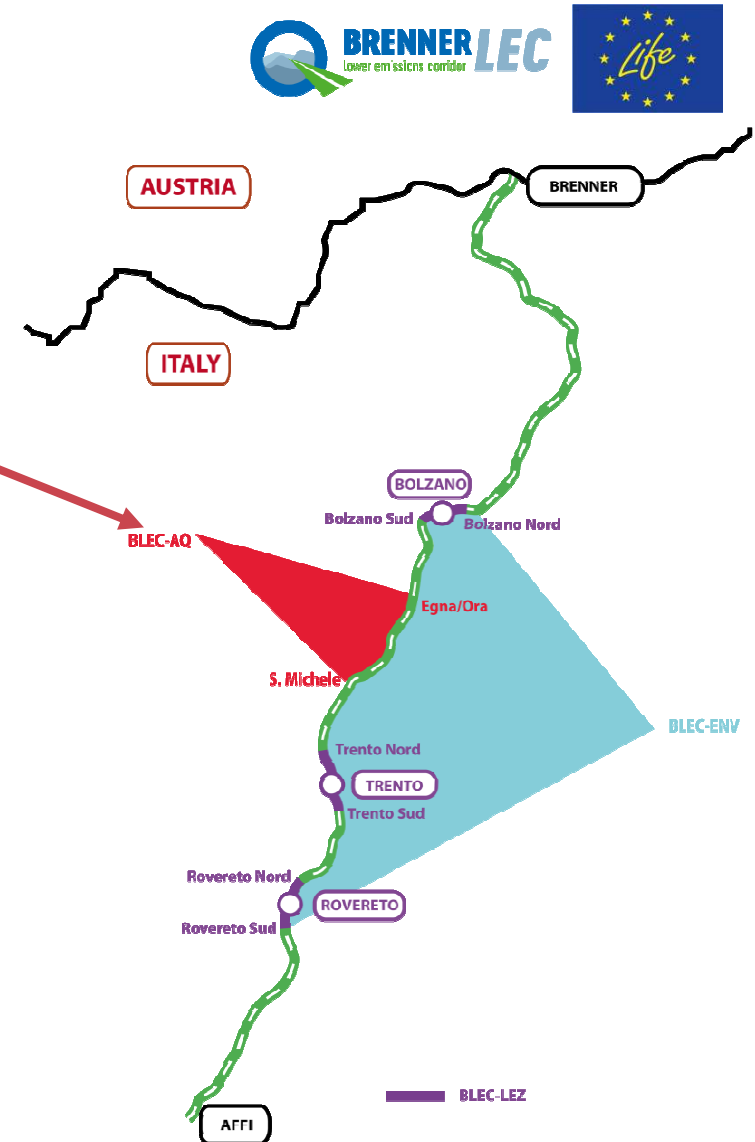
- * modeled exceedance of NO2 → speed limit reduction before threshold is actually reached

WO?

Teststrecke zwischen Mautstelle Neumarkt & Mautstelle S.Michele
~ 20 km

Instrumented experimental stretch ~10 km

The experimental stretch is on his turn divided in two parts (one for speed reduction and one for reference)



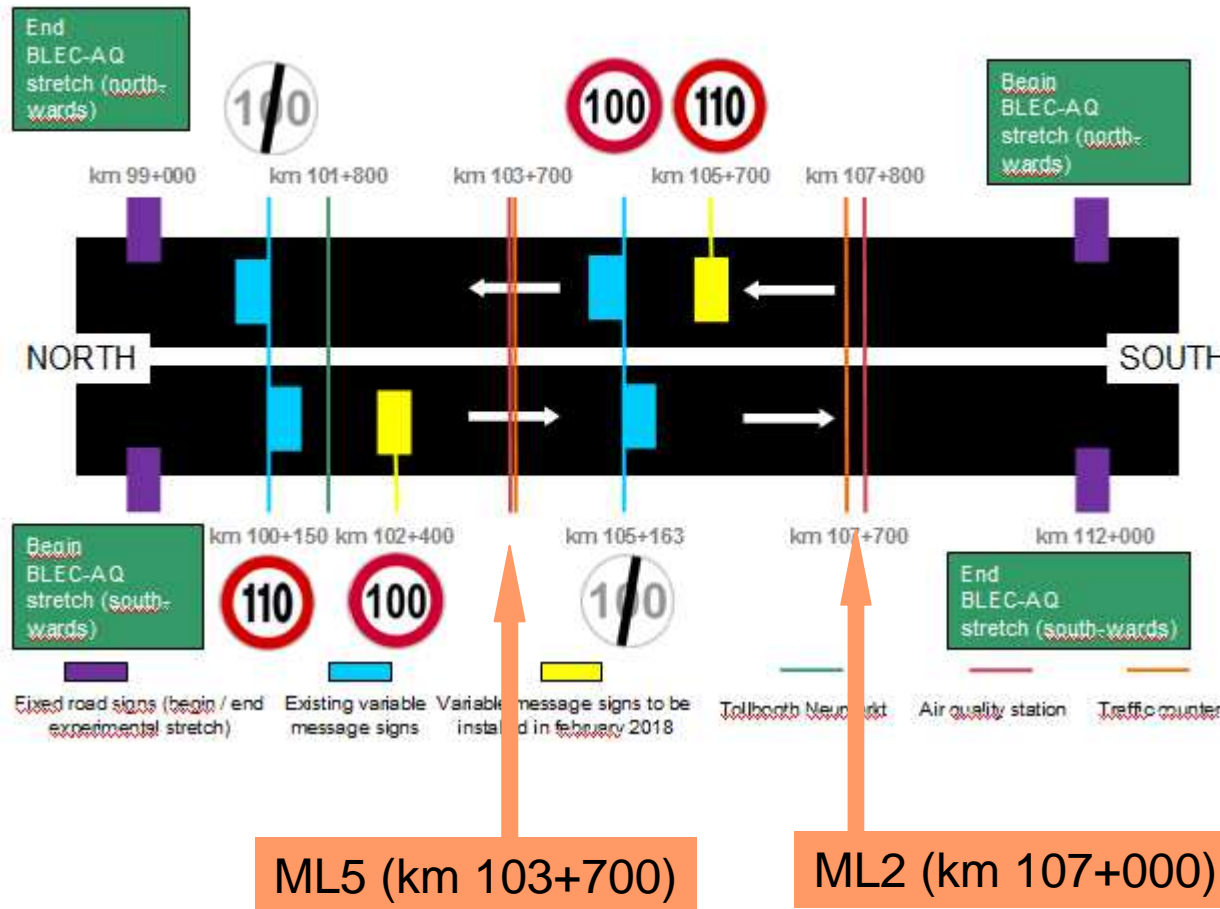
Von 130 auf 100 km/h für 10 km kostet 83 s



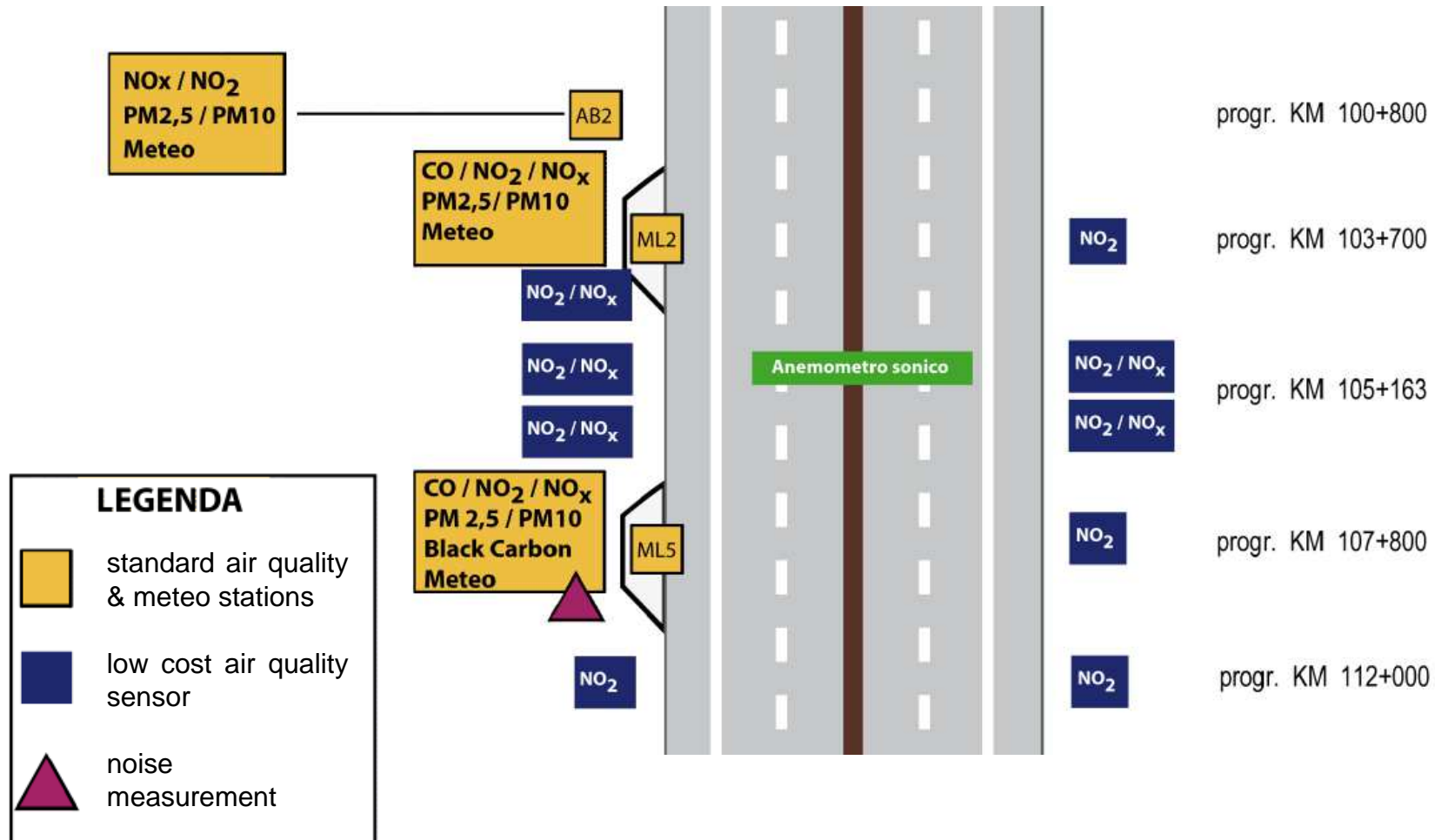
Auswahl der Location

- breit
- NS,
- Homogen
- NO (kaum) Seitentäler
- NO (kaum) Emissionen

Schilder und Informationstafeln



Messgeräte und Messkonzept





Autostrada del Brennero SpA
Brennerautobahn AG

AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE



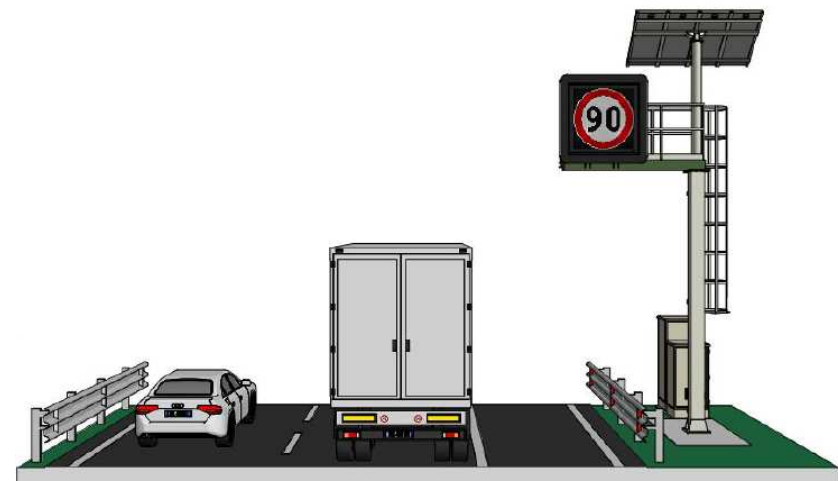
PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO



idm
SÜDTIROL
ALTO ADIGE





Messgeräte und Messstrategie

- 3 Messstationen für die Luftqualität (km 164+400, km 103+700, km 107+800)
+ schon existierende Messstationen
- NO₂ Sensoren
- 12 FERM Passivsammler für NO₂
- 1 Messpunkt für die Lärmbelastung (km 107+800)
- 3 Meteostationen (2 komplette + 1 Ultraschallanemometer)

Messstationen für die Luftqualität (alle in Richtung Süden)



ML2 – km 107+800

ML5 – km 103+700



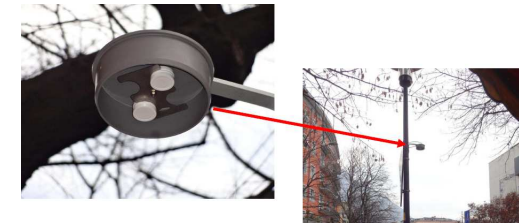
km 164+400

Messgeräte

NOx e NO₂



HORIBA: APNA-370 +



Passivsammler

Black Carbon



Aethalometer-Magee AE33

Particulate matter



Particle counter +



PM – Thermo Sharp 5030

IPA



EcoChem PAS 2000



KEY FEATURES

- Full Spectrum 7-Wavelength analysis: UV – IR, 1 Hz data
- DualSpot™ Technology* for filter “loading effect” compensation
- Real-time source apportionment
- NIST-traceable Calibration / Validation by ND optical kit
- Network ready for remote management and data transfer

MEASUREMENT PRINCIPLE

Continuous collection of aerosol on filter with simultaneous measurement of attenuation of transmitted light at wavelengths of 370, 470, 520, 590, 660, 880 and 950 nm.

Black Carbon concentration measurement is defined by the absorption measurement at 880 nm.

Multiple wavelength analysis for source apportionment (identification of biomass smoke), studies of aerosol light absorption, radiative transfer, atmospheric optics.

High data rate capability for source and emissions testing.

NO2 Sensoren

Räumliche Auflösung und Abdeckung

Preis und Wartung: günstig



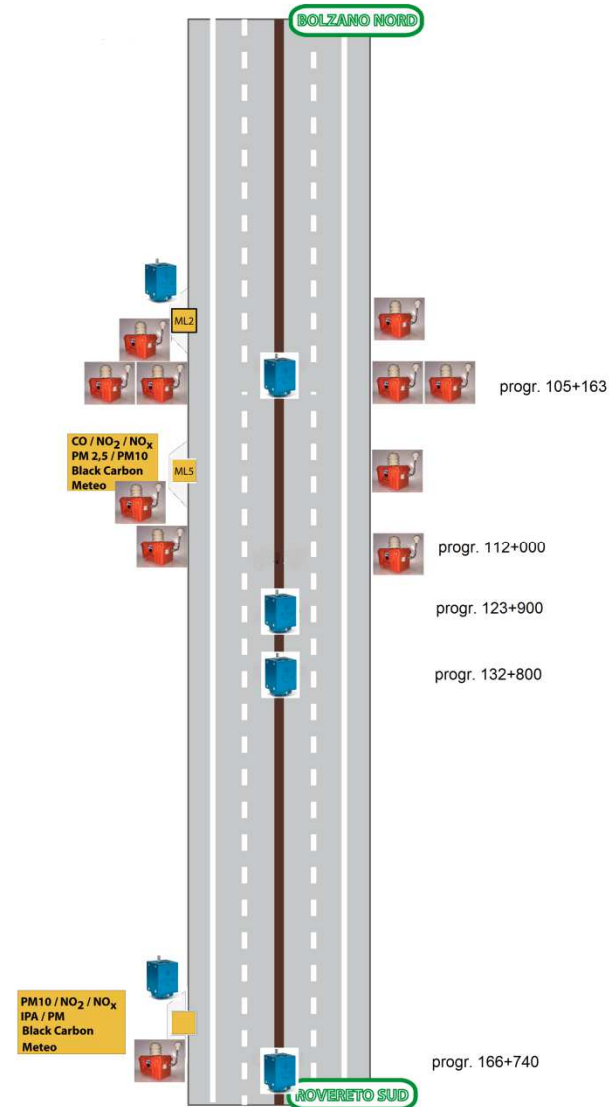
AIRQuino developed by **CNR-IBIMET**



SENS-IT produced by **Orion s.r.l.**

6 SENS-IT-Sensoren
11 AIRQuino-Sensoren

+ Vergleich und Innovation





Pre-stage: 100 km/h



(vom 11. April bis zum 19. April)

von 130 km/h auf 100 km/h

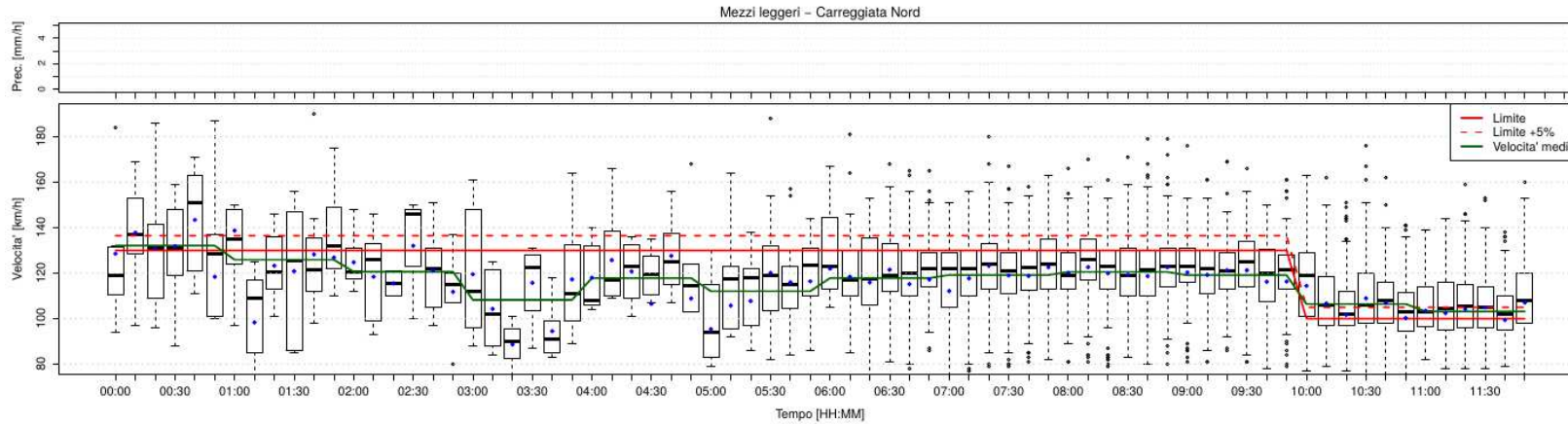
Testdauer: 8 Stunden an unterschiedlichen Tagen und Uhrzeiten **(56 Teststunden)**

- Zusammenarbeit und Sensibilisierung der Fahrer: Bei einer theoretischen Reduktion von 30 km/h, will man mindestens 15 km/h Unterschied messen
- Überprüfung der Beschilderung und der Datenübermittlung
- Mögliche Strategien in the worst case: Miteinbeziehung der Straßenpolizei, mehr Schilder, größere bzw sichtbarere Schilder, Kommunikation, Information.
- Korrelation zwischen Verkehrsdaten und Luftdaten überprüfen

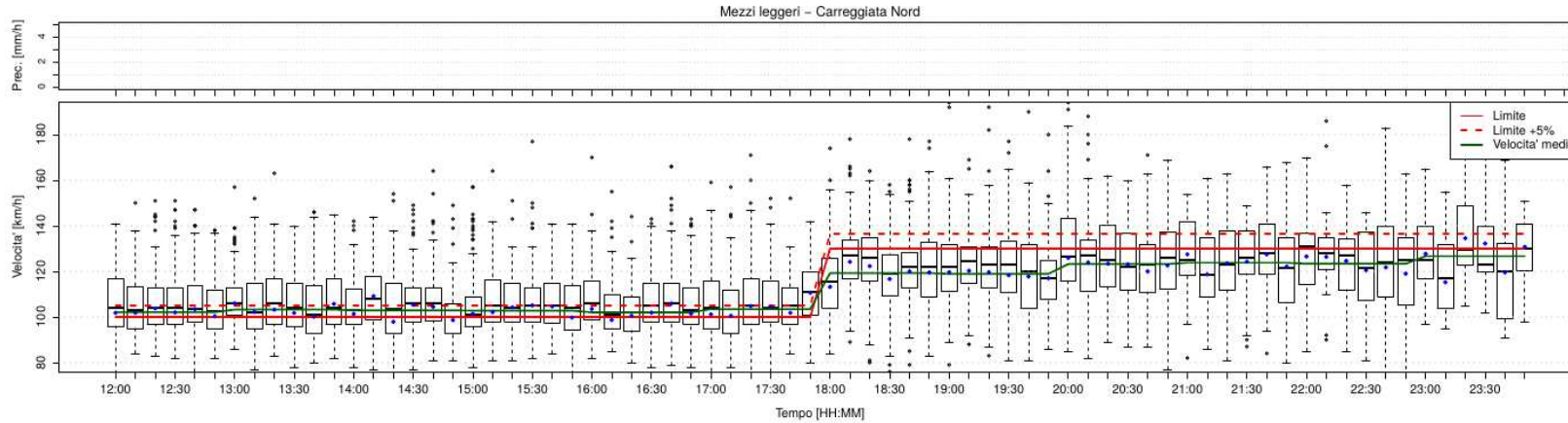


11/04/2017 – km 103

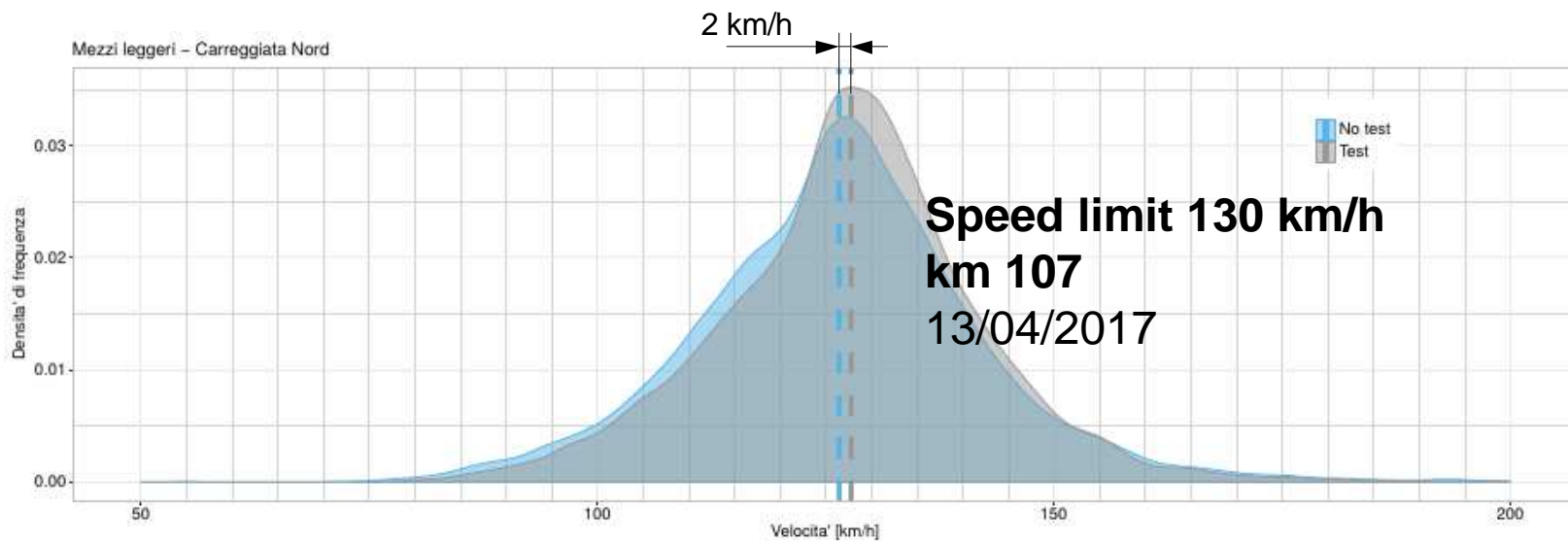
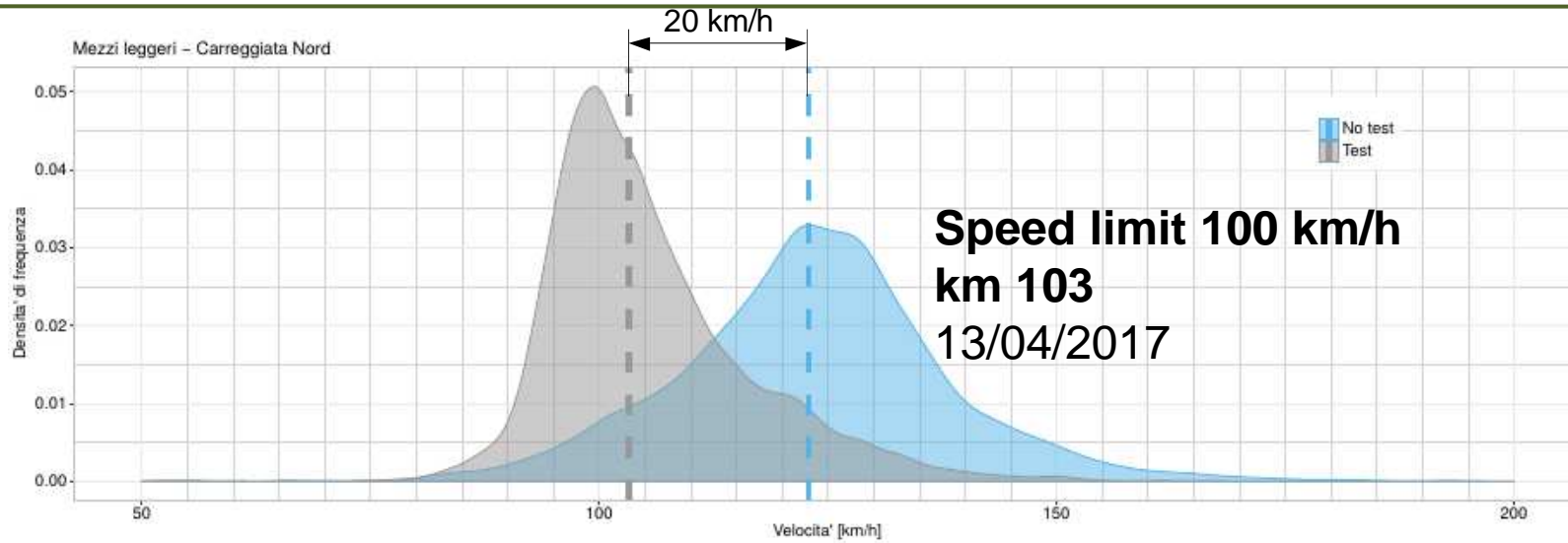
BLEC-AQ Fase 1: 11/04/2017 km. 103+700



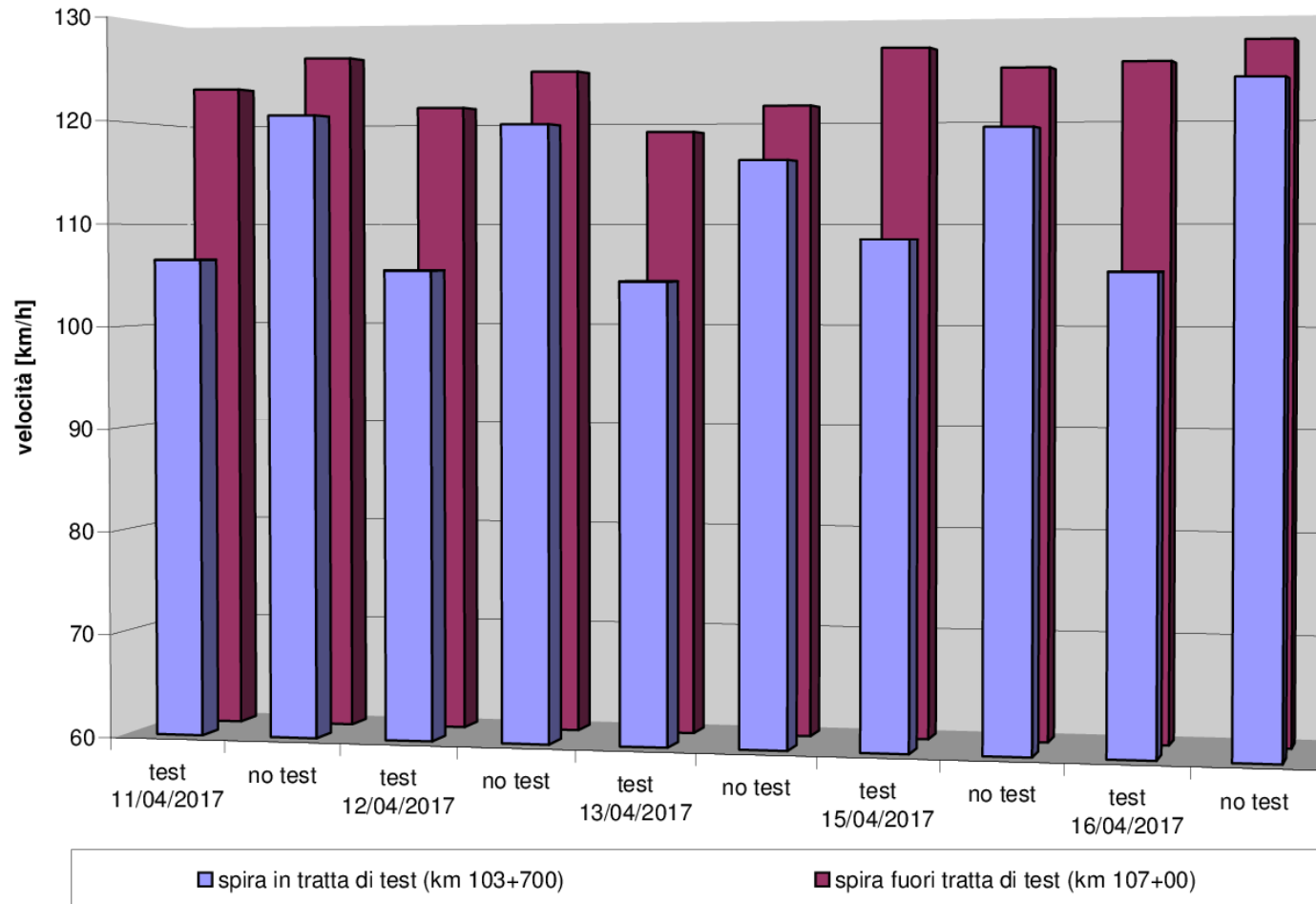
N. veicoli	11	15	16	17	10	10	8	3	8	6	8	13	8	7	2	3	5	5	6	7	3	4	6	8	5	8	14	19	15	26	11	41	56	69	62	79	91	123	122	128	164	123	146	145	185	128	160	161	144	135	128	140	132	144	127	151	146	137	143	127	112	116	114	122	157	85						
V. media [km/h]	129	136	131	132	143	118	139	98	123	121	128	127	125	118	116	130	121	112	120	104	89	116	94	117	118	126	121	106	128	109	95	106	106	120	116	116	122	115	117	112	118	123	119	119	123	120	119	121	121	116	114	107	102	108	107	100	103	102	104	105	99	107										
Sup. [%]	36	67	58	53	68	40	82	0	25	33	25	62	25	43	0	67	40	20	33	0	0	25	0	25	40	28	25	12	43	17	0	12	14	26	13	31	38	24	29	30	24	32	22	38	23	29	24	27	26	24	20	35	25	19	76	84	55	66	84	57	60	59	62	59	54	66						
Sup. toll [%]	18	53	50	41	69	30	50	0	29	33	23	31	12	14	0	67	20	20	33	0	0	0	0	25	20	23	0	0	29	17	0	12	7	26	13	8	38	12	23	17	15	14	16	14	19	12	11	20	14	19	10	15	15	16	12	13	10	21	13	8	72	51	39	50	56	39	43	47	50	48	36	54



N. veicoli	119	135	113	98	102	130	101	103	118	109	90	104	128	99	106	113	112	78	146	124	119	106	120	119	76	89	128	114	120	149	142	121	148	134	126	74	132	144	103	151	164	100	131	124	114	108	110	93	76	72	76	76	70	96	40	54	53	29	49	28	36	33	19	20	28	31	25	21	18	17	15	20
V. media [km/h]	102	102	104	100	103	100	106	102	103	102	100	106	101	109	98	105	104	99	101	102	104	105	105	100	103	99	101	102	106	101	101	101	105	105	102	111	113	124	122	117	120	120	120	120	118	118	117	126	124	123	120	123	127	119	124	124	127	122	127	126	125	120	122	119	128	115	135	132	120	131		
Sup. [%]	64	56	62	61	67	53	75	54	89	84	51	62	57	71	57	67	68	47	55	85	63	62	69	60	70	51	47	67	65	58	49	63	60	70	77	19	35	35	20	24	29	27	27	25	28	27	17	43	36	43	34	28	41	42	37	34	45	47	36	53	48	42	35	32	35	32	29	50	41	27	50	
Sup. toll [%]	45	42	46	42	44	38	54	40	53	47	40	46	38	56	48	51	52	28	36	47	45	48	46	45	54	34	31	46	51	42	46	38	49	45	48	65	10	20	17	9	15	20	18	15	25	15	10	32	34	30	26	16	25	32	24	28	31	37	21	28	24	21	30	32	19	32	24	44	29	27	30	



Velocità medie di transito (carreggiata Nord + Sud)



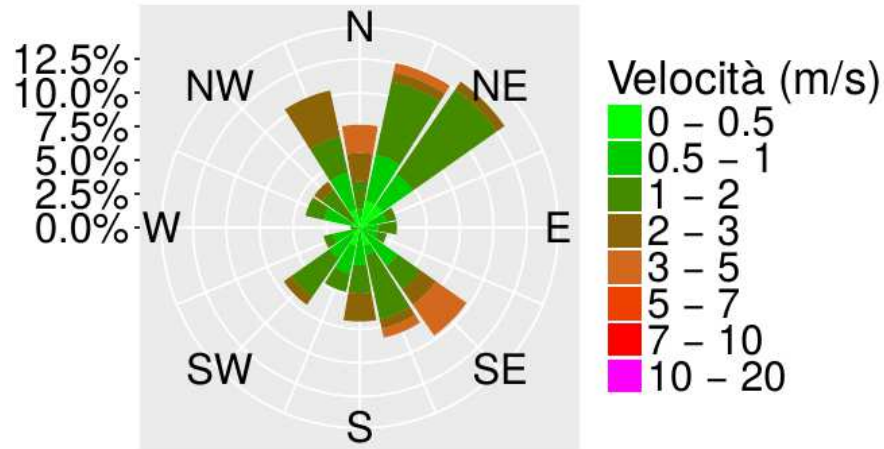
Wie haben die Fahrer reagiert?

Mittlere Differenz zwischen dem Messpunkten mit und dem ohne Test:

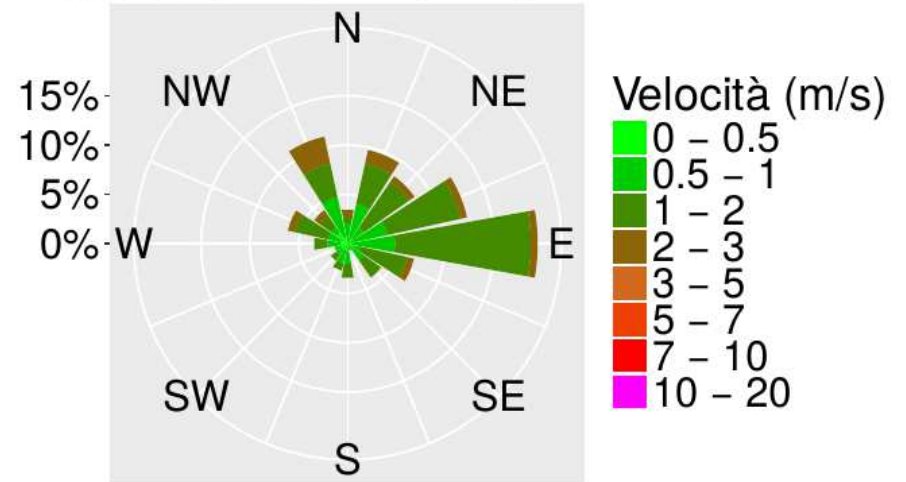
Nord → 22 km/h

Sud → 13 km/h

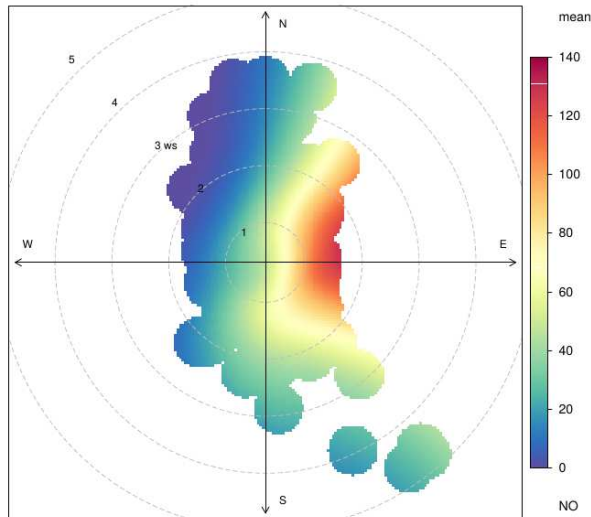
Stazione ML2 – 2017-04-11



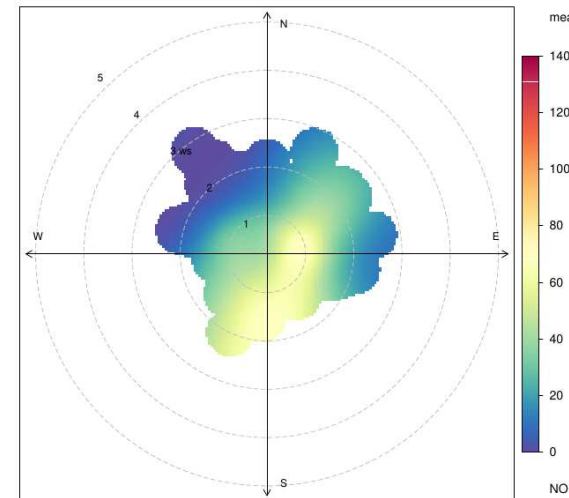
Stazione ML5 – 2017-04-11



Stazione ML2



Stazione ML5





Stage 1: Mai 2017 – April 2018



- Wahl der Testzeiten unabhängig von Luftqualität
- Parameter: Jahreszeit, Tag, Uhrzeit, Meteo, Verkehr. Tests homogen verteilen
- Verschiedene Ausnahmebedingungen (Baustellen, Unfälle, Nebel, besondere Niederschläge) werden kodiert

Von Mai 2017 bis April 2018

1.200 Teststunden

✓ **34% Winter**

✓ **32% Frühling/Herbst**

✓ **34% Sommer**

✓ **28,7% Samstag/Sonntag+ Feiertage**

✓ **71,3% Werkzeuge**



stage 1: Planung



365 **Gennaio 2017**

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
52							1
1	2	3	4	5	6	7	8
2	9	10	11	12	13	14	15
3	16	17	18	19	20	21	22
4	23	24	25	26	27	28	29
5	30	31					

365 **Febbraio 2017**

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
5			1	2	3	4	5
6	6	7	8	9	10	11	12
7	13	14	15	16	17	18	19
8	20	21	22	23	24	25	26
9	27	28					

365 **Marzo 2017**

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
9			1	2	3	4	5
10	6	7	8	9	10	11	12
11	13	14	15	16	17	18	19
12	20	21	22	23	24	25	26
13	27	28	29	30	31		

365 **Aprile 2017**

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
13						1	2
14	3	4	5	6	7	8	9
15	10	11	12	13	14	15	16
16	17	18	19	20	21	22	23
17	24	25	26	27	28	29	30

Pre-stage



365 **Maggio 2017**

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
18	1	8po	3	4	5	6	24
19	8	16	10	11	16	13	14
20	8se	16	17	8ma	19	24	21
21	22	23	24	B3	8no	27	28
22	29	30	16				

365 **Giugno 2017**

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
22				1	2	B3	4
23	5	6	7	8	9	10	24
24	12	13	14	15	24	17	18
25	22	20	21	22	23	B3	25
26	26	27	22	28	29	30	

365 **Luglio 2017**

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
26						1	2
27	22	4	5	6	7	8	9
28	10	22	12	13	14	B3	16
29	17	18	22	20	21	22	23
30	24	25	26	22	28	B3	30
31	31						

365 **Agosto 2017**

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
31		1	2	3	22	5	6
32	7	8	9	22	11	B3	13
33	14	15	16	17	18	19	20
34	21	22	23	24	25	B3	27
35	28	29	22	31			

365 **Settembre 2017**

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
35					1	B3	3
36	4	22	6	7	8	9	10
37	11	12	16	14	15	24	17
38	8se	19	20	16	22	23	16
39	25	26	27	28	16	29	30

365 **Ottobre 2017**

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
39							1
40	8po	3	4	5	8no	7	8
41	9	8ma	11	12	13	24	15
42	16	17	8se	19	20	21	24
43	23	24	25	8po	27	28	29
44	8ma	31					

365 **Novembre 2017**

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
44			1	2	3	4	24
45	8po	7	8	9	22	11	12
46	13	8po	15	16	17	24	19
47	20	21	8ma	23	24	8se	26
48	27	28	29	22	30		

365 **Dicembre 2017**

	Lun	Mar	Mer	Gio	Ven	Sab	Dom
48			8se		1	2	3
49	4	16	6	7	8	9	B3
50	11	12	8ma	14	15	16	17
51	8po	19	20	21	8se	23	24
52	25	26	27	28	29	30	31



Massimo Guariento (2), Roberto Cavaliere (6), Luca Miotto (6), Ilaria De Biasi (1), Laura Gasser (2), Lorenzo Giovannini (4), Laura Pretto (3), Gianluca Antonacci (5), Marco Schiavon (4), Valentina Miotto (3),...

- (1) Brennerautobahn AG (Koordinator)
- (2) Landesagentur für Umwelt – Bozen
- (3) Landesagentur für Umwelt - Trient
- (4) Universität Trient
- (5) CISMA
- (6) IDM Südtirol / Alto Adige

Danke für die Aufmerksamkeit!

<http://brennerlec.life/>

To be continued...