Anwendung der dynamischen Tempolimits auf der A22

Zusammenfassender Bericht der ersten Testphase

INHALTSVERZEICHNIS

Zusammenfassung 3
1. Anwendung der dynamischen Tempolimits zum Schutz der Umwelt 4
1.1 Vorbereitung der Teststrecke 4
1.2 Organisation der Testreihen 5
1.3 Einhaltung der Tempolimits 6
1.4 Methodik zur Beurteilung des Nutzens für die Umwelt 7
1.5 Erste experimentelle Ergebnisse der Reduzierung der Schadstoffkonzentrationen am Straßenrand 8
2. Anwendung der dynamischen Tempolimits für die Verbesserung der Verkehrssituation 11
2.1 Vorbereitung der Teststrecke 11
2.2 Organisation der ersten Testreihe 12
2.3 Einhaltung der Tempolimits 12
2.4 Methodik zur Beurteilung des Nutzens für die Umwelt und den Verkehrsfluss 13
2.5 Erste empirische Ergebnisse für die Verbesserung Verkehrssituation 13
3. Ein Bonus- Malus Ansatz um die Einhaltung der Tempolimits zu steigern 15
4. Nächste Testphase 16
Literaturverzeichnis 18

Zusammenfassung

Dieses Dokument gibt die Ergebnisse und Hinweise zu den Überwachungsaktivitäten der ersten zwei Jahre des LIFE Projektes “BrennerLEC” wieder. Auf der Brennerautobahn A22 wurde ein fortschrittliches Verwaltungskonzept zur Steuerung der Verkehrsflüsse unter Anwendung von dynamischen Tempolimits angewandt. Ziel ist die Verringerung der Emissionen.

Trotz Fehlen von bestrafenden Kontrollsystemen zeigt die Anwendung des dynamisches Tempolimits für Umweltschutzzwecke erste positive Ergebnisse zur Reduzierung der vom Verkehr verursachten Schadstoffbelastungen und erfüllt somit die anfänglich festgelegten Ziele und Erwartungen des Projektes: in den Experimentierphasen wurde mithilfe einer Geschwindigkeitsreduzierung von 15 km/h eine Reduzierung der Stickstoffdioxid-Konzentrationen von ca. 10% am Straßenrand gemessen. Die Anwendung von dynamischen Tempolimits an Tagen mit sehr hohem Verkehrsaufkommen zeigt gegenüber traditioneller Strategien zur Verkehrskontrolle vielversprechende Ergebnisse auf, es wurde eine Erhöhung der Fahrzeugkapazität der Straße von 8% geschätzt.

Die gegenwärtig laufende Versuchsphase ermittelt objektive umwelt- und verkehrstechnische Kriterien zur Anwendung eines Tempolimits in Abhängigkeit der Umwelt- und Verkehrsbedingungen. Es wird das Ziel verfolgt, einen optimalen Kompromiss zwischen der Anwendungsdauer des Tempolimits, des Verkehrsflusses und der Luftqualität zu finden.

Der Bericht wurde durch eine intensive Zusammenarbeit aller Projektpartner verfasst. Die Università di Trento koordinierte die Beurteilung der Umweltsituation und CISMA die Analyse der Verkehrsbedingungen. Grundlage der Analysen waren Verkehrs- und Luftqualitätsdaten, welche von der Brennerautobahn, der Südtiroler Landesagentur für Umwelt und der Landesagentur für Umweltschutz der Provinz Trient zur Verfügung gestellten wurden. IDM Südtirol / Alto Adige hat die Realisierung des gegenwärtigen Dokumentes koordiniert.

1. Anwendung der dynamischen Tempolimits zum Schutz der Umwelt

Die ersten im Zuge des Projektes durchgeführten Messreihen wurden zur Anwendung des dynamischen Tempolimits für Umweltschutzzwecke durchgeführt. Diese wurden auf einer kurzen Teststrecke auf der Brennerautobahn ausgeführt, genauer gesagt auf dem 20km langen Abschnitt zwischen den Autobahnmautstellen von Neumarkt/Auer und S. Michele. Diese Teststrecke erhielt den Namen BLEC-AQ (*Air Quality*) [1].

1.1 Vorbereitung der Teststrecke

Die erste Testphase wurde auf einem ca. 5km langen Teilabschnitt der BLEC-AQ-Teststrecke beschränkt. Der Testaufbau ist in Abb. 1 dargestellt.

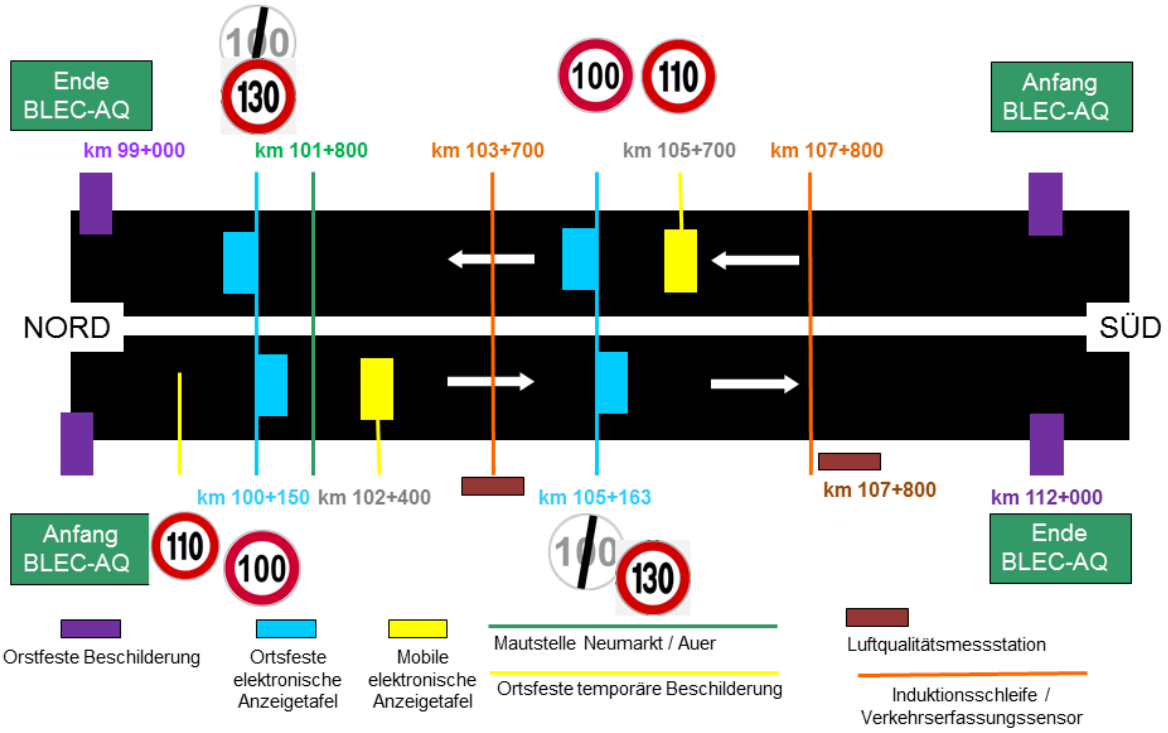

Abb. 1: Ausrüstung der Teststrecke BLEC-AQ für die erste Testphase mit dynamischen Tempolimits für Umweltschutzzwecke.

Das Herabsetzen der Tempolimits wurde in zwei Schritten und unter Verwendung von elektronischen Anzeigetafeln ausgeführt. Die Geschwindigkeit wurde zuerst von 130 km/h auf 110 km/h und dann von 110 km/h auf 100 km/h herabgesetzt. Auf der Teststrecke wurden zwei komplette Messstationen für das Verkehrsaufkommen und die Luftqualität eingerichtet, die erste bei km 103+700 mit der Aufgabe,

die Auswirkungen der Reduzierung des Tempolimits; die zweite bei km 107+800 erlaubt es, die Auswirkungen gleich nach bzw. vor dem Abschnitt mit dem Tempolimit festzustellen. Diese Anordnungen der Teststrecke erlaubte es, die Zusammenhänge zwischen Verkehrsaufkommen und Luftqualität sowohl in zeitlicher als auch in räumlichen Hinsicht zu untersuchen.

Die Umweltbeobachtung wurde mithilfe von Luftqualitäts-Messstationen und gemäß den geltenden Vorschriften der Luftschadstoffmessungen durchgeführt. Für die Verkehrserfassung werden traditionelle Induktionsschleifen verwendet. Die Verkehrsteilnehmer wurden dazu aufgefordert das Tempolimit einzuhalten, es wurde die folgende Nachricht auf den Anzeigetafeln angezeigt (Abb. 2): „Geschwindigkeitsgrenze 100 km/h, überwachte Strecke"

In dieser Phase war es aus gesetzlichen Gründen nicht möglich, ein bestrafendes Kontrollsystem zu verwenden da in Italien keine Tempolimits aus Gründen des Umweltschutzes vorgesehen sind.

Abb. 2: Angezeigte Nachricht am Anfang der BLEC-AQ - Teststrecke während einer Testreihe.

1.2 Organisation der Testreihen

Die erste Testreihe dauerte ein Jahr. Das Ziel war es die dynamischen Tempolimits so zu schalten, dass diese eine ausreichende Anzahl von Stunden in Betrieb war, um die Verkehrs- u. Wetterbedingungen, Tages- und Jahreszeiten innerhalb eines Jahres statistisch repräsentativ abzudecken.

Die durchgeführten Luftqualitätsmessungen ließen es zu, die quantitativen Umwelteinflüsse so abzuschätzen, als ob die Tempolimits das ganzes Jahr über angezeigt worden wären.

Gemäß der staatlichen und europäischen Gesetzgebung (insbesondere der Richtlinie 2008/50/EG) ist die statistische Repräsentativität garantiert, wenn die Messungen der Daten innerhalb eines

Zeitraumes durchgeführt werden, der einen Anteil von 14% des Bezugsjahres abdeckt (ca. 1.200 Stunden) und dessen Stunden eine uniforme zeitliche Verteilung aufweisen.

Die Testreihen wurde von April 2017 bis April 2018 durchgeführt. Die Tests der ersten experimentellen Phase stützten sich auf eine im Februar 2017 durchgeführte Probephase mit Tempolimits von 110 km/h um die Ausstattung der Feldstudie zu überprüfen. Eine Übersicht der durchgeführten Untersuchungen wird in der Tabelle 1 wiedergegeben.

Gesamtdauer der Testreihe	1.918 ore
Gesamtdauer der gültigen Testreihe	1.227 ore
An Werktagen	72%
An und vor Feiertagen	28%
Im Sommer	27%
Im Winter	43%
In anderen Jahreszeiten	30%

Tabelle 1: Zusammenfassung von Testreihen der dynamischen Tempolimits zum Schutz der Umwelt.

Aus technischen Gründen, welche die Anzeigetafeln und die Induktionsschleifen betroffen haben, wurden im Juni 2017 keine Tests durchgeführt.

Um die Datenerfassung zu optimieren, wurden die Testreihen mit unterschiedlichen Zeitdauern und zu verschiedenen Tageszeiten durchgeführt. Dadurch konnten die Reaktionen der Verkehrsteilnehmer auf verschieden lange Zeiträume untersucht werden. Um als „gültig“ angenommen zu werden mussten die Messungen folgende Konditionen erfüllen: (i) Volle Funktionsfähigkeit der Feldausstattung; und (ii) Fehlen von besonderen Verkehrs- u. Wetterereignissen, welche die Verwendung der Anzeigetafeln für andere Zwecke zur Folge hat; (iii) minimale Geschwindigkeitsreduzierung von Leichtverkehrsfahrzeugen auf einer Fahrspur, d. h. der Unterschied zwischen den Geschwindigkeitsmittelwerten, welche an den Standorten km 103+700 und km 107+800 gemessen werden, überschreitet 10 km/h.

1.3 Einhaltung der Tempolimits

Die Durchschnittsgeschwindigkeit während der gültigen Testphasen betrug 109 km/h und wurde auf am Standort km 103+700 gemessen.

Der Unterschied zu der am Standort km 107+800 gemessenen Durchschnittsgeschwindigkeit war 14 km/h. Das reduzierte Tempolimit wurde von 30% der Verkehrsteilnehmer mit Leichtfahrzeugen eingehalten. Trotz der beschränkten Einhaltung der Tempolimits ergaben die Versuchsmessungen, dass einen positive Auswirkung auf die Homogenisierung des Verkehrsflusses erzielt werden kann. Dieser Effekt kann aus den Geschwindigkeitsverteilungskurven der Abb. 3 entnommen werden. Hier werden die beiden Situationen der aktiven und nicht aktiven Testphasen miteinander verglichen. Innerhalb der aktiven Testphasen wurde die Geschwindigkeit bedeutend verringert.

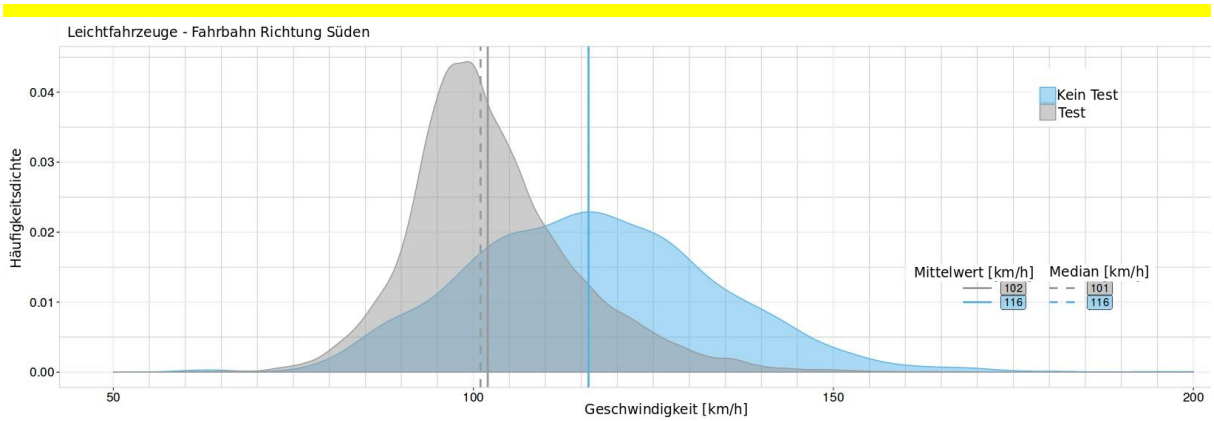

Abb. 3: Verteilung der Geschwindigkeitsdichten bei km 103+700 gemessen, in Konditionen von Test und Kein Test (Fahrtrichtung Süden, Test 17.07.2017).

1.4 Methodik zur Beurteilung des Nutzens für die Umwelt

Eine erste Beurteilung der Umwelteinflüsse wurde anhand der Luftqualitätsmessungen während der ca. 1.200 gültigen Teststunden durchgeführt (siehe Kap. 1.2 für die Kriterien). Dadurch konnte eine erste Schätzung des am Autobahnrand anzutreffenden Nutzens angenommenen werden, welche in Funktion mit der Anwendung der Tempolimits steht. Die zeitliche Aufteilung der Daten innerhalb eines Tagesverlaufs wir in der Abb.4 dargestellt.

00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
23	19	21	22	25	31	60	68	70	65	62	63	71	72	69	67	68	67	65	66	59	55	30	22

Abb 4: Verteilung der verwendeten Testreihen (in Stunden) für die Beurteilung der dynamischen Tempolimits für Umweltzwecke in Funktion der Stunden eines Tages.

Um das Verhältnis zwischen Ursache und Wirkung besser hervorzuheben wurden folgende Kriterien auf 1.200 Teststunden angewandt: (i) Windrichtung ausgehend von der Autobahn und auf Messstation gerichtet, d.h. es wurden ausschließlich Daten verwendet, bei denen sich die Messstation im Lee der

vom Autobahnverkehr produzierten Schadstoffemissionen befand; und (ii) minimale Anzahl von Verkehrsteilnehmern, d.h. zwanzig Fahrzeuge innerhalb von zehn Minuten (zeitliche Auflösung der Analyse). Dadurch wurden ausschließlich jene Zeiträume berücksichtigt, in denen das Verringern der Geschwindigkeit einen direkten messbaren Einfluss auf eine Reduzierung der Schadstoff-Emissionen aufweist. Wie sich die dadurch begrenzte Teilmenge von 730 Stunden innerhalb eines Tagverlaufs verteilt, ist in der Abb 5 dargestellt.

00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
14	13	10	11	11	10	15	26	28	37	37	38	38	47	46	40	37	40	47	46	45	41	35	20

Abb 5: Verteilung der optimierten Teilmenge der Testreihen (in Stunden) für die Beurteilung der dynamischen Tempolimits zum Schutz der Umwelt in Funktion der Stunden eines Tages.

1.5 Erste experimentelle Ergebnisse der Reduzierung der Schadstoffkonzentrationen am Straßenrand

Die Ergebnisse der Analysen unter Berücksichtigung von 1.200 Teststunden sind in Abb. 6 dargestellt, welche eine Reduzierung der Stickstoffdioxid-Konzentrationen (NO_2) hervorhebt. Der berechnete Unterschied beruht auf den Messwerten der beiden Standorte bei km 107+800 und 103+700. Der Durchschnittswert der Reduzierung beträgt 3,5 µg/m^3, also 6% der am Straßenrand gemessenen Werte. Gleiches gilt für die Stickstoffmonoxid-Konzentrationen (NO), dieser Schadstoff wird primär durch den Verkehr produziert (Abb. 7).

Der Vergleich zwischen den Messdurchschnittswerten verteilt auf 24 Stunden bei aktiven und inaktiven Testphasen, hebt zwei Aspekte hervor (Abb. 8):

Zum Ersten ist es erkennbar, dass der Verkehr am frühen Vormittag einen bedeutenderen Einfluss auf die Reduzierungen der Schadstoffe hat. Zweitens belegen die vernachlässigbaren Unterschiede des Verlaufs der Werte bei km 107+800 während aktiver und inaktiver Testphasen eine statistische Repräsentativität der Analyse.

00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
4.5	1.8	-2.3	-0.5	3.2	1.2	0.8	2.6	5.7	5.2	4.4	1.7	3.6	4.1	10.3	9.3	0.0	6.4	4.2	2.2	-0.7	2.3	1.3	0.0

Abb. 6: Verteilung der Reduzierung von NO_2 durch dynamische Tempolimits zum Schutz der Umwelt in Funktion der Stunden eines Tages.

00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
3.4	0.8	-0.1	1.3	1.6	0.2	1.4	6.5	10.8	3.8	4.9	4.8	4.4	-0.6	9.1	4.1	-6.2	3.2	-0.5	3.6	3.0	4.7	5.7	-0.6

Abb. 7: Verteilung der Reduzierung von NO durch dynamische Tempolimits zum Schutz der Umwelt in Funktion

der Stunden eines Tages.

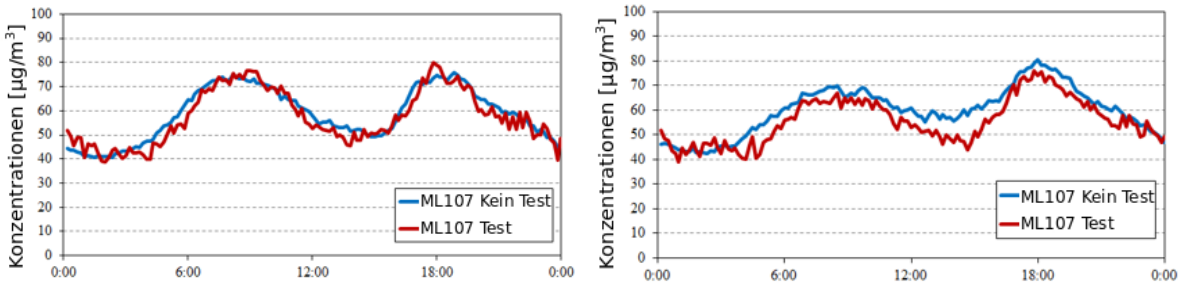

Abb. 8: Durchschnittskonzentrationen von NO_2 bei den Messstationen von km 107+800 (links) und von 103+700 (rechts) während aktiver und inaktiver Testphasen.

Die Bewertung der gefilterten 730 Stunden hebt den Nutzen besser hervor als die Berücksichtigung aller gültigen Teststunden. Die Abb. 9 veranschaulicht die durchschnittliche Reduzierung der Stickstoffdioxid-Konzentrationen (NO_2) in optimalen Konditionen von 6, also einen Anteil von 10% der am Straßenrand gemessenen Konzentrationen. Auch in diesem Fall ist die Reduzierung der Stickstoffmonoxid-Konzentrationen (NO) gleichwertig (Abb. 10). Der Stickstoffdioxidverlauf am Standort km 103 + 700 innerhalb eines Tages (Abb. 11) ist besser erkennbar als jener unter Berücksichtigung aller gültigen Teststunden (Abb. 8).

00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
1.5	5.3	2.2	-3.1	-0.4	5.1	1.8	-0.6	8.7	9.0	7.2	3.4	2.2	6.3	7.4	10.4	15.9	4.5	11.6	10.9	5.4	0.0	3.0	1.5

Abb. 9: Verteilung der NO_2 -Reduktion unter Berücksichtigung der Teilmenge der 730 Stunden, welche günstigere Bedingungen für die Anwendung der dynamischen Tempolimits zum Schutz der Umwelt in Funktion der Stunden eines Tages schafft.

00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
-0.8	5.2	3.8	-1.4	-2.3	4.0	0.9	-3.5	20.8	17.9	13.2	0.8	1.5	5.9	4.4	7.6	11.8	1.4	10.0	11.1	8.1	2.3	6.5	5.2

Abb. 10: Verteilung der NO -Reduktion unter Berücksichtigung der Teilmenge der 730 Stunden, welche günstigere Bedingungen für die Anwendung der dynamischen Tempolimits zum Schutz der Umwelt in Funktion der Stunden eines Tages schafft.

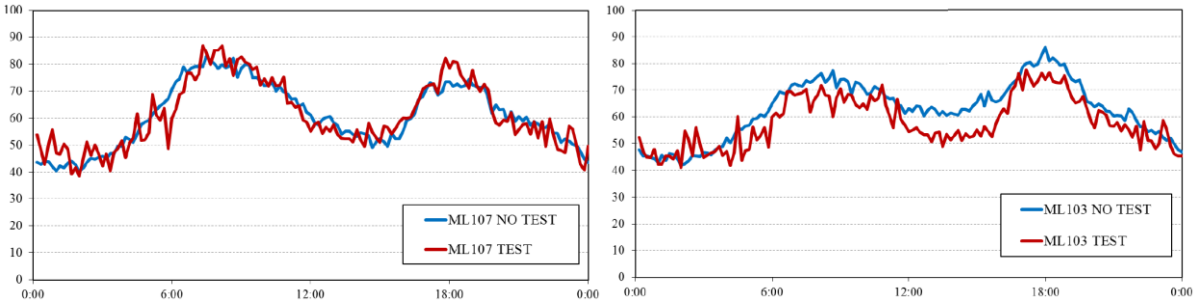

Abb. 11: Durchschnittliche NO_2 -Konzentration der Messstation bei km 107+800 (links) und bei km 103+700 (rechts) während aktiver und inaktiver Testphasen innerhalb der Teilmenge und den günstigeren Stunden.

2. Anwendung der dynamischen Tempolimits für die Verbesserung der Verkehrssituation

Die zweite im Zuge des Projektes durchgeführte Versuchsreihe von Messungen wurden zur Anwendung des dynamischen Tempolimits bei hohem Verkehrsaufkommen und in Kombination mit der Freigabe des Pannenstreifens für den Verkehr in Konditionen von fast gesättigten Verkehrsflüssen durchgeführt. Diese Messungen beziehen sich auf einen Abschnitt der A22 zwischen den Autobahnmautstellen Bozen Nord und Rovereto Süd, welche ca. 90km voneinander entfernt liegen. Die Teststrecke erhielt den Namen BLEC-ENV (Environment) [1] und wird nur in Fahrtrichtung Süden getestet.

Ziel dieser Maßnahme ist es, den bei hohem Verkehrsaufkommen und in Stop&go-Situationen gegebenen Einfluss auf die Luftqualität zu untersuchen.

2.1 Vorbereitung der Teststrecke

Die erste Testphase wurde auf einen abgekürzten Abschnitt der Strecke BLEC-ENV, ab der Mautstelle Trient Süd durchgeführt. Gegenwärtig ist dieser Abschnitt der einzige der mit einem ausreichend breiten Pannenstreifen und einem dichten Netzwerk von elektronischen Anzeigetafeln (durchschnittlich alle 2-3 km) ausgestattet ist und daher die temporäre Verkehrsfreigabe des Pannenstreifens zulässt. Auf der Teststrecke befinden sich eine komplette Messstation des Verkehrsaufkommens und der Luftqualität, welche bei km 164+400 positioniert ist, und zwei Induktionsschleifen bei km 138+100 und bei km 156+000. Der auf den Anzeigetafeln aufscheinende Text ist dem der ersten Teststrecke sehr ähnlich, die Mehrheit der Anzeigetafeln gibt jedoch nur das reduzierte Tempolimit mit einem Bildsymbol wieder. (Abb. 12).

Abb. 12: Angezeigte dynamische Tempolimits auf der Strecke BLEC-ENV.

2.2 Organisation der ersten Testreihe

Die erste Testphase wurde auch in diesem Fall in einem Zeitraum von einem Jahr durchgeführt.

Das Ziel ist es, Verkehrssituationen nahe dem Sättigungspunkt durch eine Reduzierung des Tempolimits zu steuern und diese mit ähnlichen nicht gesteuerten Situationen, in Bezug auf Verkehrsflüsse und Umweltschutz, zu vergleichen. Die Mitarbeiter des Benutzerservicezentrums der A22 aktivierten die Reduzierung der Tempolimits aufgrund der aktuellen Situation der Verkehrsflüsse auf 110 km/h und in einigen Fällen auf 100 und 90 km/h. Die temporäre Freigabe des Pannenstreifens für den Verkehr wurde noch nicht durchgeführt, da noch keine ausreichend geprüften Sicherheitsprotokolle der Interventionsmaßnahmen im Falle von Unfällen vorhanden sind.

Die Testreihen wurden von März 2017 bis Mai 2018 durchgeführt und sind in Tabelle 2 dargestellt.

Anzahl der Testreihen	34
Anzahl der gültigen Testreihen	23
An Sommer - Samstagen (mit Touristenanstürmen)	8
An Sommer- Sonntagen (mit Touristenanstürmen)	4
Während anderer Feiertagen	11
Durchschnittsdauer einer Testreihe	5h 11’

Tabelle 2: Zusammenfassung der Testreihen der dynamischen Tempolimits für die Verbesserung der Verkehrssituation.

Im Ganzen wurden 34 Testreihen durchgeführt. Einige Tests wurden aufgrund der Fehlfunktion der Induktionsschleifen ausgeschlossen, daher wurden 23 Test für gültig erachtet.

Die Mehrheit der Testreihen wurde innerhalb der Sommermonate durchgeführt, welche durch hohes Verkehrsaufkommen charakterisiert sind, dieses wird vorwiegend durch ausländische Touristen ausgelöst, welche in die Fremdenverkehrsorte fahren.

2.3 Einhaltung der Tempolimits

Die Beurteilung der Einhaltung der Tempolimits wurde an Tagen mit einem Verkehrsfluss, welcher sich nicht in der Nähe einer Sättigung befand, durchgeführt.

Es wurden nur Situationen untersucht in denen die Möglichkeit bestand mit höheren Geschwindigkeiten als das angezeigte Tempolimit zu fahren, ohne zu stark durch andere Fahrzeuge beeinträchtigt zu werden. Daraus geht hervor, dass ca. 70% der Autofahrer das Tempolimit einhalten. Dieser Wert ist auch mit jenem der Tempolimits von 130km/h vergleichbar. Die Begründung dieses Ergebnisses, welches sich sehr vom Ergebnis des Abschnittes BLEC-AQ unterscheidet, liegt vor allem in der Art des Verkehrsflusses (starker Verkehr während der Testreihen) und einer höheren Anzahl von elektronischen Anzeigetafeln im Abschnitt Trient und Rovereto und daher einer besseren Ausweisung der neuen Tempolimits.

2.4 Methodik zur Beurteilung des Nutzens für die Umwelt und den Verkehrsfluss

Die vorgeschlagene Methodik für die Beurteilung der Einflüsse stützt sich auf einer Analyse des Verkehrs. Diese Analyse wurde mit einer zeitlichen Auflösung von 10 Minuten durchgeführt und in Funktion der fundamentalen Parameter des Verkehrs (Geschwindigkeit, Verkehrsdichte und -fluss) kalibriert. Diese Parameter beruhen auf Verkehrsmessungen und spezifische Grenzwerte, welche durch frühere Studien und unter Berücksichtigung der strukturellen Charakteristiken der Autobahn geschätzt wurden und sich auf verschiedene Leistungsstufen beziehen. Aus den Verkehrsdaten konnten die produzierten Schadstoffemissionen mithilfe des Modells COPERT 5 [2] berechnet werden. Durch die Datenanalyse der Messstation bei km 164+400, wurde der Umwelteinfluss der Schadstoffbelastungen von Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid, Ozon, PAK, Black Carbon und Ultrafeinstaub beurteilt.

Derzeit wird noch nicht die komplette vorgeschlagene Methodik auf Basis der erhobenen Daten angewandt. Insbesondere wird an der Kalibration des Simulationsmodells der Emissionen und der Analyse der Schadstoffbelastungen weitergearbeitet. Daher werden in diesem Berichtabschnitt nur einige erste quantitative Angaben in Bezug auf die Testergebnisse für Verbesserung der Verkehrsflüsse gemacht.

2.5 Erste empirische Ergebnisse für die Verbesserung Verkehrssituation

Die ersten Testergebnisse haben keine signifikativen Verbesserungen der Straßenkapazität ergeben. Der Grund dafür liegt in einer zu späten Aktivierung der Tempolimits um das Stop&go-Phänomen zu vermeiden, da diese Situation auch noch nach dem Aktivieren eingetroffen ist. Bei den Testreihen vom 26-27.08.2017 wurde erstmals eine ausreichende Vorankündigung der Tempolimits und die schrittweise Reduzierung derselben von 100 und 90 km/h getestet. Die Ergebnisse waren unmittelbar sichtbar, auch bei starken Verkehrsaufkommen war es möglich einen regulären Verkehrsfluss über

einen längeren Zeitraum (in einer Größenordnung von 1-2 Stunden) aufrecht zu erhalten bevor eine Sättigung zustande kommt (Abb. 13).

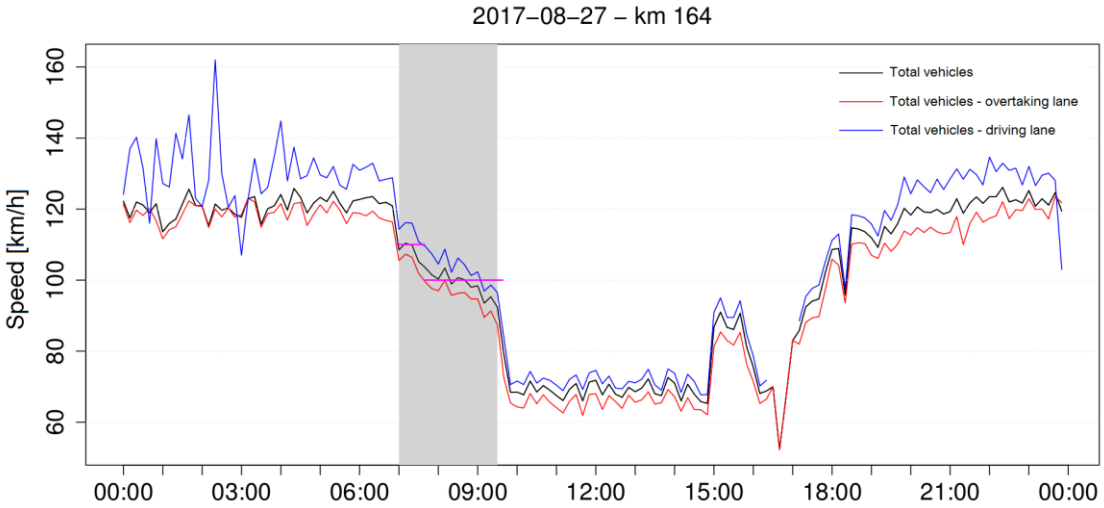

Abb. 13: Temporäre Evolution der Durchschnittsgeschwindigkeit der am km 164 gemessenen Fahrzeuge während der Testphase vom 27.08.2017 (dynamische Tempolimits für die Verbesserung der Verkehrsflüsse)

Eine geeignete Anwendung der Tempolimits in Verbindung mit einem hohen Grad der Einhaltung von Tempolimits sind die fundamentalen Faktoren um einen stabilen und homogenen Verkehrsfluss zu gewährleisten. Das vorbildliche Verhalten der Autofahrer (Reduzierung der Anzahl der Fahrbahnwechsel) ist eine weitere Voraussetzung um potentielle Störsituationen vermeiden zu können.

Die Grafiken der Abb. 14 veranschaulichen die typischen Situationen an Tagen mit hohem Verkehrsaufkommen, die erfolgreich durch die Maßnahmen der Versuchsreihen gesteuert wurde. Die roten, gelben und grünen Grafiken stellen Tage mit Durchschnitten von 2.500 Fahrzeugen/h; 2.500-3.000 Fahrzeugen/h und mehr als 3.000 Fahrzeugen/h dar. Jeder Punkt repräsentiert einen Verkehrszustand in 10 Minuten-Intervallen. Die Aktivierung der Tempolimits bestätigt die Möglichkeit die Kapazität der Autobahn zu erhöhen, wenn man die Situation mit ähnlichen Rahmenbedingungen vergleicht. Vorläufige Schätzungen ergeben eine Erhöhung der Kapazität der Autobahn um 8%.

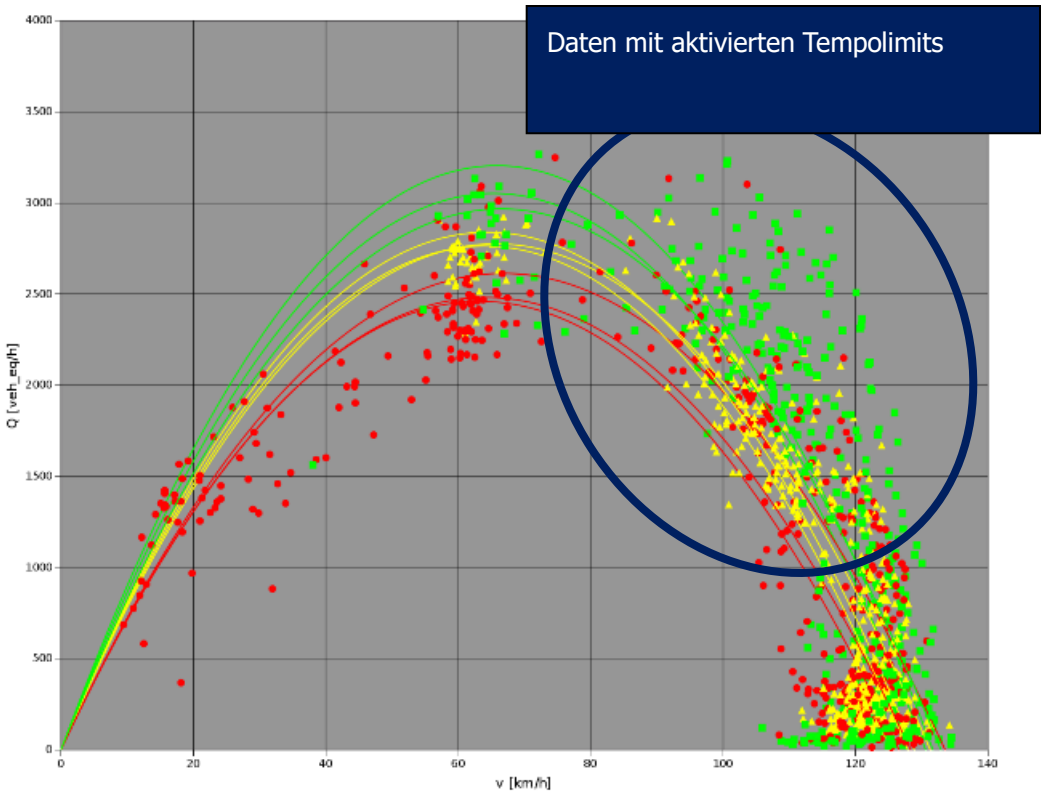

Abb. 14: Fundamentale Verkehrskurve (Kapazität vs. Geschwindigkeit) empirisch berechnet laut Verkehrsmessungen bei km 156+600 an Versuchstagen mit dynamischen Tempolimits für die Verbesserung des Verkehrsflusses

3. Ein Bonus- Malus Ansatz um die Einhaltung der Tempolimits zu steigern

Die ersten vielversprechenden Ergebnisse empfehlen einen Bonus- Malus Ansatz zu untersuchen [3] um auf lange Sicht eine Einhaltung der Tempolimits zu garantieren, insbesondere in den Zeiträumen mit weniger starken Verkehrsflüssen und in Fällen in denen die Einhaltung der Tempolimits für Umweltzwecke eine geringe Erfolgsaussicht verspricht. Aus den Daten kann man generell zwei Typologien von Autofahrern erkennen: jene, die aus verschiedenen Gründen und Motivationen bereit sind, die durch die Tests reduzierten Tempolimits einzuhalten, und diejenigen die generell keine Tempolimits einhalten.

Für diese zweite Gruppe sollten Kontrollmaßnahmen (zwangsbindende) wie z. B. Querschnittskontrollen eingeführt werden, welche sich in der Praxis als die am wirksamsten erwiesen haben.

Die erste Gruppe von Autofahrern könnte durch Anregungen, wie z.B. Prämien, Boni und

Mitgliedsrabatte in Verbindung mit einem effektiven Nachweis der Einhaltung der Tempolimits motiviert werden. In der gegenwärtigen Versuchsphase wird daher das Konzept für die neue App “audio-guida” (Abb. 15) entworfen.

Abb. 15: Neues Konzept der App “audio-guida” für eine positive Beteiligung der Autofahrer an den Versuchen

Eine ähnliche App, die bereits in anderen Experimenten angewandt wird ist “Coventry iVMS”[1]. Diese App ist nicht nur in der Lage automatisch den Fahrstil zu bestimmen, sondern aber auch in Form einer Sprechfunktion (um eine Ablenkung während des Fahrens zu vermeiden) interessante Informationen zu naheliegenden Point-of-Interest wiederzugeben und somit die Reiseerfahrung entlang der A22 zu bereichern.

4. Nächste Testphase

Die Ergebnisse der Datenausarbeitung in der ersten Testphase bestätigen mögliche positive Einflüsse der dynamischen Tempolimits in alpinen Gebieten, wie jenes das im Projekt untersucht wurde, sei es bezüglich der Verbesserung des Verkehrsflusses bei hohem Verkehrsaufkommen, als auch eine Verbesserung der Luftqualität. Aus diesem Grund können die Ergebnisse dieser Testphase dazu verwendet werden, die darauffolgen Phasen zu organisieren. Die zweite Testphase wird auf der gesamten Versuchsstrecke dank eines Netzwerkes von elektronischen photovoltaikbetriebenen Anzeigentafeln (Abb. 16). durchgeführt, wie im bereits im Projekt vorgesehen wurde. Die neuen

1 Download unter diesem Link.

Anzeigetafeln wurden vor allem im Bereich BLEC-AQ installiert, da dort weniger Anzeigetafeln vorhanden sind.

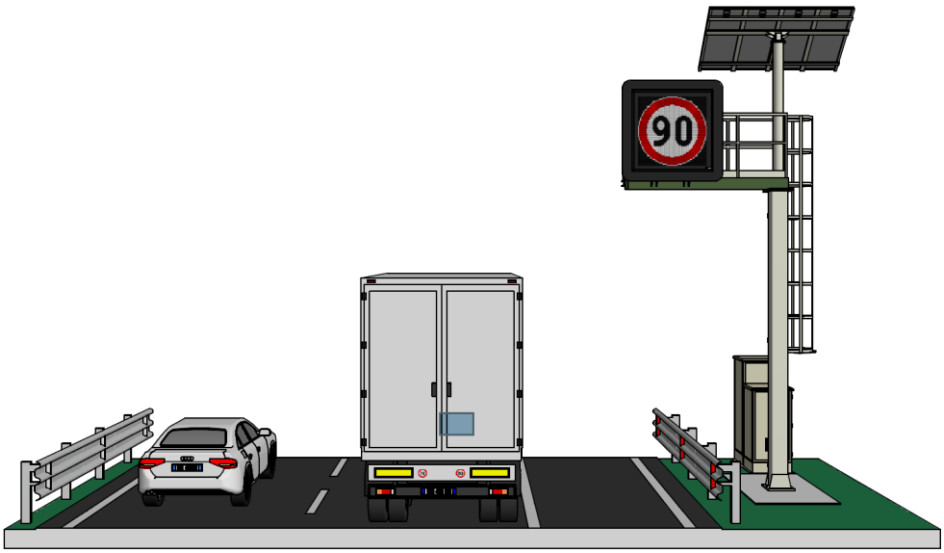

Abb. 16: Rendering der neuen auf der A22 installierten Anzeigetafeln

Parallel dazu wird eine technologische Plattform entwickelt, die in den folgenden Projektphasen dazu dienen soll, dem Benutzerservicezentrum eine Entscheidungshilfe zu geben. Diese soll in Echtzeit Empfehlungen zur Aktivierung der durchzuführenden Maßnahmen vorschlagen. Diese Vorschläge beruhen auf den gesammelten Rohdaten und Prognosen der Bedingungen des Verkehrsverlaufs, des Wetters und der Luftqualität und werden in Funktion von noch zu bestimmenden Grenzwerten tariert (z.B. geschätzter Luftqualitätsindex an einem bestimmten Zielpunkt und einer bestimmten Entfernung zur Autobahn).

Literaturverzeichnis

[1] Projekt BrennerLEC, "Technische Zusammenfassung des Projektes" 2016.

[2] D. Gkatzoflias, C. Kouridis, L. Ntziachristos and Z. Samaras , "COPERT 4 programme to calculate emissions from road transport – User's manual," European Environment Agency, 2012.

[3] F. Cavallaro and S. Nocera, "Policy Effectiveness for containing CO2 emissions in Transportation," Procedia - Social and Behavioral Sciences, pp. 703-713, 2011.