

Traffic Advisor: Wechselwirkung zwischen Fahrzeugbewegungen und der Ampelsteuerung im citeecar System

Man geht davon aus, dass in Deutschland dreimal mehr Menschen vorzeitig wegen Feinstaubes aus Abgasen sterben als bei Verkehrsunfällen, nämlich ca. 10000! Ein Viertel der bei der durchschnittlichen Autofahrt anfallenden Schadstoffe werden an Ampeln eingeatmet. Die Folgen sind Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, evtl. auch Lungenkrebs und Diabetes –und unsere Lebenserwartung reduziert sich je nach Studie um 1-3%. Das Anfahren kann zehnmal mehr Dreck aus dem Auspuff schleudern als der Leerlauf eh schon ausstößt.

Löst das Elektroauto nun das Problem? Nein! Der meiste Feinstaub (über 60%) entsteht durch Abrieb von Bremsen und Reifen, und da e-Autos sogar häufig schwerer als Verbrenner sind, wird die Straße stärker belastet, die Reifen reiben stärker ab (ca. ein Pfund Gummi pro Jahr und Auto), einzig die Rekuperationsbremse kann Bremsabrieb reduzieren –allerdings funktioniert die genau hier nicht, denn bei geringer Geschwindigkeit kann sie nicht arbeiten, also doch wieder in die Eisen gehen, und dieser Abrieb macht ca. 20% des Verkehrsfeinstaubes aus.

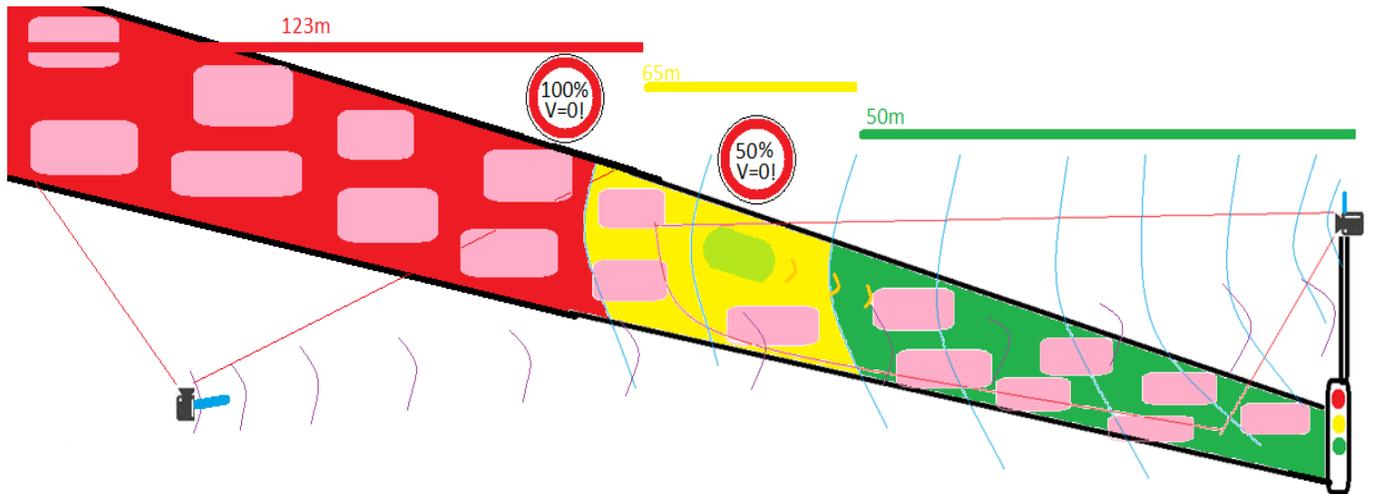
Wie kann Feinstaub nun reduziert werden?

Wenn wir immer noch so viel fahren wollen, individuell, gerne auch in SUVs, dann müssen wir den Verkehr flüssiger machen! Stop and go ist der größte Feinstaub-Verursacher im Verkehr, also vor den Ampeln. Wer gibt nicht 100m vor der Ampel nochmal Gas, in der Hoffnung noch drüber zu kommen –schließlich würde die Rotphase ja jede Menge Abgase und Kraftstoff kosten –und unsere Zeit natürlich... und dann schaffen wir es doch nicht und müssen stark abbremsen. Genervt gibt man dann beim nächsten Grün aber mal richtig Gas um die verlorene Zeit wieder aufzuholen.

So wird das also bestimmt nichts mit der Feinstaubreduzierung. Wenn man nur wüsste, wann die Ampel umschaltet. Eigentlich interessiert aber eher, ob man noch drüber kommt, unter Einbeziehung des Verkehrsflusses bis zur Ampel. Diese müsste also den Verkehr analysieren und ausrechnen, bis zu welcher Distanz zu ihr man sie noch passieren kann, und das Auto müsste wissen, in welchem Abstand es sich zur Ampel befindet. Am besten sollte man aber nicht noch weiter abgelenkt werden, indem man noch eine weitere Anzeige beobachten müsste –und schön wäre auch, wenn wirklich jeder Verkehrsteilnehmer diese Ampelinformation erhielte, denn kräftig in die Pedale treten um dann stark zu bremsen, das tut auch dem Fahrradfahrer weh –und der Busfahrer könnte wesentlich entspannter fahren. Die Wartungskosten aller Teilnehmer sänken, die Reifen halten länger, den Kommunen entstünden geringere Kosten. So könnte der Feinstaub signifikant reduziert werden. Gibt es nun ein derartiges Ampelphaseninformationssystem mit Datenübertragung an individuelle Verkehrsteilnehmer?

Um es vorweg zu nehmen: Der technische Thing Tank Geniusthings hat genau so eine Anlage entwickelt.

Das Patent „Thermoformverfahren großer Platten in flüssigem Medium zwecks beschleunigter Massenproduktion“ beschreibt die industrielle Produktion von bspw. 1 Mio. citeecars pro Jahr pro Produktionsstätte. Dieses dreisitzige Elektroauto soll einen Beitrag in der Lösungsebene darstellen und die individuelle Zielerreichung mit systematischer Infrastruktur logistisch verknüpfen, indem es Ampelraten empfängt, auswertet und sich dem vom Ampelsystem analysierten Verkehrsfluss anpasst. Erklärt wird der Datenaustausch durch folgende Figur:



Bisher geht man von enormem Datenfluss durch sendende PKW aus, weshalb 5G Netze nötig werden. Dieses Szenario mag zukünftig umsetzbar sein, die Übergangszeit aber muss mit autonomen sendenden und nicht sendenden sowie humangesteuerten Fahrzeugen (sendend wie nicht sendend) klarkommen. Ein perfekter Salat, der uns für die Spanne mindestens zweier Menschengenerationen beschäftigen wird, denn jede Umsetzung dauert länger als man denkt...

Eine vollständige Einbindung aller Teilnehmer in ordnende Kontrollsysteme –wie wir dies bspw. perfekt im kontrollierten Luftraum kennen- erscheint derzeit unwahrscheinlich. Wenn aber nicht jeder Teilnehmer seine Position, Geschwindigkeit und Direktion –jeweils zeitgebunden- sendet, macht kein Datenempfang Sinn, er würde nur falsche Sicherheit vortäuschen. Many to many Kommunikation benötigte gesicherte und zuverlässige 5G Übertragung aller Teilnehmer, many to one ebenfalls. So bleibt nur die zuverlässige weil stadtinfrastrukturell gesicherte –und preiswert realisierbare- one to many Steuerung.

Das citeecar beherbergt einen preiswerten Empfänger wie unten beschrieben und indiziert dem Fahrer, welche Geschwindigkeitsanpassung im Verkehrsfluss gerade auf der jeweiligen Straße sinnvoll ist. Das rein passive Indikationssystem kann im citeecar schrittweise automatisiert werden, sodass sich das Fahrzeug letztendlich dem Verkehr anpasst, jedoch auch die Geschwindigkeit vorgibt (bspw. langsamer als der Vordermann fährt, weil es weiß, dass es nicht mehr über bei Grünphase über die Kreuzung kommen wird) und daher Beschleunigungsversuche und Reifenabrieb uninstallierter Fahrzeuge verhindert. Somit wird durch eine „einfache“ verkehrsflussanalysierende ampelstationäre Funksignalisierung weniger Feinstaub durch Reifen- und Bremsenabrieb freigesetzt und weniger Energie verbraucht- und die Verkehrssicherheit steigt enorm an.

Sinnvoll erscheint hier ein Bluetooth System (zB ver5=240m Reichweite), sodass ohne GPS/5G das RSSI Signal von einem winzigen Empfänger (wie unten beschrieben) im Auto ausgewertet werden könnte und den

Datensatz („Gründistanz“/Sekunden) anzeigte. Verbundelektronik könnte den Joystick in die empfohlene Richtung vibrieren lassen um ampelangepasst zu fahren –bspw. könnte eine ttgo-lilygo Smartwatch mit BLE am Fahrerarm vibrieren.

Das günstigste System wurde bereits erfolgreich erprobt: Wetterfeste Kamera mit Mikrofon über Ethernet an Jetson nano, Ampelphaseninfo über Arduino nano, der mit dem Jetson Board und drei an jeder der drei Ampelfarben angebrachten LDR-Boards (Lichtempfindlichkeitssensoren), Datensendung über Bluetooth 5 Dongle und gerichteter Antenne an ein Hnady, das nun per Display die Grünlinie in Metern und die Zeit bspw. bis Rot anzeigt und mittels Vibrators auch auf neue Infos aufmerksam machen kann. So kann jeder Verkehrsteilnehmer die Ampeldata nutzen, vom Fußgänger, Fahrrad- Motorrad- und Autofahrer bis zum Bus.

Weitere Services werden den Städten angeboten: Statistik der Verkehrsbewegungen, Peak, pro Stunde, Tag, Woche Monat, Jahr, Ferienzeit, Feiertage, etc., auch nach typengruppiert (Motos/Bike/Auto/LKWs); real time Statistiken an Admin über Sonderleitung zwecks zentraler Verkehrsleitung; Bürgersteigüberwachung, zb gefallene Person=Alarmbild an Admin; stehender Verkehr auf einer Spur bei Spurwechselmanöver hinter stehenden Auto=Unfallwahrscheinlichkeit=Alarmierung Admin; Anbringung eines Mikros an jede Ampel=Schalltriangulation zwecks db-Messung, Peilung eines Schallverursachers über zulässige Grenze hinaus, Aufnahme und Bild an Admin mit Datensatz; Überwachung bspw. einzig für e-Autos freigegebener Nebenstraßen, Schallüberwachung und Benachrichtigung/Bild an Admin wenn Verbrenner die Straße nutzt.

Die Funktionen werden im folgenden Bild dargestellt:



Bilderklärung:

Das AI-Kamerasystem analysiert den Verkehrsfluss und berechnet die Bewegungen der Teilnehmer. Hieraus wird errechnet, wie weit der letzte Teilnehmer entfernt sein darf um die Ampel während der aktuellen Grünphase zu erreichen. Diese Entfernungsangabe in Meter wird zusammen mit der Sekunden-bis-Rot-Angabe vom Bluetooth Sender der ca. 20x20x10cm großen ampelstationären Box an das Handy bzw. Armband des Teilnehmers im Sekundenabstand bis zu 300m weit unidirektional und gerichtet gesandt.

Das Handy bzw. Armband bestimmt seine Distanz relativ zum Sender und kann nun farblich und per Vibrator anzeigen, ob der Teilnehmer es über aktuell Grün schafft. Ebenso hilft die Sekunden-bis-Grün Information zu

entscheiden, ob es je nach Fahrzeug Sinn macht, den Motor abzuschalten. Je nach Abstand zur Ampel in der Warteschlange würde der Vibrator dann ca. 5 Sekunden vor Anfahrmöglichkeit signalisieren, dass der Motor gestartet werden müsste. So könnte man sich stressfreier bis zum Motorstart unterhalten oder schnell andere Dinge erledigen. Ein Blick aufs Handy bzw. Armband und schon weiß man, wann man sich wieder auf den Verkehr konzentrieren muss.

Der Traffic Advisor bietet aber noch viel mehr Funktionen:

Das System erkennt bei mehrspurigen Straßen den Stillstand auf der einen Fahrbahn, gepaart mit Fahrbahnwechsel auf die fließendere(n) Seite(n), und informiert sofort den Administrator über sein Bluetooth Dongle oder einen anderen Übertragungskanal je nach Konfiguration. So kann allfällig sofort Hilfe geholt werden oder Umleitungen können aktiviert werden –wenn das System nicht gleich automatisch handelt. Außerdem wurde der Vorfall schon vor seiner Entstehung gefilmt, sodass seine Sachbearbeitung einfacher wird. Allein aber das Wissen um die Kapazitäten des Systems wird die Verkehrsteilnehmer vernünftiger handeln lassen.

Der Traffic Advisor erkennt auch Schallsignaturen, etwa von Polizei, Feuerwehr und Ambulanz, und gepaart mit detektiertem Blaulicht kann das System sofort den Admin alarmieren, sodass das Ampelsystem schnellstmöglich umschaltet und bei Grünphase die Helfer passieren lässt, anstatt dass sie sich durch eine Autogasse quetschen müssen.

Eine über die Straße laufende Person wird erkannt und Alarm gegeben, ebenso wie bei einem fallenden oder auf dem Trottoir liegenden Passanten, oder bei auffällig schnell rennenden Personen: Jede Aktion ist konfigurierbar.

So kann bspw. ein Verbrenner detektiert werden, wenn er in eine Straße einfährt, die nur für Elektrofahrzeuge zugelassen ist, oder wenn ein Fahrzeug eine durchgezogene Linie überfährt, die Nutzung aller Möglichkeiten ist von jeder Kommune individuell pro Ampel, Tageszeit und Tag festzulegen.

Getunte Motoren, aufgebohrte Auspuffe, durchdrehende Reifen, sinnlose Gaspedalspiele: Lärm ist -neben jeder unnötigen Feinstaubbelastungsaktion hinaus- eine Qual! Im Traffic Advisor System ist ein Mikrofon-Array integriert, das die Dezibel misst, über Triangulation die Quelle ausmacht und den Verursacher filmt. Die Administration hat damit die Möglichkeit, das Verhalten des Verkehrsteilnehmers zu ändern bzw. das Fahrzeug zu überprüfen, das Kennzeichen wurde ja gefilmt.

Wichtig für einen fließenden Verkehr ist natürlich die Statistik sowie eine Echtzeitbewertung der Verkehrssituation. Der Traffic Advisor erfüllt beide Aufgaben: Anstatt per Induktionsschleife vor der Ampel nur die Ampelüberquerung zu messen kann er hunderte Meter weit blicken und die Zählfließung qualifizieren. In Abhängigkeit vom perpendikularen Verkehr kann nun ein Algorithmus gewählt werden, der insgesamt den geringsten Feinstaub erzeugt. Die Statistik hilft, die Durchschnittsgeschwindigkeiten pro Phase, Stunde, Tag, Periode, etc. zu erfassen und dem Admin oder gleich dem Zentralcomputer Daten zur zentralen Flussoptimierung zu übertragen.

Da die Emissionsreduzierung die Hauptaufgabe ist, ist ein Feinstaubsensor enthalten, der die Spitzenbelastung sowie bspw. Stunden-Daten von 0,3 bis 10 $\mu\text{m} / \text{L}$ über den gewählten Kanal sendet, wie auch bspw. CO₂ Daten, da ein solcher Sensor einbaubar ist.

Es sollte ferner beachtet werden, dass das Verkehrssystem Daten an das erwähnte Armband sowie an jede Bluetooth-Einheit senden kann, also an ein Handy, das jeder Fahrer sowieso mit sich trägt. Es ist auch möglich, weitere Daten wie aktuelle Staus, Unfälle, Vereisungsgefahr etc, aber auch Parkgebühren auf der aktuellen Straße, Feinstaub-Daten, Geschwindigkeitsbegrenzungen auf der aktuellen Straße oder sogar kommerzielle Informationen zu senden, die langfristig das gesamte System finanzieren könnten, wenn die Community solche Dienste anböte/zuliesse, die vom Administrationssystem gesteuert würden und von jedem Ampelsystem individuell verteilt würden.

Die gerichteten Antennen senden in zwei Richtungen: Gegen den Verkehr für Grünphaseninfos, mit dem Verkehr (hinter der Ampel) für bspw. Parkgebühren, Vereisungsinfos, Umleitungen, etc. Die Empfangsgeräte unterscheiden den Datenempfang gemäss steigender oder abfallender Signalstärke des RSSI Signals.

Weitere Infos bzgl. der Einbindung und Signalumsetzung sind auf der Webseite citeecar.com erhältlich (im Aufbau).