

Leistungsfähige Verkehrsachse - reibungsloser Verkehrsfluss Ein zentraler Beitrag zum Umweltschutz

Recherche: Verkehrsinitiative Hagnauer Bürger e.V. – Projektgruppe B31neu

I. Einleitung / Verkehrssituation B31

Die Verkehrsinitiative Hagnauer Bürger e.V. beschäftigt sich seit ihrer Gründung im Januar 2016 mit der sich jährlich verstärkenden Verkehrsproblematik der B31. Die als E54 ausgewiesene europäische Ost- West Verkehrsachse stellt für den internationalen Verkehr, für die Bodenseeregion sowie für betroffene Gemeinden wie Hagnau eine immense Verkehrsbelastung dar.

Der Bodenseekreis gehört mit zu den wirtschaftsstärksten Regionen Deutschlands. Laut Focus-Ranking / 2014 [9] belegt der Bodenseekreis Platz 4, direkt hinter dem Landkreis München Stadt. Ein durchaus beachtenswertes Ergebnis, welches die wirtschaftliche Stärke, auf der anderen Seite aber auch die Attraktivität und Lebensqualität unserer Region aufzeigt. Ein Blick auf die Verkehrssituation der Bodenseeregion lässt aber an der Zukunftsfestigkeit dieser Position zweifeln.

Die endlosen Staus und häufigen Stop-and-Go-Verkehrssituationen, die sich jährlich zunehmend durch Berufs-, Wintersport-, Messe-, Reiseverkehr und Tourismus sowie durch den rapid anwachsenden v.a. überregionalen und internationalen Güterverkehr entwickeln, führen zunehmend zu erheblichen Problemen in der Bodenseeregion.

Angesichts der Diskussion um die Frage der Ausbauqualität der B31neu hat sich die Verkehrsinitiative Hagnauer Bürger e.V. mit den Aspekten dieser Thematik befasst. Diese Recherche gilt der verkehrsbedingten Schadstoffemission und Umweltbelastung im Zusammenhang mit der Fließgeschwindigkeit des Verkehrs angesichts der problematischen Stausituationen durch Verkehrsüberlastung.

Die zentrale Frage, die es zu beantworten gilt, lautet: Welchen Einfluss haben nun Staus, stehende oder stockende Verkehrssituationen auf unsere Umgebung, sprich unsere Umwelt ?

Zu dieser Thematik findet man vergleichsweise wenig an verwertbarem Datenmaterial. Umwelteinflüsse durch schlecht fließenden Verkehr scheinen bislang wenig untersucht und nicht im medialen Fokus zu stehen.

Wir haben aus diesem Grunde zu dieser Thematik umfänglich recherchiert. Die Daten, Fakten und Erkenntnisse stellen wir im Folgenden in möglichst verständlicher und übersichtlicher Form als fachlich fundierte Information dar.

II. Datenlage

Wirtschaftlicher Einfluss schlecht fließenden Verkehrs

Untersuchungen zum Thema Treibstoffverbrauch sowie Schadgasemissionen in Stau- oder stauähnlichen Situationen sind dünn gesät. Der wirtschaftliche Einfluss eines schlecht fließenden Verkehrs hingegen ist bereits ausgiebig untersucht. Die wirtschaftlichen Einflussgrößen haben bislang offensichtlich eine weitaus höhere Priorität in der öffentlichen Betrachtung als negative Einflüsse auf die Umwelt. Diese Recherche hingegen befasst sich mit der Umweltproblematik.

Umwelteinfluss und Verkehrsfluss

Bei der Thematik des Umwelteinflusses von Verbrennungsmotoren geht es zunächst primär um die Verbräuche von Benzin- und Dieselmotoren. Damit verknüpft ist der Ausstoß an klimaschädlichem Kohlendioxid, das in großer Höhe der Erdatmosphäre die schädliche Klimaerwärmung verstärkt.

Weitere Aspekte der Betrachtung bilden die Feinstäube, v.a. ein Thema bei Dieselmotoren aber auch bei Benzinmotoren und die Stickoxide, wie NO_2 sowie NO_x -Gase, die nach Inhalation beim Menschen eine direkte Schädigung in Form von Herz- Kreislauferkrankungen sowie Krebserkrankungen der Atmungsorgane hervorrufen können.

Eine weitere Komponente bildet das als Reizgas eingestufte bodennahe Ozongas O_3 . Dieses ist ein direkter Ableger der sehr reaktiven NO_x -Gase, die unter Einwirkung von ultravioletter Strahlung zu einer weiteren Oxidationsreaktion des Sauerstoffmoleküls führen und für die Entstehung des Ozongases verantwortlich sind. Die Ozonbildung ist jedoch eine eher saisonbedingte Erscheinung, da eine intensive Sonneneinstrahlung nötig ist, um die Entstehungsreaktion in Gang zu setzen. Ozon entfaltet innerhalb des menschlichen Atmungsapparates seine Reizwirkung auf das menschliche Gewebe.

Wie stehen nun diese Schadgaskomponenten, die aus unseren Verbrennungsmotoren ausgestoßen werden, in Zusammenhang mit dem Fahrverhalten eines PKW oder LKW ?

Vorreiter zu diesem Thema ist, wie es die durchgeführte Literaturrecherche ergeben hat, die Schweiz. In der stark staugeplagten Schweiz findet derzeit eine intensive Diskussion über die Verkehrsinfrastruktur der Zukunft statt. Thema ist auch hier Straßenausbau und Ausbauqualität. Dafür wurde eine haltbare Daten- bzw. Informationslage generiert.

II. Zusammenfassung und Darstellung der Rechercheergebnisse

Im Rahmen dieser Recherche interessieren uns die folgenden Zusammenhänge bzw. Abhängigkeiten:

- (1) Wie beeinflusst eine Stausituation das Verbrauchsverhalten von Diesel- bzw. Benzinverbrennungsmotoren und damit den Ausstoß an klimaschädlichem CO_2 -Gas?
- (2) Hat die Flussgeschwindigkeit und die Fließart des Verkehrs einen Einfluss auf diesen Kraftstoffverbrauch? Ab wann ändert sich der Verbrauch signifikant, beispielsweise in Stop and Go-Situationen?
- (3) Welche Unterscheidungen hinsichtlich Verbrauch und Emission werden bei PKW's, LKW's beobachtet?
- (4) Inwiefern besteht eine Abhängigkeit zwischen Flussgeschwindigkeit und Fließart des Verkehrs im Hinblick auf die Emission der giftigen NO_x -Schadgase?
- (5) Welche möglichen Zusammenhänge bestehen zwischen den Feinstaubemissionen und der vorliegenden Verkehrsart (Stau, Stop and Go)?
- (6) Übertragung der Erkenntnisse auf die aktuelle Situation im Bodenseeraum anhand von realistischen Verkehrsszenarien unter Betrachtung einer CO_2 -Bilanz.

(1) Treibstoffverbrauch in Stausituationen

Die Analyse der Daten zeigt klar, dass Staus bzw. stockender Verkehr für einen gravierenden Mehrverbrauch von Treibstoff verantwortlich sind. Dies gilt für Fahrzeuge mit Diesel- und Benzinmotoren sowie für PKW und LKW gleichermaßen. Es bewahrheitet sich die These, dass der Verbrauch mit sinkender Durchschnittsgeschwindigkeit auf einer bestimmten Strecke zunimmt. Je niedriger die Staugeschwindigkeit, desto höher der Verbrauch. Häufiges Abbremsen und Anfahren im Stop-and-Go-Verkehr vernichtet sehr viel an Bewegungsenergie der Fahrzeuge und führt zu einem eklatanten Anstieg des Treibstoffverbrauchs. Bei Lastwagen zeigt sich ein prozentualer Mehrverbrauch bis auf etwa 45 %. Ähnlich sieht es bei Personenkraftfahrzeugen (Benzin und Diesel) aus. Der Mehrverbrauch kann hier bis auf 44 - 45% steigen [3].

(2) Einfluss von Flussgeschwindigkeit und der Fließart des Verkehrs auf den Treibstoffverbrauch

Generell ist festzuhalten: Stau ist nicht gleich Stau. Stau kann auch bedeuten, dass sich die Fahrzeuge noch kontinuierlich mit sehr niedriger, beispielsweise Schrittgeschwindigkeit fortbewegen. Diese sehr langsame aber noch kontinuierliche Fortbewegung führt aber dennoch zu einem Anstieg des Treibstoffverbrauchs der Fahrzeuge [3]. Eine Verschärfung der Situation tritt jedoch bei einer Stop-and-Go-Fahrweise ein. Dies bedeutet, dass sich die Fahrzeuge nicht mehr gleichmäßig vorwärts bewegen, sondern dauernd zwischen Anfahren und Abbremsen hin und her wechseln. Der Mehrverbrauch von Treibstoff wird dabei extrem gesteigert. Die in den Fahrzeugen gespeicherte Bewegungsenergie wird in diesem Fall jeweils durch Abbremsen vernichtet, um sie anschließend, durch einen übermäßig hohen Einsatz an Treibstoff, wieder in das Fahrzeug zu stecken (Anfahren, Beschleunigen). Der laufende Wechsel in einer Stop-and-Go-Situation führt daher zu einem überproportionalen Anstieg des Kraftstoffverbrauchs.

Ein sehr interessanter **Test in der Schweiz** hierzu zeigt auf einer 10 km langen Strecke unter Praxisbedingungen mit einem Ford Focus, Diesel ein erstaunliches Ergebnis:

Verbrauch in Stop and Go-Fahrweise: $6,7 \frac{l}{100km}$

Verbrauch bei flüssiger Fahrweise mit $100 \frac{km}{h}$: $3,1 \frac{l}{100km}$

Die Steigerung des Kraftstoffverbrauchs zwischen flüssiger Fahrweise und Stop-and-Go-Situation beträgt **116 %**. Und dies bei einem Mittelklasse PKW wie dem Ford Focus.

Wesentlich drastischer fallen diese Ergebnisse im Schwerlastverkehr aus. Hier wird die zigfache Masse eines PKW's im Wechsel beschleunigt und wieder abgebremst; d.h. es wird in hohem Maße Bewegungsenergie vernichtet [6].

Sehr aufschlussreich hierzu sind ebenfalls Untersuchungen des Bundesamtes für Raumentwicklung der Schweiz. Die Experten dieser Behörde berechneten, dass der Treibstoffverbrauch bei Staus auf Autobahnen im gewichteten Mittel von Benzin und Diesel von durchschnittlich

$9,7$ auf $18,2 \frac{l}{100km}$ zunimmt,

was einem prozentualen Mehrverbrauch von etwa 88 % entspricht. Dabei angenommen war ein noch kontinuierlich laufender Verkehr mit einer mittleren Staugeschwindigkeit von $10 \frac{km}{h}$ [2].

Noch gravierender jedoch wird die Betrachtung für den Unterschied zwischen fließendem Verkehr und Stop- and-Go-Fahrweise innerorts.

Hier steigt die konsumierte Treibstoffmenge im Mittel von

$$10,1 \text{ auf } 27,9 \frac{\text{l}}{100\text{km}}$$

was einer prozentualen Steigerung von etwa **176 %** entspricht [2].

Wie schon erwähnt, steigt die Menge des freigesetzten klimaschädlichen CO₂-Gases in gleichem Maß wie der Treibstoffverbrauch. In Kapitel II, (6) erfolgt eine Darstellung dieses Zusammenhanges am Beispiel einer realen Stausituation.

(3) Unterschiede hinsichtlich Verbrauch und Emission zwischen PKW und LKW

Lastkraftwagen werden durchweg von Dieselmotoren angetrieben. Dies ist ein gravierender Unterschied zu Personenkraftwagen, die entweder von Benzinmotoren oder Dieselaggregaten angetrieben werden.

Der Unterschied zwischen Dieselkraftstoff und Benzin liegt in der molekularen Struktur begründet. Dieselkraftstoff hat einen wesentlich höheren Kohlenstoffanteil als Benzin und setzt daher bei der Verbrennung im Motor eine größere Menge an CO₂-Gas frei. Somit haben Dieselmotoren den höheren CO₂-Ausstoß pro Liter verbranntem Treibstoff im Vergleich zu Benzinmotoren.

Bezogen auf einen möglichen Mehrverbrauch an Treibstoff, bedeutet dies einen überproportionalen Anstieg der CO₂-Emission gegenüber einem Benzinantrieb. D.h.: Bei gleichem Mehrverbrauch setzt ein Dieselmotor mehr schädliches Kohlendioxidgas frei als ein Benzinmotor.

Ein weiterer Unterschied zwischen einem LKW und einem PKW ist selbstverständlich das Gewicht. Das Gewicht eines LKW's liegt um das zifache über dem eines PKW's. Damit verbunden ist ein gravierender Unterschied im Verbrauchsverhalten generell, v.a. aber in einer Stau- oder Stop-and-Go-Situation. Der Verbrauchsanstieg in diesen Verkehrssituationen liegt wesentlich höher als bei einem PKW. Damit ist klar, dass schwere Lastkraftwagen eine wesentlich größere Menge an klimaschädlichem Kohlendioxidgas freisetzen, sollten diese in eine entsprechende Verkehrssituation kommen [3].

In einer Stau- bzw. Stop-and-Go-Situation mit vielen Verkehrsteilnehmern, insbesondere mit vielen LKW's, summiert sich der Mehrverbrauch an Treibstoff und damit der Schadstoffausstoß zu einer astronomischen Größenordnung und stellt durch die emittierten Schadgase eine eklatante Umweltbelastung dar.

45 % Mehrverbrauch beispielsweise führt im Verhältnis 1:1 zu 45 % mehr Emission an klimaschädlichem CO₂-Gas, das maßgeblich zur Erderwärmung beiträgt.

(4) Abhängigkeit zwischen der Geschwindigkeit und Fließart des Verkehrs und der Emission der giftigen NO_x-Gase

Die Hauptquelle für das giftige NO₂ sind die NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs. Insbesondere der Blick auf Dieselfahrzeuge ist hier wichtig.

Die gesetzlichen Regelungen für das Emissionsverhalten von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren wurden in der Vergangenheit regelmäßig verschärft, brachten aber bei den Stickoxidemissionen real kaum eine Verbesserung. Der Grund hierfür ist, dass die Emissionen der Fahrzeuge im realen Straßenverkehr wesentlich höher sind als während eines Prüfzyklus auf dem Rollenprüfstand.

Dies ist soweit schon hinlänglich bekannt. Interessant ist aber nun die Betrachtung, ob die Art des realen Straßenverkehrs nochmals Einfluss auf die Höhe der Stickoxidemissionen hat. Oder in anderen Worten ausgedrückt: Ist mit einer Steigerung der Emissionen bei Stau- sowie Stop-and-Go Verkehrsverhältnissen zu rechnen ?

Aufschlussreiche Untersuchungen zu dieser Frage bieten die Landesanstalt für Umwelt, und Naturschutz, Baden – Württemberg sowie das Bayerische Landesamt für Umwelt. [4].

Im Rahmen dieses Untersuchungsprojektes wurden drei gängige Mittelklassefahrzeuge mit Euro 6-Dieselantrieb im realen Fahrbetrieb bei unterschiedlichen Verkehrsverhältnissen hinsichtlich Stickoxidemission untersucht.

Der vorgeschriebene Grenzwert für die NO_x – Emission liegt dabei bei 80 mg/km.

Die Auswertung der Messdaten ergab [4]:

- Die NO_x – Emissionen im Innerortsbereich steigen relativ um **62 % bis 746 %**, abhängig von der Fahrweise an.
- Betrachtet man nur die Fahrten mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von unter 35 km/h, so überschreiten die NO_x – Emissionen den Grenzwert im Mittel um **323 % bis 425 %**.

Die hohen Bandbreiten im innerörtlichen Bereich zeigen deutlich, dass die Abgasreinigungssysteme sehr empfindlich auf Unterschiede in der Dynamik der Fahrweise reagieren. Generell kann man festhalten: Je höher die Dynamik (nicht allein die Geschwindigkeit) der Fahrweise, desto höher die Emissionen.

Vor allem Fahrweisen mit einer niedrigen mittleren Durchschnittsgeschwindigkeit bei gleichzeitig hohem Anteil an Stausituationen mit Stop-and-Go-Verkehr (häufiges Anfahren, Beschleunigen und wieder Abbremsen) sind für einen besonders hohen Anstieg der Stickoxidemissionen verantwortlich. Diese Situationen zeigen - mit einer Zunahme bis über **400 %** - extreme Emissionsspitzen.

Wie bereits bekannt und in letzter Zeit in der Presse veröffentlicht, weisen Nutzfahrzeuge in der Regel bessere NO_x – Emissionswerte als Diesel-Personenkraftwagen auf. Dies ist jedoch hinlänglich bekannt. LKW-Dieselmotoren haben wesentlich umfangreichere Abgasnachbehandlungsanlagen, die im Realbetrieb zu besseren Abgaswerten führen.

Es ist jedoch wichtig festzuhalten, dass in all den beschriebenen RDE-Tests (Real Driving Emissions) immer nur Fahrweisen herangezogen werden, die einem typischen Mix von Fahrsituationen im Realbetrieb entsprechen sollen.

Stop-and-Go Situationen allein werden dabei nicht untersucht. Diese führen auch bei den Nutzfahrzeugmotoren in jedem Fall auch zu Steigerungen der NO_x – Emissionen in der oben beschriebenen Größenordnung.

(5) Einfluss der vorliegenden Verkehrsart (Stau, Stop-and-Go) auf die Feinstaubemissionen

Unter Feinstaubemissionen im Straßenverkehr sind die Feststoffpartikel zusammengefasst. Sie entstehen als Verbrennungsprodukte in einem Diesel- oder Benzinmotor und werden mit den Abgasen in die Umwelt freigesetzt. Extrem gefährlich sind dabei die sogenannten Nanopartikel. Sie können tief in die Lunge eindringen und das Risiko für Herz-Kreislaufkrankungen, diverse Krebserkrankungen sowie weiterer schwerwiegender Lungenerkrankungen deutlich steigern.

Eine englische Studie zeigt nun, dass gerade beim Anfahren der Fahrzeuge im Straßenverkehr die emittierten Feinstaubmengen enorm in die Höhe schnellen [1]. Die Studie stellt dar, welchen Konzentrationen Autofahrer auf dem Weg zur Arbeit ausgesetzt sind.

Um eine Stop-and-Go-Fahrweise zu simulieren, bestand die Teststrecke aus einem sechs Kilometer langen Streckenverlauf mit insgesamt zehn Ampeln. Gemessen wurden Partikel im Bereich von 5 bis 560 Nanometer Durchmesser. Bestimmt wurde deren Konzentration in der Innenluft der Fahrzeugkabine sowie der umgebenden Außenluft.

Die Untersuchung zeigt sehr überraschende Ergebnisse:

- Beim Wiederauffahren / Beschleunigen der Fahrzeuge stieg die Teilchenkonzentration drastisch an. In der von außen angesaugten Innenluft stieg die Konzentration der Nanopartikel um den **Faktor 29**.
- In der Außenluft stellten die Forscher etwa **sechsmal höhere Werte** an Nanopartikeln fest. Die Verdünnung im großen Luftvolumen der Außenluft dämpft erklärlicherweise den Anstieg im Vergleich zur Fahrzeuginnenluft.

Diese drastischen Ergebnisse sind nach Ansicht aller Experten problemlos auf Deutschland sowie auch alle anderen Länder der Welt übertragbar.

Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass in Deutschland jährlich etwa 10.000 Menschen wegen verkehrsbedingter Feinstaubbelastung sterben – rund dreimal soviel wie bei Unfällen – wird die enorme Tragweite dieser Problematik deutlich. Eine Verbesserung dieser Situation durch die unterschiedlichsten Maßnahmen ist dringend geboten.

Hinsichtlich der Verkehrsplanung besteht die dringende Forderung der Fachwelt und Wissenschaft, dass eine moderne Straßenplanung sicherzustellen hat, einen gleichmäßigen Verkehrsfluss ohne Staus und schädlicher Stop-and-Go-Fahrweise zu erreichen.

(6) Übertragung der Ergebnisse auf die Bodenseeregion, speziell auf die Ost- Westachse B31

Hervorzuhebende Staubereiche auf der B31, hervorgerufen durch eine Verkehrsüberlastung sind vor allem:

- B31 Friedrichshafen – Lindau, Bereich Eriskirch
- B31 Ortsdurchfahrt Friedrichshafen, beide Fahrtrichtungen
- B31 Fischbach-Friedrichshafen, beide Fahrtrichtungen
- B31 Immenstaad – Hagnau, beide Fahrtrichtungen
- B31 Überlingen Auffahrt B31 und B31 Höhe Birnau, beide Fahrtrichtungen
- B31neu: Wechselbereiche der Überholspur auf der 3-spurigen B31neu ÜB-Stockach,

Staugründe sind:

Überlastung der B31:

Durch grundsätzlich hohe und weiter steigende Zahlen der Verkehrsteilnehmer (Berufsverkehr, Güterverkehr, Bodensee-Tourismus, Transitstrecke in Urlaubsgebiete im Drei-Länder-Eck und Fernverkehr in östliche und westliche Urlaubsländer, Messe-Verkehr)

Phantomstaus und zähfließender Verkehr:

Phantomstaus entstehen förmlich aus dem Nichts und verschwinden ebenso wieder. Die B31 führt durch eine landschaftlich reizvolle Aussichtslage direkt entlang der Uferlinie des Bodensees mit Alpensicht. Daraus folgt häufig eine unangemessene Fahrweise der Verkehrsteilnehmer, wie z.B. Sightseeing per Auto. Außerdem ergeben sich Verkehrsbehinderungen durch viele Auf- und Abfahrten zu touristischen Sehenswürdigkeiten (Beispiel Birnau) und Aussichtspunkten.

Diese Art des Verkehrsstaus ist entlang des westlichen Bodenseeufer auf entsprechenden Abschnitten der B31 relativ häufig.

Gerade im Sommerhalbjahr kommt es zu einer Kombination des immer vorhandenen Durchgangsverkehrs mit dem Regionalverkehr der Einwohner der Region und des in dieser Zeit einsetzenden Tourismusverkehrs. Dieser konzentriert sich dann exakt auf den touristisch interessanten Bereich in Seenähe und belastet somit die B31 zusätzlich sehr stark. Dadurch wird der bereits vorhandene und durch Überlastung zähfließende Durchgangsverkehr noch weiter behindert. Ein immer häufiger und schneller auftretender zähfließender Verkehr mit Staus bzw.

Stop-and-Go-Situationen ist die Folge. Diese Kombination der unterschiedlichen Verkehrsarten auf der stark frequentierten B31 führt letztendlich zu der inakzeptablen Verkehrssituation.

Welche Auswirkungen haben die Faktoren wie CO₂-Ausstoß, Feinstaub- und Stickoxidbelastung auf unsere Region?

Wie bereits seit Langem bekannt und intensiv diskutiert, sollte jeder Einzelne von uns seinen Carbon-Footprint so klein wie möglich halten, da es bislang keine wirtschaftlichen Möglichkeiten gibt, das klimaschädliche CO₂ zu speichern oder zu neutralisieren.

Es wird daher im Folgenden versucht, am Beispiel des Waldes aufzuzeigen, wie viel Wald bzw. Bäume es braucht, den durch die Verkehrsproblematik erhöhten CO₂-Ausstoß zu binden. Nur die in unserer Umwelt existierenden Pflanzen und Bäume sind bekanntermaßen in der Lage, das in der Umwelt vorhandene CO₂ in Form von Zellstoff (Mehrfachzucker) zu binden. Die durchgeführte Abschätzung basiert auf den Grundlagen des BWL-Stauprojekt der Fachhochschule Bern [3].

Modellbildung zur Abschätzung der Mehr-Emission an CO₂ durch eine Stausituation im Sommerhalbjahr auf der B31 vor Hagnau.

In der Annahme eines Staus auf der B 31 auf der
Spur Meersburg-Hagnau und der
Spur Immenstaad-Hagnau

soll der Mehrausstoß an CO₂-Gas auf Grund einer Stausituation berechnet werden.

Die Erkenntnisse aus den zahlreichen Verkehrsbeobachtungen sowie Verkehrszählungen der Verkehrsinitiative Hagnau e.V. bilden u.a. eine Grundlage für die rechnerische Abschätzung:

- Die Staulängen vor Hagnau werden auf beiden Spuren jeweils mit einer variablen Länge von 1km bis max. 3km angenommen und gehen so in die Berechnung ein.
- Die Verkehrsbelastung beträgt insgesamt 20.000 Fahrzeuge, davon 3.900 Lastkraftwagen pro 24 h.
- Die Dauer des jeweiligen Staus beträgt täglich 7 bzw. 8 h.
- Als Zeitraum der auftretenden Staus werden fünf Monate (Mai bis September) angesetzt.
- Es werden nur die Werkstage (5 Tage) betrachtet, also ohne Wochenende.
- Der Anteil der Diesel PKW am Gesamt-PKW-Anteil beträgt 24%.
- Der angenommene Mehrverbrauch liegt im Mittel auf einem sehr geringen Niveau von 45 %. Es wird keine Stop and Go-Verkehrslage angenommen.

Eine rechnerische Abschätzung für Staulängen von 1 km bis 3 km, über einen Tageszeitraum von 7 bzw. 8 h unter Anwendung der obigen Randbedingungen zeigt die folgende Bandbreite an Werten:

0,8 bis 2,3 to CO₂ pro Tag

Daraus ergibt sich für den erwähnten Betrachtungszeitraum eine Mehremission von rund

80 bis 220 to CO₂ pro Jahr.

Anzumerken bei dieser Modellberechnung ist:

- sie zeigt nur die Mehremission für eine einzige Stau-Situation innerhalb der Bodenseeregion,
- es wurden lediglich sehr überschaubare Staulängen von max. 3 km je Fahrspur angenommen,
- für die Berechnung ist nur eine relativ geringe Steigerung des Mehrverbrauchs von 45 % angesetzt. Die realen Mehrverbräuche bei einer Stop-and-Go-Fahrweise können leicht das Doppelte dieses Wertes annehmen. Die Folge ist eine weitere Verschärfung des Ergebnisses auf das Doppelte der oben abgeschätzten CO₂-Emission,
- werden die Wochenenden mitbetrachtet, was auch durchaus realistisch wäre, steigen die Werte nochmals deutlich an.

Für die Neutralisation dieser großen Menge an CO₂ würden zwischen

22 und 62 ha Wald

benötigt, allein um diese zusätzliche Freisetzung an schädlichem Klimagas zu kompensieren [3]. Und dies nur für die sommerliche Stausituation bei Hagnau.

Diese Modellberechnung für den oben definierten Stau bzw. zäh fließenden Verkehr lässt nun die Dimensionen der Umweltschädigung durch Schadstoffausstoß erahnen, die mit der gegenwärtigen

katastrophalen Verkehrsinfrastruktur - insbesondere der B31 – mit ihren zahlreichen Staustellen, Beeinträchtigungen des Verkehrsflusses und Stop-and-Go-Verkehr verbunden ist.

III. Zusammenfassung, Diskussion und Ausblick

(1) Zusammenfassung / Erkenntnisse der Recherche

Die Freisetzung von klimaschädlichem CO₂-Gas ist direkt proportional zum Verbrauch der Fahrzeuge.

Bei moderaten und „gutmütigen„ Staubbedingungen ist mit einer Verbrauchszunahme, gemittelt über LKW-Anteil sowie PKW / Diesel-Benzin-Anteil, von bis **zu 45 %** zu rechnen.

Unter verschärften Staubbedingungen (Stop-and-Go-Situationen) sind mit wesentlich gravierenderen Verbrauchszunahmen zu rechnen. Sie reichen leicht bis in den Bereich **von + 90 bis + 180%**.

Lastkraftwagen (LKW) sowie dieselgetriebene PKW sind, verglichen mit benzingetriebenen Fahrzeugen, für einen wesentlich höheren Ausstoß an Kohlendioxidgas verantwortlich. Der Verbrauchsanstieg eines LKW ist auf Grund seines höheren Gewichtes (Fahrzeug plus Ladung) wesentlich höher als bei einem PKW. In Staus oder Stop-and-Go-Situationen steigt der Ausstoß an klimaschädlichem Kohlendioxid überproportional an. Gerade im Hinblick auf die Anzahl von 3.000 - 4.000 LKWs, die täglich die B 31 befahren, ist der Einfluss dieser Fahrzeuge auf die klimaschädlichen Auswirkungen immens hoch.

Der Ausstoß von gesundheitsgefährdenden Stickoxidgasen steigt bei Staus und insbesondere in Stop-and-Go-Situationen um **über 400 % an. Dies entspricht einer astronomischen Vervielfachung des Ausstoßes an schädlichen Stickoxidgasen.**

Wie bei anderen Schadstoffemissionen ist auch die **Feinstaubemission** in Stausituationen wesentlich höher als im fließenden Verkehr.

Die Feinstaubkonzentration von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor steigt

- um bis auf das **29 – fache in der Innenluft** der Fahrzeuge in der Stop-and-Go-Fahrweise
- um bis auf das **4 – fache in der Außenluft, also in der direkten Umgebung** der Fahrzeuge.

(2) Diskussion

Inwieweit kann nun ein durchdachter Straßenausbau bzw. Neubau einen möglichen Beitrag zum Umweltschutz leisten?

Diese Frage soll nun abschließend auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse bewertet werden.

Zweifelsfrei hat ein schlecht fließender Verkehr mit Stauaufkommen oder Stop-and-Go-Situationen gravierend negative Auswirkungen auf Mensch und Natur. Die CO₂-Emissionen, die Konzentrationen an emittierten Schadgasen, Stickoxide sowie die Feinstäube steigen eklatant an und stellen u.a. eine effektive Bedrohung der Bevölkerung dar, die nahe der jetzigen B31 wohnen.

Eine sinnvolle und zukunftssträchtige Verkehrsplanung B31neu muss – auch aus Natur- und Umweltschutzgründen - eine Straßenqualität realisieren, die sicherstellt, dass der Verkehr gleichmäßig und ungestört fließen kann. Nur so lassen sich die Schadstoffemissionen in Grenzen halten.

Der bereits jetzt schon hohe Anteil des Schwerlastverkehrs am gegenwärtig gemessenen Gesamtverkehr wird sich nach den Prognosen in Zukunft noch weiter erhöhen. Die Vorhersagen, gehen bis zum Jahr 2040 von einer Steigerung des Nutzfahrzeuganteils von 43% aus [8].

Dies erfordert eine, unter fachlichen Gesichtspunkten, adäquat dimensionierte Straße, die einen möglichst störungsfreien Verkehrsfluss mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 80-100 km/h ermöglicht.

Halbherzige Ausbaumaßnahmen, um einzelne Ortschaften zu entlasten, helfen nicht weiter. Sie lösen weder die Verkehrsprobleme noch sind sie geeignet, Mensch und Umwelt zu entlasten.

(3) Ausblick

Die zukünftigen **Antriebstechnologien für Personenkraftwagen** befinden sich seit längerer Zeit in einem Wandlungsprozess.

Elektrofahrzeuge – E-Mobile

Der elektrische Antrieb hat auf Grund des höheren Wirkungsgrades seine Berechtigung, die Verbrennungsmotoren zu verdrängen.

Um der Elektromobilität zum Durchbruch und Erfolg zu verhelfen, braucht es aber noch entscheidende technologische Lösungen für

- die Speichertechnologie zur Erhöhung der Speicherkapazität und damit der Reichweite der Fahrzeuge,
- eine erhebliche Gewichtsreduktion der Energiespeicher,
- die Ladungstechnologie der Akkus um eine schnellere Ladung der Speicher zu erreichen, ohne negativen Einfluss auf deren Lebensdauer.

Welche Effekte wären durch diese Entwicklung erzielbar?

Die Problematiken der Feinstaubemissionen sowie der Stickoxidbelastungen und damit einhergehend der Ozonbelastung wären damit sicher beseitigt.

Bei den CO₂-Emissionen geht es allerdings auch um die Frage der Möglichkeiten der Energiegewinnung und deren Umweltbilanzen.

Ohne eine massive Steigerung der Stromerzeugung aus regenerativen Quellen erfolgt lediglich eine Verlagerung der Emissionsproblematik weg vom Auto hin zum Ort der Erzeugung der elektrischen Energie. Die schädlichen Klimagase werden nicht mehr auf der Straße durch E-Mobile (Pkw) freigesetzt, sondern an den Standorten der Kraftwerke, die den Strom produzieren.

Eine völlig andere Entwicklung dürfte sich im **Bereich der Nutzfahrzeuge**, vor allem der schweren Nutzfahrzeuge, abzeichnen. In diesem Bereich weisen batterieelektrische Fahrzeuge nur einen sehr geringen Nutzeffekt auf. Mittelfristig bis langfristig werden sich lediglich leichte Nutzfahrzeuge zu einer Anwendungsnische entwickeln. Bis sich im Bereich der schweren Nutzfahrzeuge eine Entwicklung weg vom Dieselantrieb abzeichnet, werden sicherlich noch einige Jahrzehnte an Entwicklungszeit benötigt. Bei schweren Nutzfahrzeugen ist eine Entwicklung weg vom Dieselantrieb nicht absehbar [8]. Aus diesem Grund und angesichts der prognostizierten Steigerung des Güterverkehrs auf der Straße ist mit einem weiteren Anstieg der umweltschädlichen Emissionen zu rechnen.

(4) Fazit

Sowohl die in dieser Recherche dargestellten Erkenntnisse über den Zusammenhang von Verkehrsfluss, Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemission, wie auch die Prognosen zur weiteren Entwicklung des Verkehrsaufkommens, sprechen für die Forderung der Hagnauer Verkehrsinitiative, eine zukunftstaugliche Verkehrsachse B31neu zu planen und zu realisieren.

Die Auseinandersetzung mit den mittel- bis langfristig zu erwartenden Innovationen bei der Antriebstechnik von Fahrzeugen und dem Thema E-Mobilität zeigen bis dato nicht das Potenzial einer absehbaren zukünftigen Reduktion des Verkehrsaufkommens.

Eine leistungsfähige B31neu mit einer entsprechenden Ausbauqualität, die einen reibungslosen Verkehrsfluss ermöglicht, ist damit unabdingbar Voraussetzung für eine realistische Lösung der Verkehrsprobleme der Bodenseeregion.

Im Fall der B31neu zeigt sich eine zweibahnige und vierspurige Lösung als sinnvollste und effektivste Möglichkeit, die Verkehrsproblematiken auf der B31 angemessen zu bewältigen.

Für diese Ausbaugqualität sprechen u.a. die wissenschaftlichen Untersuchungen der Universität Dresden, die den Zusammenhang der Parameter einer Straße, wie Breite, Anzahl der Spuren etc. in Abhängigkeit von der Verkehrsdichte darstellen und begründen [10].

(Infos dazu auch: VIHaB e.V., Präsentation B31neu „Ausbaugqualität“)

Literaturverzeichnis

- [1] Atmospheric Environment, Anju Goel, Prashant Kumar, Atmospheric Environment 2015
- [2] Bundesamt für Raumentwicklung, Schweiz, 2011
- [3] Fachhochschule Bern, BWL-Stauprojekt, 2014
- [4] Landesamt für Umwelt, M. u. W., PEMS-Messungen an drei Euro 6-Diesel PKW, 2014
- [5] Neue Zürcher Zeitung, Die vergessenen Kosten von Staus, 2014
- [6] Saldo, S.K., Stau: Doppelter Benzinverbrauch, 2011
- [7] Spiegel Online, Feinstaub im Auto, 2015
- [8] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Shell AG, Diesel oder alternative Antriebe-
Womit fahren LKW und Bus morgen?
- [9] Focus, Das sind die erfolgreichsten Regionen Deutschlands, März 2014
- [10] diverse Quellen zur Thematik:
 - Vortrag Dipl.-Ing. Anne Veters, Lehrstuhl Gestaltung von Straßenverkehrsanlagen der TU Dresden, „Die neuen Richtlinien für die Anlage von Landstraßen – RAL“
 - Richtlinie für die Anlage von Straßen (RAS) gültig bis 2008/2013
 - Richtlinie für Ausführung von Autobahnen (RAA) Stand 2008
 - Richtlinie zur Ausführung von Landstraßen (RAL) Stand 2013
 - Verkehrsinitiative Hagnauer Bürger e.V.: Ausbaugqualität und Querschnittsvergleich von Verkehrsstraßen; www.verkehrsinitiative-hagnau.de ; Präsentationen zur B31neu, Ausbaugqualität, 2016
- [11] Verkehrsinitiative Hagnauer Bürger e.V., Verkehrszählung 10.11.2016
- [12] Artikel Schwäbische Zeitung, 7.1.2017