

B 388, Ausbau Auhof – Linden (mit Umbau Knoten B 388 / PAN 20)

Fachbeitrag zum globalen Klima mit THG-Bilanz

1. Einführung

Das am 18.12.2019 in Kraft getretene und zuletzt am 18.08.2021 geänderte Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) soll die Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele sowie der europäischen Zielvorgaben gewährleisten. Das wesentliche Ziel ist, die bundesweiten Treibhausgasemissionen gemäß § 3 Abs. 1 KSG schrittweise zu reduzieren.

Auch bei Straßenbauvorhaben sind daher die Ziele des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) zu berücksichtigen. In den nachfolgenden Ausführungen soll dargestellt werden, welche klimaschädlichen Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) mit dem Vorhaben verbunden sind und mit welchen Maßnahmen sich diese eventuell vermeiden oder reduzieren lassen.

Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) hat im Jahr 2023 ein „Ad-hoc-Arbeitspapier zur Berücksichtigung von großräumigen Klimawirkungen bei Straßenbauvorhaben“ (kurz: AP Klimaschutz Straße) als vorläufige Hilfestellung veröffentlicht. Ziel dieses Papiers ist es – ebenso wie bei dem bisherigen Methodenpapier zur Berücksichtigung des globalen Klimas in der Straßenplanung in Bayern (Az: StMB-41.2-4380-2-1-2; 17.11.2022) des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr („Methodenpapier Bayern“) und den Hinweisen zur Berücksichtigung der großräumigen Klimawirkungen in der Vorhabenzulassung (Az: StMB-41.2-4380-2-1-3; 11.05.2023) des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (Hinweise BMDV) – die ordnungsgemäße und angemessene Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen von Straßenbauvorhaben auf das globale Klima für rechtssichere Zulassungsentscheidungen zu gewährleisten.

Das AP Klimaschutz Straße ersetzt somit das „Methodenpapier Bayern“ von 2022, auf das sich die Ausarbeitung des Klimabeitrags bei den Feststellungsunterlagen zu Straßenbauvorhaben bislang stützte.

Als weitere zu beachtende Rechtsgrundlage für die Berücksichtigung des globalen Klimas gilt neben dem Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) auf Landesebene das Bayerische Klimaschutzgesetz (BayKlimaG). In Art. 2 Abs. 3 Satz 2 BayKlimaG wird ein unterstützender Beitrag der staatlichen Behörden zur Erreichung der Klimaschutzziele (Verwirklichung der Minderungsziele im Rahmen der hoheitlichen Tätigkeit) gefordert. Dieser Beitrag kann mit der Anwendung der Hinweise des BMDV und des AP Klimaschutz Straße erbracht werden. Die nachfolgende Ausarbeitung orientiert sich daher an die Empfehlungen des Ad-hoc-Arbeitspapiers Klimaschutz Straße (Stand Dezember 2023).

In Verbindung mit den Klimaschutzz Zielen ist bezüglich der Reduzierung von THG-Emissionen in verschiedene Sektoren zu differenzieren (§ 4 KSG in Verbindung mit der Anlage 1 KSG), die bei Straßenbauvorhaben in der Regel folgenden drei unterschiedlichen Emissionswegen zugeordnet werden können:

- „**Lebenszyklus-Emissionen**“ (THG-Emissionen bei Errichtung des Bauwerks entsprechend dem Sektor „Industrie“ sowie beim Betrieb und bei der Erhaltung bzw. Unterhaltung des Straßenabschnitts)
- „**Verkehrs-Emissionen**“ (durch den Kfz-Verkehr auf der Straße verursachte THG-Emissionen; hierzu gehört neben dem Sektor „Verkehr“ auch der Sektor „Industriewirtschaft“ im Sinne der sog. Vorketten bei der Produktion der Energiequellen)
- „**Landnutzungsänderungen**“ (eingriffsbedingte THG-Emissionen durch Verlust klimarelevanter Flächen infolge von Versiegelung bzw. Überbauung und ausgleichsbedingte Verringerung der THG-

Emissionen sowie Förderung der Speicher- und Senkenfunktionen von Flächen durch die geplanten Kompensationsmaßnahmen)

2. Emissionswege der THG-Emissionen

Der Bau von Straßen kann ausgehend von der Differenzierung in Sektoren gemäß KSG grundsätzlich auf verschiedenen Wegen Auswirkungen auf die THG-Emissionen verursachen. Daher sind die bau-, anlage- und betriebsbedingten Emissionen den nachfolgend dargestellten drei Emissionswegen zuzuordnen und in deren Kontext näher zu betrachten:

Lebenszyklus-Emissionen

Klimaschädliche Emissionen, die bei der Herstellung von Baustoffen (z.B. Asphalt, Beton) in der Bauwirtschaft (bzw. „Industriewirtschaft“) entstehen, sind dem Sektor „Industrie“ zuzuordnen und gehören ebenso zum Emissionsweg der Lebenszyklus-Emissionen wie der Bau bzw. die Errichtung der Straße (inkl. Brücken und Tunnels) und in der Folgezeit die Erhaltung und Unterhaltung.

Zur Berechnung werden die sogenannten jährlichen Lebenszykluskosten auf Grundlage von Durchschnittswerten der spezifischen THG-Emissionen pro m²/Jahr versiegelter Fläche berechnet. Für Brücken- sowie Tunnelabschnitte sind aufgrund des höheren Materialeinsatzes und Bauaufwands Aufschläge auf die Durchschnittswerte zu berücksichtigen.

Zur Berechnung werden demnach folgende Angaben benötigt:

- versiegelte Fläche in m²
- Flächengrößen von Tunnel- /Brückenabschnitten in m²
- Durchschnittswerte der spezifischen THG-Emissionen in kg CO₂-eq pro m² Straßenoberfläche und Jahr, mit entsprechend höheren Durchschnittswerten für Tunnel- /Brückenabschnitte

Gemäß AP Klimaschutz Straße sollte die CO₂-Bilanz bei Ausbauvorhaben nur auf den Erweiterungsanteil bezogen werden. Ersatzbauten von Brücken sich jedoch wie Neubauten zu behandeln.

Verkehrs-Emissionen

Die verkehrsbedingten Emissionen beziehen sich in erster Linie auf die betriebsbedingten Wirkungen von Kraftfahrzeugen mit Verbrennungsmotoren, die fossile Energieträger wie Diesel, Benzin oder Gas nutzen. Die Fahrzeuge stoßen unvermeidlich das klimawirksame Gas Kohlen(stoff)dioxid (CO₂) sowie in geringen Mengen Lachgas (N₂O) und Methan (CH₄) aus.

Bei der zunehmenden E-Mobilität emittieren die Fahrzeuge zwar im Straßenverkehr keine Treibhausgase, aber ebenso wie bei den Verbrennungsmotoren kommt es auch bei der Herstellung der Energiequellen zu THG-Emissionen – und dies nicht nur in Raffinerien, sondern auch im Falle von Kraftwerken für die Erzeugung von Elektroenergie. Diese sog. Vorketten sind ebenfalls den Verkehr-Emissionen zuzurechnen.

Die Betrachtung der unterschiedlichen klimaschädlichen Gase wird zusammengeführt und in Form sog. CO₂-Äquivalente (CO₂-eq) ausgedrückt.

Für die Berechnung der durch den Verkehr verursachten THG-Emissionen dient das Verkehrsaufkommen bzw. die Verkehrsprognose (Verkehrstechnische Untersuchung) und die darin abgebildete Veränderung der Verkehrslast auf der Ausbaustrecke sowie dem nachgeordneten Straßennetz als Grundlage.

THG-Emissionen und THG-Bindung infolge von Landnutzungsänderungen

Hinsichtlich der Speicherung der Kohlenstoffmenge sind sowohl die oberirdische Biomasse als auch die Bodeneigenschaften hinsichtlich des Gehalts an organischer Substanz relevant. In der organischen

Substanz im Boden und in der Vegetation (unterirdische und oberirdische Biomasse) ist CO₂ in Form von organisch gebundenem Kohlenstoff (CO_{2org}) gespeichert (Speicherfunktion). Je nach Boden, Vegetationstyp und Nutzung werden aus dem „Boden-Vegetations-System“ entweder Treibhausgase emittiert oder es wird CO₂ kontinuierlich eingelagert (Senkenfunktion). Bei den Böden werden Moorböden und moorähnliche Böden bis hin zu grundwasserbeeinflussten Gleyböden mit hohem Humusanteil (sog. Humusgleye) als klimarelevant eingestuft.

Im Zuge eines Straßenbauvorhabens kommt es anlagebedingt zu dauerhaften Veränderungen der Flächennutzungen und damit auch von Vegetationstypen bzw. Biotopen. Außerdem werden Böden versiegelt und überbaut, denen je nach Bodentyp eine sehr unterschiedliche Klimarelevanz zugeschrieben werden kann. Im Gegenzug führen auch die landschaftspflegerischen Maßnahmen entlang der Trasse und die externen Kompensationsmaßnahmen zu Veränderungen der Landnutzung, diese sind aber in der Regel mit positiven Wirkungen auf die Klimabilanz verbunden sind. Als besonders klimarelevante Biotope bzw. Vegetationstypen gelten mit abnehmender Bedeutung Wälder (je naturnäher desto besser), Gehölzbestände (inkl. Alleen und Baumreihen), extensiv bewirtschaftetes Grünland (vor allem auf frischen bis nassen Standorten) sowie sonstige natürliche und naturnahe Biotope, die dauerhaft keiner Nutzung unterliegen.

Verluste von Lebensräumen bzw. Biotopen sowie mehr oder weniger organischen Böden durch ein Straßenbauvorhaben wirken sich folglich meist negativ auf die Klimabilanz der Landnutzung aus. Der Inanspruchnahme von Böden und Vegetationstypen bzw. Biotopen mit Bedeutung für den Klimaschutz sind demnach die Kompensationsmaßnahmen gegenüberzustellen, die zur Verbesserung von Kohlenstoffspeicherfunktionen oder der Reaktivierung von Kohlenstoffsenken beitragen. Als geeignete Kompensationsmaßnahmen sind entsprechend den Zielvorgaben des Klimaschutzes beispielweise anzuführen:

- Neuaufforstung und Gehölzpflanzungen
- Waldumbau (Stabilisierung der Bestände zur Klimafolgenanpassung)
- Extensivierung von landwirtschaftlichen Flächen, vor allem auf nassen Grünlandstandorten bzw. grundwasserbeeinflussten Böden

3. Zu erwartende THG-Emissionen des Ausbauvorhabens

3.1 Vorhabensbedingte THG-Emissionen – Lebenszyklus-Emissionen

Die Berechnung der zu erwartenden Lebenszyklus-Emissionen ergibt sich aus der Gesamtfläche des Straßenbauvorhabens, das sich bei einem Ausbauvorhaben in erster Linie auf die zusätzliche Versiegelungsfläche bezieht. Diese Fläche in m² wird gemäß AP Klimaschutz Straße (basierend auf den Vorgaben des BMDV 2022) mit dem vorgegebenen Wert der spezifischen THG-Emissionen für eine Bundesstraße (4,6 kg CO₂-eq pro m² und Jahr) multipliziert. Bei Brückenbauwerken ist zusätzlich ein Aufschlag zu berücksichtigen, der durch Multiplikation der Brückenflächen mit dem dafür anzusetzenden spezifischen THG-Emissionswert (12,6 kg CO₂-eq pro m² und Jahr) ermittelt wird.

Die Neuversiegelung im Bereich der Ausbaustrecke und des Knotenumbaus B 388 / PAN 20 beträgt 24.052 m². Im Verlauf des Ausbauabschnitts wird die bestehende Wellstahlrohr-Brücke über den Hausleitner Bach durch einen Neubau ersetzt; die Brücke über die Kreisstraße PAN 20 wird erstmalig neu erstellt. Für den zu berücksichtigenden Aufschlag sind die Flächen der Brücken zu berechnen (siehe Tab. 1)

Tab. 1: Berechnung der Brückenflächen

Bauwerk (mit Nummer)	Stützweite (in m)	Breite zw. den Geländern (in m)	Fläche (in m ²)
BW 2.1	12,00	35,00	420
BW 2.4	14,00	23,15	325

Somit ergeben sich die nachfolgende dargestellten THG-Emissionen im Zusammenhang mit dem Lebenszyklus des Straßenbauvorhabens (siehe Tab. 2).

Tab. 2: Berechnung der Lebenszyklusemissionen

Flächenbeanspruchung	Fläche (m ²)	Spezifische THG-Emissionen in kg CO ₂ -eq/(m ² x a)	THG-Emissionen in kg CO ₂ -eq/(m ² x a)
Ausbau der B 388 und Umbau des Knotens B 388 / PAN 20	24.052	4,6	110.639
Aufschlag BW 2.1: Brücke B 388 über den Hausleitner Bach	420	12,6	5.292
Aufschlag BW 2.4: Brücke B 388 über die Kreisstraße PAN 20	325	12,6	4.095
Gesamtsumme in kg CO₂-eq/(m² x a)			120.026

3.2 Vorhabensbedingte THG-Emissionen – Verkehrs-Emissionen

Der Ausbauabschnitt weist durchgängig seit den neunziger Jahren und aktuell mit rd. 15.500 Kfz/ 24h (DTV-Wert 2023 = Durchschnittlicher Täglicher Verkehr gemittelt über alle Tage des Jahres 2023) ein für Bundesstraßen in Bayern überdurchschnittliches Verkehrsaufkommen auf.

Für das Jahr 2030/35 wird für den gegenständlichen Streckenabschnitt - aus der allgemeinen Verkehrsentwicklung heraus - eine weitere Zunahme des Gesamtverkehrs auf bis zu 17.800 Kfz/24h prognostiziert (siehe hierzu auch Ziff. 2.3.3 und Ziff. 2.5/ Unterlage 1).

Maßnahmenbedingte und über die allgemeine Verkehrsentwicklung hinausgehende signifikante Auswirkungen auf die Verkehrsstärken und Verkehrszusammensetzung können nicht abgeleitet werden. Mit Bau des teilplanfreien Knotens B 388 / PAN 20 kann für den verkehrlich hochbelasteten Bereich eine weitere Verflüssigung des Verkehrs erzielt werden. Die im Ausbaubereich neu entstehende und verkehrlich gering belastete parallele Wegeführung führt auch zu einer deutlichen Steigerung der Attraktivität für den nichtmotorisierten Individualverkehr im Bereich der Ausbaumaßnahme. Durch diese Verbesserungen erhöht sich die Verkehrssicherheit, gleichzeitig werden die durch Brems- und Beschleunigungseffekte bedingten Schadstoffausstöße verringert.

Für die verkehrsbedingten THG-Emissionen des Ausbaus der B 388 zwischen Auhof und Linden einschließlich des Knotenumbaus B 388 / PAN 20 kann damit insgesamt von einer Klimaneutralität ausgegangen werden.

3.3 Vorhabensbedingte THG-Emissionen – Landnutzungsänderung

Im Sinne des Vermeidungsgebots sollten Eingriffe in Böden und Biotope bzw. Vegetationstypen mit geringen Treibhausgas-(THG)-Emissionen und im Gegenzug hohen Kohlenstoffspeicher- und Kohlenstoffsenkenfunktionen grundsätzlich auf ein Minimum beschränkt werden.

Organische Böden wie moorige und moorähnliche Böden können eine besonders hohe Bedeutung als Kohlenstoffspeicher und damit eine hohe Relevanz für den Klimaschutz haben. Derartige klimarelevante Böden sind aber von dem hier zu betrachtenden Ausbauvorhaben nicht betroffen. In der Aue des Hausleitener Bachs werden zwar grundwasserbeeinflusste Böden beansprucht, diese sind aber durchwegs als mineralische Bodentypen zu betrachten.

Bei der Vegetation hängt die Bedeutung als Kohlenstoffspeicher vom Umfang der vorhandenen Biomasse ab. Daher spielen vor allem Biotoptypen wie Wälder und Gehölzbestände, die reich an oberirdischer Biomasse sind, eine wichtige Rolle für den Klimaschutz. Aber auch Grünland, das insbesondere bei extensiver Bewirtschaftung über einen hohen Anteil unterirdischer Biomasse verfügt, kann größere Mengen Kohlenstoff speichern als beispielsweise ein Acker und ist daher für den Klimaschutz relevant.

Wälder sind im vorliegenden Fall nicht betroffen. Entlang der Ausbaustrecke und insbesondere im Bereich des Knotens B 388 / PAN 20 gehen aber Gehölzbestände mit einer Fläche von insgesamt ca. 0,94 ha verloren, wobei der weitaus überwiegende Anteil auf dem bestehenden Straßenkörper – insbesondere den hohen Böschungen auf der Nordseite der B 388 und beidseitig der PAN 20 nördlich der Kreuzung mit der B 388 – stockt. Im Gegenzug können die neu entstehenden Straßenböschungen und Straßenbegleitflächen wieder in großem Umfang mit Gehölzen bepflanzt werden, so dass auf dem neuen Straßenkörper wieder ca. 0,41 ha Gehölzflächen neu entstehen.

Von den nicht mit Gehölzen bestockten Flächen des Straßenkörpers, die bezüglich der Klimaschutzfunktion eher mit einer extensiv bewirtschafteten Grünlandvegetation vergleichbar sind, gehen 0,92 ha durch Versiegelung und Überbauung verloren; im Gegenzug entstehen aber wieder begrünte Böschungen bzw. Straßenbegleitflächen (ohne Gehölzbestände) in weitaus größerem Umfang mit einer Gesamtfläche von 2,59 ha.

An intensiv genutzten Wiesen gehen durch Versiegelung ca. 1,1 ha verloren. Der sehr geringe Flächenanteil einer Extensivwiese, die hier im Bereich einer öffentlichen Grünfläche innerhalb der Ortslage verloren geht, kann vernachlässigt werden. Dem Verlust von Intensivgrünland, das aber im Unterschied zur Überbauung nur bei Versiegelung ihre Klimaschutzfunktion komplett einbüßt, steht die Neuschaffung von ca. 1,04 ha klimaschutzrelevanten Extensivwiesen gegenüber, die im Zuge der Ausgleichsmaßnahmen neu entstehen.

Die eingriffsbedingte Zunahme des THG-Emissionspotenzials durch den Verlust von Vegetationstypen mit unterschiedlichen Kohlenstoffspeicher- und Klimaschutzfunktionen werden nachfolgend im Überblick in Form quantitativer Landnutzungsänderungen aufgezeigt. Dieser Funktionseinbuße werden die positiven Entwicklungen durch die Veränderungen der Landnutzung infolge der Ausgleichs- und Gestaltungsmaßnahmen gegenübergestellt (siehe Tab. 3).

Tab. 3: Bilanzierung der Landnutzungsänderung

Landnutzung Eingriff / Kompensation	Eingriff (anlagebedingte Flächeninanspruchnahme: Versiegelung und Überbauung)	Kompensation (Ausgleichsmaßnahmen inkl. Gestaltungsmaßnahmen)
Böden mit besonderer Klimarelevanz	Keine Moorböden oder moorähnliche Böden betroffen	
Wald	Nicht betroffen	--
Gehölze (inkl. Baumreihen)	0,94 ha	0,41 ha (auf den neuen Straßenböschungen und -begleitflächen)
Grünland	1,10 ha	2,52 ha
davon extensiv genutztes Grünland	--	2,52 ha (Ausgleichsmaßnahmen außerhalb des Straßenkörpers)
Sonstige naturnahe Biotope (Bachlauf, Gras-/Krautsäume abseits des Straßenkörpers)	0,16 ha	--
Straßenböschungen/-be- gleitflächen ohne Gehölze	0,92 ha	2,59 ha
Gesamtsumme	3,12 ha	5,52 ha

Aus der tabellarischen Gegenüberstellung geht hervor, dass im Zuge der geplanten Kompensations- bzw. Ausgleichsmaßnahmen ein sehr hoher Flächenanteil an Extensivwiesen im Bereich der Ausgleichsflächen und an weitgehend ungenutzten Biotoptypen auf den Straßenböschungen neu entsteht. Auf diese Weise kann beim hier zu betrachtenden Vorhaben trotz der hohen Flächenverluste klimaschutzrelevanter Biotoptypen bzw. Vegetationsbestände bei den Landnutzungsänderungen eine positive Bilanz in Bezug auf klimaschutzrelevante Flächen verzeichnet werden.

4. Gesamtbilanz: THG-Emissionen der Plantrasse

In nachfolgender Tabelle werden die relevanten Emissionswege und die ermittelten THG-Emissionen zusammenfassend aufgezeigt. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass es im Gegensatz zu den Lebenszyklus-Emissionen (und Verkehrs-Emissionen) derzeit für die Emissionsberechnung der Landnutzungsänderung noch keine ausreichend belastbaren Datengrundlagen gibt. Um eine grobe Abschätzung über die Tendenz der Auswirkungen zu erhalten, werden Flächengrößen der in Anspruch genommenen klimarelevanten Eingriffsbereiche und Ausgleichsmaßnahmen gegenübergestellt.

Gesamtbilanz der vorhabenbedingten THG-Emissionen		
Lebenszyklus-Emissionen (Sektor „Industrie“ sowie Betrieb und Unterhaltung der Straße)		
Lebenszyklus-Emissionen		+ 120.026 CO ₂ -eq/(m ² x a)
Emissionsweg Verkehrs-Emissionen (inkl. Vorketten des Sektors „Industriewirtschaft“)		
Verkehrsemissionen (vorhabenbedingte Zusatzbelastung)		klimaneutral → ± 0 kg CO ₂ -eq/(m ² x a)
Landnutzungsänderungen (Verlust/Gewinn klimarevanter Flächen)		
Straße: Versiegelung und Überbauung	Kompensationsmaßnahmen	
Inanspruchnahme von Böden mit klimaschutzrelevanten Funktionen -- ha	auf Böden mit klimaschutzrelevanten Funktionen -- ha	
Inanspruchnahme von klimaschutzrelevanten Biopen / Vegetationskomplexen 3,12 ha	mit Entwicklung klimaschutzrelevanten Biotope / Vegetationskomplexe	5,52 ha

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass im Zuge der Ausbaumaßnahme keine vorhabenbedingten verkehrlichen Zusatzbelastungen zu erwarten sind und somit bei den Verkehrs-Emissionen von einer Klimaneutralität ausgegangen werden kann.

Bei den Landnutzungsänderungen ergibt sich aufgrund der großflächigen Ausgleichsmaßnahmen, die in großem Umfang zu einer Entwicklung von Extensivgrünland führen, eine positive Bilanz.

Folglich fallen zusätzliche Treibhausgas-Emissionen nur im Rahmen der nicht vermeidbaren Lebenszyklus-Emissionen an.