



BS INGENIEURE

Straßen- und Verkehrsplanung
Objektplanung
Schallimmissionsschutz

Stadt Tett nang

**B-Plan „Betriebserweiterung Zwisler“
Verkehrsuntersuchung**

6518

**Untersuchung der verkehrlichen Auswirkungen der „Betriebserweiterung Zwisler“
in Tett nang-Biggenmoos**

Auftraggeber: Hermann Zwisler Besitz- und Verwaltungs-GmbH & Co. KG
Biggenmoos 55
88069 Tett nang

Projektleitung: Dipl.-Ing. F. P. Schäfer
Bearbeitung: R. Oeden
M. Pink

**Wettemarkt 5
71640 Ludwigsburg
Fon 07141.8696.0
Fax 07141.8696.33
info@bsingenieure.de
www.bsingenieure.de**

Ludwigsburg, November 2022,
mit Ergänzung vom Dezember 2022

INHALT

1. AUFGABENSTELLUNG	3
2. VERKEHRSANALYSE 2021	4
2.1 Verkehrserhebungen	4
2.2 Verkehrsbelastungen	5
3. VERKEHRSPROGNOSE 2035	8
3.1 Allgemeines	8
3.2 Allgemeine Verkehrsprognose	8
3.3 Projektbezogene Prognose	10
3.4 Verkehrserschließung und -verteilung	12
4. GESAMTVERKEHRSELASTUNGEN PROGNOSE-PLANUNGSFALL 2035	13
5. LEISTUNGSFÄHIGKEITSBERECHNUNGEN	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Grundlagen der Leistungsfähigkeitsberechnungen	17
5.3 Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnungen	17
6. ERGEBNIS UND FAZIT	20
LITERATUR	22

1. AUFGABENSTELLUNG

Die Firma Hermann Zwisler, Besitz- und Verwaltungs-GmbH & Co. KG betreibt im Biggenmoos Kiesabbau. Auf dem Gelände befinden sich Kiesabbauflächen, Kiesaufbereitungsanlagen und ein Bauschutt-Recycling-Platz. Nördlich des Recycling-Platzes befindet sich die Zufahrt zum nördlich und östlich angrenzenden Betriebsgelände [1].

Der Betrieb soll erweitert werden. Die Flächen der geplanten Betriebserweiterung schließen im Südwesten und im Osten an bestehende gewerbliche Bauflächen der Firma Zwisler an. Die Planungen sehen eine Erweiterung der Betriebsflächen für Aushubaufbereitung und Recycling vor. Zudem ist der Neubau einer Aufbereitungsanlage für Aushub geplant [1]. Für die Verwirklichung dieser Planungsabsichten ist die Aufstellung bzw. Änderung eines Bebauungsplans erforderlich.

Das Planungsareal umfasst eine Fläche von ca. 8,99 ha und befindet sich ca. 200 m nördlich der Ortslage von Biggenmoos. Der Teilort Biggenmoos liegt ca. 2,5 km östlich der Kernstadt von Tett nang an der L 326 Richtung Neukirch. Nördlich und östlich schließen Waldflächen an [1]. Das Untersuchungsgebiet umfasst den Geltungsbereich des Bebauungsplans „Betriebserweiterung Zwisler“ und das betroffene Verkehrsnetz mit den maßgebenden Knotenpunkten L 326/Anschluss Biggenmoos West und L 326/Anschluss Fa. Zwisler/Anschluss Biggenmoos Ost.

Die verkehrliche Anbindung des Plangebietes an das übergeordnete Straßennetz soll, wie bisher über die L 326 erfolgen. Im Zuge der Betriebserweiterung ist außerdem der Bau eines Linkabbiegestreifens am Knotenpunkt L 326/Anschluss Fa. Zwisler/Anschluss Biggenmoos geplant. Benötigte Stellplätze werden im Bereich des bestehenden Bürogebäudes sowie im Betriebshof nachgewiesen [1].

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollen die verkehrlichen Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf das bestehende Straßennetz untersucht werden. Hierzu sind durch Verkehrserhebungen die aktuellen Verkehrsbelastungen festzustellen (Verkehrsanalyse).

Auf dieser Grundlage werden dann die künftigen Nachfragewerte für den allgemeinen Verkehr sowie in einem weiteren Arbeitsschritt das künftige Verkehrsaufkommen resultierend aus den Bauvorhaben berechnet (Verkehrsprognose) und auf das Straßennetz im Untersuchungsgebiet verteilt.

Auf der Basis dieser künftigen Verkehrsbelastungen des Prognose-Planungsfalls 2035 werden die Leistungsfähigkeiten des geplanten Anschlusses des Areals an das öffentliche Straßennetz berechnet und bewertet. Zur Gewährleistung einer angemessenen Verkehrsqualität bis zum Jahr 2035 werden ggf. Ausbaumaßnahmen diskutiert und beschrieben.

Die Ergebnisse der Verkehrsuntersuchung werden hiermit vorgelegt.

Ludwigsburg, November 2022, mit Ergänzung vom Dezember 2022

BS INGENIEURE

2. VERKEHRSANALYSE 2021

2.1

Verkehrserhebungen

Zur Analyse der heutigen Verkehrsverhältnisse im Nahbereich des geplanten Bauvorhabens wurden die folgenden Knotenpunkte als maßgebend definiert:

- KP 01A: L 326/Anschluss Biggenmoos West
- KP 01B: L 326/Anschluss Fa. Zwisler/Anschluss Biggenmoos Ost

Die Verkehrserhebungen wurden am Donnerstag, den 18. November 2021 jeweils im Zeitraum von 06.00 bis 10.00 Uhr sowie von 15.00 bis 19.00 [Kfz/4 h] Uhr durchgeführt. Bei der Erhebung wurden Videokameras eingesetzt. Die Witterungsverhältnisse waren am Zähltag normal.

Die genaue Lage der Zählstandorte kann der Abbildung 01 entnommen werden.



Abbildung 01: Lage der maßgebenden Knotenpunkte
(Kartengrundlage: © OpenStreetMap-Mitwirkende)

Bei den Erhebungen wurden die Verkehrsmengen nach Fahrtrichtung und Kfz-Arten in 15-Minuten-Intervallen erfasst. Die Differenzierung nach 15-Minuten-Intervallen dient der Ermittlung der so genannten **Maximalen Gleitenden Spitzenstunde (MGS)**. Die Maximale Spitzenstunde bezieht sich auf die Stunde im tageszeitlichen Verlauf, innerhalb der das maximale Verkehrsaufkommen von einem Knotenpunkt bewältigt werden soll.

Zur Darstellung der Verkehrsstärken werden im nachfolgenden Bericht die Einheiten Kraftfahrzeuge (Kfz) und Pkw-Einheiten (Pkw-E) verwendet. Mit der Einheit Kfz wird die Gesamtheit aller Fahrzeuge ohne Unterscheidung nach Pkw, verschiedenen Lkw, Motorrädern und Sonderfahrzeugen bezeichnet.

Die Einheit Pkw-Einheiten wird meist im Zusammenhang mit der o. g. maximalen gleitenden Spitzenstunde verwendet. Sie unterscheidet sich von der Einheit Kfz dadurch, dass hier alle Fahrzeuge gemäß ihrer Größe in Pkw umgerechnet werden. So entspricht i. d. R. 1 Lkw rd. 2 Pkw-Einheiten, ein Motorrad rd. 0,5 Pkw-Einheiten. Anhand der Einheit Pkw-E/h erfolgen die Berechnungen zur Ermittlung der erreichbaren Verkehrsqualität oder zur Bemessung eines Knotenpunktes.

2.2 Verkehrsbelastungen

Aus den erfassten 4-Stunden-Werten werden die maßgebenden Spitzenstundenbelastungen [Pkw-E/h] für einen Normalwerktag während der morgendlichen und nachmittäglichen Spitzenstunde ermittelt.

Die Spitzenstundenbelastungen dienen als Grundlage für die Leistungsfähigkeitsberechnungen.

Im Einzelnen ergeben sich die folgenden Knotenpunktbelastungen für die morgendliche und die nachmittägliche Spitzenstunde.

Tabelle 01: Summe und Vergleich der Knotenpunktbelastungen Analyse 2021, Spitzenstunde (MGS) morgens und nachmittags [Pkw-E/h]

Knotenpunkt		Analyse 2021	
		Spitzenstunde morgens [Pkw-E/h]	Spitzenstunde nachmittags [Pkw-E/h]
KP 01A	L 326/Anschluss Biggenmoos West	392 (100 %)	362 (92 %)
KP 01B	L 326/Anschluss Biggenmoos Ost/ Anschluss Fa. Zwisler	403 (100 %)	373 (93 %)

Die Analyseverkehrsbelastungen 2021 der maßgebenden nachmittäglichen Spitzenstunde des Normalwerktags [Pkw-E/h] liegen an den Knotenpunkten um 8 % bzw. 7 % unter den Verkehrsbelastungen der morgendlichen Spitzenstunde.

Bei der weiteren Bearbeitung sind damit die Verkehrsbelastungen während der morgendlichen Spitzenstunde als maßgebend anzusehen.

Im morgendlichen Zählbereich von 06.00 bis 10.00 Uhr [Kfz/4 h] liegt der Schwerverkehrsanteil der Zufahrt aus der L 326 West bei rd. 25 % und aus der L 326 Ost bei rd. 33 %. Die SV-Anteile der Ausfahrt in westlicher bzw. östlicher Richtung der L 326 liegen bei rd. 44 % bzw. bei rd. 65 %.

Im nachmittäglichen Zählbereich von 15.00 bis 19.00 Uhr [Kfz/4 h] beträgt der Schwerverkehrsanteil der Zufahrten aus der L 326 West rd. 36 % und aus der L 326 Ost rd. 63 %. Die SV-Anteile der Ausfahrten in westlicher bzw. östlicher Richtung der L 326 liegen bei jeweils rd. 17 %.

Die Analyseverkehrsbelastungen 2021 der morgendlichen und nachmittäglichen Spitzenstunde können den Querschnitt- und Strombelastungsdarstellungen in Abbildung 02 und 03 entnommen werden. Dort findet sich auch die konkrete Benennung der jeweiligen knotenpunktbezogenen Spitzenstunde.

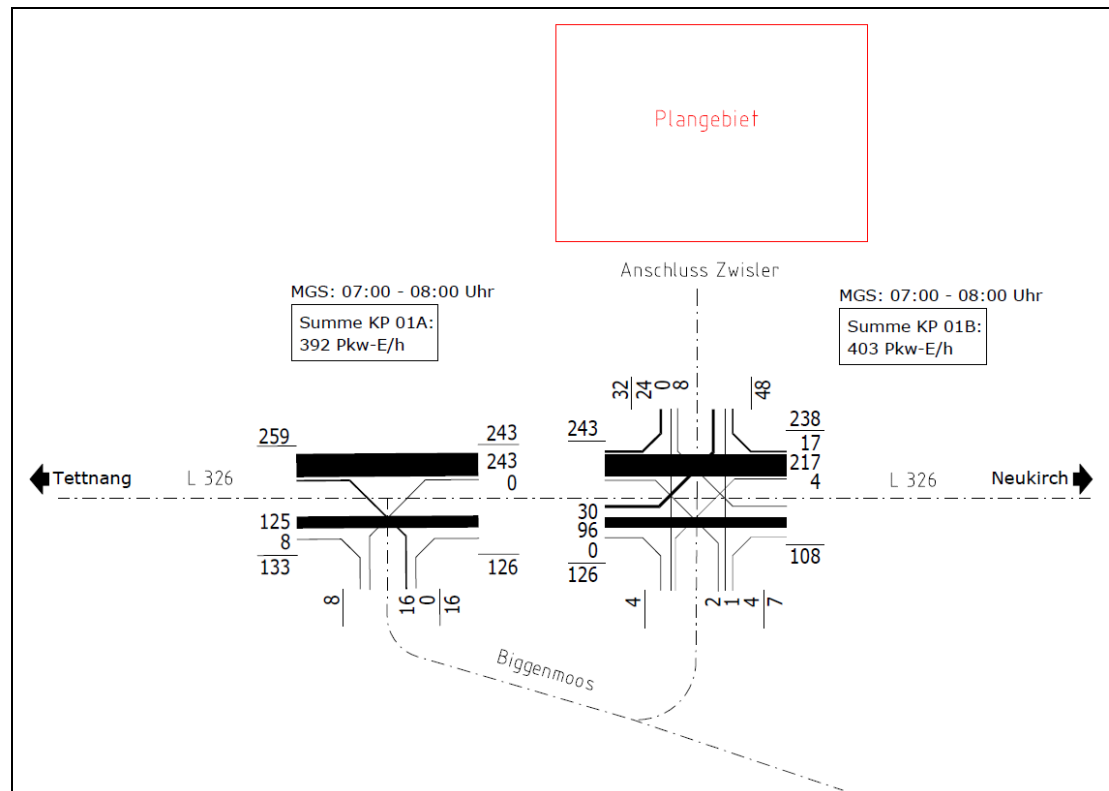


Abbildung 02: Analyseverkehrsbelastungen 2021 [Pkw-E/h]
Spitzenstunde morgens

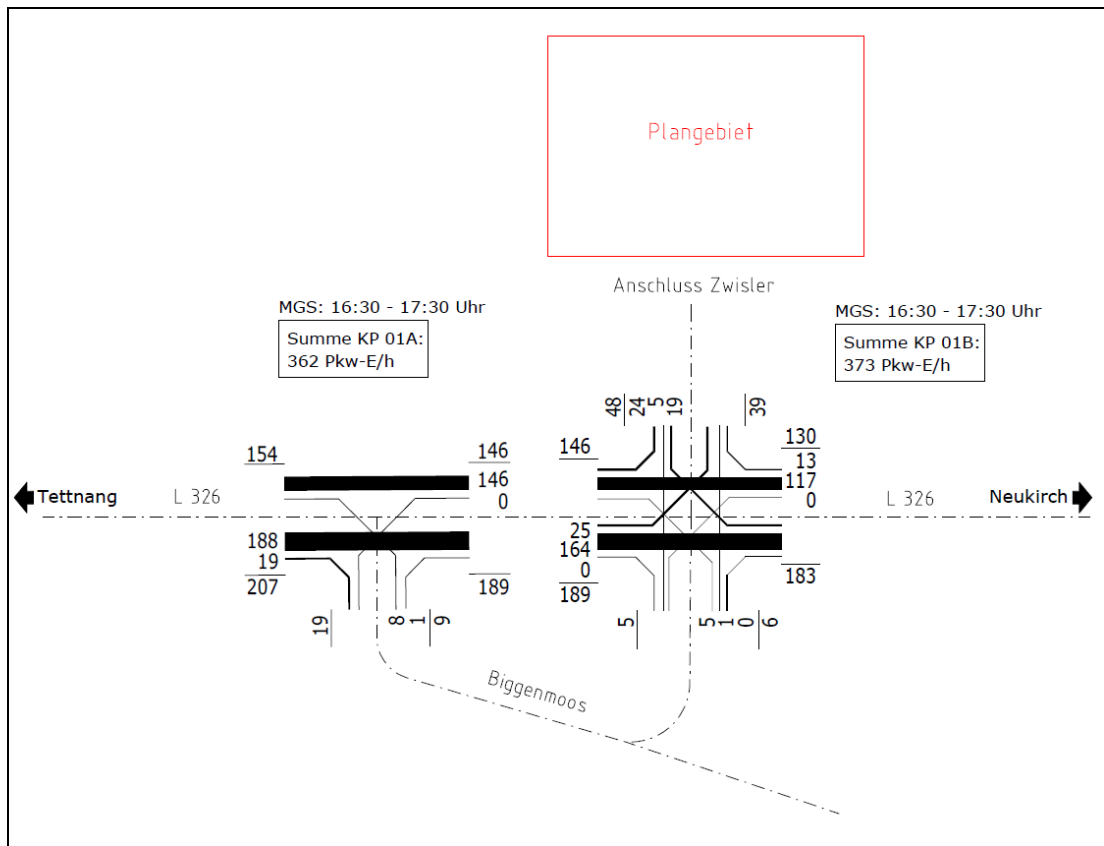


Abbildung 03: Analyseverkehrsbelastungen 2021 [Pkw-E/h]
Spitzenstunde nachmittags

3. VERKEHRSPROGNOSE 2035

3.1

Allgemeines

Zur langfristigen Sicherung einer leistungsfähigen äußeren Erschließung des Bauvorhabens müssen Berechnungen und die daraus abgeleiteten Aussagen auf Verkehrsprognosen basieren. Dies dient dem Zweck, bei verkehrsrelevanten Planungen eine auf 15 bis 20 Jahre hinaus mit ausreichender Verkehrsqualität funktionierende Verkehrerschließung gewährleisten zu können. Hierzu wird zunächst ein Prognosehorizont definiert, bis zu dem die Wirkungen der verschiedenen Einflussfaktoren auf das künftige Verkehrsaufkommen abgeschätzt werden. In der Regel wird hierzu ein Zeitraum von 15 bis 20 Jahren festgelegt. Im vorliegenden Fall liegt der Prognosehorizont beim Jahr 2035. Damit wird dem üblichen Zeitraum grundlegender Rahmenplanungen entsprochen.

Neben der nutzungsbezogenen Prognose müssen auch die Entwicklungen des allgemeinen Verkehrs und die weiteren strukturellen Entwicklungen bis zu diesem Zeithorizont ermittelt werden. Hierzu werden in aller Regel die Einwohner-, die Beschäftigten- und die Motorisierungsentwicklung sowie die Auswirkungen, resultierend aus geplanten Straßenbaumaßnahmen und städtebaulichen Maßnahmen, berücksichtigt.

Ein allgemeiner Prognosefaktor konnte von der Stadtverwaltung Tettnang nicht genannt werden, sodass nachfolgend eine Trendprognose aus den genannten Entwicklungsfaktoren erarbeitet wurde.

Das künftige Verkehrsaufkommen wird daher aus der zu erwartenden verkehrlich relevanten, ortsbezogenen Strukturentwicklung des Planungsraumes und weiteren, möglichst für diesen Raum differenzierten, allgemeinen Entwicklungstendenzen abgeleitet.

Als geplante strukturelle Entwicklungen bis zum Prognosehorizont 2035 wurden seitens der Stadtverwaltung Tettnang zwei Wohngebietsentwicklungen im Ortsteil Obereisenbach genannt. Konkrete Angaben zum Maß der baulichen Nutzungen liegen noch nicht vor.

3.2

Allgemeine Verkehrsprognose

3.2.1

Bevölkerungsentwicklung

Die Stadt Tettnang hatte entsprechend den Angaben des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg im Dezember 2020 19.589 Einwohner/-innen [2]. Nach der Bevölkerungsprognose des Statistischen Landesamtes wird die Einwohnerzahl bis zum Jahr 2035 auf 19.624 Einwohner/-innen ansteigen [3]. Dies entspricht einer Bevölkerungszunahme von ca. 0,2 % bis zum Prognosejahr 2035.

3.2.2

Beschäftigtenentwicklung

Im Jahr 2020 gab es insgesamt rd. 9.430 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort Tettnang. Die Gemeinde zählte rd. 6.600 Einpendler und ca. 5.860 Auspendler über die Gemarkungsgrenze [4].

Die Entwicklung der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten zeigte in den vergangenen Jahren in Tettnang einen positiven Trend. Zwischen 2016 und 2020 nahm die Zahl der Beschäftigten um rd. 5 % zu [4].

3.2.3

Motorisierungsentwicklung

Die Prognose des Motorisierungsgrades erfolgt in der Regel durch Fortschreibung des vorliegenden Entwicklungstrends. Dieser Trend wird durch eine logistische Funktion beschrieben. Dieser Funktion wird ein Sättigungswert der Motorisierung zugeordnet.

In Tettnang lag die Pkw-Dichte im Jahr 2016 bei 660 Pkw/1.000 Einwohner. Für das Jahr 2020 wurde vom Statistischen Landesamt eine Pkw-Dichte von 688 Pkw/1.000 Einwohner angegeben [5]. Dies bedeutet eine Steigerung von jährlich ca. 1,1 %.

In Deutschland lag die Pkw-Dichte im Jahr 2020 nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes bei 580 Pkw/1.000 Einwohner [6]. Das Bundesland Baden-Württemberg wies im Jahr 2020 eine Pkw-Dichte von 606 Pkw/1.000 Einwohner auf [6] + [7] auf. Tettnang liegt somit deutlich über dem Bundes- und des Landesdurchschnitt.

In den Shell Pkw-Szenarien bis 2040 wird von einem Anstieg der Pkw-Motorisierung bis zum Jahr 2027/2028 ausgegangen. Anschließend kehrt die Motorisierung bis zum Jahr 2040 wieder auf das heutige Niveau zurück. Die Shell Pkw-Szenarien bis 2040 basieren auf Verkehrsanalysen und enthalten die bekannten Zuwachsfaktoren aus der Entwicklung der Bevölkerung, der Beschäftigten, der Motorisierung sowie der Fahrleistung [8] + [9]. Bei der Pkw-Nutzung zeigen sich zwei unterschiedliche Tendenzen. Die durchschnittliche Jahresfahrleistung je Pkw, die schon in der Vergangenheit leicht gesunken ist, wird sich bis zum Jahr 2040 weiter reduzieren.

Die Pkw-Verkehrsleistung je Einwohner steigt hingegen noch bis zum Jahr 2025 an und reduziert sich anschließend. Hierin spiegelt sich auch der Nachfragerückgang bei der Pro-Kopf-Personenverkehrsleistung wider. Die Pkw-Motorisierung erreicht ihren Peak demnach etwas später als die Pkw-Nutzungsintensität, gemessen an der Pkw-Verkehrsleistung je Einwohner.

Wird für Tettnang bei der Motorisierung eine ähnliche Entwicklung wie für Deutschland angesetzt, kann bis zum Jahr 2035 von einer eher stagnierenden bzw. leicht rückgängigen Motorisierungsentwicklung ausgegangen werden.

3.2.4

Gesamtprognosefaktor allgemeine Verkehrsentwicklung

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Bevölkerungs- und Beschäftigtenentwicklung in Tettnang sowie unter Berücksichtigung einer insgesamt eher stagnierenden bzw. leicht rückgängigen Motorisierungsentwicklung wird eine allgemeine und strukturelle Verkehrszunahme von 0,5 % p.a. in Ansatz gebracht.

Bis zum Jahr 2035 ergibt sich somit eine allgemeine Verkehrszunahme von 7 %. Damit befinden sich die weiteren Berechnungen auf der sicheren Seite.

3.3

Projektbezogene Prognose

Die Firma Hermann Zwisler, Besitz- und Verwaltungs-GmbH & Co. KG betreibt im Biggenmoos Kiesabbau. Auf dem Gelände befinden sich Kiesabbauflächen, Kiesaufbereitungsanlagen und ein Bauschutt-Recycling-Platz. Nördlich des Recycling-Platzes befindet sich die Zufahrt zum nördlich und östlich angrenzenden Betriebsgelände.

Die Planungen sehen eine Erweiterung der Betriebsflächen für Aushubaufbereitung und Recycling vor [1].

Die Grundlagen für die Berechnung des Neuverkehrsaufkommens des projektierten Bauvorhabens bilden die übermittelten Angaben der Firma Zwisler zu Art und Maß der baulichen Nutzungen. Das künftige, zu erwartende Verkehrsaufkommen wird aus Erfahrungswerten unseres Büros sowie den Vorgaben aus der einschlägigen Literatur [10] + [11] abgeleitet.

Das Neuverkehrsaufkommen durch die Betriebserweiterung ergibt sich nach den vorliegenden Angaben da Fa. Zwisler im Wesentlichen aus zusätzlichen Beschäftigten und dem Neubau einer Aufbereitungsanlage sowie den daraus induzierten Lkw-Fahrten.

Die Fa. Zwisler beschäftigt am Standort Biggenmoos aktuell ca. 35 Mitarbeiter. Durch die Betriebserweiterung ist künftig von ca. 10 zusätzlichen Beschäftigten auszugehen.

Durch den Neubau einer Aufbereitungsanlage und den daraus entstehenden Materialtransporten ist nach den vorliegenden Angaben der Firma Zwisler mit durchschnittlich ca. 39 zusätzlichen Lkw am Normalwerktag (Montag bis Freitag) im Vergleich zum Bestand zu rechnen. Dies entspricht zusätzlich insgesamt 78 Lkw-Fahrten pro Tag (Zu- und Ausfahrt).

Das projektbezogene Verkehrsaufkommen wird gemäß dem Verfahren nach Bosserhoff [10] wie folgt ermittelt.

Parameter zur Ermittlung des täglichen Verkehrsaufkommens:

- **Beschäftigte**
 - 10 zusätzliche Beschäftigte
 - 2,5 Wege je Beschäftigten
 - 100 % MIV-Anteil
 - Besetzungsgrad 1,1 Personen je Fahrzeug
- **Neubau Aufbereitungsanlage**
 - 39 zusätzliche Lkw pro Arbeitstag (jeweils 1 Hin- und 1 Rückfahrt)

Der Berechnungsweg ist wie folgt:

- 10 **Beschäftigte** mit je 2,5 Wegen/d = 25 Pers.-Wege/d
- 100 % MIV-Anteil = 25 Pers.-Wege/d MIV
- Besetzungsgrad 1,1 Pers./Pkw = 23 Pkw-Fahrten/24 h
- **Neubau Aufbereitungsanlage** mit 39 Lkw/24h = 78 Lkw-Fahrten/24 h

Das Tagesverkehrsaufkommen (Normalwerktag) für die Betriebserweiterung ergibt sich insgesamt zu **101 Kfz/24 h** (Summe Quell- und Zielverkehr = Kfz-Fahrten/d).

Die Berechnungen zur Ermittlung der erreichbaren Verkehrsqualität oder zur Bemessung eines Knotenpunktes erfolgt anhand der Einheit Pkw-E/h. Zur Ermittlung der Fahrten je Spitzenstunden wurden die Lkw-Fahrten in Pkw-Einheiten umgerechnet. So entspricht 1 Lkw rd. 2 Pkw-Einheiten.

Das projektbezogene Gesamtverkehrsaufkommen des Plangebietes ist in nachfolgender Tabelle 02 zusammengestellt. In den Klammerwerten und in „blau“ sind die für die Leistungsfähigkeitsberechnungen relevanten Werte in [Pkw-E/h] dargestellt.

Tabelle 02: Projektbezogenes Gesamtverkehrsaufkommen
Bebauungsplan „Betriebserweiterung Zwisler“
Spitzenstunde morgens bzw. nachmittags, DTV_{w5} (Mo. – Fr.)

	MGS morgens [Kfz/h] ([Pkw-E/h])		MGS nachmittags [Kfz/h] ([Pkw-E/h])		DTV _{w5} [Kfz/24 h]
	Q	Z	Q	Z	Summe Q + Z
Zusätzliche Beschäftigte	0	9	9	0	23
Neubau Aufbereitungsanlage	7 (14)	14 (28)	14 (28)	7 (14)	78
Summe	7 (14)	23 (37)	23 (37)	7 (14)	101

Q: Quellverkehr; Z: Zielverkehr; DTV_{w5} = Durchschnittlicher Täglicher Verkehr werktags (Mo. - Fr.)

3.4 Verkehrerschließung und -verteilung

Das ermittelte projektbezogene Verkehrsaufkommen des Bebauungsplans „Betriebserweiterung Zwisler“ wird entsprechend den aus den Verkehrserhebungen ermittelten Fahrbeziehungen der Bestandnutzungen auf das maßgebende Straßennetz verteilt.

Die verkehrliche Anbindung des Plangebietes an das klassifizierte Straßennetz soll, wie bisher auch, über die L 326 erfolgen. Nach den vorliegenden Unterlagen ist künftig die Anlage eines separaten Linksabbiegestreifens in der Knotenpunktzufahrt West (L 326) am KP 01B geplant. Dies hat zur Folge, dass zukünftig der Anschluss am KP 01A nur noch für den zufahrenden Verkehr aus Tettnang (Rechtsabbieger) in Richtung Biggenmoos genutzt werden kann.

Alle Zufahrten aus Richtung Neukirch in Richtung Biggenmoos und alle Ausfahrten aus Richtung Biggenmoos, die heute über den KP 01A abgewickelt werden, werden künftig auf den KP 01B verlagert.

Die prozentuale Verteilung des Neuverkehrsaufkommens auf das maßgebende Straßennetz ist in Abbildung 04 dargestellt.

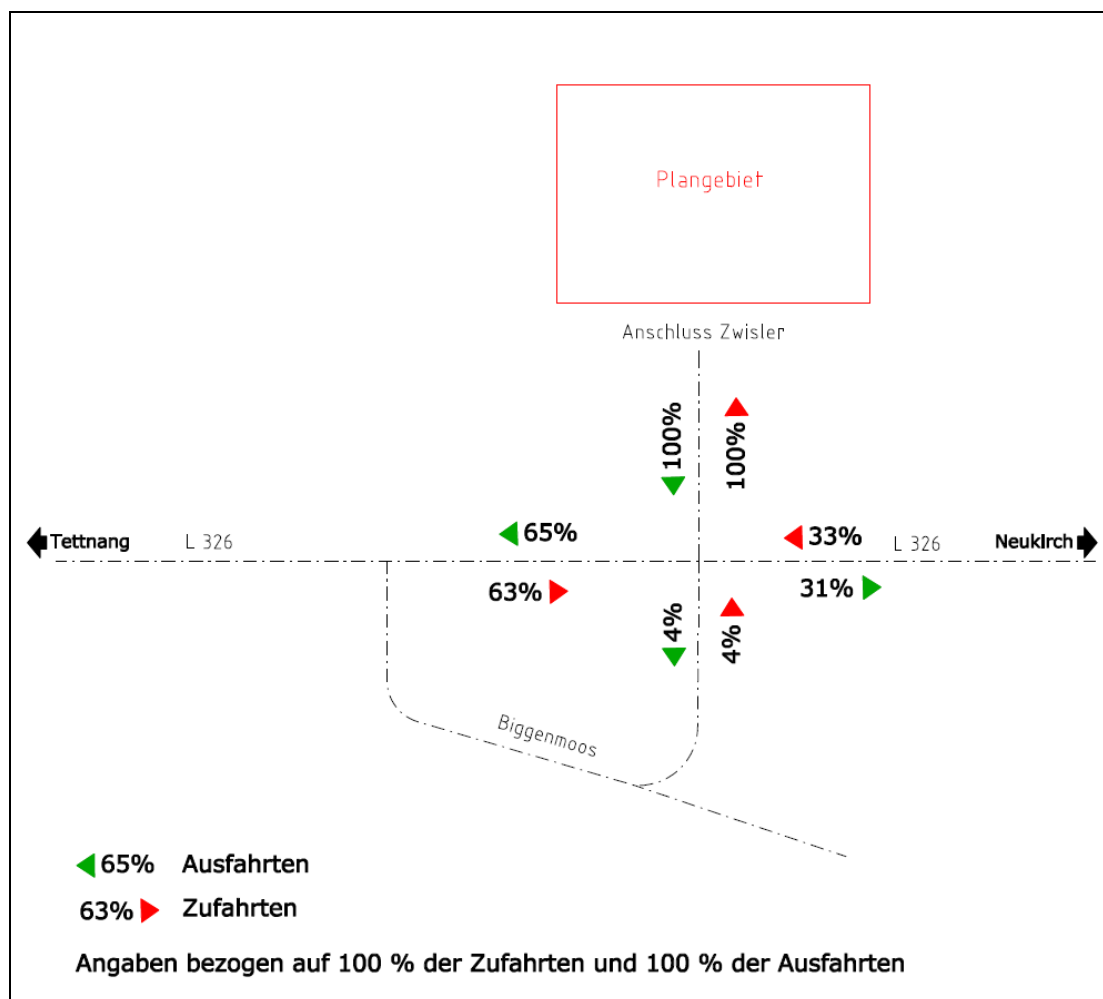


Abbildung 04: Prozentuale Verteilung der Beschäftigten und Besucher
[Angaben bezogen auf 100 % der Zufahrten und 100 % der Ausfahrten]

4. GESAMTVERKEHRSELASTUNGEN PROGNOSE-PLANUNGSFALL 2035

Durch Überlagerung der Verkehrskennzahlen des Prognose-Nullfalls 2035 mit dem projektbezogenen Neuverkehr ergeben sich die Gesamtverkehrselastungen Prognose-Planungsfall 2035. Den Bezugszeitraum bilden die maßgebenden Spitzenstunden an einem Normalwerktag [Pkw-E/h].

In den nachfolgenden Tabellen 03 und 04 sind die Knotenpunktelastungen für den Prognose-Planungsfall 2035 in der maßgebenden Spitzenstunde am Morgen und am Nachmittag im Vergleich mit dem Prognose-Nullfall 2035 dokumentiert. Dadurch kann die tatsächliche Verkehrszunahme resultierend aus dem Bauvorhaben abgeleitet werden.

Tabelle 03: Summe und Vergleich der Knotenpunktelastungen,
Prognose-Nullfall 2035 mit Prognose-Planungsfall 2035,
Spitzenstunde morgens [Pkw-E/h]

Knotenpunkt		Spitzenstunde morgens [Pkw-E/h]	
		Prognose- Nullfall 2035	Prognose- Planungsfall 2035
KP 01A	L 326/Anschluss Biggenmoos West	418 (100 %)	451 (108 %)
KP 01B	L 326/Anschluss Biggenmoos Ost/ Anschluss Fa. Zwisler	426 (100 %)	494 (116 %)

Tabelle 04: Summe und Vergleich der Knotenpunktelastungen,
Prognose-Nullfall 2035 mit Prognose-Planungsfall 2035,
Spitzenstunde nachmittags [Pkw-E/h]

Knotenpunkt		Spitzenstunde nachmittags [Pkw-E/h]	
		Prognose- Nullfall 2035	Prognose- Planungsfall 2035
KP 01A	L 326/Anschluss Biggenmoos West	385 (100 %)	417 (108 %)
KP 01B	L 326/Anschluss Biggenmoos Ost/ Anschluss Fa. Zwisler	394 (100 %)	454 (115 %)

Der Belastungsvergleich zeigt während der maßgebenden Spitzenstunden am Knotenpunkt 01A eine durch das Bauvorhaben verursachte Zunahme des Verkehrsaufkommens von bis zu ca. 8 %. Am Knotenpunkt 01B liegt die Verkehrszunahme bei bis zu ca. 16 %.

Die Verkehrselastungen des Prognose-Planungsfalls 2035 eines Normalwerktages sind für die morgendliche Spitzenstunde in der Abbildung 05 und für die nachmittägliche Spitzenstunde in der Abbildung 06 dargestellt [Pkw-E/h].

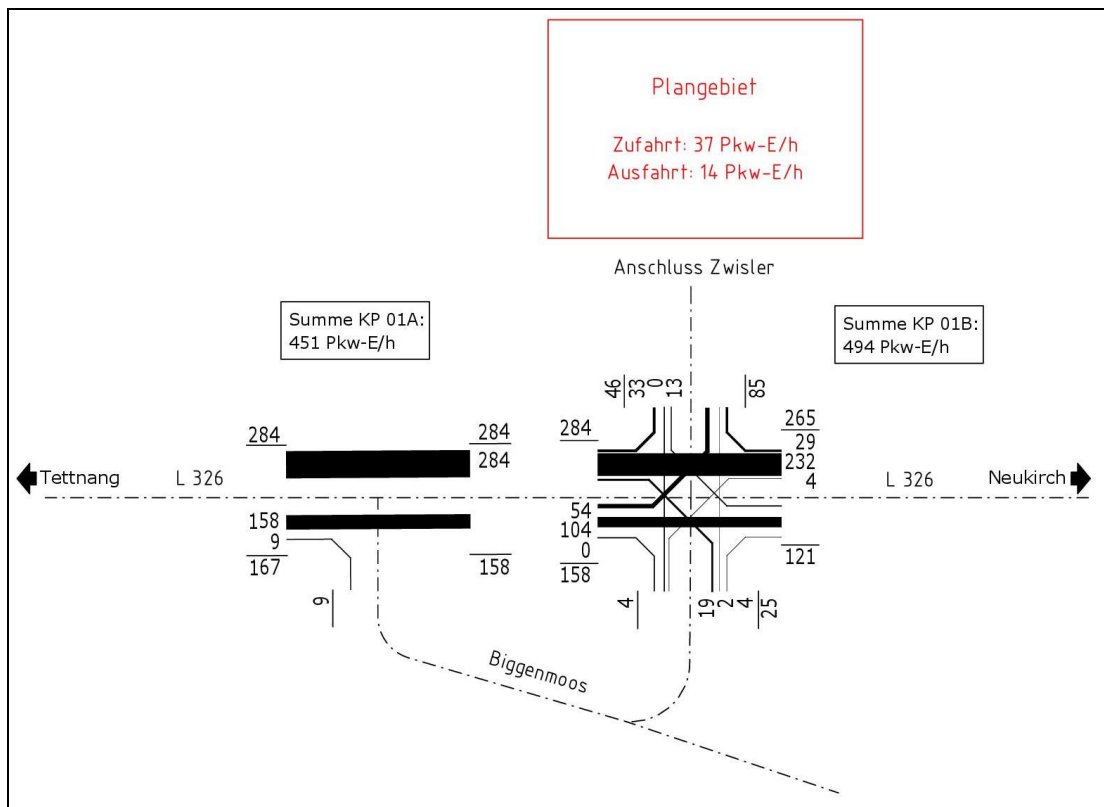


Abbildung 05: Prognose-Planungsfall 2035 [Pkw-E/h]
Spitzenstunde morgens

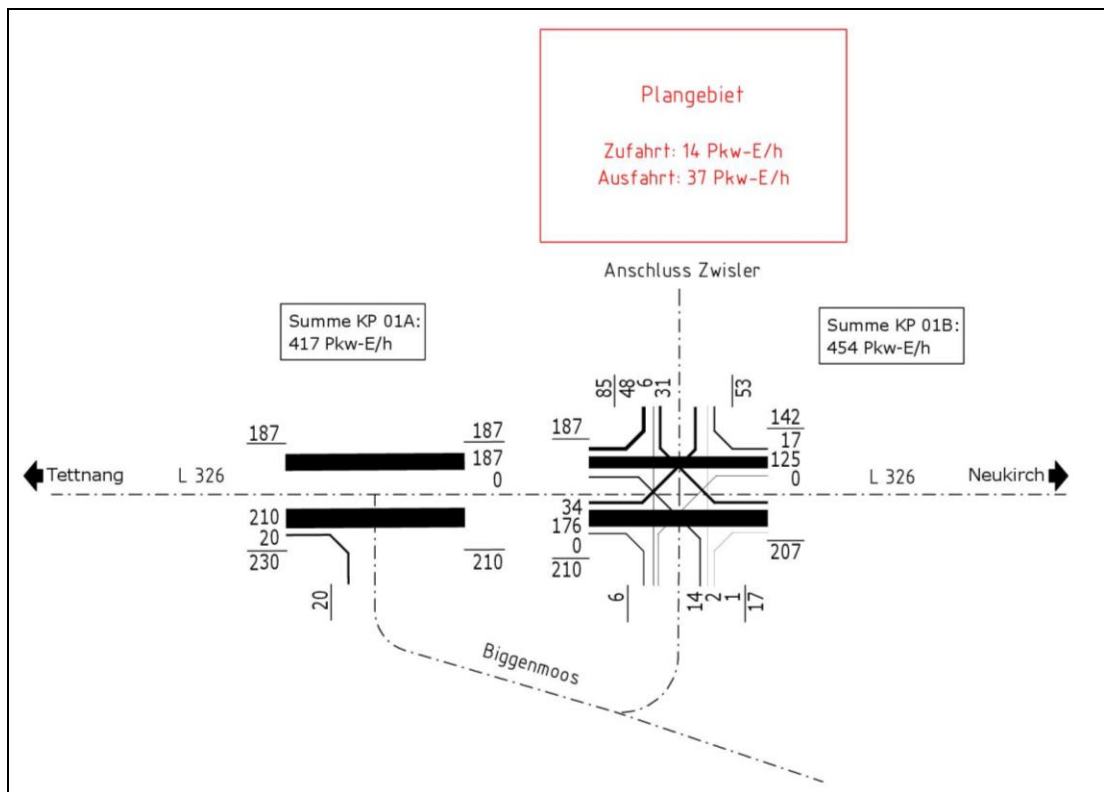


Abbildung 06: Prognose-Planungsfall 2035 [Pkw-E/h]
Spitzenstunde nachmittags

5. LEISTUNGSFÄHIGKEITSBERECHNUNGEN

5.1

Allgemeines

Überschlägige Leistungsfähigkeitsberechnungen zeigen, wie sich die prognostizierten Verkehrsbelastungen aufgrund der angesetzten Ausbaustandards der Knotenpunkte und Strecken auf die Verkehrssituation auswirken werden.

Sie ersetzen bei signalgeregelten Knotenpunkten nicht die exakten Berechnungen und können das aufgrund ihres überschlägigen Charakters auch nicht leisten. Sie dienen ausschließlich der Dimensionierung von Knotenpunkten hinsichtlich Stauraumlängen, Fahrstreifenanzahl usw., so dass sich gegebenenfalls notwendige Ausbaumaßnahmen ableiten lassen.

Bei den Ergebnissen der Leistungsfähigkeitsberechnungen handelt es sich um rechnerische Extremwerte, da die Berechnungen auf der Grundlage der Verkehrsbelastungen während der Spitzenstunde beruhen.

Die überschlägige Berechnung der Leistungsfähigkeit von Knotenpunkten erfolgt auf Basis des HBS 2015 [12], welches für alle Knotenpunktformen die standardisierte Bestimmung der erzielbaren Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs ermöglicht. Die Einteilung in Qualitätsstufen führt dazu, dass unabhängig von den verschiedenen Qualitätskriterien auch verschiedene Knotenpunktformen miteinander verglichen werden können.

Es handelt sich bei den Berechnungen in aller Regel um Einzelbetrachtungen ohne etwaigen Zusammenhang der Knotenpunkte untereinander durch möglicherweise vorhandene Grüne Wellen oder sonstige Koordinierungen.

Die Berechnung der Kapazität und der Verkehrsqualität an vorfahrtgeregelten Knotenpunkten wird mit dem Programm KNOBEL Version 7.1.19 [13] durchgeführt.

Es werden sechs Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) definiert, die mit den Buchstaben A bis F bezeichnet werden. Die Stufe A bezeichnet die beste Qualität, Stufe F die schlechteste, wobei die Kapazitätsgrenze einer Verkehrsanlage stets bei der Stufe D liegt. Die Stufengrenzen werden in erster Linie im Hinblick auf die Ansprüche der Verkehrsteilnehmer an die Bewegungsfreiheit festgelegt. Die einzelnen Stufen lassen sich folgendermaßen beschreiben und voneinander abgrenzen.

Die genaue Definition der einzelnen Qualitätsstufen und die Beschreibung des vorhandenen Zustands des Verkehrsablaufs ist der nachfolgenden Übersicht und Tabelle 05 zu entnehmen.

Qualität des Verkehrsablaufs		
LEISTUNGSFÄHIG	Stufe A	Diese Stufe beschreibt ausgezeichnete Verkehrsbedingungen. Die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer kann nahezu ungehindert passieren. Die Wartezeiten sind sehr gering.
	Stufe B	Bei dieser Qualitätsstufe herrschen gute Verkehrsbedingungen vor. Die Abflussmöglichkeiten der wartepflichtigen Verkehrsströme werden vom bevorrechtigten Verkehr beeinflusst. Bei Knotenpunkten mit LSA können alle während der Sperrzeit ankommenden Fahrzeuge in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren. Die Wartezeiten sind kurz.
	Stufe C	Der Verkehr läuft mit zufriedenstellender Qualität ab. Die Verkehrsteilnehmer in den Nebenströmen müssen auf eine merkbare Anzahl von bevorrechtigten Verkehrsteilnehmern achten. Die Wartezeiten sind spürbar. Es kommt zur Bildung von Stau, der jedoch weder hinsichtlich seiner räumlichen Ausdehnung noch bezüglich der zeitlichen Dauer eine starke Beeinträchtigung darstellt. Bei Knotenpunkten mit LSA können nahezu alle während der Sperrzeit ankommenden Fahrzeuge in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren. Am Ende der Freigabezeit tritt nur gelegentlich ein Rückstau auf.
	Stufe D	Die Verkehrsqualität ist in dieser Stufe als ausreichend zu bezeichnen. Die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer in den Nebenströmen muss Haltevorgänge, verbunden mit deutlichen Zeitverlusten, hinnehmen. Für einzelne Verkehrsteilnehmer können die Wartezeiten hohe Werte annehmen. Auch wenn sich vorübergehend ein merklicher Stau in einem Nebenstrom ergeben hat, bildet sich dieser wieder zurück. Der Verkehrszustand ist noch stabil. Bei Knotenpunkten mit LSA sind die Wartezeiten beträchtlich. Am Ende der Freigabezeit tritt häufig ein Rückstau auf.
NICHT LEISTUNGSFÄHIG	Stufe E	Es bilden sich Staus, die sich bei der vorhandenen Belastung nicht mehr abbauen. Die Wartezeiten nehmen sehr große und dabei stark streuende Werte an. Geringfügige Verschlechterungen der Einflussgrößen (z. B. Verkehrsmenge, Fußgänger) können zum Verkehrszusammenbruch (d. h. ständig zunehmende Staulänge) führen. Die Kapazität (Leistungsfähigkeit) wird erreicht. Auch bei Knotenpunkten mit LSA sind die Wartezeiten lang. Am Ende der Freigabezeit tritt in den meisten Umläufen ein Rückstau auf. Die Qualität des Verkehrsablaufs muss als mangelhaft bezeichnet werden.
	Stufe F	In dieser Stufe werden Situationen zusammengefasst, in denen die Qualität des Verkehrsablaufs als völlig unzureichend anzusehen ist. Die Anzahl der Verkehrsteilnehmer, die in einem Verkehrsstrom dem Knotenpunkt je Zeiteinheit zufließen, ist über eine Stunde größer als dessen Kapazität. Es bilden sich lange, ständig wachsende Staus mit besonders hohen Wartezeiten. Die Situation löst sich erst nach einer deutlichen Abnahme der Verkehrsstärken im zufließenden Verkehr wieder auf. Der Knotenpunkt ist überlastet. Bei Knotenpunkten mit LSA wächst der Rückstau stetig. Die Kraftfahrzeuge müssen bis zur Weiterfahrt mehrfach vorrücken.

Tabelle 05: Qualitätsstufen

Qualitätsstufe	Nicht signalisierte Knotenpunkte und Kreisverkehre
	Mittlere Wartezeit [s]
A	≤ 10
B	≤ 20
C	≤ 30
D	≤ 45
E	> 45
F	— ¹⁾

¹⁾ Die Stufe F ist erreicht, wenn der Sättigungsgrad größer als 1 ist

5.2

Grundlagen der Leistungsfähigkeitsberechnungen

5.2.1

Verkehrsbelastungen

Die Leistungsfähigkeitsberechnungen werden für die morgendlichen und nachmittäglichen Spitzenstundenbelastungen des Prognose-Nullfalls 2035 (ohne Bauvorhaben) sowie des Prognose-Planungsfalls 2035 (mit Bauvorhaben) durchgeführt.

Somit lassen sich die Auswirkungen der Betriebserweiterung auf den Verkehrsablauf an den maßgebenden Knotenpunkten abbilden.

5.2.2

Bestehende Knotenpunktformen

Der dreiarmige **Knotenpunkt 01A** (L 326/Anschluss Biggenmoos West) und der vierarmige **Knotenpunkt 01B** (L 326/Anschluss Fa. Zwisler/Anschluss Biggenmoos Ost) werden im freien Verkehrsfluss, d. h. ohne Signalanlage, betrieben. Die Vorfahrt ist jeweils über das Zeichen 306 („Vorfahrtstraße“) geregelt. Die Verkehrsströme auf der L 326 sind vorfahrtberechtigt. In allen Knotenpunktzufahrten stehen Mischfahrstreifen zur Verfügung.

Die Grundlage der Leistungsfähigkeitsberechnungen des Prognose-Nullfalls 2035 bildet der jeweils bestehende Ausbauzustand der zu betrachtenden Knotenpunkte. Im Prognose-Planungsfall 2035 wird am Knotenpunkt 01B der geplante Linksabbiegestreifen in Richtung Betriebsgelände in Ansatz gebracht. Als Untersuchungsvariante werden die Leistungsfähigkeitsberechnungen am KP 01B auch ohne den geplanten Linksabbiegefahrstreifen durchgeführt.

5.3

Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnungen

Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnungen für die betrachteten und maßgebenden Verkehrsbelastungen der morgendlichen und nachmittäglichen Spitzenstunde des Normalwerktags können den nachfolgenden Tabelle 06 und 07 entnommen werden. Am KP 01B wird der geplante Linksabbiegefahrstreifen bei den Leistungsfähigkeitsberechnungen berücksichtigt.

Tabelle 06: Ergebnisse Leistungsfähigkeitsberechnungen
Prognose-Nullfall 2035, Prognose-Planungsfall 2035
(mit Linksabbiegefahrstreifen am KP 01B), **Spitzenstunde morgens**

Knotenpunkt		Ergebnisse Leistungsberechnungen Spitzenstunde morgens	
		Prognose- Nullfall 2035	Prognose- Planungsfall 2035
KP 01A	L 326/Anschluss Biggenmoos West	$t_w = 7 \text{ s}$ (A)	$t_w = 2 \text{ s}$ (A)
KP 01B	L 326/Anschluss Biggenmoos Ost/ Anschluss Fa. Zwisler	$t_w = 5 \text{ s}$ (A)	$t_w = 7 \text{ s}$ (A)

QSV Qualitätsstufe **A - F**

t_w mittlere maximale Wartezeit, Grenzwert liegt bei 45 s (unsignalisierte KP)

Tabelle 07: Ergebnisse Leistungsfähigkeitsberechnungen
 Prognose-Nullfall 2035, Prognose-Planungsfall 2035
 (mit Linksabbiegefahrstreifen am KP 01B), **Spitzenstunde nachmittags**

Knotenpunkt		Ergebnisse Leistungsberechnungen Spitzenstunde nachmittags	
		Prognose- Nullfall 2035	Prognose- Planungsfall 2035
KP 01A	L 326/Anschluss Biggenmoos West	$t_w = 6 \text{ s}$ (A)	$t_w = 2 \text{ s}$ (A)
KP 01B	L 326/Anschluss Biggenmoos Ost/ Anschluss Fa. Zwisler	$t_w = 6 \text{ s}$ (A)	$t_w = 7 \text{ s}$ (A)

QSV Qualitätsstufe **A** - **F**

t_w mittlere maximale Wartezeit, Grenzwert liegt bei 45 s (unsignalisierte KP)

Die Leistungsfähigkeitsberechnungen kommen zu dem Ergebnis, dass die beiden Knotenpunkte KP 01A und KP 01B für die Verkehrsbelastungen des Prognose-Planungsfalls 2035 in der Ausbauvariante mit Linksabbiegestreifen am KP 01B sowohl in der morgendlichen als auch in der nachmittäglichen Spitzenstunde weiterhin mit sehr guten Verkehrsqualitäten der Stufe A betrieben werden können.

Durch die Anlage des Linksabbiegefahrstreifens und dem damit verbundenen Entfall der Linksein- und abbiegemöglichkeit am KP 01A kommt es an diesem Knotenpunkt zu einer Verringerung der mittleren Wartezeit um ca. 4 s.

Gemäß den Richtlinien für die Anlage von Landstraßen [14] ist am Knotenpunkt 01B ein separater Linksabbiegefahrstreifen herzustellen. Vor allem aufgrund der hohen Schwerverkehrsmengen am Knotenpunkt 01B und dem hohen Geschwindigkeitsniveau auf der Landstraße L 326 wird der geplante Bau des Linksabbiegestreifens auch von den Gutachtern als erforderlich erachtet.

In Bezug auf die erforderlichen Stauraumlängen ergeben die Berechnungen für den nach links in das Betriebsgelände der Fa. Zwisler abbiegenden Verkehr einen Stauraumbedarf von 1 Fahrzeug (= 6,00 m). Dabei wird eine Sicherheit gegen Überstauung von 95 % zugrunde gelegt (d. h., in 95 % aller Fälle wird dieser Rückstau unterschritten bzw. nur in 5 % der Fälle überschritten). Aufgrund der bestehenden und geplanten Nutzungen im Betriebsgelände empfehlen wir für den projektierten Linksabbiegefahrstreifen eine Aufstelllänge von ca. 20 m zzgl. Verziehung vorzusehen, sodass sich ein Lastzug (ca. 18,70 m Länge) separat vom durchgehenden Hauptverkehr aufstellen kann. Der Fahrstreifen sollte eine Breite von 3,25 m aufweisen.

Um die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs gewährleisten zu können sollte zudem geprüft werden, ob die zulässige Höchstgeschwindigkeit von derzeit 100 km/h auf künftig 70 km/h reduziert werden kann. Aus Sicht der Gutachter bergen die langsamen Ein- und Abbiegevorgänge der Schwerverkehrsfahrzeuge in Verbindung mit den hohen Geschwindigkeiten des durchgehenden Hauptverkehrs ein hohes Konfliktpotenzial. Die Reduzierung der Geschwindigkeit kann dieses Konfliktpotenzial reduzieren.

Untersuchungsvariante KP 01B ohne Linksabbiegefahrstreifen

Nach den vorliegenden Angaben der Fa. Zwisler wird die Anlage eines Linksabbiegefahrstreifens am Knotenpunkt 01B aufgrund fehlender Flächenverfügbarkeiten als nicht umsetzbar bewertet. Hierzu müsste ein Gebäude abgerissen werden. In Ergänzung zur Leistungsfähigkeitsberechnung für die Ausbauvariante mit Linksabbiegefahrstreifen soll daher die Leistungsfähigkeit des Knotenpunktes im heutigen Ausbauzustand (ohne Linksabbiegefahrstreifen) sowie mit zusätzlichem Projektverkehr ermittelt werden.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der nachfolgenden Tabelle 08 dargestellt.

Tabelle 08: Ergebnisse Leistungsfähigkeitsberechnungen
Prognose-Planungsfall 2035 (ohne Linksabbiegefahrstreifen)
Spitzenstunde morgens und nachmittags

Knotenpunkt		Ergebnisse Leistungsberechnungen Prognose-Planungsfall 2035 (ohne Linksabbiegefahrstreifen)	
		Spitzenstunde morgens	Spitzenstunde nachmittags
KP 01B	L 326/Anschluss Biggenmoos Ost/Anschluss Fa. Zwisler	$t_w = 7 \text{ s}$ (A)	$t_w = 7 \text{ s}$ (A)

QSV Qualitätsstufe **A - F**

t_w mittlere maximale Wartezeit, Grenzwert liegt bei 45 s (unsignalisierte KP)

Die Leistungsfähigkeitsberechnungen zeigen, dass der Knotenpunkt 01B in seinem heutigen Ausbauzustand auch mit dem zusätzlichen projektbezogenen Verkehr künftig leistungsfähig betrieben werden kann. Sowohl in der morgendlichen als auch in der nachmittäglichen Spitzenstunde ergibt sich eine sehr gute Verkehrsqualität der Stufe A.

Die Berechnungen für den Mischstrom in der Knotenpunktzufahrt L 326 West ergeben in beiden Hauptverkehrszeiten jeweils einen rechnerischen Stauraumbedarf von 1 Fahrzeug (= 6,00 m). Dabei wird eine Sicherheit gegen Überstauung von 95 % zugrunde gelegt.

6. ERGEBNIS UND FAZIT

Die Firma Hermann Zwisler, Besitz- und Verwaltungs-GmbH & Co. KG betreibt im Biggenmoos Kiesabbau. Auf dem Gelände befinden sich Kiesabbauflächen, Kiesaufbereitungsanlagen und ein Bauschutt-Recycling-Platz. Nördlich des Recycling-Platzes befindet sich die Zufahrt zum nördlich und östlich angrenzenden Betriebsgelände [1].

Die Firma Hermann Zwisler, Besitz- und Verwaltungs-GmbH & Co. KG plant im Teilort Tett nang-Biggenmoos eine Betriebserweiterung. Für die Verwirklichung dieser Planungsabsichten ist die Aufstellung bzw. Änderung eines Bebauungsplans erforderlich.

Das Planungsareal umfasst eine Fläche von ca. 8,99 ha und befindet sich ca. 200 m nördlich der Ortslage von Biggenmoos. Der Teilort Biggenmoos liegt ca. 2,5 km östlich der Kernstadt von Tett nang an der L 326 Richtung Neukirch. Nördlich und östlich schließen Waldflächen an.

Die verkehrliche Anbindung des Plangebietes an das übergeordnete Straßennetz soll, wie bisher über die L 326 erfolgen. Im Zuge der Betriebserweiterung ist der Bau eines separaten Linksabbiegestreifens am Knotenpunkt L 326/Anschluss Fa. Zwisler/Anschluss Biggenmoos geplant.

In der morgendlichen Spitzenstunde ergeben sich für das projektbezogene Verkehrsaufkommen 14 Zufahrten [Pkw-E/h] und 37 Ausfahrten [Pkw-E/h]. In der nachmittäglichen Spitzenstunde ist mit 37 Ausfahrten [Pkw-E/h] und 14 Zufahrten [Pkw-E/h] zu rechnen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass 1 Lkw rd. 2 Pkw-Einheiten entspricht. Das Tagesverkehrsaufkommen (Normalwerktag) ist mit rd. 100 Kfz-Fahrten/24 h (Summe Quell- und Zielverkehr) in Ansatz zu bringen.

Die Leistungsfähigkeitsberechnungen an den Knotenpunkten 01A (L 326/Anschluss Biggenmoos West) und 01B (L 326/Anschluss Fa. Zwisler/ Anschluss Biggenmoos Ost) kommen zu dem Ergebnis, dass die beiden Knotenpunkte in ihrem heutigen Ausbaustandard mit dem zusätzlichen allgemeinen Verkehrsaufkommen (Prognose-Nullfall 2035) leistungsfähig betrieben werden können. In der Ausbauvariante mit Linksabbiegestreifen können beide Knotenpunkte mit dem projektbezogenen Verkehrsaufkommen durch das geplante Bauvorhaben (Prognose-Planungsfall 2035) ebenfalls leistungsfähig betrieben werden. Es werden sehr gute Verkehrsqualitäten der Stufe A erreicht.

Nach den vorliegenden Angaben der Fa. Zwisler wird die Anlage eines Linksabbiegefahrstreifens am Knotenpunkt 01B aufgrund fehlender Flächenverfügbarkeiten als nicht umsetzbar bewertet. In der vorliegenden Verkehrsuntersuchung wurde daher zudem der Nachweis geführt, dass der Knotenpunkt 01 B auch in seinem heutigen Ausbauzustand (ohne Linksabbiegefahrstreifen) künftig leistungsfähig (Verkehrsqualität der Stufe A) betrieben werden kann.

Eine leistungsfähige Verkehrserschließung des Plangebietes „Betriebserweiterung Zwisler“ zum Prognosehorizont 2035 ist somit gegeben. Aufgrund des prognostizierten Verkehrsaufkommens ist davon auszugehen, dass mit dem projektbezogenen Neuverkehr keine wesentliche Beeinträchtigung des allgemeinen Verkehrs auf der L 326 und dem Anschluss Biggenmoos verbunden ist.

Die geplante Anlage eines Linksabbiegestreifens in Richtung Fa. Zwisler ist gemäß den Richtlinien [14] notwendig und wird von den Gutachtern insbesondere aus Sicherheitsgründen als erforderlich erachtet. Aufgrund der bestehenden und geplanten Nutzungen im Betriebsgelände empfehlen wir eine Aufstelllänge von ca. 20 m zzgl. Verziehung und eine Fahrstreifenbreite von 3,25 m vorzusehen, sodass sich ein Lastzug separat vom durchgehenden Hauptverkehr aufstellen kann.

Im Bereich des Anschlussknotenpunktes der Fa. Zwisler an die L 326 sollte zudem eine Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 70 km/h geprüft werden.

Wenn die Realisierbarkeit des Linksabbiegefahrstreifens aufgrund fehlender Flächenverfügbarkeiten nicht möglich ist, ist es aus Sicht der Gutachter zwingend erforderlich, dass aus Gründen der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs, die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 70 km/h reduziert wird.

LITERATUR

- [1] Kienzle Vögele Blasberg GmbH
Bebauungsplan „Betriebserweiterung Zwisler“
Friedrichshafen, 15.03.2021
- [2] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
Bevölkerung und Gebiet im Überblick,
Stuttgart, Dezember 2021
- [3] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
Voraussichtliche Entwicklung der Bevölkerung bis 2035 - mit Wanderungen
Stuttgart, Dezember 2021
- [4] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte sowie Berufspendler über die Gemeindegrenze
seit 2011
Stuttgart, Dezember 2021
- [5] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
PKW-Bestand je 1.000 Einwohner - Anzahl der PKW je 1.000 Einwohner seit 1933
Stuttgart, Dezember 2021
- [6] Statistisches Bundesamt und Kraftfahrt-Bundesamt
Entwicklung des Motorisierungsgrades
Unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/mobilitaet-privater-haushalte#-hoher-motorisierungsgrad> (Abgerufen im September 2021)
- [7] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
Kfz und Verkehrsbelastung – Bestand an Kraftfahrzeugen in Ba-Wü seit 1950
Stuttgart, September 2021
- [8] Shell Deutschland Oil GmbH und Prognose AG
Shell Pkw-Szenarien bis 2040
Fakten, Trends und Perspektiven für Auto-Mobilität, Hamburg 2014
- [9] Shell Deutschland Oil GmbH
Shell Nutzfahrzeug-Studie
Fakten, Trends und Perspektiven bis 2040, Hamburg 2014
- [10] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)
Hinweise zur Schätzung des Verkehrsaufkommens von Gebietstypen
Köln, Ausgabe 2006
- [11] Dr.-Ing. Dietmar Bosserhoff
Programm Ver_Bau
Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung,
Gustavsburg 2021
- [12] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)
Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, HBS 2015
Köln, Ausgabe 2015
- [13] BPS GmbH
KNOBEL 7 – Version 7.1.19
Programm zur verkehrstechnischen Beurteilung von vorfahrtregelten
Knotenpunkten, Bochum/Ettlingen 2021
- [14] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)
Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL)
Köln, Ausgabe 2012