

BERICHT

# Anwendung von Methoden und Prozessen zur partizipativen Bürgerbeteiligung bei ökologisch relevanten Investitionsentscheidungen – Fallbeispiel: Straßentunnelfilter

Kurztitel: Tunneldialog Schwäbisch Gmünd



Oberhausen, 21. Dezember 2012

**Dieser Bericht wurde im Auftrag des BMBF erstellt.**

ABSCHLUSSBERICHT zum Projekt

## Anwendung von Methoden und Prozessen zur partizipativen Bürgerbeteiligung bei ökologisch relevanten Investitionsent- scheidungen – Fallbeispiel: Straßentunnelfilter

Tunneldialog Schwäbisch Gmünd

### Auftraggeber:



**Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBWF**  
Heinemannstraße 2  
53175 Bonn

### Autoren:



**Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits-  
und Energietechnik UMSICHT (Projektleitung)**

Dr.-Ing. Esther Stahl, Prof. Dr.-Ing. Görgo Deerberg, Dipl.-Geogr. Simone Krause, Dipl.-Lök. Daniel Maga, Dr.-Ing. Hartmut Pflaum, Manuela Rettweiler, M.A., Dr.-Ing. Stefan Schlüter, Dr.-Ing. Ulrich Seifert



**Kulturwissenschaftliches Institut Essen (KWI)**

Dr. Marten Düring, Ivo Gruner, Dr. Jan-Hendrik Kamlage, Prof. Dr. Claus Leggewie, Eva Wachter



**IFOK GmbH**

Ralf Eggert, Arne Spieker



Richter & Röckle  
Immissionen  
Meteorologie  
Akustik

**iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG**

Dr. Rainer Röckle

**Prof. Dr. Dr. H.-Erich Wichmann**

## DANKSAGUNG

Der Modellprozess zur Bürgerbeteiligung um den Einbau eines Straßentunnelfilters in Schwäbisch Gmünd ist mit dem Vorliegen dieses Berichts nun erfolgreich abgeschlossen. Dieser Prozess war neuartig und nur aufgrund des großen Engagements einer Vielzahl von Personen und Institutionen möglich. Im Namen des gesamten Teams möchten wir uns daher bei folgenden Menschen und Stellen bedanken, die zum Gelingen des »Tunneldialogs« entscheidend beigetragen haben:

- Den Teilnehmern des Runden Tisches für ihre Bereitschaft ehrenamtlich an den Sitzungen teilzunehmen, diese durch ihre Diskussionsbereitschaft und die kritische Auseinandersetzung mit dem Thema mit Leben zu füllen sowie im Vorfeld und während des Prozesses für die Kollegen der Begleitforschung Rede und Antwort zu stehen.
- Den Bürgerinnen und Bürgern für die Teilnahme an den abendlichen Bürgerveranstaltungen, ihre geäußerten Fragen und den geführten Diskussionen sowie für die Teilnahme an den Umfragen
- Dem Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg sowie dem Regierungspräsidium Stuttgart für die freundliche Bereitstellung aller erforderlicher Planungsunterlagen
- Der Stadt Schwäbisch Gmünd für die Unterstützung des organisatorischen Rahmens, z. B. durch die Bereitstellung von Räumlichkeiten für zwei Veranstaltungen und die Einrichtung der Seite [www.tunneldialog.de](http://www.tunneldialog.de). Des Weiteren wurden von der Stadt ebenfalls erforderliche Daten zur Verfügung gestellt.
- Den Herstellern und Anbietern von Tunnelfiltertechnologien für die Bereitstellung von Informationen und Daten
- Der Bürgerinitiative Pro Tunnelfilter, dem Aktionsbündnis Pro Tunnelfilter, der Stadtverwaltung und der Lokalpolitik für ihr beharrliches Engagement für den Tunneldialog

Unser großer Dank gebührt dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Finanzierung dieses Vorhabens.

Oberhausen, 21. Dezember 2012



Prof. Dr. Gorge Deerberg (Projektleiter)

## ZUSAMMENFASSUNG (EXECUTIVE SUMMARY)

Die Umsetzung ökologisch relevanter Investitionsprojekte führte in der jüngeren Vergangenheit immer wieder zu Akzeptanzproblemen und Konflikten in der Gesellschaft. Es ist anzunehmen, dass in Zukunft politische Entscheidungen immer weniger von Regierungen und Verwaltungen alleine gefällt und umgesetzt werden können, sondern vielmehr gesellschaftliche Akteure in die Beratungen, Verhandlungen und Entscheidungen umfassend mit einbezogen werden müssen. So können durch geeignete Beteiligungsprozesse nicht nur die Legitimität und Akzeptanz für zum Beispiel strittige Großprojekte erhöht, sondern auch qualitativ bessere Entscheidungen durch Mitwirkung der Bürgerinnen und Bürger erzeugt werden [Fritsche & Nanz 2012: 11].

Voraussichtlich Mitte des Jahres 2013 wird in Schwäbisch Gmünd der 2,2 km lange Einhorn-Tunnel eröffnet, der die Stadt vom Straßenverkehr auf der B29 entlasten soll. Die im Tunnel erzeugten Abgase des Fahrzeugverkehrs sollen nach den genehmigten Planungen durch einen Abluftkamin am Lindenfirst ins Freie verbracht werden. Anwohner in den umliegenden Regionen des Kamins befürchteten Risiken für Mensch und Umwelt und forderten den Einbau eines Tunnelfilters. Dies wurde vom Regierungspräsidium Stuttgart (RP) sowie dem Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (MVI) und dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) jedoch nicht befürwortet, da die gesetzlichen Grenzwerte für Luftschadstoffe nicht überschritten würden.

Anhand dieses Fallbeispiels wurden im Rahmen einer Bürgerbeteiligung wissenschaftliche Argumente zur ökologischen und ökonomischen Wirkung einer Tunnelluftfilteranlage gesammelt, aufbereitet und im Rahmen eines neuartigen Bürgerdialogs mit Vertretern der Stadtgesellschaft, wie den betroffenen Bürgern, der gebildeten Bürgerinitiativen, der kommunalen Verwaltung, ansässige Unternehmen, Schulen und der Kirche sowie mit den zuständigen Genehmigungsbehörden diskutiert. Die Ergebnisse, die im Rahmen des sogenannten »Tunneldialogs« vorgestellt und diskutiert wurden sowie Protokolle der Sitzungen und weitere Dokumente wurden zeitnah auf der Internetseite [www.tunneldialog.de](http://www.tunneldialog.de) zur Verfügung gestellt. Am Ende des Prozesses wurde eine Ergebnissicherung in Form eines von allen beteiligten Akteuren getragenen Abschlussdokuments mit Empfehlungen erarbeitet.

Das Beteiligungsverfahren wurde sozialwissenschaftlich begleitet und evaluiert. Die Aufgabe der Begleitforschung bestand darin, das Beteiligungsverfahren einerseits zu dokumentieren und andererseits zu analysieren und schlussendlich zu bewerten. Zu diesem Zweck wurde eine multidimensionale Evaluationsstrategie entwickelt und angewendet, die sowohl Kontextbedingungen wie die Vorgeschichte des Konflikts und die Sozialbeziehungen zwischen den beteiligten Akteuren berücksichtigte als auch Bewertungen der Qualität des Beteiligungsprozesses und Wirkungen auf die Teilnehmerschaft einschloss. Aufgabe der Begleitforschung war es ferner den Forschungsbedarf im Bereich der Beteiligungsverfahren zu ermitteln.

Im Rahmen des Tunneldialogs wurden insgesamt vier Beratungen in einem etwa monatlichen Abstand durchgeführt. Jede Beratung bestand aus zwei Verfahrensteilen, einem jeweils halbtägigen Runden Tisch und einer anschließenden Bürgerdiskussionsveranstaltung. Zunächst wurde der Runde Tisch mit ca. 15 Teilnehmern durchgeführt, von denen die meisten – aber nicht alle – sich bisher in die Filterdiskussion eingebracht hatten. Anschließend wurde eine ca. zweistündige Bürgerdialog im Großplenum durchgeführt, der allen Bürgerinnen und Bürgern offen stand. Dort konnten sich die Teilnehmenden über die Diskussionen am Runden Tisch, den Verfah-

rensverlauf und den jeweiligen Ergebnisstand informieren und gleichzeitig in begrenztem Rahmen ihre Alltagserfahrungen, Befürchtungen und Fragen im Großplenum einbringen. Die Durchführung der Dialogsitzungen wurde basierend auf Erfahrungen aus vorangegangenen Sitzungen fortlaufend angepasst.

Im Rahmen einer gutachterlichen Tätigkeit wurden von einem interdisziplinär zusammengesetzten Wissenschaftlerteam eine technologische und ökonomische Bewertung von Tunnelfiltertechnologien, die ökologischen und umweltmedizinischen Konsequenzen des Tunnelbetriebs sowie der Einfluss eines Tunnelfilters darauf und der wirtschaftlichen Einfluss eines Tunnelfilters auf den Standort Schwäbisch Gmünd schrittweise erarbeitet. Zuerst wurden die Fragestellungen gesammelt, dann die Vorgehensweise der Untersuchung abgestimmt (z. B. Klärung der Prämissen wie angenommene Verkehrsströme) und anschließend die gutachterlichen Ergebnisse diskutiert. Auch wurden neue Fragestellungen aufgenommen und bearbeitet.

Um den Einfluss eines Tunnelfilters herauszuarbeiten, wurden drei Szenarien aufgestellt und die ökologischen, gesundheitlichen und wirtschaftlichen Konsequenzen ermittelt:

- Szenario ohne Tunnel und ohne Baustellensituation (»Nullfall«, Ausgangssituation)
- Szenario mit Tunnel ohne Filter (»Planfall ohne Filter«)
- Szenario mit Tunnel mit Filter (»Planfall mit Filter«)

Für jedes Szenario wurden detaillierte Ausbreitungsrechnungen zur Schadstoffbelastung und –ausbreitung im Bereich von ca. 5 km um den Abluftkamin durchgeführt. Für die Berechnungen wurden die Stoffe NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, Ruß und Benzol betrachtet sowie die Stickstoffdeposition und Staubdeposition berücksichtigt. Prognosejahr war das Jahr 2013, in dem der Tunnel voraussichtlich eröffnet wird.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Planfall ohne Filter im Vergleich zum Nullfall insbesondere in der Tallage von Schwäbisch Gmünd zu einer Entlastung von Luftschadstoffen führen wird. Ein möglicherweise eingebauter Tunnelfilter hat auf die Schadstoffbelastung nur einen geringen Effekt und würde beispielsweise die Gesamt-Feinstaubbelastung in der Region um den Abluftkamin um weniger als 0,01 % senken. Bei anderen Schadstoffen wurden ähnlich niedrige Werte errechnet.

Die technologische und ökonomische Bewertung verschiedener Tunnelfiltertechnologien ergab, dass der Einbau eines Tunnelfilters in den Einhorn-Tunnel technisch möglich ist und relevante Rückhalteraten der Schadstoffe PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> erreichbar sind. Die zu erwartenden Investitionskosten liegen je nach Hersteller und System gemäß Herstellerangabe zwischen 3,25 und 5 Mio. € bei jährlichen Betriebskosten von 190 000 € bis 400 000 €.

Des Weiteren wurde über alternative Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität in Schwäbisch Gmünd diskutiert und der Effekt einer wirksamen Umweltzone auf Basis von Erfahrungen von anderen Umweltzonen prognostiziert. Demgemäß könnte eine Umweltzone (Stufe 3) eine Feinstaubreduktion um 4 bis 9 % herbeiführen.

Die Teilnehmer des Runden Tisches haben sich auf Basis dieser Ergebnisse gegen einen Einbau eines Tunnelfilters ausgesprochen, sofern keine höheren Immissionswerte an den vorhandenen Messstationen festgestellt werden, die auf die Inbetriebnahme des Tunnels zurückgeführt werden könnten. Zudem wurde u. a. gefordert, dass ergänzende Emissions- und Immissionsmessungen oder Berechnungen nach Inbetriebnahme des Tunnels auf ihre technische und wirtschaftliche Machbarkeit überprüft werden und dass die vorhandene Umweltzone auf Stufe 3 gestellt sowie die Einhaltung konsequent kontrolliert wird. Weitere Empfehlungen richteten sich an ergänzende Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität in Schwäbisch Gmünd, wie die Förderung des

öffentlichen Personennahverkehrs oder die Durchführung von Forschungsprojekten im Bereich alternativer Energie-, Antriebs- und Mobilitätskonzepte.

Aus Sicht der Begleitforschung hat der Dialogprozess zu einer erheblichen Zunahme des Kenntnisstandes der Teilnehmerschaft zu den Themen der Beratungen geführt, so dass die Teilnehmenden mehrheitlich in der Lage waren, verschiedene Aussagen zum Nutzen und Schaden des Tunnelfilters neu und anders zu bewerten als noch zu Beginn des Verfahrens. Dies gilt sowohl für die Mitglieder des Runden Tisches als auch für die Bürgerinnen und Bürger, die am Bürgerdialog teilnahmen. Zudem wurde ein ausgeprägter Meinungswandel zur Frage des Tunnelfiltereinbaus beobachtet. Demnach sprach sich nach Ablauf des Verfahrens eine klare Mehrheit der Teilnehmerschaft des Runden Tisches und des Bürgerdialogs gegen einen Filtereinbau aus. Zu Beginn des Verfahrens waren noch verhärtete Positionen zwischen den Konfliktparteien zu verzeichnen und eine Mehrheit beider Befragtengruppen war für den Einbau eines Filters.

Im Verlauf des Dialogverfahrens entwickelte sich unter den Teilnehmenden des Expertendialogs sowie zu den Moderatoren, Organisatoren und Gutachtern ein tragfähiges Vertrauensverhältnis, das von hoher Bedeutung für das Zustandekommen der geplanten einstimmigen Empfehlung war. Eine professionelle Moderation, akzeptierte wissenschaftliche Gutachter und ein grundsätzlicher Kooperationswille der Teilnehmenden haben diesen Prozess gefördert. Die Teilnehmer des Runden Tisches hatten ausreichende Möglichkeiten den Verfahrensablauf mitzubestimmen. Es zeigte sich, dass sich die nachträgliche Vermittlung der Beratungsergebnisse des Runden Tisches an die Bürgerinnen und Bürger im Bürgerdialogteil als äußerst anspruchsvoll erwies, da sie in die Erarbeitung der Ergebnisse weniger stark involviert waren, als die Teilnehmer des Runden Tisches. Auch wären mehr überlokale Stimmen und Akteure für eine ausgewogene Bewertung der Fakten und Gewichtung von lokalen und Landes- und Bundesinteressen wünschenswert gewesen. Des Weiteren war die Zusammensetzung der Teilnehmenden des Bürgerdialogs über die vier Treffen hinweg betrachtet hoch selektiv.

Insgesamt kann der Tunneldialog in Schwäbisch Gmünd als ein gelungenes Beteiligungsverfahren gesehen werden. Die Konfliktparteien und Beteiligten haben die wissenschaftlichen Ergebnisse der Gutachter und Gutachterinnen weitgehend akzeptiert und in ihr Meinungsbild aufgenommen. Gemeinsame Empfehlungen wurden vorgelegt. Der jahrelange Konflikt in Schwäbisch Gmünd scheint an sein Ende gekommen zu sein und eine teure Filteranlage für den Einhorn-Tunnel, die keinen wesentlichen Beitrag zur Luftqualität am Ort liefern würde, ist vom Tisch.

Aus den Erkenntnissen der Begleitforschung wurden Erfolgsfaktoren für die Gestaltung und Umsetzung zukünftiger Verfahren abgeleitet. Diese beinhalten die Forderung einer möglichst frühen Beteiligung lokalen Interessenvertreter und der Bürgerschaft, deren Möglichkeit zur Auswahl der Gutachter, Organisatoren, Moderatoren und Evaluatoren, eine garantierte Auseinandersetzung mit dem Sachverhalt auf der Basis der Erkenntnisse und Empfehlungen des Tunneldialogs in der Politik oder der Ministerialverwaltung, eine ausgewogene Zusammensetzung der Beteiligten, eine qualitativ hochwertige Umsetzung des Verfahrens, eine zielgruppengerechte Aufbereitung und Kommunikation der komplexen Informationen über verschiedene Informationskanäle sowie eindeutig formulierte und transparente Ziele des Verfahrens.

Die Untersuchung des Forschungsbedarfs zeigt, dass vor allem fallübergreifende Großstudien, genauso wie vergleichende Fallstudien, die relevanten Faktoren der Vor- und Kontextbedingungen, der verwendeten Formate und deren Wirkungen auf die Ergebnisse kontrollieren können, weitgehend fehlen. Studien dieser Art würden weitergehende Aussagen und vertiefende Kenntnisse über Vor- und Nachteile bestimmter Verfahrenstypen und Chancen und Grenzen von Beteiligungsverfahren ermöglichen.

## INHALT

<b>TEIL A EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
<b>1 Ausgangslage und Ziele des Tunneldialogs</b>	<b>1</b>
<b>2 Ablauf des Projekts und des Tunneldialogs</b>	<b>4</b>
2.1 Organisatorischer Ablauf	4
2.2 Fachgutachterlicher Ablauf	5
<b>TEIL B PROZESS DER BÜRGERBETEILIGUNG BEI ÖKOLOGISCH RELEVANTEN INVESTITIONSENTSCHEIDUNGEN</b>	<b>7</b>
<b>3 Ziele der Begleitforschung und Einordnung des untersuchten Verfahrens</b>	<b>7</b>
3.1 Ziele der Begleitforschung und Analyseschema	7
3.2 Struktur und Ablauf des Tunneldialogs	11
3.3 Einordnung des Tunneldialogs	13
<b>4 Forschungsstand zu Bürgerbeteiligungsverfahren</b>	<b>15</b>
<b>5 Entstehung des Konflikts und Netzwerkstrukturen der Beteiligung</b>	<b>18</b>
5.1 Netzwerkstrukturen und Mobilisierung	18
5.2 Beteiligungsnetzwerke, Konfliktgeschichte und der Tunneldialog	24
<b>6 Analyse des Ablaufs des Beteiligungsverfahrens</b>	<b>26</b>
6.1 Ablaufplanung und Umsetzung	26
6.2 Wer war beteiligt? Inklusion im Beteiligungsverfahren	29
6.3 Vertrauen, Konflikte und Beratungsatmosphäre	33
6.4 Moderation	38
6.5 Interne Transparenz	41
6.6 Publizität	42
6.7 Einflussnahme auf die Ergebnisse	44
<b>7 Wirkung des Beteiligungsverfahrens auf die Teilnehmenden</b>	<b>47</b>
7.1 Entwicklung der Wissensstände	47



7.2	Meinungswandel	51
7.3	Beurteilung der Ergebnisse	54
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Schlussfolgerungen</b>	<b>57</b>
<b>9</b>	<b>Lehren aus Schwäbisch Gmünd</b>	<b>61</b>
<b>10</b>	<b>Literatur Teil B</b>	<b>64</b>

## TEIL C ERGEBNISSE DER GUTACHTERLICHEN UNTERSUCHUNG 68

<b>11</b>	<b>Tunnelfiltertechnologien</b>	<b>68</b>
11.1	Aufgabe	68
11.2	Daten und Annahmen	68
11.3	Tunnelfiltertechnologien	69
11.3.1	Partikelfilter	70
11.3.2	Gasfilter	73
11.3.3	Einbausituation Schwäbisch Gmünd	75
11.4	Ökologische Bewertung von Tunnelfiltertechnologien	77
11.4.1	Angewandte Methoden	77
11.4.2	Ergebnisse	78
11.5	Ökonomische Bewertung von Tunnelfiltertechnologien	79
11.5.1	Angewandte Methoden	79
11.5.2	Ergebnisse	80
<b>12</b>	<b>Ökologische Relevanz von Tunnelfiltertechnologien</b>	<b>82</b>
12.1	Aufgabe	82
12.2	Daten und Annahmen	82
12.2.1	Örtliche Verhältnisse	82
12.3	Beurteilungsgrundlagen	86
12.3.1	Allgemeines	86
12.3.2	Beurteilungswerte für Luftschadstoffe	87
12.4	Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen	90
12.4.1	Verkehrsaufkommen	90
12.4.2	Prognosejahr	92
12.4.3	Fahrzeugflotte	93
12.4.4	Straßentypus	93
12.4.5	Verkehrsqualität	94
12.4.6	Kaltstartanteil	94
12.4.7	Klimaanlagen	95
12.4.8	Aufwirbelung und Abrieb bei Stäuben	95
12.5	Ausbreitungsrechnungen	95
12.5.1	Allgemeines	95

12.5.2	Simulationsgebiet	96
12.5.3	Zeitreihe der Emissionen	97
12.5.4	Berücksichtigung des Geländeeinflusses	98
12.5.5	Berücksichtigung des Gebäudeeinflusses	99
12.5.6	Lage der Quellen	99
12.5.7	Verwendetes Ausbreitungsmodell	99
12.5.8	Abgasfahnenüberhöhung	99
12.5.9	Umwandlung von NO in NO <sub>2</sub>	100
12.6	Ermittlung der Vorbelastung	100
12.7	Ergebnisse der Immissionsprognose	103
12.7.1	Betrachtete Immissionsorte	103
12.7.2	Zusatzbelastung Stickstoffdioxid	104
12.7.3	Zusatzbelastung Feinstaub – PM <sub>10</sub>	105
12.7.4	Zusatzbelastung Feinstaub – PM <sub>2,5</sub>	106
12.7.5	Zusatzbelastung Stickstoffoxide	106
12.7.6	Zusatzbelastung Staubdeposition	107
12.7.7	Zusatzbelastung Stickstoffeinträge	107
12.8	Prognose der Gesamtbelastung und Bewertung	108
12.8.1	Gesamtbelastung Stickstoffdioxid	108
12.8.2	Gesamtbelastung Feinstaub – PM <sub>10</sub>	109
12.8.3	Gesamtbelastung Feinstaub – PM <sub>2,5</sub>	111
12.8.4	Vergleich mit Messungen in Schwäbisch Gmünd	111
12.9	Zusätzliche Fragestellungen aus dem Tunneldialog	114
12.9.1	Entwicklung der Emissionen	114
12.9.2	Gründe für Abweichung von den früheren Ergebnissen	115
12.9.3	Planfall ohne Kamin	116
12.9.4	Stoffeinträge	117
12.9.5	Lage der Messstationen	117
12.9.6	Havariefall	118
12.10	Zusammenfassung	118
<b>13</b>	<b>Gesundheitliche Relevanz von Tunnelfiltertechnologien</b>	<b>121</b>
13.1	Aufgabe	121
13.2	Daten und Annahmen	121
13.3	Angewandte Methoden	121
13.4	Ergebnisse	122
13.4.1	Feinstaub (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> ) und Dieselruß	122
13.4.2	NO <sub>2</sub> (Stickstoffdioxid)	127
13.4.3	Benzol	130
13.4.4	Umweltzonen	132
13.4.5	Weitere Fragestellungen	135
13.4.6	Lärm - Gesundheitliche Auswirkungen	137
13.4.7	Zusammenfassung gesundheitliche Relevanz der Tunnelabluft	138

<b>14</b>	<b>Wirtschaftliche Relevanz von Tunnelfiltertechnologien</b>	<b>140</b>
14.1	Aufgabe	140
14.2	Daten und Annahmen	140
14.3	Angewandte Methoden	141
14.4	Ergebnisse	141
14.4.1	Welche Kriterien sind in der Regel an anderen Standorten für den Einbau eines Tunnelfilters ausschlaggebend?	141
14.4.2	Grobe Abschätzung Marktpotenzial Tunnelfilter	144
14.4.3	Welche Auswirkungen hätte der Einbau eines Tunnelfilters auf den Wirtschaftsstandort und Lebensraum Schwäbisch Gmünd?	144
14.4.4	Welche Umsetzungs- und Förderungsmöglichkeiten für Innovationsprojekte im Zusammenhang mit Tunnelfiltern bzw. Luftreinhaltung gibt es?	150
<b>15</b>	<b>Einzelfragen</b>	<b>154</b>
15.1	Frage 1: Was passiert mit Partikeln, wenn sie in die Luft emittiert werden?	154
15.2	Frage 2: Welche Quellen für Feinstaubemissionen gibt es in Schwäbisch Gmünd?	154
15.3	Frage 3: Wie berechnet sich die durch den Kfz-Verkehr im Tunnel entstehende Feinstaubmenge?	154
15.4	Frage 4: Wie laut wird der Abluftkamin sein?	155
15.5	Frage 5: Welche Aussagen wurden über die Luftmengen im Tunnel getroffen?	155
15.6	Frage 6: Einsparpotenziale durch einen Tunnelfilter	156
<b>16</b>	<b>Literatur Teil C</b>	<b>157</b>
<b>ANHANG</b>		<b>168</b>
<b>A 1</b>	<b>Fragenkatalog</b>	<b>169</b>
<b>A 2</b>	<b>Ergänzungen zur Begleitforschung (Teil B)</b>	<b>175</b>
A2.1	Ergänzungen zum Haupttext	175
A2.2	Methoden und Quellen der Analyse	177
A2.3	Fragebogen zur Begleitbeobachtung 1 - Dritte Sitzung des Tunneldialogs	184
A2.4	Fragebogen zur Begleitbeobachtung 2 - Dritte Sitzung des Tunneldialogs	188
A2.5	Leitfaden Interviews	198
A2.6	Screenshots der Konflikt- und Netzwerkanalyse	200
<b>A 3</b>	<b>Ergänzungen zur ökologischen Bewertung</b>	<b>203</b>

<b>A 4</b>	<b>Weitere Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen</b>	<b>213</b>
<b>A 5</b>	<b>Ergänzungen zur Bewertung der gesundheitlichen Risiken</b>	<b>251</b>
<b>A 6</b>	<b>Ergänzungen zur wirtschaftlichen Relevanz von Tunnelfiltertechnologien</b>	<b>262</b>
<b>A 7</b>	<b>Während der Projektlaufzeit erarbeitete und in Schwäbisch Gmünd veröffentlichte Unterlagen</b>	<b>277</b>
<b>A 8</b>	<b>Abschlussdokument und Informationsflyer</b>	<b>279</b>

# TEIL A EINLEITUNG

## 1 Ausgangslage und Ziele des Tunneldialogs

Occupy-Protest Camps werden im Bankenviertel in Frankfurt aufgeschlagen, »Wutbürger« in Stuttgart belagern den Bahnhof, die Piratenpartei wirbelt mit ihren Bürger- und Mitgliederbeteiligungsideen die Parteilandschaft durcheinander und reüssiert bei den Wählerinnen und Wählern: Der verstärkte Wunsch der Bürgerschaft nach Mitwirkung und Teilhabe, so scheint es, wird die politische Landschaft und den Regierungsstil der politischen Akteure nachhaltig verändern. Das Wort der Stunde lautet: Bürgerbeteiligung. Politische Entscheidungen werden in Zukunft immer weniger von Regierungen und Verwaltungen alleine gefällt und umgesetzt, sondern zusammen mit vielen gesellschaftlichen Akteuren beraten, verhandelt und entschieden. Politische Entscheidungen brauchen, soviel ist sicher, neue Formen der Akzeptanzgenerierung, die sich nicht mehr allein aus dem Legitimationsreservoir der Institutionen und Akteure der repräsentativen Demokratie speisen lassen [Leggewie, 2003: 110]. Ergänzend zur Repräsentativdemokratie treten mehr und mehr alternative, informelle Formen der Präsenzbeteiligung in Erscheinung, in denen u. a. Bürgerinnen und Bürger, zivilgesellschaftliche Akteure, Verwaltungsvertreter und -vertreterinnen, Entscheidungsträgerinnen und -träger vis-à-vis zusammenkommen und gemeinsam über Themen und Inhalte dialogisch beraten. Ziel dieser Verfahren ist es nicht nur, mehr Akzeptanz für zum Beispiel strittige Großprojekte zu erlangen, sondern auch qualitativ bessere Entscheidungen durch Mitwirkung zu erzeugen [Fritsche & Nanz 2012: 11].

Konflikt um einen  
Tunnelfilter in  
Schwäbisch  
Gmünd

Im Fallbeispiel Schwäbisch Gmünd soll mit dem Einhorn-Tunnel die Innenstadt vom Straßenverkehr entlastet werden. Geplant ist, dass die mit Staub und Schadgasen belastete Luft des 2,2 Kilometer langen Tunnels über einen zentralen Kamin ausgeblasen wird (vgl. BOX 1). Anwohner befürchten gesundheitliche und ökologische Folgen steigender Immissionsbelastungen im Bereich des Kamins und schlugen den Einbau eines Tunnelfilters vor. Dies wurde vom Regierungspräsidium Stuttgart (RP) sowie dem Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (MVI) und dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) jedoch abgelehnt, da die gesetzlichen Grenzwerte für Luftschadstoffe nicht überschritten würden.

### BOX 1: Schwäbisch Gmünder Einhorn-Tunnel

- Baubeginn: 1998
- Erwartete Fertigstellung: 2013
- Länge: 2,2 Kilometer

- Der Tunnel leitet die B29 unterirdisch um die Innenstadt von Schwäbisch Gmünd herum
- Die Belastung des innerstädtischen Straßenverkehrs durch Auto- und Lastwagenverkehr soll dadurch deutlich reduziert werden
- Anfallende Schadgase und Feinstäube werden über einen Kamin oberhalb der Stadt ausgeblasen

Auf die lokalpolitische Agenda gesetzt wurde das Thema 1996 durch einen Antrag von Bündnis 90/Die Grünen im Gmünder Stadtrat. Der Antrag forderte erstmalig den Einbau eines Tunnelfilters in den Einhorn-Tunnel. Auftrieb bekam die Debatte um den Tunnelfilter allerdings erst weit nach Baubeginn des Tunnels. Vertreter der Lokalpolitik, der Medien und in der Folge auch engagierte Bürgerinnen und Bürger begannen sich für den Filtereinbau einzusetzen. Im September 2007 gründete sich die Bürgerinitiative Pro Tunnelfilter. Kurz danach wurde in Schwäbisch Gmünd die Umweltzone eingeführt, die in der Bevölkerung über wenig Akzeptanz verfügt. Nach Einführung der Umweltzone dynamisierte und verbreiterte sich der Protest, weil die Bürgerinnen und Bürger die Einführung der Umweltzone als ungerecht empfanden, da diese mehrheitlich zu ihren Lasten ginge und gleichzeitig der Staat nicht gewillt sei, einen Tunnelfilter in den Einhorn-Tunnel einzubauen. Verschiedene Veranstaltungen und Demonstrationen wurden organisiert, mehr und mehr Bürgerinnen und Bürger in der Stadt forderten nun den Einbau des Filters (vgl. auch Tabelle A2-1 im Anhang).

Um den Konflikt zu schlichten und die Sachfrage zu klären, wurde im Februar 2011 durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) eine Machbarkeitsstudie in Aussicht gestellt. Die Studie sollte klären, ob und unter welchen Bedingungen ein Tunnelfilter für den Einhorn-Tunnel einsetzbar sei. Daraufhin erarbeiteten im März 2011 Vertreterinnen und Vertreter aus den Bürgerinitiativen Pro Tunnelfilter und dem Aktionsbündnis Pro Tunnelfilter, der Wirtschaft, der Stadtverwaltung und der Lokalpolitik gemeinsam einen Fragenkatalog, der innerhalb des Verfahrens bearbeitet werden sollte. Im Anschluss wählte die Gruppe das Konsortium zur Umsetzung der Studie aus.

Abbildung 1-1:  
33 Meter hoher Aus-  
blaskamin der Tun-  
nelabluft in Schwäbisch  
Gmünd



Der Tunneldialog in Schwäbisch Gmünd ist ein Anwendungsfall für Verfahren der Präsenzbeteiligung. Vertreter aus Zivilgesellschaft, Unternehmen, Verwaltung und Politik beraten innerhalb eines speziell für diesen Fall entwickelten Beteiligungsformates die strittige Frage, ob und inwieweit ein Tunnelfilter für den dortigen Einhorn-Tunnel von Nutzen sein kann.

Zentrale Fragestellungen des Tunneldialogs waren die Folgenden:

- Welche Auswirkungen hat die ungefilterte Tunnelabluft auf die menschliche Gesundheit?
- Welche ökologischen Auswirkungen hat die ungefilterte Tunnelabluft auf Pflanzen und Tiere?
- Welche Tunnelfiltertechnologien existieren, wie teuer sind diese welchen Nutzen für Mensch und Umwelt bringen sie?
- Welchen Einfluss hätte der Einbau eines Tunnelfilters auf den Standort Schwäbisch Gmünd und welches Marktpotenzial haben Tunnelfilter weltweit?

»Welche Auswirkungen auf Mensch und Umwelt hat die Tunnelabluft und welchen Nutzen brächte der Einbau eines Tunnelfilters? «

Im Tunneldialog selbst wurde keine Entscheidung für oder gegen den Einbau eines Tunnelfilters getroffen. Die Ergebnisse des Dialogs bilden eine tragfähige Basis, die eine umfassende und realistische Bewertung von Tunnelfiltertechnologien und deren Nutzen für Schwäbisch Gmünd ermöglicht sowie einen Ausblick auf weitere mögliche Maßnahmen zur Reduzierung von Luftschadstoffen gibt.

### Das Projektkonsortium

Die Projektleitung des Tunneldialogs lag bei Fraunhofer UMSICHT, das zudem die ingenieurwissenschaftlichen, ökonomischen und ökologischen Fragestellungen bearbeitet. Die iMA Richter & Röckle bearbeitete den Bereich der Entstehung, Transport und Ausbreitung der Schadstoffe. Prof. Dr. Dr. H.-Erich Wichmann, ehemaliger Direktor des Instituts für Epidemiologie I am Helmholtz-Zentrum München (Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt), bearbeitete die Aspekte der Umweltepidemiologie und Toxikologie von verkehrsbedingten Luftschadstoffen.

Der Bürgerdialog wurde von der IFOK GmbH konzipiert und moderiert. Der Tunneldialog wurde vom Kulturwissenschaftlichen Institut Essen (KWI) begleitet und umfassend evaluiert, um die Eignung des gewählten Formates für zukünftige Beteiligungsverfahren zu prüfen. Der modellhafte Charakter soll helfen, Bürger künftig frühzeitig und wissenschaftlich fundiert in ökologisch relevante Investitionsentscheidungen einzubinden. Das Konsortium wurde gemeinschaftlich vom Bundesforschungsministerium, der Stadt Schwäbisch Gmünd, dem Landkreis Ostalb und der Bürgerinitiative Pro Tunnelfilter ausgewählt.

## 2 Ablauf des Projekts und des Tunneldialogs

### 2.1 Organisatorischer Ablauf

Ziel des Tunneldialogs war es, die Fragen der Bürger und Betroffenen ernst zu nehmen und so transparent wie möglich zu beantworten. Dieses Ziel wurde durch folgende Schritte erreicht:

#### Schritt 1 – Vorgespräche

Im Vorfeld des Tunneldialogs wurden mit unterschiedlichen Akteuren in Schwäbisch Gmünd Gespräche geführt, um ein gutes Verständnis der Historie des Konfliktes und den Fragen der Menschen vor Ort zu bekommen. Dies war eine zentrale Grundlage für die konkrete Ausgestaltung des Tunneldialogs.

#### Schritt 2 – Konzeption des Dialogprozesses

Im Tunneldialog war eine fachlich tiefe Auseinandersetzung mit den Fragestellungen gefordert. Daher wurde ein Runder Tisch initiiert, an dem an drei Terminen halbtägig zusammen gearbeitet wurde. Als Teilnehmer des Runden Tisches wurden verschiedene Repräsentanten der Stadtgesellschaft eingeladen, darunter auch mehrere Vertreter von Institutionen rund um den Abluftkamin. Um auch die Öffentlichkeit über die Arbeit der Experten und des Runden Tisches zu informieren, wurde im Anschluss an jede Sitzung zu einer Bürgerveranstaltung eingeladen. Zudem waren die Sitzungen des Runden Tisches für jedermann als Zuhörer zugänglich. Auf der Webseite [www.tunneldialog.de](http://www.tunneldialog.de) wurden alle Dokumente bereitgestellt und es gab die Möglichkeit, auch online Fragen an die Experten zu stellen.

#### Schritt 3 – Abstimmung der Fragestellungen

In der ersten (27. April 2012) und einem Teil der zweiten Sitzung (25. Mai 2012) des Tunneldialogs sprachen die Experten gemeinsam mit den Mitgliedern des Runden Tisches die konkreten Fragestellungen und die fachgutachterliche Vorgehensweise in den einzelnen Themenbereichen ab. Die Absprachen wurden in einem Protokoll festgehalten.

#### Schritt 4 – Diskussion der Ergebnisse

Auf der zweiten und dritten Sitzung (25. Juni 2012) präsentierten die Experten die Ergebnisse ihrer Untersuchungen. Der Runde Tisch diskutierte die Ergebnisse und gab den Experten teilweise nochmals weitere Untersuchungsaufträge mit.

#### Schritt 5 – Erarbeitung von Empfehlungen

Auf der Abschlussitzung (19. Juli 2012) erarbeiteten die Teilnehmer des Runden Tisches Empfehlungen auf Grundlage der Ergebnisse. Diese Empfehlungen fanden Eingang in das vorliegende Abschlussdokument.

Zweigeteilte  
Sitzungen: Runder  
Tisch und Bürger-  
versammlung



Abbildung 2-1:  
Der Runde Tisch bei der  
Arbeit im Gästezent-  
rum Schönblick



## 2.2 Fachgutachterlicher Ablauf

Bewertung durch  
unterschiedliche  
Szenarien

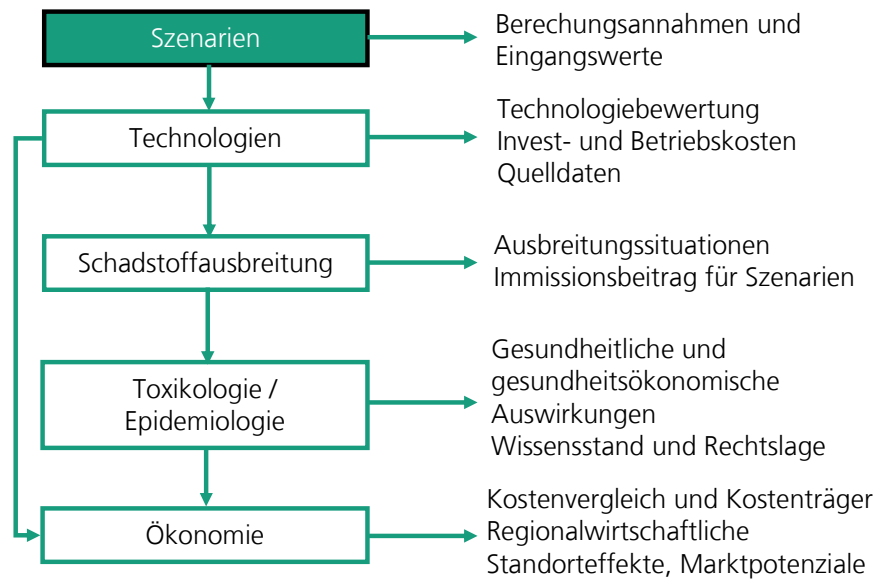
Die Fragestellungen umfassten die technologische und ökonomische Bewertung von Tunnelfiltertechnologien, die ökologischen und umweltmedizinischen Konsequenzen des Tunnelbetriebs sowie den Einfluss eines Tunnelfilters darauf und den wirtschaftlichen Einfluss eines Tunnelfilters auf den Standort Schwäbisch Gmünd. Um den Einfluss eines Tunnelfilters herauszuarbeiten, wurden folgende Szenarien aufgestellt und die ökologischen, gesundheitlichen und wirtschaftlichen Konsequenzen ermittelt:

- Ohne Tunnel und ohne Baustellensituation (sogenannter »Nullfall«, Ausgangssituation)
- Mit Tunnel ohne Filter (»Planfall ohne Filter«)
- Mit Tunnel mit Filter (»Planfall mit Filter«)

Die Prognosen der Schadstoffbelastung und –ausbreitung wurden für das Jahr 2013 durchgeführt, in dem der Tunnel voraussichtlich eröffnet wird. Da die Baustellensituation in Schwäbisch Gmünd eine Ausnahmesituation darstellt, wurde auf Eingangsdaten aus Jahren vor der Baustellensituation zurückgegriffen und diese für das Jahr 2013 angepasst. So wurde bei den Verkehrsdaten aufbauend auf dem Basisjahr 2006 und Prognosen über Verkehrsentwicklungen ein Wert für das Jahr 2013 ermittelt.

Die Vorgehensweise sowie die Inhalte der Untersuchung sind in nachfolgender Abbildung skizziert:

Abbildung 2-2:  
Vorgehensweise bei  
der Erarbeitung der  
Ergebnisse



Zusätzlich zu den im Fragenkatalog formulierten Fragen wurden Fragen aus den Dialogsitzungen aufgenommen und diskutiert.

## TEIL B PROZESS DER BÜRGERBETEILIGUNG BEI ÖKOLOGISCH RELEVANTEN INVESTITIONSENTSCHEIDUNGEN

### 3 Ziele der Begleitforschung und Einordnung des untersuchten Verfahrens

Der Tunneldialog in Schwäbisch Gmünd ist ein Anwendungsfall für Beteiligungsformate der Präsenzbeteiligung [Fritsche & Nanz, 2012]. In Schwäbisch Gmünd beraten Vertreter aus Zivilgesellschaft, Unternehmen, Verwaltung und Politik innerhalb eines speziell für diesen Fall entwickelten Beteiligungsformates die strittige Frage, ob und inwieweit ein Tunnelfilter für den Einhorn-Tunnel von Nutzen sein kann. Das Beteiligungsverfahren wurde durch ein Forscherteam des Kulturwissenschaftlichen Instituts Essen (KWI) wissenschaftlich begleitet und evaluiert. Die Aufgabe der Begleitforschung bestand darin, das Beteiligungsverfahren einerseits zu dokumentieren und andererseits zu analysieren und zu bewerten. Zu diesem Zweck wurde ein individuell auf das Beteiligungsverfahren in Schwäbisch Gmünd zugeschnittenes Evaluationsschema entwickelt und angewendet. Im Folgenden werden die Ziele, das Evaluationsschema und die Ergebnisse der Begleitforschung in der gebotenen Kürze dargestellt.

#### 3.1 Ziele der Begleitforschung und Analyseschema

##### **Ziele der Begleitforschung**

Die Aufgabe der Begleitforschung in diesem Projekt ist es, neben der Ermittlung des Forschungsbedarfs, den Tunneldialog einer umfassenden und weitreichenden Analyse zu unterziehen, die Aussagen über die Qualität des Prozesses und die erzielten Ergebnisse ermöglicht. Die erste Aufgabe dabei besteht darin, aus der Fülle der unterschiedlichen Erwartungen an und Wirkungen von Beteiligungsverfahren eine realistische und handhabbare Auswahl von Bewertungsmaßstäben vorzunehmen. Diese Auswahl muss geeignet sein, die Ziele des jeweiligen Verfahrens abzubilden und ihre (Nicht-)Erreichung zu messen (zur Auswahl möglicher Indikatoren und Kriterien vgl. [Dietz & Stern, 2009: 67ff]). Die Erfassung und Bewertung von Politikprozessen kann dabei an verschiedenen Punkten des Politikzyklus ansetzen:

1. Entweder während der Politikformulierung,
2. dem Prozess der Meinungs- und Entscheidungsfindung,
3. bei der Implementierung sowie
4. der letztlichen Wirkungen der Entscheidungen auf die Gesellschaft und die Politik [Dietz & Stern, 2009].

Analytisch wird bei der Evaluation zwischen prozess- und outputorientierten Evaluationsstrategien unterschieden [Rauschmayer et al., 2009]. Erstere konzentrieren sich bei der Bewertung der Beteiligung auf den Prozess, die Gestaltung und den Ablauf der Verfahren, während letztere die unmittelbaren Ergebnisse und späteren Wirkungen der Entscheidungen in den Blick nehmen.

Vor diesem Hintergrund lassen sich Verfahren unter verschiedenen Gesichtspunkten analysieren. Im Mittelpunkt der meisten Evaluationen stehen jedoch:

- das Potenzial eines Verfahrens, die Qualität von Entscheidungen zu erhöhen,
- die Fähigkeit eines Verfahrens, legitime /demokratische Prozesse und Entscheidungen hervorzubringen,
- die Akzeptanz von Entscheidungen in der Bevölkerung zu fördern,
- die demokratischen Fähigkeiten der Bürgerinnen und Bürger zu erhöhen,
- Beziehungen und Netzwerke zu verändern, respektive hervorzubringen (vgl. [Dietz & Stern, 2009: 71], [Fung, 2006], [Rainbow et al., 2006]).

Im Idealfall gehen in Beteiligungsverfahren die Interessen von Vertretern der Bürgerschaft, der Verwaltung und weiteren teilnehmenden Akteursgruppen einen konstruktiven Dialog mit Wissenschaftlern ein, die nach höchsten Maßgaben und aktuellen Standards wissenschaftlicher Forschung an dem gemeinsamen Ziel einer für alle Beteiligten zufriedenstellenden Lösung arbeiten [Fritsche & Nanz, 2012: 34]. Als Grundlage für einen konstruktiven Dialog braucht es eine gemeinsame Vertrauensbasis. Voraussetzung hierfür ist, dass jede Manipulation des Verfahrens durch Beteiligte weitestgehend ausgeschlossen wird und dass von einer grundlegenden Fairness im Umgang miteinander ausgegangen werden kann.

Kritiker verweisen indes auf eine Reihe von Problemen, die typischerweise mit Beteiligungsverfahren einhergehen. Erstens könnten viele der durch die Veranstalter gesteckten Ziele nicht erreicht werden. Zweitens stände am Ende von Verfahren trotz eines erheblichen politischen und finanziellen Aufwands oft nur ein Minimalkonsens von vernachlässigbarer politischer Bedeutung. Drittens drohen langwierige, nicht zielführende Verhandlungen zwischen den Konfliktparteien. Aus diesen Gründen könnte grundsätzlich ein Missverhältnis zwischen anfallenden Kosten und erzielbarem Nutzen bemängelt werden. Probleme können ebenfalls entstehen, wenn die Beteiligten unterschiedliche Erwartungen an die Ziele des Verfahrens und/oder die Reichweite der erzielten Ergebnisse haben. Ebenso könnten vorbestehende Konflikte vom eigentlichen Zweck des Verfahrens ablenken und dieses nachhaltig beeinflussen (vgl. [Fritsche & Nanz, 2012: 45]).

Die **Begleitforschung** dient als Instrument zur Messung der Qualität, Legitimität und Wirkung eines Beteiligungsverfahrens [Fritsche & Nanz, 2012: 69f]. Dazu werden die Wirkung des Verfahrens auf alle Beteiligten, der Konflikt selbst und die Legitimität der getroffenen Entscheidungen untersucht.

Der Begriff »Qualität« der Prozesse der Beteiligungsverfahren umfasst unter anderem deren Fähigkeit, die Werte, Interessen und Belange der Beteiligten in der Gestaltung und im Verlauf eines Verfahrens weitgehend zu berücksichtigen und das Spektrum der zur Verfügung stehenden Handlungsspielräume ebenso auszuloten wie mögliche Folgehandlungen und deren Konsequenzen. Darüber hinaus sollte sichergestellt werden, dass die Entscheidungsfindung auf aktuellen und vollständigen Informationen basiert und dass der Prozess mit dafür geeigneten Methoden und Beratungsformaten durchgeführt wird.

Die Legitimität eines Verfahrens im engeren Sinne ist dann sichergestellt, wenn die Ergebnisse unter allgemein als solchen akzeptierten, fairen und rechtlich einwandfreien Rahmenbedingungen zustande kommen. Auf dieser Grundlage kann selbst jemand, der mit dem Ergebnis eines Verfahrens unzufrieden ist, diese Entscheidung als legitim akzeptieren. Voraussetzungen sind die Beilegung früherer Konflikte, ein zumindest grundlegendes Vertrauensverhältnis zwischen den Beteiligten sowie Vertrauen in das Verfahren selbst.

Die Wirkung eines Beteiligungsverfahrens beschreibt den neugewonnenen Informationsgrad der Beteiligten mit Blick auf die Sache selbst und auf die Interessen und Beweggründe der jeweiligen Gegenseite. Darüber hinaus gilt ein Verfahren dann als erfolgreich, wenn sowohl die beteiligten Wissenschaftler als auch die politischen, administrativen und bürgerschaftlichen Akteure ein verbessertes Verständnis partizipativer Meinungsbildung erlangt haben.

Für die Evaluation von Verfahren werden in der Regel fallbezogene Evaluations-schemata entwickelt, die an die jeweiligen Kontext- und Beteiligungsbedingungen angepasst sind.

### Evaluationsschema des Tunneldialogs

Die vorliegende Evaluation hat sich vor allem den Beteiligungsnetzwerken und der Konfliktgeschichte des Prozesses, der Qualität der Verfahrensprozesse und den unmittelbaren Wirkungen des Tunneldialogs auf die Teilnehmenden gewidmet, um auf der Basis der gesammelten Erkenntnisse Bewertungen der in den Beratungsprozessen erarbeiteten Ergebnisse vorzunehmen (s. nachfolgende Tabelle).

**Tabelle 3-1: Evaluationsmaßstäbe und Untersuchungsgegenstand**

Bewertungsmaßstäbe	Untersuchungsgegenstand
<b>Beteiligungsnetzwerke und Konfliktgeschichte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entstehung und Entwicklung des Konflikts</li> <li>▪ Aktivitätsprofile und Netzwerke der Teilnehmenden</li> </ul>
<b>Prozessqualität des Verfahrens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planung, Abläufe und Durchführung</li> <li>▪ Vertrauen, Konflikte und Kommunikation im Gremium</li> <li>▪ Moderationstätigkeit</li> <li>▪ Interne Informationsvermittlung</li> <li>▪ Informationsvermittlung in die Öffentlichkeit</li> <li>▪ Einflussmöglichkeiten der Teilnehmenden auf den Prozess und die Ergebnisse</li> </ul>

Bewertungsmaßstäbe	Untersuchungsgegenstand
<b>Wirkungen auf die Teilnehmerschaft</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verbesserung des Kenntnisstands</li> <li>▪ Veränderungen der Meinungen</li> <li>▪ Bewertung des Ergebnisses</li> </ul>
<b>Abstrakte Bewertungsmaßstäbe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kapazitäten und Netzbildung der Akteure</li> <li>▪ Legitimität des Verfahrens</li> <li>▪ Prozess- und Umsetzungsqualität</li> <li>▪ Qualität der Entscheidungen</li> </ul>

Das Konzept der in Schwäbisch Gmünd durchgeführten Begleitforschung hebt sich in wesentlichen Punkten von früheren Evaluationsstudien ab, indem mehrere Perspektiven auf den Tunneldialog berücksichtigt und eine insgesamt mehrdimensionale Evaluationsstrategie gewählt wurde.

Dies geschah erstens durch eine Analyse der Vorgeschichte, die zur Initialisierung des Tunneldialogs führte. Auf diese Weise wurden insbesondere die Beweggründe der einzelnen Akteure sowie deren Erwartungen an das Verfahren im Detail rekonstruierbar.

Zweitens wurde unter Rückgriff auf Methoden der sozialen Netzwerkforschung die Vernetzung der engagierten Bürgerinnen und Bürger sowie der Teilnehmenden untereinander und innerhalb Schwäbisch Gmünds thematisiert und auf ihre Bedeutung für das Verhalten der Akteure während des Dialogverfahrens hin untersucht. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass engagierte Bürger und Bürgerinnen sowie Teilnehmende des Verfahrens dort nicht als autonome Entitäten, sondern als Vertreterinnen und Vertreter unterschiedlicher Interessen Platz nahmen. Rückblickend haben die Berücksichtigung der Vorgeschichte, sozialer Netzwerke und die Analyse der Meinungsbildung der Verfahrensbeteiligten zu einer Präzisierung der Ergebnisse und einem tieferen Verständnis für die unter der Oberfläche des Verfahrens verborgenen Dynamiken geführt.

Drittens wurden vor Beginn des Verfahrens und nach dessen Abschluss die verschiedenen Gruppen der Teilnehmenden im Rahmen einer standardisierten Befragung nach ihrer Einschätzung und Bewertung der Ergebnisse und der Prozessqualität gefragt.

Viertens wurde im Rahmen der Begleitforschung eine systematische und strukturierte teilnehmende Beobachtung durchgeführt, die wesentliche Qualitätsdimensionen des Beteiligungsprozesses über alle Sitzungstermine hinweg in den Blick genommen und aus Sicht der Forscher und Forscherinnen beurteilt hat.

Die Kombination der unterschiedlichen Bewertungsquellen, methodischer Zugänge und Perspektiven ermöglichten eine weitgehende Erfassung aller wesentlichen Qualitätsdimensionen des Tunneldialogs und dessen differenzierte Bewertung.

### 3.2 Struktur und Ablauf des Tunneldialogs

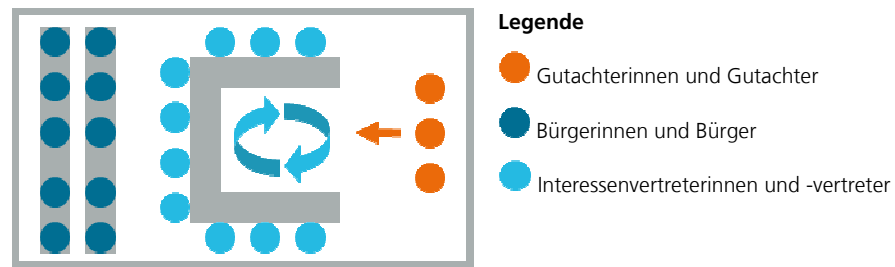
Der Schwäbisch Gmünder Tunneldialog gehört in die Gruppe der sogenannten Ad hoc-Verfahren der Präsenz- oder face-to-face Beteiligung, die innerhalb eines begrenzten Zeitraumes Beratungen zu einer gesellschaftlich relevanten Frage ermöglichen sollen [Fritsche & Nanz, 2012]. Allerdings wurde das Schwäbisch Gmünder Verfahren an lokale Voraussetzungen angepasst, um erstens die komplexe Sachfrage gemeinschaftlich bearbeiten und bewerten zu können und um zweitens die Akzeptanz in der lokalen Bevölkerung für die Ergebnisse zu erlangen. In diesem Fall stand deshalb in erster Linie die Frage nach dem Nutzen im Verhältnis zu anfallenden Kosten eines Tunnelfilters im Mittelpunkt. Das Verfahren dauerte insgesamt fünf Monate, von März 2012 bis Juli 2012. In diesem Zeitraum fanden vier moderierte Treffen mit Vertretern aus der Verwaltung, der Bürgerschaft, den Interessenvertretern der Wirtschaft und externen Gutachtern statt (vgl. Tabelle 3-2).

**Tabelle 3-2: Dialogverfahren im Überblick: Daten, Zeiträume, Tagungsorte**

Datum	Treffen, Ort	Zeitraum Expertendialog	Zeitraum Bürgerdialog
Freitag, 27. April 2012	Auftaktveranstaltung, Congress-Centrum Stadtgarten Schwäbisch Gmünd	13.00 - 17.15 Uhr	17.15 - 19.00 Uhr
Freitag, 25. Mai 2012	Zweite Sitzung, Schönblick - Christliches Gästezentrum Württemberg	12.00 - 17.15 Uhr	17.15 - 19.00 Uhr
Montag, 25. Juni 2012	Dritte Sitzung, Schönblick - Christliches Gästezentrum Württemberg	12.00 - 17.15 Uhr	17.15 - 19.30 Uhr
Donnerstag, 19. Juli 2012	Abschlussveranstaltung, Congress-Centrum Stadtgarten Schwäbisch Gmünd	12.00 – 16.45 Uhr	17.15 – 19.15 Uhr

Der Tunneldialog bestand aus zwei Verfahrensteilen: Dem sogenannten Expertendialog am Runden Tisch und dem anschließenden Bürgerdialog im Großplenum (vgl. Tabelle A2-1). Der Expertendialog war für eine begrenzte Anzahl unmittelbar von der Filterfrage betroffener, institutioneller und zumeist lokaler Interessenvertreter konzipiert, um komplexe Sach- und Fachfragen in einem kleinen, gleichberechtigten Kreis von lokalen Interessenvertretern und Gutachtern intensiv zu beraten, zu interpretieren und zu bewerten (zum Runden Tisch vgl. [Bischoff et al., 2005: 183]). Der Expertendialog dauerte pro Sitzung zwischen vier und fünf Stunden. Am Ende des Prozesses sollte eine Ergebnissicherung in Form eines gemeinsamen Berichtes mit Empfehlungen stehen (vgl. Tabelle 3-1).

Abbildung 3-1:  
Expertendialog am  
Runden Tisch

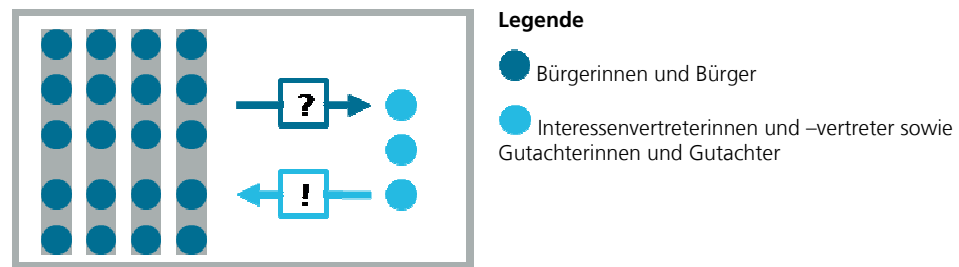


- Ziel: Faktenklärung, Bewertung der Ergebnisse und Akzeptanz unter betroffenen Akteuren
- Gemeinsame Verständigung auf den Ablauf, Fragestellung und wissenschaftliche Vorgehensweise
- Aufbereitung wissenschaftlicher Fakten durch externe Gutachter und Gutachterinnen
- Bewertung und Interpretation der Analyseergebnisse durch Interessenvertreter
- Ergebnisse sind Grundlage für den Bürgerdialog
- Setting: Runder Tisch
- Zeitrahmen: 4-5 Stunden

Der darauffolgende Bürgerdialog stand allen Bürgerinnen und Bürgern offen. Dort konnten sich die Teilnehmenden über den Verfahrensverlauf und die Ergebnisse informieren und gleichzeitig in begrenztem Rahmen ihre Alltagserfahrungen, Befürchtungen und Fragen im Großplenum einbringen. Dafür standen jeweils ungefähr zwei Stunden zur Verfügung. Die Rolle der Bürgerinnen und Bürger bestand mehrheitlich daraus, den Beratungen beizuwohnen, zuzuhören und sich zu informieren. Der Bürgerdialog zielte insgesamt weniger auf deren Mitwirkung an der Bewertung und Interpretation der wissenschaftlichen Ergebnisse ab. Vielmehr lag der Fokus darauf, die Bürgerinnen und Bürger in prägnanter Form über den Verlauf und die Ergebnisse des Expertendialogs zu informieren, um so Akzeptanz nicht nur für das Verfahren, sondern auch für die am Runden Tisch erzielten Ergebnisse zu schaffen (vgl. Tabelle 3-2). Die Informationen wurden sowohl durch die lokalen Interessenvertreter und Vertreterinnen als auch durch die Gutachter und Gutachterinnen an die Teilnehmenden des Bürgerdialogs vermittelt.



Abbildung 3-2:  
Bürgerdialog im Groß-  
plenum



- Ziel: Information und Akzeptanz in der Bürgerschaft
- Kurzdarstellung der Ergebnisse aus dem Expertendialog für interessierte Bürgerinnen und Bürger
- Beantwortung von Fragen und Kommentaren der Bürgerschaft
- Setting: überwiegend Großplenum<sup>1</sup>
- Zeitrahmen: 2 Stunden

### 3.3 Einordnung des Tunneldialogs

Der Tunneldialog ist speziell für den Anwendungsfall in Schwäbisch Gmünd konzipiert worden. Demzufolge entspricht das Verfahren keinem gängigen Verfahrenstypus in reiner Form [Fritsche & Nanz, 2012], der Tunneldialog verbindet vielmehr zwei konzeptionell unterschiedliche Verfahrenstypen miteinander.

Der Runde Tisch ist ein Element der Expertenbeteiligung in Anlehnung an Verfahren, in denen ein großer Aufwand betrieben wird, um eine kleine Anzahl von institutionellen Vertretern und Vertreterinnen oder Bürgerinnen und Bürger mit Expertenwissen auszustatten (z. B. Planungszellen, Konsensuskonferenzen etc.). Der Bürgerdialogteil wiederum entspricht eher Präsenzbeteiligungsverfahren, an denen viele Bürgerinnen und Bürger teilnehmen, ohne dass aufgrund des Beratungsgegenstandes weitergehende Schulungen der Beteiligten nötig wären (z. B. Zukunftswerkstätten, Open-Space Konferenzen, Bürgerhaushalte etc.). Jeder der beiden Verfahrensteile hat unterschiedliche Zielgruppen, Zugangs- und Kommunikationsregeln sowie Ziele (vgl. Kapitel 3.1).

Die zentralen Herausforderungen für die Organisatoren des Tunneldialogs bestanden darin, eine gelungene und kohärente Verbindung zwischen den beiden Verfahrensteilen und ihren unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Zielsetzungen zu entwickeln. Dabei ist die Kommunikation der im Expertendialog erarbeiteten, komplexen Inhalte gemeint, die im Anschluss an den Runde Tisch an die Bürgerinnen und Bürger im Bürgerdialog in vergleichsweise kurzer Zeit hochverdichtet vermittelt werden sollten. Erschwert wird die Aufgabe der Vermittlung durch die Heterogenität der Beteiligten im Bürgerdialog. Bürgerinnen und Bürger bringen in aller Regel sehr unterschiedliche Wissenshintergründe, Sachkenntnisse, Interessen, kognitive Ressourcen und Fähigkeiten in die Beteiligungsverfahren ein [Bischoff et al., 2005: 37]. Aus dieser Perspektive heraus ist es die Aufgabe der Organisatoren, nicht nur durch ausgewogene, gut aufbereitete und leicht verständliche Informationen, sondern auch durch

<sup>1</sup> Das Großplenum war die dominante Beratungsform im Bürgerdialog. Aufgebrochen wurde diese Beratungsstruktur in der Abschlussveranstaltung.

unterstützende Maßnahmen zur Qualifizierung der Bürgerinnen und Bürger, die Chance zu erhöhen, dass die Teilnehmenden befähigt werden a) die Inhalte zu verstehen und b) sich aktiv an den Beratungen beteiligen zu können. Die Teilnehmenden des Bürgerdialogs sollten nicht nur über die Ergebnisse des Runden Tisches informiert, sondern auch von der Richtigkeit der Resultate überzeugt werden. Dies ist innerhalb eines Großplenums umso schwieriger zu erreichen, wenn die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begutachtung nicht dem in der Bevölkerung vorherrschenden Meinungsbild entsprechen, wie es in Schwäbisch Gmünd der Fall war.

### **Mechanismen der Transmission**

Um eine hohe Akzeptanz für das Verfahren und die erarbeiteten Ergebnisse in Schwäbisch Gmünd zu erlangen, müssen die Inhalte und Ergebnisse des Runden Tisches einerseits an die Teilnehmenden des Bürgerdialogs und andererseits an die lokale Öffentlichkeit und Bürgerschaft pointiert vermittelt werden (vgl. BOX 2).

#### **BOX 2: Mechanismen der Transmission**

**Expertendialog:** Austausch zwischen lokalen Interessenvertretern und Gutachtern. Der Dialog zwischen diesen Akteursgruppen bildet den Kern des Beteiligungsverfahrens, weil hier die wissenschaftlichen Erkenntnisse präsentiert und im gegenseitigen Austausch interpretiert und bewertet werden.

**Bürgerdialog:** Die Ergebnisse werden in einem zweiten Verfahrensschritt durch die Gutachter und die Interessenvertreter an die anwesenden Bürgerinnen und Bürger kommuniziert. Bürgerinnen und Bürger können über die Argumente und Kommentare, die sie im Bürgerdialog einbringen, Einfluss auf die Beratungen des Expertendialogs nehmen.

**Öffentlichkeit:** Die Ergebnisse werden durch eine Internetseite, die Berichterstattung in lokalen Medien und die am Tunneldialog Beteiligten in die Öffentlichkeit kommuniziert.

Die Vermittlung der Inhalte an die lokale Bürgerschaft ist höchst anspruchsvoll. Die Publizität des Beteiligungsprozesses und Ergebnisse wird durch die Berichterstattung in den lokalen Medien gewährleistet, die auch durch eine systematische und professionelle Medienarbeit der Organisatoren und Mitwirkenden stimuliert werden müssen.

## 4 Forschungsstand zu Bürgerbeteiligungsverfahren

Bürgerbeteiligung und Verfahren der Bürgerbeteiligung sind schon seit den 1950er und 60er Jahren Gegenstand wissenschaftlicher Forschung. Arbeiten aus der Kommunal- und Gemeindeforschung adressierten erstmalig die Frage, wie und wo sich Bürgerinnen und Bürger im Gemeinwesen beteiligen (exemplarisch vgl. [Armbruster & Leisner, 1975], [Mayntz, 1958]). Bürgerbeteiligung fand damals in erster Linie im Rahmen politischer Institutionen der Repräsentativdemokratie statt, beispielsweise in Gemeinderäten, parlamentarischen Ausschüssen und Verwaltungsgremien.

In den 70er und 80er Jahren wurden Planungs- und Entscheidungsprozesse mehr und mehr um kommunale Mitwirkungs- und Anhörungsmöglichkeiten für Bürgerinnen und Bürger ergänzt (vgl. [Armbruster & Leisner, 1975], [Borsdorf-Ruhl, 1973]). Das Aufkommen und Erstarben der Protest- und Partizipationsbewegung Ende der 60er und Anfang der 70er Jahre mit ihren neuen sozialen Bewegungen führten zu vermehrten Forderungen nach der Ausweitung und dem Ausbau der Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern an öffentlichen Belangen. Sherry R. Arnstein publizierte 1969 passend zu den gesellschaftlichen Entwicklungen den viel zitierten Aufsatz »A Ladder of Citizen Participation« in dem sie die Intensität der Bürgerbeteiligung anhand verschiedener Stufen abbildet. Angefangen bei manipulativen Versuchen der Nichtbeteiligung über reine Informationsvermittlung und Konsultation bis hin zur vollständigen Bürgerkontrolle der öffentlichen Angelegenheiten [Arnstein, 1969: 217]. Ende der 1970er Jahre kamen darüber hinaus erstmalig Planungszellen und andere Formate der informellen Präsenzbeteiligung außerhalb der repräsentativdemokratischen Institutionen im Bereich der Stadtplanung zur Anwendung [Dienel, 1986].

Die Partizipationsforschung reagierte auf die politischen Proteste und Demonstrationen mit der Einführung der Unterscheidung zwischen konventionellen, wahlbezogenen und unkonventionellen, protestorientierten, direkten Formen der politischen Beteiligung [Barnes et al., 1979]. Gleichzeitig postulierten Inglehart und andere schon sehr früh die »Stille Revolution«, verstanden als einen fundamentalen Wertewandel in den Gesellschaften der westlichen Welt, weg von traditionellen, materialistischen Werten hin zu postmateriellen, emanzipatorischen Werten [Inglehart, 1977], [Inglehart & Welzel, 2005], [WBGU, 2011]. Die These: In saturierten Gesellschaften entwickelt sich ein ausgeweitetes Bedürfnis der Bürgerinnen und Bürger nach Mitwirkung und Beteiligung. In den 1980er Jahren zeigte sich dieses gestiegene Bedürfnis nach Beteiligung vor allem in Konfliktsituationen zwischen Staat und Bürgerschaft. Gesellschaftliche Großkonflikte um die Erweiterung des Frankfurter Flughafens, den Bau der Wiederaufbereitungsanlage für Brennstäbe in Wackersdorf und des Atomendlagers in Gorleben zeigten den Willen bestimmter Teile der Bevölkerung, ihre Bürgerinteressen wenn nötig auch durch unkonventionelle Proteste, Demonstrationen und zivilen Ungehorsam zu artikulieren.

In den folgenden beiden Jahrzehnten entstand eine Vielzahl von Beteiligungsformaten (exemplarisch für die Konsensuskonferenzen [Joss, 2003: 7-35], für mediationsähnliche Verfahren [Geis, 2005: 73ff]) die in unterschiedlichster Art und Weise Bürgerinnen und Bürger informierten, konsultieren und mitentscheiden ließen. Das jüngst erschienene Handbuch Bürgerbeteiligung von Nanz und Fritsche zeigt dabei den großen Facettenreichtum, den es heute im Bereich der Beteiligungsformate und Partizipationsmechanismen gibt. Das Handbuch zählt 17 verschiedene Formate der Präsenzbeteiligung wie Planungszellen, Bürgerhaushalte, Konsensuskonferenzen, Mediationen und Zukunftskonferenzen, um nur die bekanntesten zu nennen. Hinzu kommen noch vielfältige weitere Beteiligungsformate, die entweder spezifisch auf den jeweiligen Fall zugeschnitten und entwickelt wurden, oder aber um einzelne Elemente, wie beispielsweise Möglichkeiten der Onlinebeteiligung, ergänzt werden. Daneben gibt es noch eine Vielzahl weiterer Verfahren, die entweder keinen bestimmten Formaten zuzuordnen sind, oder mehrere Formate miteinander verbinden (vgl. exemplarisch [Renn et al., 1993]). Viele Autoren vertreten dabei die Ansicht, dass die Verfahren nicht alternativ zu den Institutionen der Repräsentativdemokratie bestehen, sondern diese auf vielfältige und sinnvolle Art ergänzen (vgl. [Fritsche & Nanz, 2012], [Fung, 2006: 66]).

Die politikwissenschaftliche Forschung hat schon früh damit begonnen, in Einzelfallstudien die Prozesse und Wirkungen einzelner Verfahrenstypen zu analysieren. So wurden zum Beispiel öffentliche Mediationen oder mediationsähnliche Verfahren untersucht (vgl. u. a. [Geis, 2005], [Schimpf & Leonhardt, 2004], [Weidner & Fietkau, 1995], Planungszellen [Dienel, 1986], [Ortweil, 2001], Konsensuskonferenzen [Schicktanz & Naumann, 2003], Bürgerhaushalte [Esterling et al., 2010], [Schneider, 2011], [Taubert et al., 2011], Zukunftskonferenzen, Bürgerinnenräte und Beteiligungsverfahren und Prozesse der lokalen Agenda 21 [Behringer, 2002], [Scheller, 2000], [Strele, 2012]).

Die meisten Einzelfallstudien begrenzen sich bei der Analyse und Evaluation auf die Darstellung der institutionellen Aspekte der Verfahren wie beispielsweise Struktur und Ablauf, bestimmte Wirkungen auf den Kreis der Teilnehmenden oder aber auf einzelne Aspekte wie die Legitimität und Effektivität der Verfahren sowie die Qualität der Entscheidungen [Behringer, 2002], [Esterling et al., 2010].

Weitergehende Analysen, die Rahmenbedingungen und Kontextfaktoren wie die Mobilisierung der Engagierten, Entstehung von Konfliktsituationen und Beratungsgegenstände in den Blick nehmen, fehlen bislang weitgehend. Ebenso fehlen Studien, die die späteren Wirkungen der Verfahren in die Analyse stärker mit einbeziehen. Dazu zählen vor allem die langfristigen Wirkungen der Entscheidungen auf parlamentarische Institutionen und die Qualität der Entscheidungen in der Wirkung.

Wenig erforscht sind zudem fallübergreifende Konstellationen, in denen wesentliche Analysefaktoren über mehrere Fälle hinweg konstant gehalten werden wie z. B. Beteiligungsformate, Verfahren der Auswahl der Teilnehmenden, die Moderation und Organisation, Beratungsgegenstand oder relevante Kontextfaktoren wie lokale Mobilisierungsstrukturen der Engagierten. Renn und

andere (2010) beschreiben die Problematik folgerichtig in einer der wenigen fallübergreifenden Analysen:

*»Participation is said to improve decisions on environmental conflicts. When investigating 16 case studies of participatory processes in European Water and Biodiversity Governance the picture becomes blurred: many different forms of participation can be observed, only few of them are well-defined and well organized; most of them are dominated by ad-hoc decisions on whom to include, how to close debates, and how to deal with uncertainty, complexity, and ambiguity (...). The empirical account of whether deliberation can deliver what it promises in theory is still incomplete« [Renn et al., 2010: 4]*

Fallübergreifende Großstudien, genauso wie vergleichende Fallstudien, die relevante Faktoren der Vor- und Kontextbedingungen, der verwendeten Formate und deren Wirkungen auf die Ergebnisse kontrollieren können, würden weitgehende Aussagen und vertiefende Kenntnisse über Vor- und Nachteile bestimmter Verfahrenstypen und Chancen und Grenzen von Beteiligungsverfahren ermöglichen.

## 5 Entstehung des Konflikts und Netzwerkstrukturen der Beteiligung

Bürgerbeteiligungsverfahren wie der Schwäbisch Gmünder Tunneldialog sind sowohl was das Zustandekommen und den Verlauf als auch was die Wirkung und Ergebnisse angeht abhängig von den vorherrschenden Rahmenbedingungen. Damit sind Bedingungen gemeint, die nicht durch die Organisatoren und Auftraggeber von Beteiligungsverfahren kurzfristig beeinflussbar sind [Dietz & Stern, 2009: 157]. Dazu gehören beispielsweise die Struktur und Zusammensetzung der an einem Ort engagierten Akteure, die öffentliche Meinung zum Beratungsgegenstand, politische Rahmenbedingungen und die Vorgeschichte von Konflikten. Bei der Planung, Umsetzung und Bewertung von Beteiligungsverfahren sollten diese Bedingungen mit in Betracht gezogen werden.

Eindeutig kausale Zusammenhänge zwischen den einzelnen Rahmenbedingungen und dem Verlauf, der Struktur und den Ergebnissen des Beteiligungsverfahrens sind nur sehr schwer herauszuarbeiten. Allerdings gibt es eindeutige empirische Hinweise darauf, dass die Qualität der Ergebnisse und die Legitimität der Verfahren davon abhängen, inwieweit die Organisation und Planung der Beteiligungsverfahren diese Herausforderungen und Bedingungen berücksichtigt haben [Dietz & Stern, 2009: 158].

### 5.1 Netzwerkstrukturen und Mobilisierung

Schwäbisch Gmünd zeichnet sich wie viele andere Städte mittlerer Größe durch dichte Beziehungsgeflechte in der Lokalpolitik aus, in denen private Bekanntschaften, wirtschaftliche und politische Beziehungen (positive wie konfliktreiche) vielfach parallel zu einander bestehen und einander wechselseitig beeinflussen. Viele der Beziehungsarten sind deshalb auch potenziell bedeutsam für das Handeln der Akteure und sollten gesondert berücksichtigt werden.

Im Folgenden werden die Ergebnisse einer standardisierten Online-Befragung sowie qualitativen Interviews mit ausgewählten Personen der hoch engagierten Bürgerinnen und Bürger aus Schwäbisch Gmünd vorgestellt. Die Personen waren ausschließlich Mitglieder des Runden Tisches und Teilnehmende am Experimentaldialog.

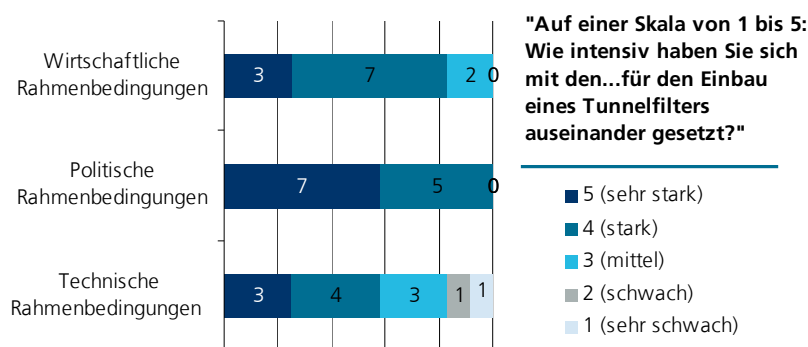
#### **Das Profil der engagierten Bürger und Bürgerinnen**

Ein Blick auf die demografischen Merkmale der besonders engagierten Bürgerinnen und Bürger in Schwäbisch Gmünd lässt ein eindeutiges Profil erkennen: Alle wurden in Deutschland geboren und eine große Mehrheit gibt an, seit mehr als zehn Jahren in Schwäbisch Gmünd und Umgebung zu leben. Der Anteil von Frauen ist mit drei von 12 auffallend gering. Eine Mehrheit (acht von 12) sind älter als 53 Jahre und beruflich in gehobenen Positionen tätig, entweder als Beamte im höheren Dienst oder als leitende Angestellte.

Diese Personen wurden gefragt, inwieweit sie sich mit den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, lokalpolitischen und gesamtgesellschaftlichen Kosten-Nutzenabwägungen eingearbeitet haben. In Abbildung 5-1 wird deutlich, dass

sich die engagierten Bürger und Bürgerinnen vor allem auf die politischen Rahmenbedingungen zur Umsetzung des Projekts konzentriert und sich im Vergleich dazu weniger stark in die technischen Aspekte des Tunnelfilters eingearbeitet haben<sup>2</sup>. Dieser Befund deckt sich mit der sehr starken Befürwortung des Einbaus eines Tunnelfilters noch zu Beginn des Dialogverfahrens, die allerdings kaum den tatsächlich zu erwartenden Nutzen und die wirtschaftlichen Risiken des Tunnelfilters berücksichtigte.

Abbildung 5-1:  
Selbsteinschätzung der Befragten zu ihrer Fachkompetenz zum Beratungsgegenstand zu Beginn des Tunneldialogs



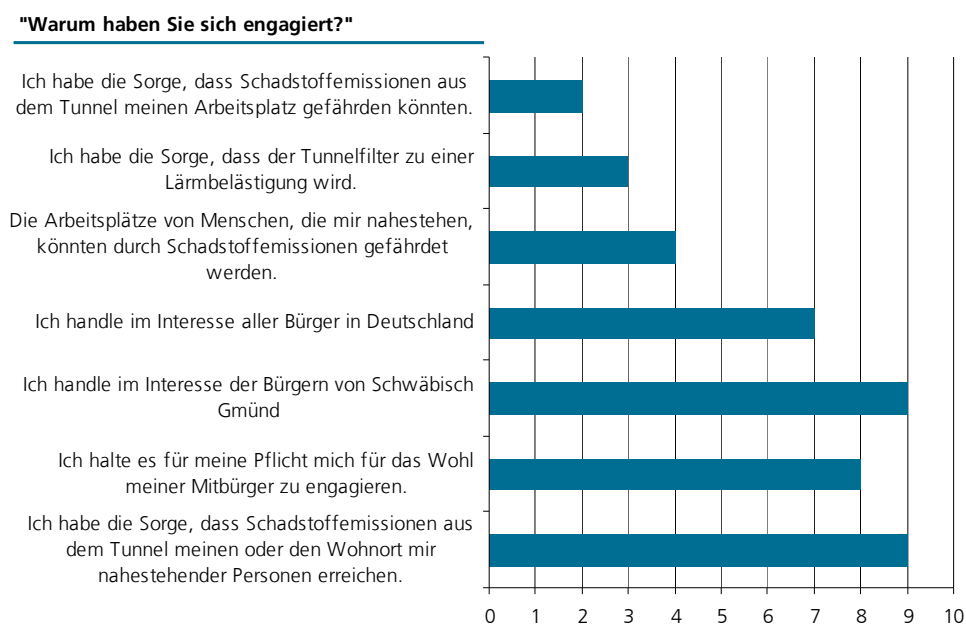
Ein Blick auf die am häufigsten genannten Beweggründe für das Engagement zeigt, dass sich die engagierten Bürger und Bürgerinnen in hohem Maße als Vertreter sowohl lokaler als auch nationaler Interessen verstehen und ihr Handeln in diesem Sinne deuten (vgl. Abbildung 5-2). Demgegenüber spielen Befürchtungen um wirtschaftliche Schäden und Lärmbelästigungen des Einzelnen eine nachgeordnete Rolle. Die Datengrundlage für diese und die im weiteren Verlauf verwendeten Diagramme lieferten 12 besonders stark für den Tunnelfilter engagierte Akteure, die an einer Online-Befragung teilnahmen (Details zur Methodik werden im Anhang A 2 beschrieben).

Die Interviews mit einzelnen Personen der stark engagierten Bürgerinnen und Bürger zeigten deutlich, dass diese neben ihrer persönlichen Betroffenheit als Bewohner der nordwestlichen Stadtviertel Schwäbisch Gmünds eine Reihe weiterer Motive für ihr Engagement hatten. Dazu gehörten fraktionsinterne Absprachen mit Vertretern der Lokalpolitik, die Vertretung der Interessen von Arbeitgebern, Ambitionen einer politischen Profilierung sowie zugesprochene bzw. wahrgenommene Rollen als Repräsentanten von betroffenen Bürgern. In den Interviews wurde überdies deutlich, dass die große Mehrzahl der engagierten Bürgerinnen und Bürger bereits in den Jahren vor ihrem Engagement praktische Erfahrungen in der politischen Arbeit gesammelt hatte und auf eigene Netzwerkbeziehungen und Kontakte zurückgreifen konnte. Dennoch fällt auf, dass die Gründung der Bürgerinitiative Pro Tunnelfilter auf das Engagement einer zuvor nicht politisch engagierten Bürgerin zurückgeht.

In den Bürgerinitiativen sammelten sich in der Folge zumeist Personen, die mehrere Motive für ihr Engagement hatten und über teils langjährige Erfahrungen in der Lokalpolitik verfügten. Ihr Einsatz erklärt sich allerdings nicht allein durch dieses Engagement; vielmehr waren ihre Ausgangsbedingungen in Schwäbisch Gmünd aus mehreren Gründen günstig, wie im Folgenden erläutert wird.

<sup>2</sup> Die Angaben müssen mit Blick auf die Selbstwahrnehmung und das Bedürfnis der Selbstdarstellung der Befragten selbstverständlich mit Vorsicht interpretiert werden. Dennoch lassen sie zumindest eine Tendenzangabe zu.

Abbildung 5-2:  
Beweggründe der engagierten Bürgerinnen und Bürger für ihr Engagement (Mehrfachnennungen waren möglich)



### Die Wege in das politische Engagement für den Tunnelfilter

Die Etablierung des Themas »Tunnelfilter« in Schwäbisch Gmünd lässt sich durch fünf Faktoren erklären.

1. Die Bürgerinitiative »Pro Tunnelfilter« konstituierte sich übereinstimmenden Berichten zufolge im Jahr 2007 durch die Initiative einer bislang nicht politisch aktiven Person, die lokale Interessenvertreter am Rande einer Informationsveranstaltung ansprach und ein erstes Treffen organisierte. Nach Angaben der Initiative Pro Tunnelfilter wurde 1996 im Stadtrat durch die Fraktion Bündnis90/Die Grünen die allerdings folgenlos bleibende Forderung gestellt, einen Filter in den geplanten Tunnelkamin einzubauen.
2. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer dieses ersten Treffens organisierten bald darauf Podiumsdiskussionen und öffentliche Veranstaltungen, die das Thema Tunnelfilter einer breiteren Öffentlichkeit vorstellten. Die personellen Überschneidungen von Mitgliedern der Bürgerinitiative und Vertretern der Lokalpolitik führte dazu, dass die Initiative ihre Interessen auch im Stadt- und Gemeinderat geltend machen konnte.
3. Begleitet wurde dieser Prozess von der Berichterstattung der Rems-Zeitung, deren Redakteur als Anwohner selbst betroffen war und ebenfalls für den Einbau eines Filters plädierte. Aus den geführten Interviews wurde überdies deutlich, dass eine Mehrheit der Anwohner im weiteren Umfeld des Kamins spätestens seit 2005 den Einbau eines Tunnelfilters unterstützte.
4. Ebenso trug die politische Initiative zur Einführung der Umweltzone in Schwäbisch Gmünd erheblich zur Meinungsbildung in der Stadt bei. In der Wahrnehmung der Anwohnerschaft sollten sie die Kosten für Nachrüstungen oder Neuanschaffungen ihrer Fahrzeuge tragen, demgegenüber vermissten sie ein Engagement des Bundes zur Begrenzung



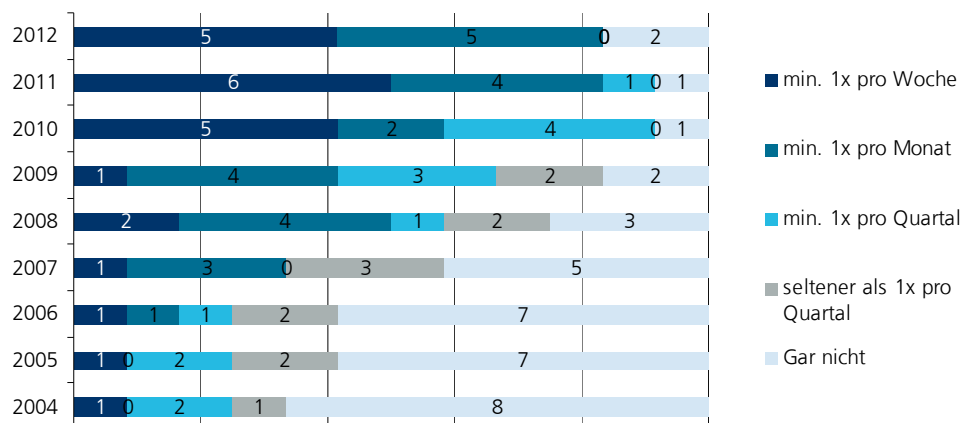
der Schadstoffmengen der in seinem Verantwortungsbereich liegenden Bundesstraße. Vor dem Hintergrund dieses als ungerecht empfundenen Umstands lässt sich zum Teil die Vehemenz des Engagements für den Tunnelfilter erklären. Die engagierten Bürgerinnen und Bürger sind demnach in erster Linie als Vertreter einer Meinung, die in der Öffentlichkeit am deutlichsten wahrzunehmen war, in den als betroffen angesehenen nördlichen Stadtteilen zu betrachten. Diese Meinung innerhalb der Bürgerschaft wurde begleitet von öffentlichen Aussagen von Vertretern lokaler Wirtschaftsbetriebe und eines Krankenhauses.

- Der 2007 erstmals einsetzende Vernetzungsprozess lokaler Interessenvertreter mit lokalen Parteienvertretern (vgl. Tabelle A2-2 im Anhang) wurde 2009 in hohem Maße durch die formelle Unterstützung des neu gewählten Oberbürgermeisters von Schwäbisch Gmünd unterstützt. Dieser hatte sich im Wahlkampf 2009 explizit für den Einbau eines Tunnelfilters ausgesprochen und ihn – in den Worten der Bürgerinitiative – zur »Chefsache« erklärt<sup>3</sup>. Zuvor waren bereits eine Machbarkeitsstudie und Gutachten in Auftrag gegeben worden, das anteilig von der Stadt, den Gemeinden und dem Landkreis finanziert worden war.

Kritische Stimmen betonen, dass sich Vertreter der Lokalpolitik in dieser Phase unabhängig von ihren eigenen Überzeugungen der Mehrheitsmeinung in der Bürgerschaft anschlossen haben und deshalb offen für den Einbau eines Filters eintraten: »Sie können sich als Kommunalpolitiker nicht dagegen stellen«. Kritiker hatten es in diesem Umfeld nicht leicht, Gehör zu finden. Nach Angaben eines Befragten lagen zumindest diskussionswürdige Informationen vor, die den Effekt einer Filteranlage in Schwäbisch Gmünd als vernachlässigbar gering einschätzten.

Seit 2007 stieg die Frequenz, mit der die Bürgerinnen und Bürger sich mit dem Thema Tunnelfilter auseinandergesetzt haben, stetig an (vgl. Abbildung 5-3). Der Höhepunkt dieser Entwicklung wurde seit 2011 erreicht: 80 % der Befragten haben sich einmal im Monat oder öfter für ihr Engagement Zeit genommen.

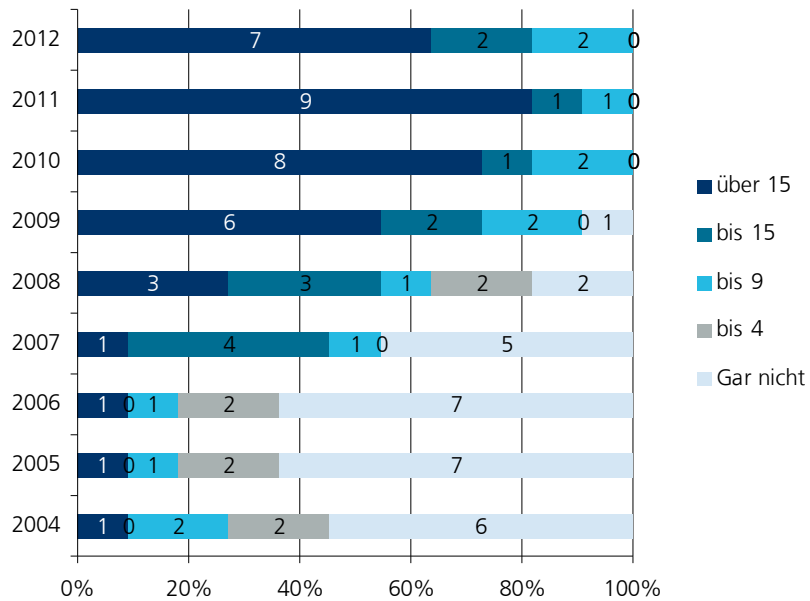
Abbildung 5-3:  
Häufigkeit mit der sich Bürger für ihr Engagement für den Tunnelfilter zwischen 2004 und 2012 Zeit genommen haben



<sup>3</sup> Übereinstimmende Aussagen auf der Homepage der Bürgerinitiative Pro Tunnelfilter ([www.tunnelfilter.de](http://www.tunnelfilter.de)), in Interviews mit Vertretern der Initiative und einem nicht-involvierten Vertreter der Lokalpolitik.

Parallel dazu stieg auch die Zahl der Personen an, mit denen die stark engagierten Bürger und Bürgerinnen in Kontakt standen (vgl. Abbildung 5-4). Im Jahr 2011 standen wiederum 80 % der Befragten mit mehr als 15 Personen in Kontakt.

Abbildung 5-4:  
Zahl von Kontakten zu anderen engagierten Bürgern zwischen 2004 und 2012



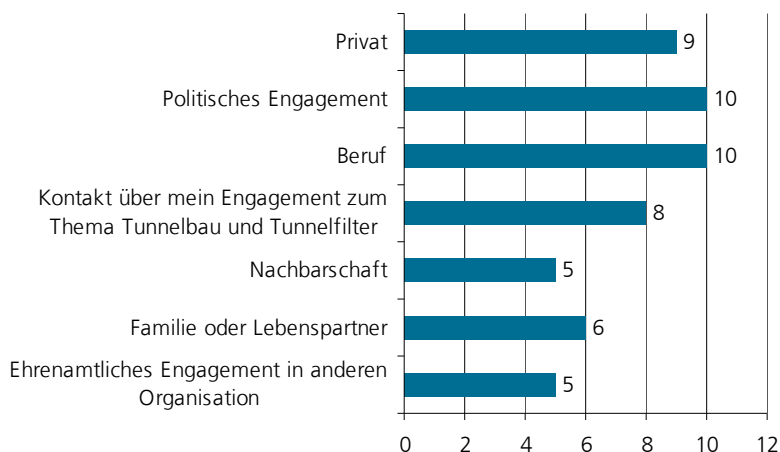
Die hoch engagierten Bürger und Bürgerinnen wurden ebenfalls um Aussagen über Personen gebeten, die mit ihnen gemeinsam für den Tunnelfilter engagiert waren. Abbildung 5-5 zeigt die Wohnorte der jeweils genannten Personen. Auffallend ist die klar erkennbare Konzentration auf die nordwestlich gelegenen Stadtteile Schwäbisch Gmünds. Bis heute sind es vornehmlich Bürger und Bürgerinnen aus diesen Stadtteilen, die Interesse an den Tunneldialogen zeigen und sich für das Thema engagieren.

Abbildung 5-5:  
Zahl von Personen, die im Austausch mit den engagierten Bürgerinnen und Bürgern standen (Mehrfachnennungen waren möglich)  
Bildquelle:  
<http://www.schwaebisch-gmuend.de/5542.php>



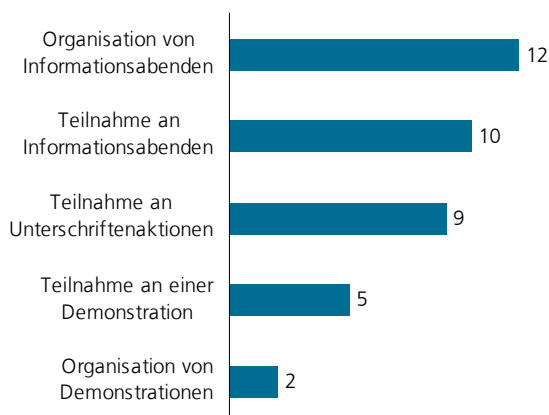
Abbildung 5-6 zeigt, dass stark engagierte Personen auf sehr unterschiedlichen Wegen in Kontakt mit Gleichgesinnten in ihrer Umgebung traten. Die gleichmäßig verteilten Antworten, die auf die Bedeutung privater, politischer und beruflicher Beziehungen hindeuten bestätigen einmal mehr die starke Verflechtung unterschiedlicher Beziehungsarten und deren Wirkungsmächtigkeit. Es fällt jedoch auf, dass Nachbarschaftsbeziehungen im Verhältnis zu beruflichen Kontakten eine geringere Bedeutung hatten.

Abbildung 5-6: Ursprünge der Beziehungen zwischen engagierten Bürgern und ihren engagierten Kontakten (Mehrfachnennungen waren möglich)



Die Aktivitäten der verschiedenen Bürgerinitiativen und der engagierten Bürger und Bürgerinnen umfassten im Wesentlichen die Organisation von Informationsabenden, Unterschriftenaktionen sowie einer Demonstration (vgl. Abbildung 5-7).

Abbildung 5-7: Formen des Engagements der Befragten (Mehrfachnennungen waren möglich)



Die starke Verflechtung der Personen zwischen beruflichen Beziehungen und dem bürgerschaftlichen Engagement in der Stadtteilpolitik lässt es kaum zu, klare Aussagen zu deren jeweiligem Anteil an der Etablierung des Themas in der Stadt zu machen. Es waren gerade die sich überschneidenden Ämter und lokalen Verflechtungen, die es ermöglichten, den lokalen Interessen Gehör im Stadtrat zu verschaffen. Letzten Endes ist davon auszugehen, dass erst die explizit ausgesprochene Unterstützung des Oberbürgermeisters dazu führte, dass

der Kreis der Engagierten weiter wuchs und sich die Intensität des Engagements verstärkte. Dessen Engagement eröffnete zum einen weitere Kontakte in die Bundespolitik, sorgte zum anderen aber für eine Etablierung und Legitimierung der Forderung innerhalb der Stadt.

## 5.2 **Beteiligungsnetzwerke, Konfliktgeschichte und der Tunneldialog**

In der Bevölkerung Schwäbisch Gmünds und unter den hoch engagierten Bürgerinnen und Bürgern hat es vor Beginn des Tunneldialogs keine fundierte sachliche Auseinandersetzung mit dem tatsächlichen technischen Nutzen und den zu erwartenden Kosten des Tunnelfilters gegeben. Die Mobilisierung war von letztlich diffusen Sorgen vor der ungefilterten Abluft, der Gerechtigkeitsdebatte nach Einführung der Umweltzone und dem Engagement der Bürgerinitiative getragen.

Mit Blick auf die engagierten Bürger und Bürgerinnen fällt auf, dass diese vielfach bereits früher als Interessenvertreter in Erscheinung getreten waren, sei es in der Lokalpolitik oder in informeller Form. Die Motive für dieses Engagement sind nicht nur in der eigenen Betroffenheit als Anwohner zu suchen, vielmehr spielten lokalpolitische Interessen und Absprachen, betriebswirtschaftliche Interessen oder die Erfüllung einer tatsächlichen oder vermuteten Erwartungshaltung Dritter jeweils wichtige Rollen für die Mobilisierung dieser Bürger, wie in den Interviews deutlich wurde. Die Form ihres Einsatzes und die im Verfahren vertretenen Positionen sind unmittelbar an diese sozialen Bindungen gekoppelt und können nur durch deren Berücksichtigung erklärbar werden. Die Mobilisierung der Mehrheit der Bürger und Bürgerinnen lässt sich entlang vorbestehender sozialer Netzwerke rekonstruieren, während die Bürgerinitiativen neue, zu diesem Zweck gegründete Gruppen darstellen.

Die Stimmung in der Öffentlichkeit für den Filter wurde durch lokal angesehene Persönlichkeiten, Wirtschaftsbetriebe und das lokale Krankenhaus aufgenommen und kanalisiert, um Druck auf die Politik auszuüben. Die Frage des Tunnelfilters wurde im Bürgermeisterwahlkampf 2009 aufgegriffen. Diese Dynamik entwickelte sich soweit, dass die Befürwortung des Filters von weiten Teilen der Lokalpolitik, den engagierten Bürgervertretern sowie von Vertretern der Wirtschaft getragen wurde. Die Vertretung gegenteiliger Positionen auf kommunalpolitischer Ebene erschien in dieser Situation nicht mehr opportun, auch wenn einige der Befragten im Interview ihr besseres Wissen dokumentierten.

Innerhalb von Schwäbisch Gmünd gab es kaum Interessenvertreter und -vertreterinnen, die nicht entweder ein Interesse am Einbau des Tunnelfilters gehabt hätten, oder der Frage eher gleichgültig gegenüberstanden, wie aus den Interviews hervorging. Die engagierten Bürgerinnen und Bürger hatten durch ihr politisches Engagement und die damit verbundenen Forderungen keine Nachteile zu erwarten. Im Gegenteil: Der Bund hätte die Kosten für den Filter und den Betrieb der Anlage übernehmen müssen und Schwäbisch Gmünd hätte in der Folge eine bessere Luftqualität bekommen. Aus lokalpolitischer Sicht: Ein großer Erfolg für die lokalen Interessenvertreter, Bürgerinitiativen und Politiker. Angesichts des homogenen Meinungsbildes unter den enga-

gierten Bürgerinnen und Bürgern wundert es nicht, dass diese den Vertretungsanspruch zunächst an die Bürgerinitiative, Wirtschaftsbetriebe und lokale Persönlichkeiten, später auf den Bürgermeister übertrugen.

## 6 Analyse des Ablaufs des Beteiligungsverfahrens

### 6.1 Ablaufplanung und Umsetzung

Die Planung und der Ablauf eines Bürgerbeteiligungsverfahrens sind von großer Wichtigkeit für den erfolgreichen Verlauf, an dessen Ende im Idealfall ein gemeinsam erarbeitetes und von allen getragenes Ergebnis steht<sup>4</sup>. Um einen gelungenen Verlauf des Verfahrens sicherzustellen, braucht es eine abgestimmte, strukturierte und transparente Ablaufplanung, eine durchdachte Tagesordnung, realistische Zeitpläne und eine funktionierende Tagungstechnik, ebenso wie ein dem Zweck der Beratungen entsprechend ausgewähltes Beratungsformat [Fritsche & Nanz, 2012: 6]. Und: Wenn Beratungsverläufe von den intendierten Planungen abweichen – was in der Praxis üblich ist – sollte eine konzeptionelle Flexibilität Änderungen der Planungen ermöglichen.

#### Planung und Ablauf

Die Ablaufplanung des Tunneldialogs entsprach, soviel haben die Beobachtungen des Dialogverfahrens gezeigt (vgl. Anhang A2.2), einem wohl durchdachten und stimmigen Konzept. In den ersten beiden Sitzungen des Dialogs wurden die für die Beratungen relevanten Analyseparameter der Gutachter und Gutachterinnen mit den Mitgliedern des Runden Tisches abgestimmt und den Bürgerinnen und Bürgern im Bürgerdialogteil präsentiert (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokolle 1. und 2. Sitzung). Durch die Abstimmung der gutachterlichen Arbeit mit den Mitgliedern des Runden Tisches wurden die Fragen und Erwartungen der Teilnehmenden innerhalb des Verfahrens abgefragt und so mögliche Abstimmungsprobleme und Konflikte über den Inhalt der gutachterlichen Tätigkeit vermieden.

In Sitzung zwei und drei folgten die Präsentationen der Ergebnisse, die ebenfalls einer abgestimmten und durchdachten Reihenfolge entsprachen. Sitzung vier wiederum war der Erarbeitung der Empfehlungen des Gremiums und der Beratungen über die Inhalte des Abschlussdokumentes gewidmet (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll 2. und 3. Sitzung)

Nicht nur die Organisation der Abläufe und Präsentationen der Gutachterinnen und Gutachter auf den vier Sitzungen, sondern auch der Einsatz der Tagungstechnik wie Beamer, Mikrofone etc. verlief alles in allem reibungslos und ohne Störungen. Die Umsetzung der Sitzungen erfolgte mit höchsten Ansprüchen an die Professionalität. Lediglich in der ersten Sitzung gab es kleinere Probleme mit der Tagungstechnik, die sehr schnell behoben wurden und auf den Beratungsverlauf keinen größeren Einfluss hatte.

Die Zeitpläne der vier Sitzungen wurden bis auf wenige Ausnahmen eingehalten, ohne dass Pausen gestrichen, Diskussionen abgebrochen und Tagesordnungspunkte auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden mussten. Ledig-

<sup>4</sup> Mit gemeinsam getragenen Ergebnis ist nicht ein wie auch immer gearteter Zwang zum Konsens gemeint, sondern die Einigung kann auch begründete Ablehnungen und/oder lediglich tolerierte Ergebnisse einzelner Akteure enthalten.

lich in der ersten Sitzung kam es zu Verzögerungen durch anhaltende Diskussionen im Plenum des Runden Tisches. Die Verzögerung war im Wesentlichen dem hohen Beratungsbedarf und dem anfangs hohen Konfliktniveau zwischen den Mitgliedern des Runden Tisches geschuldet (vgl. Kapitel 6.3).

### **Vertrauen, Konflikte und Beratungsatmosphäre**

Als problematisch in den Beratungen des Dialogverfahrens zeigten sich im Wesentlichen zwei Dinge. Zum einen der Übergang zwischen Experten- und Bürgerdialogteil und zum anderen die Vermittlung der komplexen Inhalte und Ergebnisse an die Bürgerinnen und Bürger des Bürgerdialogs. Der Unterschied zwischen Laien- und Expertenwissen, der sich in der Unterteilung des Verfahrens in Experten- und Bürgerdialog manifestiert, musste durch ein geeignetes Setting und zur Anwendung gebrachte weitere Maßnahmen so gut wie möglich ausgeglichen werden.

Darüber hinaus zeigte sich die nachträgliche Vermittlung der Beratungsergebnisse des Expertendialogs an die Bürgerinnen und Bürger als äußerst anspruchsvoll. Dies ist vor allem dem Umstand geschuldet, dass die Bürgerschaft im Vergleich zur Expertenrunde vielfach über weniger Hintergrundwissen zum Thema verfügte, dafür aber in deutlich kürzerer Zeit die erzielten Informations- und Meinungsbildungsprozesse durchlaufen musste (vgl. Kapitel 3.3). Dabei konnten die Bürgerinnen und Bürger weder auf die gesamte Breite der Informationen und Argumentationen des Expertendialogs zurückgreifen, noch hatten sie die Möglichkeit, mit anderen Teilnehmenden die Themen ausführlich zu beraten und strittige Fragen zu diskutieren. Die Organisatoren des Tunneldialogs reagierten flexibel auf die beschriebenen Schwierigkeiten und nahmen für die folgenden Sitzungen verschiedene Änderungen des Beratungssettings vor, um den genannten Problemen entgegenzuwirken (s. nachfolgender Abschnitt).

### **Vorgenommenen Änderungen des Settings**

Nach der ersten Sitzung des Tunneldialogs wurde deutlich, dass die zur Verfügung stehende Beratungszeit für die Anzahl der Themen und den vorhandenen Beratungsbedarf zu gering war. Daraufhin entschlossen sich die Organisatoren, die Beratungszeit des Verfahrens um eine Stunde pro Sitzungstag zu verlängern. Darüber hinaus wurden ab der zweiten Sitzung zwei Moderatoren im Bürgerdialogteil eingesetzt, weil die Doppelbelastung durch Moderation des Runden Tisches und des anschließenden Bürgerdialogs nur sehr schwer von einem Moderator allein zu leisten war. Allen Beteiligten wurde zudem durch verlängerte Pausen mehr Gelegenheit zur Regeneration und der Verarbeitung des Gehörten gegeben. Im Verlauf des Prozesses wurde deutlich, dass viele Bürgerinnen und Bürger des Bürgerdialogs nur unregelmäßig an den Tunneldialog-sitzungen teilnahmen. Um dennoch alle Teilnehmenden möglichst gut über den Verlauf der Beratungen und die Ergebnisse der vorangegangenen Sitzungen zu informieren, wurden in Sitzung zwei und drei kurz vor Beginn des Bürgerdialogs Handouts mit zweiseitigen Zusammenfassungen verteilt.

Eine weitere wesentliche Änderung des Beratungsformats wurde zur dritten Sitzung eingeführt. Die Bürgerinnen und Bürger hatten im Anschluss an den Bürgerdialog die Möglichkeit, den Gutachtern im Einzelgespräch direkte Fragen zu stellen. Die Einführung dieser individuellen Beratungsmöglichkeit geschah in Reaktion auf sowohl die hohe Anzahl als auch der Spezifität der Fragen aus

dem Publikum, die den zeitlichen Rahmen des Bürgerteils zu sprengen drohten. Durch das neue Beratungsformat konnten innerhalb der kurzen Zeit des Bürgerdialogs mehr Fragen und Kommentare der Bürgerinnen und Bürger zufriedenstellend beantwortet werden, ohne dass sich das gesamte Plenum mit den vielen Fragen und Antworten Einzelner auseinandersetzen musste. Auch konnte so dem unterschiedlichen Diskussionsbedarf und Wissensstand der Bürgerinnen und Bürger Rechnung getragen werden. In der abschließenden vierten Sitzung wurden thematische Kleingruppen eingerichtet. In vier Gruppen stand ein Interessenvertreter oder Gutachter zu dem jeweiligen Beratungsthema den Fragen der Bürgerinnen und Bürger Rede und Antwort. Ziel dieser Maßnahme war es ebenfalls, die vielen Fragen und Hinweise der Teilnehmerschaft zu kanalisieren und sie zufriedenstellend diskutieren zu können.

Die folgende Tabelle 6-1 zeigt, welche Maßnahmen im Rahmen des Beteiligungsprozesses unternommen wurden, um den beschriebenen Problemen zu begegnen.

**Tabelle 6-1: Veränderungen des Beratungssettings im Bürgerdialog**

Herausforderungen	Maßnahmen	Begründung
<b>Unterschied Laien- und Expertenwissen</b>	Visuelle Unterstützung der Interviewsequenz mit digitalen Präsentationen	Chance auf Rezeption der Inhalte bei den Bürgerinnen und Bürgern erhöhen
	Handouts mit Zusammenfassung der letzten Sitzungen	Bessere Vermittlung a) des Standes der Beratungen und b) Wissensstand zum Thema und c) der Verfahrensgrundlagen an die Bürgerinnen und Bürger
<b>Vermittlung der Beratungsergebnisse</b>	Verlängerung der Beratungszeit	Erlaubt mehr Zeit, um die Themen der Beratungen zu bearbeiten
	Einsatz von zwei Moderatoren	Klare und strukturierte mündliche Vermittlung a) der Ergebnisse, b) der Verfahrensgrundlagen im Bürgerdialog
	Mehr und längere Pausen zwischen den Beratungen	Erhöht die Fähigkeit der Teilnehmenden, Inhalte und Ergebnisse aufzunehmen
	Individuelle Gesprächsmöglichkeit mit den Sachverständigen am Ende des Bürgerdialogs	Individuelle Gespräche ermöglichen a) die Behandlung von individuellen Fragen (die nicht für alle Besucher relevant sind, b) erhöhen die Anzahl der zu klärenden Fragen c) die Chance auf Meinungswandel bei den Bürgerinnen und Bürgern
	Thematische Kleingruppen im Bürgerdialogteil für Rückfragen an die Gutachter	Themenorientierte Kanalisierung des vorhandenen Diskussionsbedarfs und offener Fragen



### Zusammenfassung

Die Ablaufplanung des Tunneldialogs entsprach einem wohl durchdachten und insgesamt stimmigen Konzept. Sowohl die Organisation der Abläufe und Präsentationen der Gutachterinnen und Gutachter auf den vier Sitzungen als auch der Einsatz der Tagungstechnik verlief alles in allem reibungslos und ohne Störungen. Die Zeitpläne der Sitzungen wurden bis auf wenige Ausnahmen eingehalten, ohne dass Pausen gestrichen, Diskussionen abgebrochen und Tagesordnungspunkte auf einen späteren Zeitpunkt verschoben wurden. Die Umsetzung des Verfahrens erfolgte mit höchsten Ansprüchen an die Professionalität. Die nachträgliche Vermittlung der Beratungsergebnisse des Expertendialogs an die Bürgerinnen und Bürger im Bürgerdialogteil erwies sich als äußerst anspruchsvoll. Die Organisatoren zeigten sich sehr flexibel und begegneten dieser Herausforderung mit verschiedenen Änderungen des Beratungssettings, ohne jedoch die strukturellen Probleme, die sich aus der Synthese zweier unterschiedlicher Beteiligungsformate ergibt, vollständig beheben zu können.

## 6.2 Wer war beteiligt? Inklusion im Beteiligungsverfahren

Die Frage der Inklusion ist die Frage nach der Zusammensetzung der Teilnehmerinnen und Teilnehmern eines Beteiligungsverfahrens. Mit der Inklusionsfrage sind verschiedene zentrale Bewertungsaspekte eines Bürgerbeteiligungsverfahrens verbunden. Erstens der Aspekt der Legitimität der Auswahl der Teilnehmenden und damit des Verfahrens selber: Die Zusammensetzung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer entscheidet mit darüber, ob und inwieweit ein solches Verfahren den Anspruch auf legitime Empfehlungen und Ergebnisse haben kann. Erst die nach demokratischen Gesichtspunkten und Regeln vollzogene Auswahl und Zusammensetzung der Beteiligten stellt sicher, dass von einem demokratischen Verfahren gesprochen werden kann (vgl. [Fritsche & Nanz, 2012]).

### BOX 3: Ansätze zur Auswahl von Teilnehmerinnen und Teilnehmern an Bürgerbeteiligungsverfahren<sup>5</sup>

**Selbstselektion:** Der Zugang zum Verfahren ist offen für alle. Die Teilnahme ist eine freiwillige Entscheidung. Selbstselektion führt häufig zur Überrepräsentation »beteiligungsaffiner Milieus«: bildungsnah Angehörige der Mittelschicht und Menschen, die über vergleichsweise viel Zeit verfügen (Studierende, Seniorinnen und Senioren). Dieser Ansatz bringt es deshalb häufig mit sich, dass die am stärksten vom Regelungsgegenstand betroffenen Personen sich auch am stärksten beteiligen. *Beispiele: Open-Space, Bürgerhaushalt, Zukunftswerkstatt.*

**Zufällige Auswahl:** Dieser Ansatz kann – theoretisch – die Repräsentativität erhöhen und damit die Dominanz von Partikularinteressen senken. Doch auch hier besteht die Gefahr überproportionaler Teilnahme beteiligungsaffiner Gruppen. Durch eine große Stichprobe und gezielte Nachrekrutierung (z. B. anhand demografischer Merkmale) kann diesem Effekt begegnet werden. *Beispiele: Bürgergutachten, Konsensuskonferenzen, Deliberative Poll.*

**Gezielte Auswahl:** Der Verfahrenszugang ist offen, jedoch wird zum Erreichen möglichst hoher Repräsentativität gezielt versucht, Einzelpersonen oder Vertreterinnen und Vertreter bestimmter Gruppen zu rekrutieren. Dies kann durch gezielte Ansprache, aber auch durch Anreize (z. B. Aufwandsentschädigung) geschehen. *Beispiele: Szenario-Workshops, Zukunftskonferenzen, Mediationsverfahren.*

<sup>5</sup> Quelle: [Fritsche & Nanz, 2012: 15ff]

Zweitens sind Wirkung und Reichweite eines Verfahrens in die Öffentlichkeit hinein von der Beteiligung möglichst vieler Bürgerinnen und Bürger abhängig. Dieser Zusammenhang gilt insbesondere für kleine Städte und Kommunen, in denen eine breite Öffentlichkeit ggf. auch ohne Massenmedien erreicht werden kann. Die Resonanz durch die Beteiligten gibt grob Auskunft darüber, ob ein Thema gesellschaftlich von Interesse ist, und auch inwieweit ein Verfahren Akzeptanz erhält.

**Zusammensetzung des Expertendialogs**

Die teilnehmenden Vertreter verschiedener Organisationen und Institutionen des Expertendialogs wurden auf Basis der Regelungsbetroffenheit ausgewählt, durch die Organisatoren angesprochen und zur Teilnahme eingeladen. Unmittelbar betroffene Akteure wurden aus zwei Gründen ausgewählt: Es sollten aus demokratietheoretischer Sicht alle wesentlichen Stimmen und Argumente in den Beratungen über den Tunnelfilter vertreten sein, die durch den Nichteinbau oder den Einbau des Tunnelfilters Vor- oder Nachteile zu erwarten haben, um die Legitimität der Beratungen zu sichern.

**Tabelle 6-2: Zusammensetzung des Expertendialogs**

Typ	Akteure
Zivilgesellschaftliche Vertreter	Initiative Pro Tunnelfilter, Aktionsbündnis Pro Tunnelfilter, Martin-Luther-Gemeinde Schwäbisch Gmünd
Unternehmen	Weleda Naturals GmbH, Klinikum Schwäbisch Gmünd, Christliches Gästezentrum Schönblick
Lokale staatliche Akteure	Stadtverwaltung Schwäbisch Gmünd, Friedensschule Schwäbisch Gmünd
Überlokale Interessen	Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (MVI), Landratsamt Ostalbkreis

Das Auswahlkriterium der durch den Beratungsgegenstand bestehenden Betroffenheit bezog sich dabei ausschließlich auf institutionelle Akteure. Das heißt: nicht Privatpersonen wurden angesprochen und eingeladen sondern Vertreterinnen und Vertreter von zivilgesellschaftlichen Organisationen, Wirtschaftsunternehmen, staatlichen Behörden, Ministerien und der lokalen Parteilpolitik wurden gebeten teilzunehmen, sofern die Regelungsbetroffenheit ersichtlich war. Die Identifizierung der relevanten Organisationen wurde durch ein Schneeballsystem gewährleistet. Dabei wurden Vertreterinnen und Vertreter von offensichtlich relevanten Organisationen interviewt und gefragt, welche anderen Akteure sie als so wichtig erachten, dass diese am Tunneldialog teilnehmen sollten.

Insgesamt nahmen 15 Vertreter und Vertreterinnen verschiedener Organisationen und staatlicher Stellen regelmäßig an den Beratungen des Expertendialogs teil<sup>6</sup> (vgl. **Tabelle 6-2**). Diese setzten sich erstens zusammen aus verschiedenen zivilgesellschaftlichen Vertretern, die sich lange vor Beginn des Verfahrens in Schwäbisch Gmünd für den Einbau des Filters stark gemacht hatten. Zu diesem

<sup>6</sup> Ebenfalls mitgezählt wurden die Moderatoren, Gutachter und Gutachterinnen (vgl. jeweilige Protokolle Anhang A 7)

Kreis zählten vor allem die verschiedenen Vertreter und Vertreterinnen der zwei Bürgerinitiativen und die Vertreter der beiden Kirchengemeinden. Anzu-merken ist, dass einige Repräsentanten der Bürgerinitiativen gleichzeitig auch Vertreter und Vertreterinnen der lokalen politischen Parteien und zum Teil auch gewählte Mitglieder des Stadtrats sind.

Zweitens waren Akteure aus Unternehmen und Institutionen vertreten, die sich aufgrund der geografischen Nähe zum Abluftkamin erhöhten Risiken für ihre Gesundheit und ihre Geschäftsinteressen ausgesetzt sahen und sich deshalb schon früh für den Einbau eines Filters stark gemacht hatten. Dazu zählten neben der Weleda Naturals GmbH auch das Klinikum Schwäbisch Gmünd, das christliche Gästezentrum Schönblick und die Friedensschule Schwäbisch Gmünd.

Die Stadtverwaltung Schwäbisch Gmünd war als lokaler staatlicher Akteur vertreten und hatte sich ebenfalls bereits sehr früh öffentlich für den Einbau eines Filters ausgesprochen.

Überlokale staatliche Interessen waren lediglich durch das Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (MVI) vertreten. Das MVI und das Regierungspräsidium Stuttgart waren in den Jahren zuvor immer als Hauptgegenspieler der lokalen Politik und der Bürgerinitiativen aufgetreten und hatten den Filtereinbau abgelehnt u. a. mit Verweis auf relevante, in der Planung berücksichtigte, Gesetzesvorgaben und die fehlende Möglichkeit, das Planfeststellungsverfahren noch zu ändern<sup>7</sup>. Neben dem MVI war noch das Landratsamt Ostalbkreis durch eine Beamtin vertreten. Das Landratsamt trat zuvor als Befürworter des Vorhabens auf [BW, 2007].

Trotz einer Einladung haben weder Vertreter des für Bau und Wartung des Tunnels verantwortlichen Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) noch des Auftraggebers des Verfahrens, des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) als ordentliche Mitglieder des Runden Tisches an diesem Platz genommen. Ebenso blieb der Aufruf zur Beteiligung bei Vertretern aus der Landes- und Bundespolitik sowie Repräsentanten der lokalen Migrantorganisation Türkisch-Islamische Union der Anstalt für Religion e.V. (DITIB) ohne Resonanz.

### **Zusammensetzung des Bürgerdialogs**

Der Bürgerdialog richtete sich an interessierte Bürgerinnen und Bürger, die sich über die Frage des Einbaus des Tunnelfilters informieren wollten und bot ihnen eine Gelegenheit, ihr Laienwissen, ihre Alltagserfahrungen und persönlichen Perspektiven in die Beratungen einzubringen. Die Teilnahme am Bürgerdialog stand allen Interessierten offen und war nicht auf bestimmte Personengruppen begrenzt. Zudem bestand die Möglichkeit, bereits den Beratungen des Runden Tisches zu folgen (s. Abbildung 3-1). Eine aktive Auswahl oder Ansprache bestimmter, in der Regel unterrepräsentierter Gruppen, wurde nicht vorgenommen. Stattdessen herrschte das Prinzip der Selbstselektion (vgl. BOX 3).

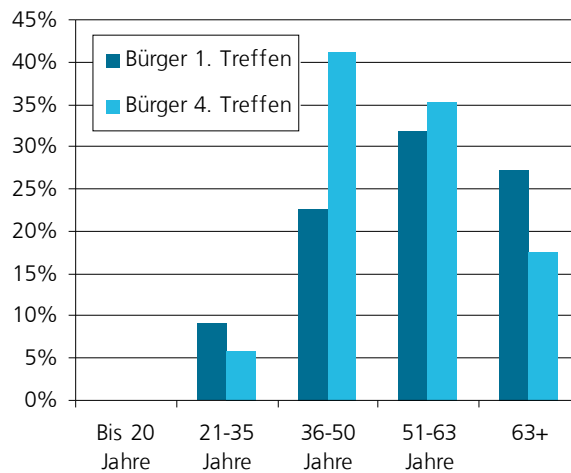
<sup>7</sup> Vgl. Antwort auf Kleine Anfrage im Landtag Baden-Württemberg vom 6. Dezember 2007 Baden-Württemberg, 2007 [BW, 2007]

Die Anzahl der Teilnehmenden und die Zusammensetzung zwischen den vier Dialogtreffen variierten je nach Veranstaltungsort. Das erste Treffen fand im Congress-Centrum Stadtgarten statt, das sich in unmittelbarer Nähe zum Stadtzentrum befindet. Es waren 45 Bürgerinnen und Bürger anwesend. Das zweite Treffen fand in der Nähe des Abluftkamins im Christlichen Gästezentrum Schönblick statt. Den Veranstaltungsort in die unmittelbare Nähe zum Abluftkamin zu verlegen, hatte zur Folge, dass eine größere Publikumsresonanz der lokalen Wohnbevölkerung zu beobachten war, die sich von möglichen Schadgas- und Feinstaubimmissionen des Tunnels bedroht sahen. Insgesamt waren beim zweiten Treffen 63 Bürgerinnen und Bürger anwesend. Zum dritten Treffen an gleicher Stelle fanden abermals 60 Bürgerinnen und Bürger den Weg in das Tagungszentrum. Die letzte Sitzung des Dialogverfahrens, welche wieder in das Congress-Centrum Stadtgarten stattfand, wurde am Ende von 19 Bürgerinnen und Bürgern besucht.

Die soziodemografischen Merkmale der Bürgerinnen und Bürger des Bürgerdialogs zeigen die hoch selektive Zusammensetzung der Gruppe. Sowohl für das erste als auch das letzte Treffen stehen Daten zur Verfügung, die auf Selbstangaben der Teilnehmenden beruhen.

Abbildung 6-1 zeigt, dass die Mehrheit der anwesenden Bürgerinnen und Bürger am ersten und vierten Treffen zwischen 50 und 65 Jahren alt war.

Abbildung 6-1:  
Altersstruktur der  
Teilnehmerinnen und  
Teilnehmer des Bürger-  
dialogs



Die Befragung hat zudem ergeben, dass der überwiegende Teil der Teilnehmenden am Bürgerdialog männlich waren. Im ersten Treffen lag der Anteil der Männer bei 84 % (weiblich 16 %) und im zweiten Treffen bei 82 % (weiblich 17 %).

Neben dem hohen Alter und den zumeist männlichen Teilnehmern waren die Bürgerinnen und Bürger in der Regel in höher qualifizierten Berufen tätig (vgl. Tabelle 6-3).

**Tabelle 6-3: Qualifikationsstruktur der Teilnehmenden<sup>8</sup>**

Qualifikation	Bürgerinnen und Bürger 1. Treffen	Bürger innen und Bürger 4. Treffen
Niedrig qualifizierte Tätigkeit	11 %	12 %
Höher qualifizierte Tätigkeit	39 %	41 %
Hoch qualifizierte Tätigkeit	25 %	29 %
Rentner/in + Pensionär/in	25 %	18 %

**Zusammenfassung**

Der Expertendialog wurde getragen durch eine breite und umfassende Beteiligung der relevanten lokal organisierten Stimmen und Akteure aus Parteien, Bürgerinitiativen und Verwaltung. Die mehrheitlich lokale Zusammensetzung der Beteiligten erschwerte allerdings die ausgewogene Debatte, weil entscheidende von einer Filterlösung betroffene Stimmen wie das BMVBS selber, oder Vertreter der Bundes- und Landesregierung als diskursives Gegengewicht zu rein lokalen Stimmen und Interessen zu wenig vertreten waren.

Die Zusammensetzung der Teilnehmenden am Bürgerdialog ist über die vier Treffen hinweg betrachtet hoch selektiv. Die Bürgerinnen und Bürger im Bürgerdialog waren in der Summe höheren Alters, überwiegend männlich und übten höher qualifizierte Berufe aus. Junge Menschen waren nur in sehr geringem Maße vertreten und Menschen mit Migrationshintergrund waren nicht beteiligt. Der Kreis der Teilnehmenden bildet die städtische Bevölkerungsstruktur nur unzureichend ab. Die Folge: streng demokratischen Ansprüchen an die Zusammensetzung von Bürgerbeteiligungsverfahren wurde der Tunneldialog nicht gerecht.

**6.3 Vertrauen, Konflikte und Beratungsatmosphäre**

Vertrauen zwischen den Beratungsteilnehmern ist eine Voraussetzung nicht nur für eine gute und konstruktive Arbeitsatmosphäre, sondern auch für den erfolgreichen Verlauf der Beratungen.

Vertrauen kann als Ausdruck der Beteiligten verstanden werden, dem Gegenüber in Beratungen guten Willen bei der Suche nach gemeinsamen Lösungen für kooperative Entscheidungen zu unterstellen (zum Konzept des Vertrauens vgl. [Baier, 1986: 245ff]). Das Vorhandensein eines Mindestmaßes an Vertrauen hat zur Folge, dass die Beteiligten zum einen vermehrt Wissen und Argumente austauschen, die eigenen Positionen wahrheitsgemäß mitteilen und diese auch schneller verändern. Zum Zweiten werden die Interessen und Positionen anderer weniger als Gefahr, sondern eher als Bereicherung der Debatte betrachtet.

<sup>8</sup> Niedrig qualifizierte Tätigkeit umfassen Angestellte/r – Ausführende Tätigkeit + Arbeiter/in – Facharbeiter/in; Höher qualifizierte Tätigkeit sind Angestellte/r – Qualifizierte Tätigkeit + Beamter/Beamtin Gehobener Dienst + Schüler/in + Auszubildende/r; Hochqualifizierte Tätigkeit sind Angestellte/r – Leitende Tätigkeit/Management + Beamter/Beamtin Höherer Dienst + Selbständige/r + Student/in.

Ohne Vertrauen entsteht folglich keine an einer gemeinsamen Lösung orientierte Diskussion [Cohen, 1999]. Die Folge: Misstrauen zwischen den Akteuren, eine destruktive Arbeitsatmosphäre, sich häufende Konflikte und Einigungen, wenn überhaupt, auf dem kleinsten gemeinsamen Nenner.

### **Der Expertendialog**

Die Beratungen des Expertendialogs am Runden Tisch waren am Ende geprägt durch ein hohes Maß an gegenseitigem Respekt und ein Vertrauensniveau zwischen den Interessenvertretern, das nicht nur eine konsensuale Bewertung der Ergebnisse und gemeinsame Empfehlungen, sondern auch den Meinungswandel der Teilnehmer am Runden Tisch im Angesicht der wissenschaftlichen Ergebnisse ermöglicht hat.

Weder eine konsensuale Bewertung der Ergebnisse und die gemeinsamen Empfehlungen noch die Änderung der Meinungen der lokalen Interessenvertreter waren zu Beginn der Beratungen zu erwarten. Es bestand vielmehr eine Atmosphäre des Misstrauens, vor allem zwischen den Vertretern des Ministeriums für Verkehr und Infrastruktur (MVI) auf der einen Seite und den Vertretern der Bürgerinitiativen auf der anderen Seite. Ungeklärte Konflikte aus der Vergangenheit zwischen den Parteien wirkten sich zunächst negativ auf die Beratungsatmosphäre und die Zusammenarbeit am Runden Tisch aus.

Die Konflikte zwischen den beiden Gruppen traten bereits in der ersten Sitzung offen zu Tage. Das MVI als Gegner des Tunnelfilters konfrontierte die vorwiegend lokalen Befürworter mit gesetzlichen Vorgaben zum kontinuierlichen Volumenstrom, der im Tunnel aus Sicherheitsgründen herrschen müsse (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll 1. Sitzung). Die Tunnelfilter-Befürworter kritisierten im Gegenzug das MVI in harschem Ton und äußerten Bedenken zur Richtigkeit der gemachten Angaben zum Volumenstrom. Dabei wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass das Regierungspräsidium Stuttgart einige Monate zuvor abweichende Aussagen zur Höhe des Volumenstroms im Tunnel gemacht habe (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll 2. Sitzung). Es bestand großer Redebedarf unter den Konfliktparteien, so dass der angestrebte Zeitplan nicht eingehalten werden konnte. Anschuldigungen und Aufforderungen, doch »fair miteinander umzugehen« und die »Spielregeln zu akzeptieren« wechselten sich in den Diskussionen ab.

Am Ende der ersten Sitzung stand Aussage gegen Aussage, so dass der Moderator intervenieren musste. Er schlug vor, die Frage der Höhe des Volumenstroms, die gemachten Aussagen des Regierungspräsidiums und die verordnungsrechtlichen Vorgaben von einem der Gutachter klären zu lassen und diese Thema auf der zweiten Sitzung erneut auf die Themenagenda zu setzen (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokolle 1. und 2. Sitzung).

Die kursorisch geschilderte Auseinandersetzung war Ausdruck des gestörten Vertrauensverhältnisses zwischen der Landesverwaltung auf der einen und den lokalen Interessenvertretern auf der anderen Seite. Die abermalige Betrachtung des Streitthemas innerhalb des Verfahrens durch einen neutralen Gutachter brachte am Ende die Befriedung zwischen den Konfliktparteien. Der Gutachter stellte in seinem Bericht in der zweiten Sitzung heraus, dass sowohl die Aussagen der Verwaltung in sich nicht kohärent waren, als auch, dass die verord-

nungsrechtlichen Vorgaben klare Angaben zum Volumenstrom im Tunnel im Normalbetrieb und im Brandfall machen, die es zu berücksichtigen gilt (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll 2. Sitzung). Die Ergebnisse des Gutachterberichts wurden von beiden Parteien akzeptiert.

Dabei zeigten sich zwei zentrale Qualitäten des Verfahrens: Erstens die Akzeptanz der neutralen Gutachter in der Bewertung und Klärung strittiger Themen und zweitens die Fähigkeiten der Moderation, durch geschicktes Handeln - in diesem Fall dem Thema mehr Raum zu geben und durch einen neutralen Dritten neu aufbereiten und bewerten zu lassen - einen Beitrag zur Befriedung von Konflikten zu liefern.

Im Verlauf der Beratungen konnten verschiedene Konflikte entweder durch professionelles Handeln der Moderatoren und/oder durch eindeutige und akzeptierte Ergebnisse der gutachterlichen Tätigkeit gelöst und befriedet werden. Voraussetzung für die Lösung von Konflikten und der konstruktiven Bewältigung strittiger Themen war immer auch der Kooperationswille der Teilnehmenden. Ohne die Kooperationsbereitschaft der versammelten Akteure wären die Beratungen stärker von Konflikten und Misstrauen geprägt gewesen. Strittige Themen waren neben dem Volumenstrom im Tunnel:

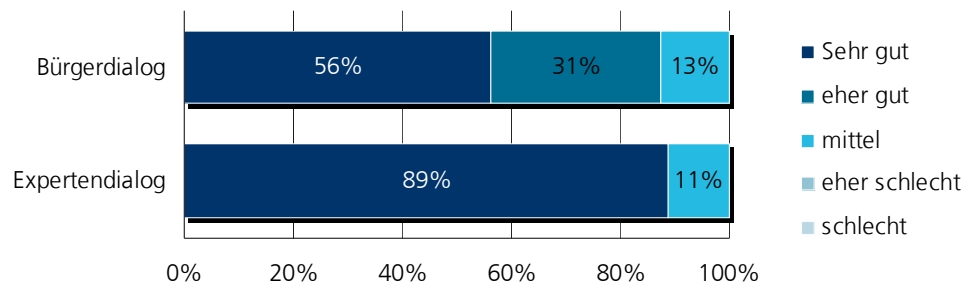
- die Größe des für den Filter zur Verfügung stehenden Raums im Tunnelgebäude,
- Auswirkungen von Fahrzeughavarien und damit verbundene Gefahren für die Anwohner (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll 2. Sitzung),
- die Positionierung der Messstationen im Umfeld des Abluftkamins (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll 1. Sitzung),
- die Validität der für die Ausbreitungsrechnung der Schadgase und Feinstäube gebrauchten Verkehrsgutachten (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll 1. Sitzung),
- zu erwartende Lärmemissionen am Abluftkamin (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll 2. Sitzung),
- angezweifelte Unabhängigkeit des Gutachterbüros iMA Richter & Röckle (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll 3. Sitzung),
- Validierung der Ausbreitungsrechnung nach Inbetriebnahme des Tunnels (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokolle 2. und 3. Sitzung).

Die Atmosphäre und die Zusammenarbeit in den Beratungen am Runden Tisch verbesserten sich von Sitzung zu Sitzung. Noch im ersten Treffen waren die Gespräche von teilweise hitzigen Diskussionen, unsachlichen Beiträgen und gegenseitigen Vorwürfen geprägt, die eine konstruktive Bewertung und Interpretation der Ergebnisse in der Runde erschwerten. Schon beim zweiten Treffen konnten durch die Behandlung der konfliktträchtigen Themen die größten Hemmnisse für sachliche Beratungen weitestgehend ausgeräumt werden. Die Vertrauensbildung schritt merkbar voran. Die Sitzungen drei und vier waren wiederum geprägt durch die eindeutigen Ergebnisse der Analyse der ökologischen und gesundheitlichen Relevanz, die den Filter-Befürwortern weitestgehend die Argumentationsgrundlagen für den Einbau eines Tunnelfilters entzog. Bemerkenswert waren dabei die konstruktiven Reaktionen der Befürworter des

Filtereinbaus auf die Ergebnisse. Denn: Es folgte weder eine grundsätzliche Infragestellung der gutachterlichen Ergebnisse noch der versammelten Gutachter und ihrer Expertise (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll 2. Sitzung). Eine Verschiebung der Konfliktlinie weg von Landesverwaltung vs. lokale Interessenvertreter hin zu lokalen Interessenvertretern vs. wissenschaftliche Gutachtern wäre zu erwarten gewesen. Vielmehr wurde jedoch durch die lokalen Interessenvertreter der positive Wert der Ergebnisse für Schwäbisch Gmünd gesehen. Eine Reaktion, die vor dem Hintergrund der über Jahre geführten Auseinandersetzung und des Kampfes der lokalen Interessenvertreter für den Einbau des Filters überrascht.

Die Sicht der Teilnehmenden bestätigt die Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtung (Vorgehensweise beschrieben in Anhang A2.2). Über 80 % der Befragten gaben am Ende des Verfahrens an, dass die Atmosphäre am Runden Tisch »sehr gut« bis »gut« war (vgl. Abbildung 6-2) Lediglich ein kleiner Teil der Interessenvertreter bewertete die Arbeitsatmosphäre mit »mittel«.

Abbildung 6-2:  
Beratungsatmosphäre  
im Tunneldialog nach  
Einschätzung der  
Teilnehmenden



Mehr noch: Am Ende des Verfahrens stellte ein Großteil der Beteiligten bei der persönlichen Bewertung des Verfahrens die konstruktive Atmosphäre und den partnerschaftlichen Umgang miteinander in den Vordergrund. Ein Vertreter des MVI dazu wörtlich:

*»Der Dialog hat sich gelohnt, er wurde professionell vorbereitet und durchgeführt. Ich nehme für mich mit, dass es sich lohnt, mit dem Aktionsbündnis zusammenarbeiten, auch wenn dieses der Verwaltung kritisch gegenüberstand. Es freut mich, dass wir nicht gestritten haben, sondern konstruktiv diskutiert haben.«*

Der Vertreter des Christlichen Tagungszentrums Schönblick, eine der kritischen und dominanten Stimmen im Verfahren gegenüber der Verwaltung, resümiert:

*»Ich bin in dieser Runde gerne dabei gewesen und habe es genossen, dass dieser Dialog in hoher Qualität stattgefunden hat, mit hervorragenden Experten und Moderatoren. Der Dialog verlief in der Sache kontrovers und hart, hat mich aber in der Sache auch weitergebracht. Das Format des Dialogs ist ein Lehrstück, wie man mit solchen Schwierigkeiten und Problemen umgehen kann. Es war für uns ein Zugewinn und ich bin sehr dankbar.«*



### **Zusammenfassung**

Die Arbeitsatmosphäre und das Vertrauensniveau zwischen den Teilnehmenden am Runden Tisch haben sich im Laufe der vier Sitzungen stark verbessert. Am Ende des Prozesses waren die Beratungen geprägt durch ein hohes Maß an gegenseitigem Respekt und einem Vertrauensniveau zwischen den Interessenvertretern, dass nicht nur eine konsensuale Bewertung der Ergebnisse und gemeinsame Empfehlungen, sondern auch den Meinungswandel der Teilnehmer am Runden Tisch angesichts der wissenschaftlichen Ergebnisse ermöglicht hat. Ein professioneller Umgang der Moderation mit Konflikten und Meinungsverschiedenheiten, akzeptierte wissenschaftliche Gutachter und ein grundsätzlicher Kooperationswille der Teilnehmenden haben diesen Prozess gefördert.

### **Bürgerdialog**

Die Vertrauensbildung im Bürgerdialogteil zwischen den teilnehmenden Bürgerinnen und Bürgern einerseits und den Gutachtern des Konsortiums und der Moderation andererseits gestaltete sich im Vergleich zum Expertendialog schwieriger. Sowohl die Akzeptanz des Ergebnisses als auch das Niveau des Meinungswandels fielen hinter das erreichte Ergebnis des Expertendialogs zurück (vgl. Kapitel 7.2).

Ebenso wie bei den Teilnehmern des Expertendialogs herrschte innerhalb der anwesenden Bürgerschaft von Beginn an ein verfestigtes Meinungsbild, welches den Einbau des Tunnelfilters für wichtig und notwendig hielt und die Herausbildung von Vertrauen und einer konstruktive Beratungsatmosphäre erschwerte (vgl. Kapitel 7.2). Die Bürgerinnen und Bürger befürworteten den Tunnelfilter nicht vor dem Hintergrund der subjektiv wahrgenommenen Gefahren durch Schadgas- und Feinstaubemissionen durch den Tunnel, sondern auch aus prinzipiellen Erwägungen, die grundsätzlich gegen eine Verschmutzung der Luft und der Natur sprechen. Gleichzeitig bestand eine in den Beratungen durch einzelne Personen immer wieder geäußerte Skepsis und Misstrauen gegenüber den Ergebnissen, der Unabhängigkeit der Gutachter im Verfahren und den beteiligten politischen Akteuren.

Während der ersten drei Treffen war keine substanzielle Verbesserung des Vertrauens- und Konfliktniveaus in den Beratungen erkennbar. Die Bürgerinnen und Bürger konfrontierten die Gutachter und Moderatoren immer wieder mit gleichen oder ähnlichen Einwänden und Kritiken. Dies war vor allem während des zweiten und dritten Dialogtreffens der Fall. Zum zweiten und dritten Treffen in der Nähe des Abluftkamins kamen überwiegend Personen aus dem lokalen Umfeld, die sich subjektiv als unmittelbar von den Schadgas und Feinstaubemissionen Betroffene wahrnahmen und entsprechend positionierten. Die Diskussionen, Einwände und formulierte Skepsis waren in diesen Treffen besonders ausgeprägt. Die Gutachter und Moderatoren mussten einen großen Aufwand betreiben, um die komplexen Ergebnisse verständlich an die Bürgerschaft zu vermitteln und um auf die Einwände, Kritik und Fragen angemessen zu reagieren (vgl. Kapitel 6.1). Die Intensität der Diskussionen und die Kritik nahm im Abschlusstreffen analog mit der Teilnehmerzahl und deren Zusammensetzung ab (vgl. Kapitel 6.2).

### **Diskussionsthemen im Bürgerdialog**

Wesentliche Argumentationsstränge in den Diskussionen betrafen a) die gesundheitlichen Risiken durch Schadgase und Feinstäube, die um den Abluftkamin freigesetzt werden, b) die Abbauprozesse der Schadgase und Feinstäube nach der Freisetzung und die Richtigkeit der Ausbreitungsrechnung im Rahmen der ökologischen Relevanzbetrachtung des Tunnelfilters. Darüber hinaus wurde c) immer wieder die Positionierung der Messstationen in Zweifel gezogen und d) Kritik an der Validierung der Berechnungen nach Inbetriebnahme des Tunnels geäußert. Erst im abschließenden vierten Treffen war eine spürbare Veränderung der Atmosphäre zwischen den Beteiligten zu verzeichnen.

Abbildung 6-2 zeigt auch die Einschätzung der Teilnehmenden des vierten Bürgerdialogs zur Beratungsatmosphäre im Tunneldialog. Es wird deutlich, dass die Teilnehmenden des Experten- und des Bürgerdialogs die Qualität der Beratungsatmosphäre jeweils unterschiedlich einschätzten. Die Bürgerinnen und Bürger beurteilten die Atmosphäre als insgesamt weniger konstruktiv als die Interessenvertreter des Runden Tisches. Dennoch bewertete auch die weit überwiegende Mehrheit der Beteiligten am Bürgerdialog die Beratungsatmosphäre mit »sehr gut« bis »gut«.

### **Zusammenfassung**

Die Arbeitsatmosphäre und das Vertrauensniveau zwischen den Bürgerinnen und Bürgern einerseits und den Gutachtern, Moderatoren und Vertretern des Runden Tisches andererseits haben sich im Laufe der vier Sitzungen verbessert. Ein Vergleich der Bewertungen der Arbeitsatmosphäre und des Vertrauensniveaus zwischen den Beteiligten zeigt deutliche Unterschiede. Die Teilnehmenden des Expertendialogs bewerteten ihren Veranstaltungsteil besser hinsichtlich der Aspekte der Vertrauensbildung und Arbeitsatmosphäre als die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Bürgerdialogs. Insgesamt betrachtet: Im Laufe des Verfahrens entwickelte sich aus Sicht der Beteiligten eine konstruktive Arbeitsatmosphäre und ein stabiles Vertrauensniveau in den Beratungen. Gründe hierfür sind die Zusammensetzung der Teilnehmenden am Abschlusstreffen, eine professionelle Vermittlungsleistung der Moderatoren und Gutachter, ein verändertes Beratungssetting und ein grundsätzlicher Kooperationswille der Teilnehmenden.

## **6.4 Moderation**

Der Moderation kommt eine wichtige Rolle für das Gelingen von Beteiligungsverfahren zu. Moderatoren sorgen nicht nur für die Setzung des Handlungsrahmens für alle Beteiligten, die Einhaltung der Gesprächsregeln, allgemeinverständliche Zusammenfassung oft sehr komplexer Inhalte, sondern auch für die Integration von Teilnehmenden in die Beratungen, die sonst nicht oder nur selten zu Wort kommen. Moderatoren entschärfen Konflikte in den Beratungen als neutraler Mittler und zeichnen mitverantwortlich für eine konstruktive und lösungsorientierte Atmosphäre in den Beratungen. Sie sorgen für die Einhaltung der Zeitpläne, die Aufstellung der Agenda und für die Dokumentation der Ergebnisse [Bischoff et al., 2005: 209ff].

Die Moderation des Tunneldialogs wurde durchgängig professionell und auf qualitativ hohem Niveau durchgeführt. Ein zentrales Element der Moderations-tätigkeit bestand darin, zu Beginn einer jeden Veranstaltung den Handlungs-rahmen zu klären, um den Teilnehmenden Orientierung, Struktur und Sicher-heit für ihre Aktivitäten zu vermitteln. Dazu wurden die Teilnehmenden be-grüßt, die Agenda des Tages vorgestellt und diese durch die Runde bestätigt, die Gutachter und Teilnehmenden des Runden Tisches vorgestellt, das Protokoll der letzten Sitzung verabschiedet, die Ziele des Tages benannt und auf weitere Informationen zum Verfahren wie z. B. Handouts, Protokolle und Vorträge hingewiesen (s. Anhang A 7, Ergebnisprotokolle der 1., 2. und 3. Sitzung).

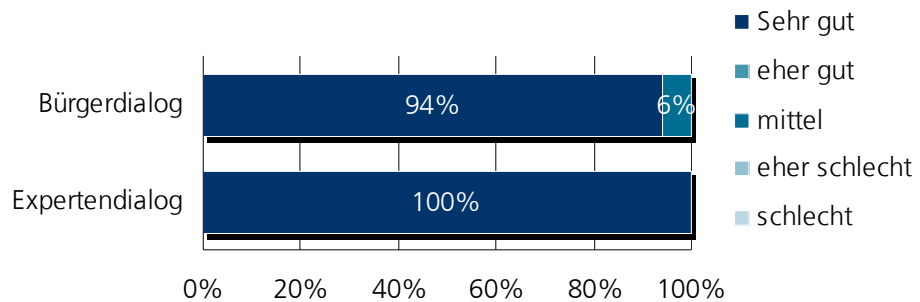
Das Moderatorenteam war jederzeit »Herr des Verfahrens« und in der Lage, auch in schwierigen Situationen Konflikte reibungslos und ohne große Wider-stände unter den Beteiligten zu lösen. Beispielhaft ist hier die Reaktion der Moderation auf den zu Beginn der dritten Sitzung des Runden Tisches durch ei-nen Teilnehmer vorgebrachten Befangenheits-/Manipulationsvorwurf gegen-über einem Konsortiumsmitglied. Hintergrund der Anschuldigung war dessen frühere Übernahme von Aufträgen für das Regierungspräsidium Stuttgart und für das Land Baden-Württemberg (s. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll der 3. Sit-zung).

Die Moderation reagierte auf die Anschuldigung mit der Frage an alle Teilneh-menden des Runden Tisches, ob sie diese Bedenken und Befürchtungen teilten und den Gutachter für befangen hielten. Der Vorwurf wurde ernst genommen und in die Runde zurückgegeben, d. h. jeder Teilnehmende sollte seine Position dazu nennen. Die Moderation nahm eine neutrale Position ein und verzichtete darauf, den Gutachter zu verteidigen oder ihn zu einem Kommentar zu den Vorwürfen aufzufordern. Die Folge: Die anderen Mitglieder des Runden Tisches stellten sich ansonsten geschlossen hinter das Mitglied des Konsortiums. Ein Hauptargument dabei war, dass die Auswahl des Konsortiums durch einen Teil der Mitglieder selber vorgenommen wurde und daher die Anschuldigung nicht nachzuvollziehen seien. In dieser Situation wurde deutlich, welchen hohen Stel-lenwert die Beteiligung der Mitglieder des Runden Tisches an der Auswahl des Konsortiums im Verlauf eines Verfahrens für dessen Akzeptanz haben kann. Die Moderation agierte an diesem Punkt integrativ und entschärfend durch die Einbindung der Teilnehmenden des Runden Tisches, aber auch durch den expli-ziten Hinweis, dass grundsätzliches Misstrauen ernst genommen werden müs-se (s. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll der 3. Sitzung).

Diese Einschätzung wird auch durch die Befragungen der Beteiligten bestätigt. Es zeigte sich im Verlauf der Beratungen, dass die Moderatoren des Dialogver-fahrens über eine hohe Akzeptanz bei den Teilnehmenden des Expertendialogs verfügen. Diese Akzeptanz hat sowohl die konstruktive Beratungsatmosphäre und das geringe Konfliktniveau in den Debatten als auch die Akzeptanz der Be-teiligten für die Ergebnisse gefördert. Die Akzeptanz der Moderation wurde erworben durch klare Einhaltung der Verfahrensregeln, die neutrale Wahr-nehmung der Aufgabe, die Offenheit der Beratungen für die Beiträge und An-liegen der Beteiligten und die Interventionen des Moderators, wenn es um un-verständliche und für die Beteiligten schwer nachvollziehbare Inhalte ging. Alle Teilnehmenden des Runden Tisches und über 90 % der Beteiligten des Bürger-

dialogs teilten die Auffassung, dass das Moderationsteam die Aufgaben insgesamt neutral wahrgenommen habe (vgl. Abbildung 6-3).

Abbildung 6-3:  
Neutralität der Moderation nach Einschätzung der Teilnehmenden

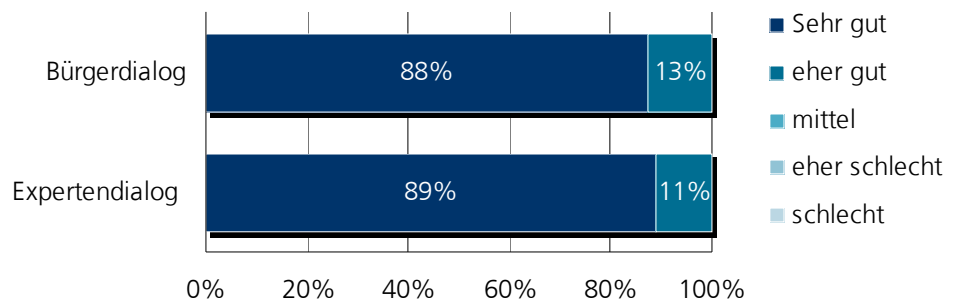


Sämtliche Befragten des Runden Tisches stimmten in der Frage überein und hielten die Zusammenfassung der Ergebnisse für »sehr gut« oder »eher gut«. Auf Seiten der Bürgerdialogsteilnehmer waren es über 90 %, die dieser Beurteilung zustimmten. Lediglich 6 % hielten die Zusammenfassung für »mittel«.

Die Einschätzung, dass der Moderationsprozess auf qualitativ hohem Niveau durchgeführt wurde, teilen auch die Teilnehmenden des Runden Tisches und des Bürgerdialogs.

Hundert Prozent sowohl der Bürgerdialogs- als auch der Expertendialogsteilnehmenden waren mit der Moderation »sehr« bis »eher zufrieden« (vgl. Abbildung 6-4).

Abbildung 6-4:  
Zufriedenheit der Teilnehmenden des Experten- und Bürgerdialogs mit der Moderation insgesamt



**Zusammenfassung**

Die Moderation des Tunneldialogs wurde durchgängig professionell und auf qualitativ hohem Niveau durchgeführt. Die Moderatoren waren jederzeit »Herr des Verfahrens« und in der Lage, auch in schwierigen Situationen Konflikte reibungslos und ohne große Widerstände unter den Beteiligten zu lösen. Die Teilnehmenden des Runden Tisches und des Bürgerdialogteils waren insgesamt sehr zufrieden mit der Arbeit der Moderatoren und bescheinigten ihnen eine neutrale Ausübung der Arbeit.

## 6.5 Interne Transparenz

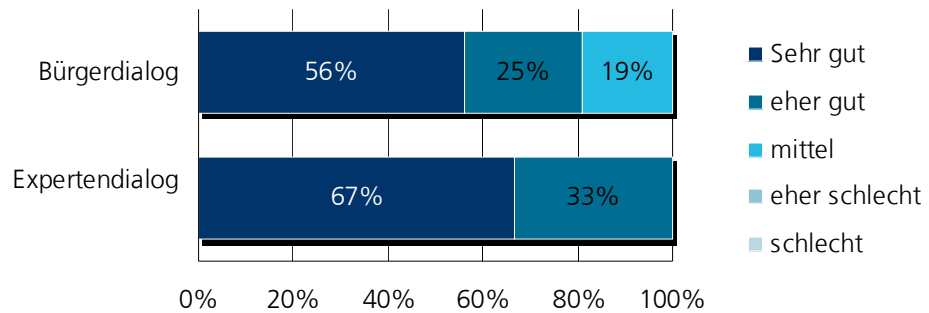
Die interne Transparenz des Tunneldialogs beschreibt die Voraussetzung, dass Verfahrensteilnehmer und Teilnehmerinnen auf gut aufgearbeitete, verständliche und rechtzeitig zu den Sitzungen zur Verfügung stehende Informationen in den Beratungen zurückgreifen können, um gleichberechtigt und aktiv an diesen mitwirken zu können. Transparenz ist somit eine Grundvoraussetzung nicht nur für das Verstehen der Themen und Inhalte der Beratungen, sondern auch für die aktive und einflussreiche Teilhabe in den Beteiligungsprozessen. Interne Transparenz unterscheidet sich dabei von der Publizität der Beratungen, die auf die Darstellung und Vermittlung der Prozesse und Ergebnisse nach außen, das heißt, in die Öffentlichkeit und Bürgerschaft abzielt (vgl. Kapitel 6.6).

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Runden Tisches wurden mit allen wesentlichen beratungsrelevanten Informationen rechtzeitig zu den Sitzungen versorgt. Die Informationen bestanden aus den Tagesordnungen zu den Sitzungen, den Ergebnisprotokollen, den Teilnehmerlisten und anderen für die Beratungen wichtigen Dokumenten. Die Einladungen zur nächsten Sitzung wurden routinemäßig und zuverlässig allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Expertendialogs zwei Wochen, die Tagesordnung circa eine Woche vor dem Termin per E-Mail zugesandt. Zur ersten Sitzung wurden die Tagesordnung und der Fragenkatalog, der innerhalb des Verfahrens bearbeitet werden sollte, gestellt. Zur zweiten, dritten und letzten Sitzung wurden sowohl die Tagesordnung der kommenden Sitzung, das Ergebnisprotokoll und die Teilnehmerliste der letzten Sitzung versandt. Vor dem letzten Treffen wurde zusätzlich noch eine Vorlage des Abschlussdokumentes versandt. Die Präsentationen wurden im Laufe einer Woche nach Sitzungstermin auf der Webseite des Tunneldialogs hochgeladen.

Die Teilnehmenden hatten vor Beginn einer jeden Sitzung die Möglichkeit die Inhalte des Ergebnisprotokolls nachzuvollziehen und ggf. Änderungswünsche und Ergänzungen vorzunehmen. Zu Beginn einer jeden Sitzung wurde das Protokoll der vorangegangenen von allen Teilnehmern nochmals bestätigt und Änderungswünsche wurden nach Absprache mit allen Teilnehmenden aufgenommen oder abgelehnt (s. Anhang A 7, z. B. Ergebnisprotokoll der 2. Sitzung). Das Abschlussdokument mit den Empfehlungen des Runden Tisches wurde den Teilnehmerinnen und Teilnehmern ebenfalls einige Wochen vor der letzten Sitzung gestellt versehen mit der Möglichkeit, Änderungen, eigene Vorschläge und Kritik bereits vor der Sitzung zu äußern.

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begutachtung wurden im Rahmen von leinwandgestützten Präsentationen durch die Gutachter und Gutachterinnen vorgenommen. Die Herausforderung der Aufarbeitung und Darstellung der Ergebnisse bestand darin, diese kompetent und verständlich an die Zuhörer und Mitglieder des Runden Tisches zu vermitteln. Alles in allem wurden die oft komplexen und schwer darzustellenden Ergebnisse kompakt, verständlich und strukturiert sowohl gegenüber den Teilnehmenden des Runden Tische als auch gegenüber den Teilnehmenden der Bürgerveranstaltung dargestellt. Diese Einschätzung teilten auch die Teilnehmenden der beiden Verfahrensteile (vgl. Abbildung 6-5).

Abbildung 6-5:  
Verständlichkeit der  
Gutachtervorträge  
nach Einschätzung der  
Teilnehmenden von  
Experten- und Bürger-  
dialog



Neben den Protokollen, Tagesordnungen und Teilnehmerlisten wurden die digitalen Präsentationen der Vorträge der Gutachter und Gutachterinnen im Internet allgemein zugänglich gemacht<sup>9</sup>. Bürgerinnen und Bürger, die am Bürgerdialog teilnehmen wollten, und Mitglieder des Runden Tisches konnten sich auf diesem Wege umfänglich über den Verlauf und den Fortgang des Tunneledialogs informieren<sup>10</sup>. Die Dokumente gaben einen zusammengefassten Überblick über die Inhalte und Ergebnisse der Beratungen. Der Bürgerdialog wurde in der Online-Dokumentation nicht explizit aufgearbeitet.

Teilnehmer und Teilnehmerinnen ohne Internetanschluss hatten die Möglichkeit, die Dokumente und Informationen in den Räumen der Stadtverwaltung in gedruckter Form einzusehen.

Den Teilnehmenden des Bürgerdialogs wurden die zentralen Ergebnisse und Begründungen des Runden Tisches sowohl im Rahmen zusammenfassender Präsentationen der Ergebnisse als auch durch ein Handout auf ihrem Sitzplatz erläutert.

Insgesamt waren die Teilnehmer und Teilnehmerinnen des Runden Tisches mit der Protokollführung zufrieden, vorgebrachte Änderungswünsche bezogen sich lediglich auf Details.

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass sowohl die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Runden Tisches als auch die des Bürgerdialogs rechtzeitig über gut aufbereitete, vollständige und verständliche Informationen verfügten, um aktiv an den Beratungen mitwirken zu können.

## 6.6 Publizität

Publizität beschreibt die Anforderung an Beteiligungsverfahren, dass Prozesse, Entscheidungen und Ergebnisse nachvollziehbar und transparent für die Öff-

<sup>9</sup> Für diesen Zweck wurde die Internetseite [www.tunneldialog.de](http://www.tunneldialog.de) durch die Stadtverwaltung Schwäbisch Gmünd im Rahmen der städtischen Internetpräsenz eingerichtet. Die Dokumente der Sitzungen konnten unter: <http://www.schwaebisch-gmuend.de/5546-Dokumente.html> abgerufen werden.

<sup>10</sup> Die Seite [www.tunneldialog.de](http://www.tunneldialog.de) konnte über das Schlagwort »Tunneldialog« zwar sehr gut gefunden werden (1. Treffer bei Google). Über andere Schlagwörter bzw. Kombinationen war die Seite jedoch schwieriger zu erreichen: »Tunnelfilter Schwäbisch Gmünd« (8. Platz), »Tunnelfilter Bürgerbeteiligungsverfahren Schwäbisch Gmünd« (7. Platz), »Bürgerdialog Tunnelfilter (Schwäbisch Gmünd)« (>10. Platz), letzter Zugriff 29.08.2012).

fentlichkeit gemacht werden. Mehr noch: Von den Verfahrensbeteiligten und Organisatoren wird erwartet, dass sie ihre Entscheidungen begründen und pointiert an die Öffentlichkeit vermitteln. Die gesellschaftliche Akzeptanz des Verfahrens und der Ergebnisse hängt stark von der Wahrnehmung des Verfahrens durch die Bürgerinnen und Bürger ab (vgl. auch [Young, 2000]). Erst wenn Bürgerinnen und Bürger in einem ausreichenden Maß über das Verfahren informiert werden und den Eindruck gewinnen, dass Ergebnisse und Empfehlungen unter anererkennungswürdigen Bedingungen entstanden sind, besteht letztlich die Chance, eine hohe Akzeptanz des Verfahrens und seiner Resultate in der gesamten Bürgerschaft zu erlangen.

Im Verfahren selbst kam eine Reihe von Maßnahmen zur Anwendung, die die Publizität des Tunneldialogs sicherstellen sollten:

**Prinzip der offenen Tür:** Allen interessierten Personen stand es offen, entweder als Zuhörer an den Sitzungen des Runden Tisches teilzunehmen und/oder im Bürgerdialog eigene Fragen, Hinweise und Perspektiven einzubringen. Das Angebot der passiven Teilnahme an der Expertenrunde wurde in der Praxis jedoch nur von wenigen Bürgern wahrgenommen; die Zahl der Zuhörer bewegte sich jeweils zwischen fünf und zehn. Die Termine für die vier Dialogtreffen fanden an zwei Freitagen, einem Montag und einem Donnerstag statt. Die Sitzungen begannen jeweils zur Mittagszeit, einem Zeitpunkt an dem viele Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen beruflich verhindert gewesen sein dürften.

**Internetpräsenz:** Tagesordnungen, Teilnehmerlisten, Ergebnisprotokolle des Runden Tisches und Vorträge waren nach Sitzungen sortiert für jedermann im Internet zugänglich (vgl. [www.tunneldialog.de](http://www.tunneldialog.de) und Anhang A 7). Die zentralen Ergebnisse und der Verlauf einer jeden Sitzung waren dort zudem in Kurzzusammenfassungen dargestellt und nachzulesen. Darüber hinaus bestand die Möglichkeit, sich über die wesentlichen Fragen zum Beteiligungsverfahren zu informieren und ggf. Fragen, Anmerkungen und Kritik über ein Kontaktformular an die Organisatoren abzugeben. Der Bürgerdialogteil wurde in der Online-Dokumentation nicht explizit aufgearbeitet. Diskussionsforen, Verbindungen mit sozialen Netzwerken und anderen Informationsquellen zum Thema waren auf der Homepage der Stadtverwaltung nicht vorhanden bzw. wurden nicht genutzt.

**Zugang vor Ort:** Alle wesentlichen Dokumente wie Tagesordnungen, Teilnehmerlisten, Ergebnisprotokolle des Runden Tisches und Vorträge waren auch in gedruckter Form zugänglich. Interessierte Personen hatten die Möglichkeit, diese Informationen in den Räumen der Stadtverwaltung einzusehen.

**Pressemitteilungen:** Darüber hinaus haben sowohl die Organisatoren als auch die Stadtverwaltung durch Pressemitteilungen, telefonische Pressegespräche und schriftliche Informationen an die Lokalpresse auf die Ziele, den Prozess und die Ergebnisse des Tunneldialogs aufmerksam gemacht. Insgesamt gab es zwei Pressemitteilungen durch die IFOK GmbH und eine weitere von Fraunhofer UMSICHT. Pressegespräche wurden vor jeder Sitzung mit Vertretern der lokalen Zeitungen geführt. Nach dem Abschluss des Verfahrens wurde eine Pressekonferenz gehalten, in der die Ergebnisse vorgestellt wurden.

Berichterstattung lokaler Medien: Die beiden lokalen Zeitungen Schwäbisch Gmünds (Remszeitung und Gmünder Tagespost) widmeten jeder einzelnen Sitzung eine Ankündigung sowie einen Bericht im Nachgang. Beide Zeitungen berichteten vorwiegend neutral über den Verfahrensverlauf und die präsentierten Ergebnisse. Beide Zeitungen hoben wiederholt den Modellcharakter des Verfahrens hervor. Die zentralen Ergebnisse der Begutachtung, die gegen den Einbau eines Tunnelfilters sprechen, wurden, vor allem von der Gmünder Tagespost, prägnant und gut nachvollziehbar dargestellt<sup>11</sup>. Im abschließenden Kommentar der Tagespost wurde die zentrale Rolle der Moderation für das Gelingen eines Beteiligungsverfahrens treffend resümiert: *»Vor allem haben die Moderatoren einen Dialog auf Augenhöhe ermöglicht, bei dem es keine Verlierer gibt.«*<sup>12</sup> Beide Zeitungen verwiesen regelmäßig auf die Möglichkeit, die Sitzungsdokumente in der Stadtverwaltung sowie auf der Webseite des Tunneldialogs einzusehen. Insgesamt wurden achtzehn Artikel im Zusammenhang mit dem Tunneldialog veröffentlicht (zehn in der Gmünder Tagespost, acht in der Remszeitung). Alle Artikel waren sowohl in der Print- als auch der Online-Ausgabe der Zeitung zugänglich.

Bürgerinformationsblatt: Am Ende des Verfahrens wurde durch die Teilnehmenden des Runden Tisches der Vorschlag erarbeitet, ein Bürgerinformationsblatt zu entwickeln und in ausreichender Zahl in Schwäbisch Gmünd zu verteilen. Das Informationsblatt liefert zusammengefasst die zentralen Ergebnisse und Fakten des Tunneldialogs und soll die Öffentlichkeit der Stadt über den Ausgang und mögliche Folgen des Verfahrens pointiert informieren<sup>13</sup>.

Inwieweit die Berichterstattung der lokalen Zeitungen und die anderen Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit die Bürgerinnen und Bürger in Schwäbisch Gmünd erreicht hat und wie die Rezeption in der Bürgerschaft war, ist im Rahmen der Studie nicht zu klären.

### Zusammenfassung

Die Anforderungen an die Publizität des Verfahrens wurden erfüllt. Die Öffentlichkeit wurde sowohl durch die Pressemitteilungen als auch die Berichterstattung der lokalen Medien regelmäßig und umfangreich über den Fortgang und die Ergebnisse des Tunneldialogs informiert. Weitere Maßnahmen wie die Internetseite mit vielen Informationen, die Abschlusspressekonferenz und das Bürgerinformationsblatt ergänzten die Maßnahmen der Medienarbeit sinnvoll. Ungenutzte Potenziale bestanden im Bereich der Onlinekommunikation über die Internetseite in Verbindung mit Maßnahmen im Bereich der sozialen Medien.

## 6.7 Einflussnahme auf die Ergebnisse

Einflussnahme beschreibt sowohl die Möglichkeiten der Bürgerinnen und Bürger im Bürgerdialog als auch der Interessenvertreterinnen und -vertreter, am Runden Tisch auf die Beratungsergebnisse des Tunneldialogs einwirken zu nehmen. Es erfasst erstens, inwieweit institutionelle Möglichkeiten zur Mitwir-

<sup>11</sup> Vgl. Artikel vom 20. Juli 2012 »Bessere Wege als Filter zu sauberer Luft«, [Fischer, 2012a]

<sup>12</sup> Vgl. Kommentar vom 21. Juli 2012 »Auseinandersetzung ohne Verlierer«, [Fischer, 2012b]

<sup>13</sup> Zum Zeitpunkt der Abfassung des Berichtes war das Bürgerinformationsblatt noch nicht veröffentlicht.



kung vorlagen und genutzt wurden. Zweitens wird betrachtet, ob und inwieweit im Verlauf der Beratungen auf die Anliegen und Vorschläge der Teilnehmenden in den Debatten und Diskussionen eingegangen wurde.

### **Expertendialog**

Die Möglichkeit zur Mitentscheidung bestand im Tunneldialog von Beginn an. Die Vertreter der Bürgerinitiative waren zusammen mit Vertretern des BMBF, der Kommunalverwaltung Schwäbisch Gmünd und des Landratsamtes Ostalbkreis bereits an der Auswahl des Konsortiums zur Umsetzung des Tunneldialogs beteiligt.

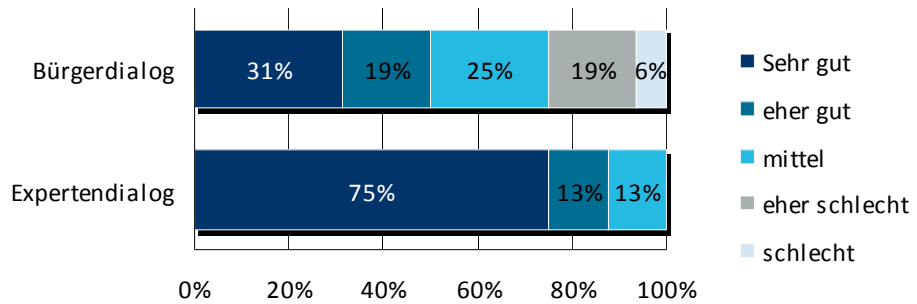
Daneben hatten die Mitglieder des Runden Tisches während des Verfahrens Möglichkeiten, sowohl auf den Verfahrensablauf als auch auf die Ergebnisse der Beratungen einzuwirken. Die Interessenvertreter wirkten mit und entschieden über:

- Tagesordnungen und Verlauf der Sitzungen,
- Ergebnisprotokolle der einzelnen Sitzungen (vgl. exemplarisch Anhang A 7, Ergebnisprotokoll der 2. Sitzung, 3. Seite), Analyseparameter der Begutachtung durch die Gutachter,
- Ablauf, Fortgang und Abschluss der Beratungen (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll der 2. Sitzung, 9 Seite, Ergebnisprotokoll 1. Sitzung, 4. Seite),
- Kleingruppenarbeit zur Erarbeitung ausgewählter Inhalte,
- Abschlussdokument mit den Empfehlungen (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokoll der 3. Sitzung, 8 Seite).

Die Teilnehmenden des Runden Tisches hatten zudem innerhalb des Verfahrens die Gelegenheit, Fragen zu stellen, und eigene Beobachtungen und Perspektiven in die Diskussionen im Plenum einzubringen. Nach jedem Vortrag der Gutachter gab es die Gelegenheit zur ausführlichen Beratung und Diskussion der Ergebnisse (vgl. Anhang A 7, Ergebnisprotokolle der 1., 2. und 3. Sitzung). Die Moderatoren gewährleisteten dabei die gleichberechtigte Teilhabe der Interessenvertreter am Tisch. Darüber hinaus hatten die Mitglieder des Runden Tisches die Möglichkeit, durch die Mitarbeit in Kleingruppen Pläne für die Weiterarbeit nach Ende des Tunneldialogs zu entwickeln. Die Themen der Gruppen waren Messungen und Validierung, Innovation und saubere Luft, Abschlussbericht und Kommunikation.

Die Teilnehmenden des Expertendialogs bewerteten ihre Einflussmöglichkeiten auf den Tunneldialog entsprechend der zuvor skizzierten Möglichkeiten positiv (vgl. Abbildung 6-6); circa 90 % der Befragten bezeichneten diese als »sehr gut« bis »eher gut«.

Abbildung 6-6:  
Einflussmöglichkeiten  
der Beteiligten auf den  
Beratungsprozess und  
das Ergebnis nach  
Einschätzung der  
Teilnehmenden



### Bürgerdialog

Im Vergleich zu den Mitgliedern des Runden Tisches waren die Mitwirkungsmöglichkeiten der Teilnehmenden des Bürgerdialogs auf den Fortgang und die Ergebnisse des Tunneldialogs gering.

Die in den Versammlungen anwesende Bürgerschaft hatte im Wesentlichen die Möglichkeit, über Diskussionsbeiträge im Plenum ihre Fragen, Kommentare und Perspektiven einzubringen und darzustellen. Eine direkte Einflussnahme auf Entscheidungen, Tagesordnungen und Abschlussdokumente war mit der Teilnahme am Bürgerdialog nicht verbunden. In der dritten Sitzung wurde darüber hinaus die Möglichkeit gegeben, sich mit den Gutachtern am Ende des Sitzungstags in einen intensiveren Austausch zu begeben.

Entsprechend fällt auch das Urteil der Teilnehmenden des Bürgerdialogs aus. Nur die Hälfte beschreibt die Möglichkeiten ihrer Einflussnahme als »sehr gut« bis »eher gut«. Die andere Hälfte der Bürgerinnen und Bürger bewertet die Möglichkeit zur Einflussnahme als »mittel«, »eher schlecht« und »schlecht« (vgl. Abbildung 6-6).

### Zusammenfassung

Die Möglichkeiten der Mitglieder des Runden Tisches, die Beratungen des Tunneldialogs zu beeinflussen, waren insgesamt sehr gut; alle Teilnehmenden hatten an den wichtigen Stellen im Verfahren die Möglichkeit über den Ablauf und den Fortgang mitzuentcheiden. Das Format des Bürgerdialogs hingegen war deutlich weniger auf die aktive Mitwirkung der Bürgerinnen und Bürger angelegt. Im Zentrum stand hier die Vermittlung der Ergebnisse des Expertendialogs. Entsprechend konnten Besucher, die ihrerseits eine Faktendiskussion führen wollten, nicht in der Gänze zufriedengestellt werden.

## 7 Wirkung des Beteiligungsverfahrens auf die Teilnehmenden

Der Erfolg eines Bürgerbeteiligungsverfahrens zeigt sich unter anderem an den Wirkungen des Verfahrens auf die Teilnehmenden. Bei der Analyse der Wirkungen kommen verschiedene Möglichkeiten in Frage. Angefangen bei den Veränderungen der Wissensstände der Beteiligten über die Entwicklung der Meinungen zum Beratungsgegenstand und der Bewertung der Ergebnisse. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Untersuchung a) zur Entwicklung des Kenntnisstandes und b) zum Wandel der Meinungen der Teilnehmenden und c) zur Bewertung der Ergebnisse wiedergegeben.

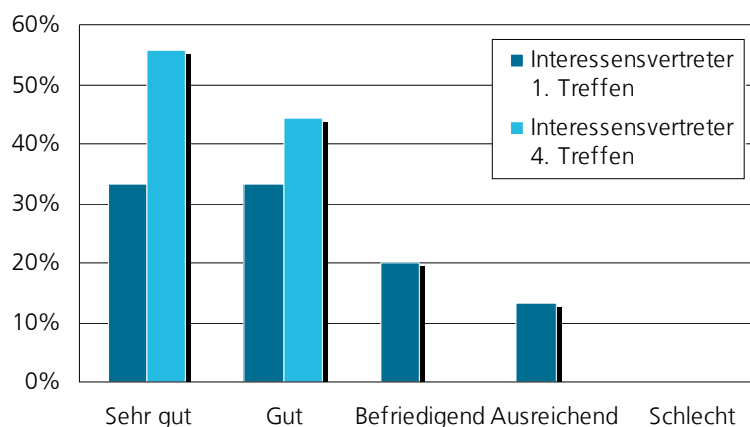
### 7.1 Entwicklung der Wissensstände

Eine zu erwartende Wirkung der Beratungen ist eine Verbesserung des Wissensstandes der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zum Beratungsgegenstand. Um dies zu prüfen, wurde vor Beginn und am Ende des Verfahrens die Teilnehmenden des Experten- und Bürgerdialogs gebeten, eine Selbsteinschätzung zu ihrem Kenntnisstand abzugeben.

#### Expertendialog

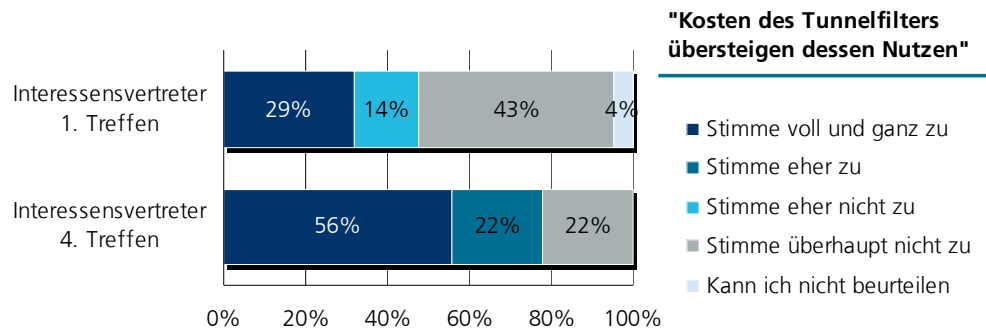
Wie in Abbildung 7-1 zu sehen ist, bewertete ein Großteil der Interessenvertreter bereits am ersten Sitzungstermin die eigenen Kenntnisse zum Thema Tunnelfilter als »sehr gut« und »gut«. Ein geringer Anteil der Befragten hingegen bewertete das eigene Wissen mit »befriedigend« und »ausreichend«. Im Vergleich dazu bewertete ein höherer Anteil der gleichen Befragten das Niveau ihrer Kenntnisse zum Thema nach der vierten Sitzung als »gut« und »sehr gut« (vgl. Abbildung 7-1). Aus der Perspektive der Interessenvertreter hat folglich eine Wissenszunahme auf hohem Niveau stattgefunden.

Abbildung 7-1:  
Einschätzung des  
Kenntnisstandes der  
Teilnehmenden



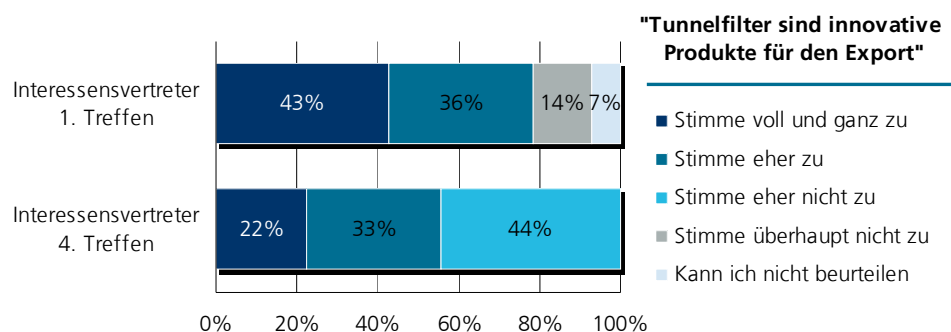
Ein verbesserter Kenntnisstand unter den Teilnehmenden zeigt sich bei der Einschätzung spezifischer, während des Verfahrens diskutierter Aspekte. So war zu Beginn des Verfahrens noch weniger als ein Drittel der Teilnehmenden des Runden Tisches der Ansicht, dass die Kosten des Tunnelfilters dessen Nutzen übersteigen würden (vgl. Abbildung 7-2). Nach dem Verfahren stimmten dieser Aussage knapp 80 % zu. Die Erkenntnis, dass der Tunnelfilter im Verhältnis zu seinen Kosten einen relativ geringen Nutzen hat, hat sich also zum Ende des Verfahrens weitestgehend durchgesetzt.

Abbildung 7-2:  
Kosten-Nutzen-  
Bewertung des Tunnel-  
filters der Teilnehme-  
nden



Ebenso hat sich die Einschätzung des Exportpotenzials der Tunnelfiltertechnologie verändert. Während zu Beginn des Verfahrens knapp 80 % der Teilnehmerinnen und Teilnehmer glaubten, dass Tunnelfilter zukunftsfähige Produkte seien, die sich für einen weltweiten Export eigneten, stimmten dieser Aussage am Ende des Verfahrens nur noch etwas mehr als die Hälfte der Befragten zu (vgl. Abbildung 7-3).

Abbildung 7-3:  
Einschätzung des  
Exportpotenzials der  
Tunnelfiltertechnologie  
durch die Teilnehme-  
nden

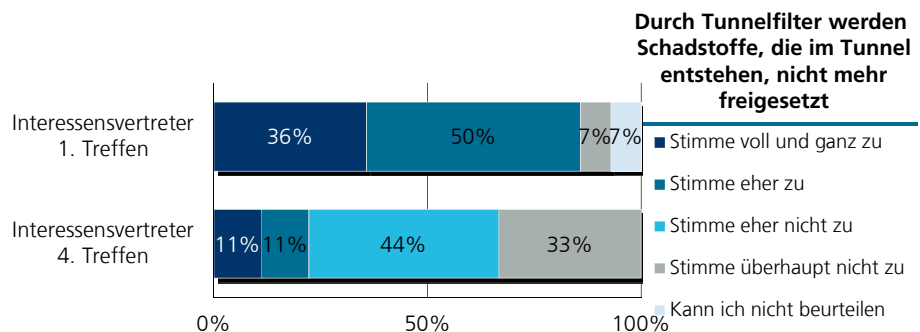


Eine zentrale Frage zur Einschätzung der Notwendigkeit eines Tunnelfilters war, ob dieser die Schadstoffbelastung in Schwäbisch Gmünd signifikant reduzieren könne. Die Vertreter der Landesverwaltung stritten dies ab, während die lokalen Interessensvertreter von einer Schadstoffreduktion ausgingen. Diese Erhebung bildet diese Kontroverse ab: 42 % der Befragten stimmten vor dem Verfahren der Aussage »voll und ganz« oder »eher« zu, dass es ohne Filter zu Verletzungen der Schadstoffgrenzwerte kommen würde. Ein ebenso großer

Teil (43 %) stimmte »eher nicht zu«. Am Ende des Verfahrens nahmen nur noch 22 % der Befragten an, dass es ohne den Tunnelfilter zu Verletzungen der Schadstoffgrenzwerte kommen wird. Bei der großen Mehrheit hatte sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass ein Tunnelfilter keinen wesentlichen Einfluss auf das Niveau der Schadstoffe in der Luft hätte.

In ähnlicher Weise veränderte sich die Einschätzung der Teilnehmenden bezogen auf die Fähigkeit eines Tunnelfilters, die Freisetzung von Schadstoffen zu verhindern. Gingen zu Beginn des Verfahrens noch beinahe 90 % der Befragten davon aus, dass dies der Fall sei, waren es nach Verfahrensabschluss nur noch gut ein Fünftel der Befragten (vgl. Abbildung 7-4 ). Dabei haben die Beratungen gezeigt, dass die Filtertechnik sehr wohl die Fähigkeit besitzt, die Freisetzung von Schadstoffen zu minimieren.

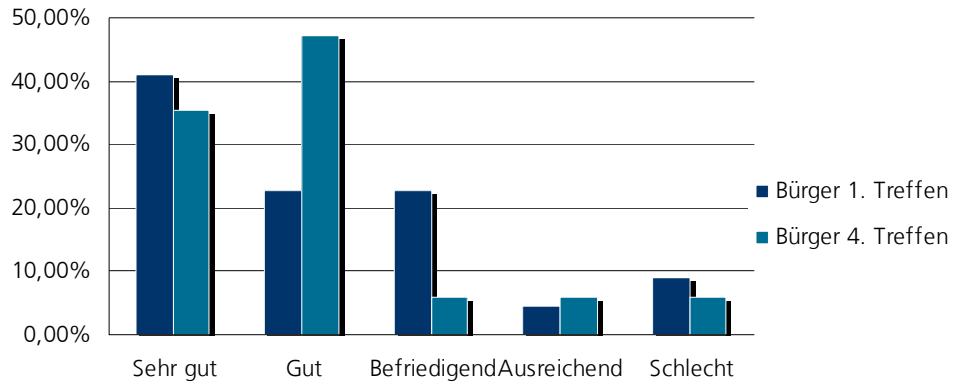
Abbildung 7-4:  
Fähigkeit des Tunnelfilters, Schadstoffemissionen zu reduzieren nach Einschätzung der Teilnehmenden



### Bürgerdialog

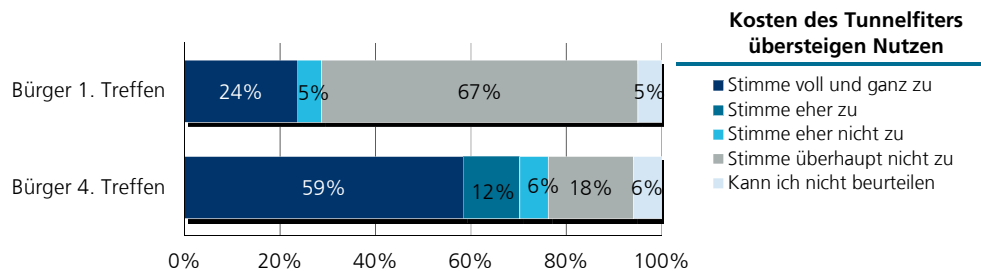
Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer am Bürgerdialog waren in die Erarbeitung der Ergebnisse bei weitem nicht so stark eingebunden wie die Teilnehmer des Expertendialogs. Sie wurden vor allem über die Ergebnisse informiert und hatten dann die Möglichkeit, Fragen zu stellen und Wünsche, Anregungen und Ideen zu äußern. Im Idealfall sollten sie die Ergebnisse genauso akzeptieren, wie die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Expertendialogs und somit auch eine vergleichbare Verbesserung in ihrem Kenntnisstand zum Tunnelfilter erzielen. Allerdings gaben den Ergebnissen zufolge nur rund 60 % der Befragten Bürgerinnen und Bürger an, dass sich ihr Kenntnisstand durch den Tunneldialog »stark« oder »sehr stark« verbessert habe (vgl. Abbildung 7-5). Bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Expertendialogs betrug dieser Wert 88 %. Nichtsdestotrotz schätzt die große Mehrheit der Teilnehmer (82 %) ihren Kenntnisstand nach dem Verfahren als »gut« oder »sehr gut« ein.

Abbildung 7-5:  
Eigene Kenntnisse zum  
Tunnelfilter nach Ein-  
schätzung der Teil-  
nehmenden



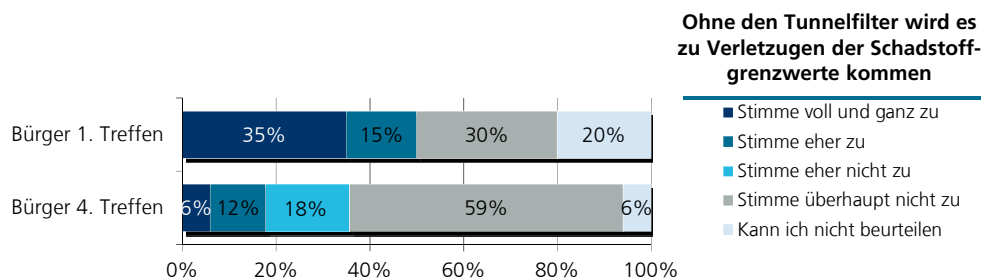
Nach Abschluss des Tunneldialogs schätzten über 70 % der Teilnehmenden am Bürgerdialog das Kosten-Nutzen-Verhältnis eines Tunnelfilters als negativ ein (vgl. Abbildung 7-6). Dies deutet darauf hin, dass, trotz schwächerer Einbindung in den Prozess, ein ähnlich starker Meinungswandel stattgefunden hat wie bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Expertendialogs.

Abbildung 7-6:  
Kosten-Nutzen-  
Verhältnis des Tunnel-  
filters nach Einschät-  
zung der Teilnehme-  
nden



Ebenso glaubt der Großteil der Teilnehmenden des Bürgerdialogs nicht mehr, dass der Tunnelfilter einen Einfluss auf die Verletzung der Schadstoffgrenzwerte hat. Nur noch 18 % der Befragten glaubte nach dem Verfahren noch, dass es ohne Tunnelfilter dazu kommen werde (vgl. Abbildung 7-7).

Abbildung 7-7:  
Einfluss des Tunnelfil-  
ters auf die Verletzung  
von Schadstoffgrenz-  
werten nach Einschät-  
zung der Teilnehme-  
nden



Vor dem Tunneldialog sorgten sich viele der Schwäbisch Gmünder Bürgerinnen und Bürger, dass es durch den Tunnel zu einer erhöhten Schadstoffbelastung in Schwäbisch Gmünd kommen würde. Da sich im Laufe des Dialogs herausstellte, dass es durch den Tunnel zu keiner nennenswerten Schadstoffmehrbelastung in Schwäbisch Gmünd kommen wird und somit ein zentrales Argument für die Notwendigkeit eines Tunnelfilters wegfiel, war diesbezüglich ein starker Meinungswandel zu erwarten.

### **Zusammenfassung**

Der Dialogprozess hat zu einer erheblichen Zunahme des Kenntnisstandes der Teilnehmerschaft zu den Themen der Beratungen geführt. Dies gilt sowohl für die Mitglieder des Runden Tisches als auch die Bürgerinnen und Bürgern, die am Bürgerdialog teilnahmen. Nach eigenen Aussagen der Teilnehmenden war der Erkenntnisgewinn besonders groß in den Bereichen Ausbreitung und gesundheitliche Relevanz von Schadgasen und Feinstäuben. Aber auch zu anderen Themenbereichen war ein großer Zuwachs zu verzeichnen. Die Mehrheit der Teilnehmenden war zudem in der Lage, verschiedenen Aussagen zum Nutzen und Schaden des Tunnelfilters im Lichte der erarbeiteten Fakten neu und anders zu bewerten als noch zu Beginn des Verfahrens.

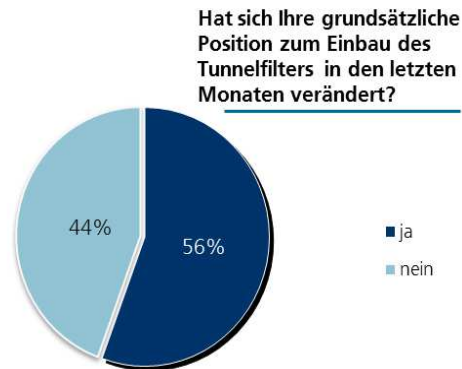
## **7.2 Meinungswandel**

Vor dem Tunneldialog war eine große Mehrheit nicht nur der Teilnehmenden des Runden Tisches und des Bürgerdialogs, sondern auch der Bürgerschaft in Schwäbisch Gmünd der Meinung, dass es durch den Tunnel ohne Tunnelfilter zu einer erhöhten Schadstoffbelastung in der Stadt kommen würde. Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begutachtung haben nun die gegenteilige Faktenlage hervorgebracht: Der Tunnel alleine ohne Filter verringert die Schadgas- und Feinstaubbelastung (vgl. Kapitel 12 und 13). Der Einbau eines Filters bringt nur einen verschwindend geringen Beitrag zur Reduktion der Schadstoffe. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie viele der Teilnehmenden ihre Meinung im Angesicht der Fakten und der Beratungen im Verfahren geändert haben. Die Darstellung erfolgt getrennt nach Experten- und Bürgerdialog, um Unterschiede zwischen den verwendeten Formaten und der Teilnehmerschaft diesbezüglich aufzuzeigen.

### **Expertendialog**

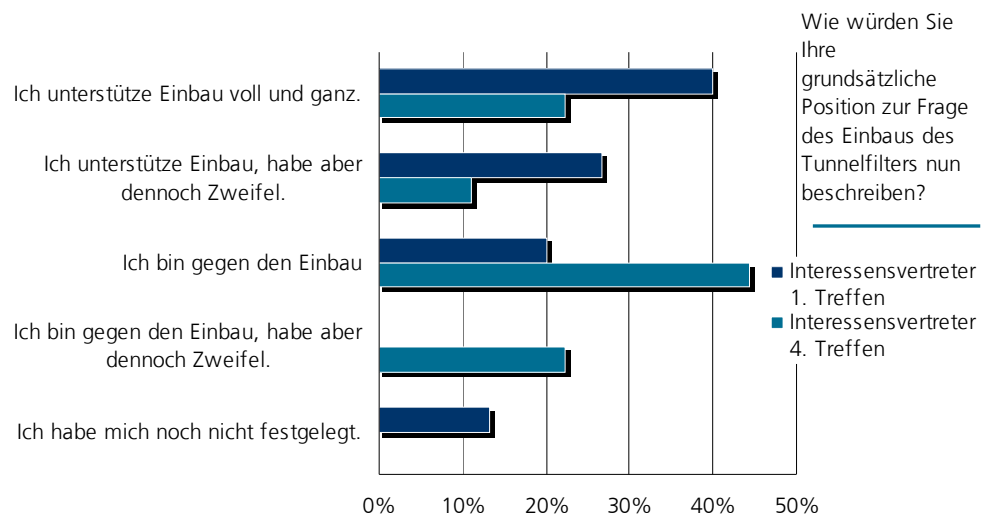
Von den Teilnehmern des Expertendialogs gaben 56 % an, ihre Meinung über die Notwendigkeit eines Tunnelfilters geändert zu haben (vgl. Abbildung 7-8). Nur 44 % blieben laut eigener Aussage bei ihrer Meinung.

Abbildung 7-8:  
Veränderung der Meinung zur Notwendigkeit eines Tunnelfilters nach Einschätzung der Teilnehmer des Expertendialogs



Die Teilnehmer wurden zudem gebeten, ihre konkrete Position zum Tunnelfilter zu nennen (vgl. Abbildung 7-9). Noch zu Beginn des Verfahrens gaben zwei Drittel der Teilnehmerschaft an, den Einbau eines Filters zu unterstützen<sup>14</sup>. Am Ende war es nur noch ein Drittel. Der Anteil der Personen, die noch keine Meinung zum Thema hatten, ist gleichzeitig erheblich gesunken. Das Ergebnis zeigt, dass es im Rahmen des Expertendialogs durch die gutachterlich bereitgestellten Fakten und einen offenen und transparenten Informations- und Diskussionsprozess zu einer echten Meinungsänderung unter den Teilnehmern des Expertendialogs gekommen ist.

Abbildung 7-9:  
Positionen der Teilnehmenden am ersten und vierten Expertendialog zum Tunnelfiltereinbau



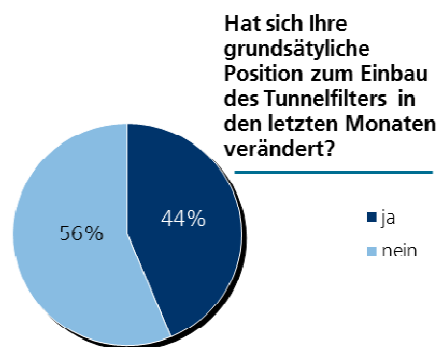
<sup>14</sup> Hierbei werden Befragte, die »Ich unterstütze den Einbau voll und ganz« oder »Ich unterstütze den Einbau, habe aber dennoch Zweifel« angaben, zusammen betrachtet.



### Bürgerdialog

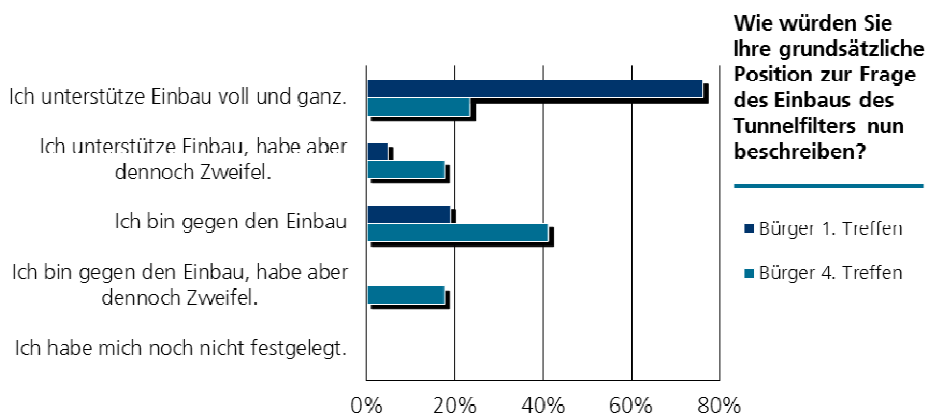
Während die Teilnehmer des Expertendialogs sich intensiv mit den Gutachtern austauschen und die Fakten im Gremium diskutieren und bewerten konnten, wurden den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Bürgerdialogs die Ergebnisse zusammengefasst in der Hälfte der Zeit präsentiert (vgl. Kapitel 3.3). Nun stellt sich die Frage, ob und inwieweit auch hier ein Meinungswandel in der Teilnehmerschaft vollzogen wurde. Das Ergebnis: 44 % der Bürgerinnen und Bürger haben nach eigener Aussage ihre Meinung über die Notwendigkeit eines Tunnelfilters geändert (vgl. Abbildung 7-10). 56 % wollen weiterhin den Einbau der Technik. Im Vergleich der Verfahrensteile zeigt sich: Im Gegensatz zum Expertendialog blieben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Bürgerdialogs mehrheitlich bei ihrer Meinung.

Abbildung 7-10:  
Veränderung der Meinung zur Notwendigkeit eines Tunnelfilters nach Einschätzung der Teilnehmer des Bürgerdialogs



Die konkrete Meinungsabfrage bei den Teilnehmenden zeigt jedoch ein leicht anders Bild. Der Prozentanteil derer, die den Einbau eines Tunnelfilters nicht unterstützen, ist nun wesentlich höher als noch zu Beginn des Verfahrens (vgl. Abbildung 7-11). Zu Beginn des Verfahrens gaben rund 80 % der Bürgerdialogteilnehmenden an, den Einbau zu unterstützen. Am Ende waren es nur noch 40 %. Gleichzeitig ist der Anteil der Personen, die noch keine Position hatten, auf null gesunken. Wie beim Expertendialog auch haben die neuen Informationen und Erkenntnisse einen Meinungswandel begründet. Die Mehrheit der Teilnehmenden ist, wenn man sie konkret fragt, gegen den Einbau eines Tunnelfilters.

Abbildung 7-11:  
Positionen der Teilnehmenden zum  
Tunnelfiltereinbau



### Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Befragung haben ergeben, dass 56 % der Mitglieder des Runden Tisches und 44 % der Bürgerinnen und Bürger des Bürgerdialogs ihre Meinung zur Frage des Tunnelfilters gerändert haben. Die Antworten zur konkreten Positionierung wiederum haben einen noch stärker ausgeprägten Meinungswandel erkennen lassen. Demnach ist nach Ablauf des Verfahrens eine klare Mehrheit der Teilnehmerschaft des Runden Tisches und des Bürgerdialogs gegen den Einbau des Filters. Zu Beginn des Verfahrens unterstützte noch eine Mehrheit beider Befragtengruppen den Einbau des Filters.

### 7.3 Beurteilung der Ergebnisse

Das als Verfahren zur gemeinschaftlichen Klärung, Beurteilung und Interpretation der Fakten konzipierte Beteiligungsverfahren hat drei wesentliche Befunde hervorgebracht: (1) Ein eingebauter Tunnelfilter würde die Feinstaubemissionen in Schwäbisch Gmünd nur marginal reduzieren. Mit Blick auf zukünftige Handlungsoptionen ergab sich: (2) Strengere Auflagen für die bereits bestehende Umweltzone, die deutlich besser geeignet sind, die Luftqualität in Schwäbisch Gmünd zu verbessern. (3) Weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität könnten möglicherweise durch ein (staatlich gefördertes) Projekt in der Stadt generiert werden.

Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen des Expertendialogs stimmten diesen Befunden und der abschließenden Empfehlung zu. Im Folgenden werden ihre Bewertungen der einzelnen Punkte differenzierter dargestellt und einer gutachterlichen Bewertung unterzogen.

#### Marginaler Nutzen des Tunnelfilters

Rückblickend betonten viele der anwesenden Teilnehmenden des Runden Tisches ihre anfänglichen Zweifel an dem Sinn und der Legitimität des Beteiligungsverfahrens. Diese wichen allerdings einem generellen Vertrauen in das Verfahren, das die Beteiligten als geeignetes Format zur Lösung der offenen Frage sowohl in Schwäbisch Gmünd als auch in vergleichbaren Konfliktfällen betrachten.

Wenngleich die Expertise und Unabhängigkeit der beteiligten Wissenschaftler nur sehr vereinzelt und keineswegs grundsätzlich bezweifelt wurde, blieb bei einigen Interessenvertretern in der Expertenrunde doch eine skeptische Grundhaltung bestehen. Die Tatsache, dass sie die prognostizierten Emissionen des Tunnels vorläufig akzeptierten, banden viele Mitglieder des Runden Tisches an die Forderung nach weiteren Messungen und weiteren Veränderungen der Messpunkte. Viele Teilnehmenden teilten die Auffassung: *»(d)er Bürger ist nur durch Fakten zu überzeugen.«*

Die Teilnehmer des Expertendialogs gingen ebenfalls davon aus, dass die Akzeptanz der erarbeiteten Ergebnisse innerhalb der Bevölkerung gering ausfallen wird. In der Folge forderten sie weitergehende Maßnahmen, um auch die Bürgerschaft an dem Erkenntnisprozess teilhaben zu lassen. Die neue Faktenlage, so der einhellige Wunsch, soll durch Informationsmaterialien in leicht zugänglicher Form an die Bevölkerung vermittelt werden. Darüber hinaus sollen der Oberbürgermeister, der Gemeinderat und die Lokalmedien in die Vermittlung der Befunde eingebunden werden.

Viele der lokalen Interessenvertreter des Runden Tisches waren offenkundig bemüht, das in sie gesetzte Vertrauen und die mit ihrem Engagement verbundenen Erwartungshaltungen nicht zu enttäuschen: *»Jetzt geht es darum, die Akzeptanz für die Empfehlung, dass der Tunnelfilter nicht kommt, glaubhaft in die Bürgerschaft zu kommunizieren (...) Die Leute glauben sonst vielleicht, wir seien umgefallen (...) es darf nicht der Eindruck entstehen, dass wir uns über den Tisch haben ziehen lassen.«* Diese Einschätzung verweist darauf, dass das Vertrauen in das Verfahren, die Ergebnisse an die lokale Bürgerschaft zu vermitteln, gering ausfällt.

### **Potenzial einer strikteren Umweltzone**

Zu den überraschenden Ergebnissen des Verfahrens gehört sicherlich die Empfehlung, die bereits eingeführte Umweltzone nun »scharf zu stellen«, d. h. die Grenzen für den Schadstoffausstoß von Verkehrsmitteln weiter zu senken. Mit dieser Empfehlung weichen die Bürgervertreter von dem zuvor herrschenden Meinungsbild in der Bevölkerung ab, das den Tunnelfilter als Alternative zu einer Umweltzone betrachtete. In der Darstellung der Gutachter wurde der zu erwartende geringe Nutzen eines Tunnelfilters mit den deutlich stärkeren Effekten kontrastiert a) einer strengeren Umweltzonenregelung und b) einer Reduzierung von Kaminofenemissionen in der Stadt. Einer der Gutachter formulierte dies explizit als Handlungsaufforderung an die beteiligten Bürgervertreter: *»Sie haben noch mehr zu kommunizieren. Maßnahmen, die den Umfang von 100 Tunnelfiltern bewirken!«*. Dieser Vorschlag wurde sowohl von den beteiligten Bürgervertretern als auch von den Vertretern der Politik und Landesverwaltung aufgenommen, die ihrerseits auf Gründe für eine bislang verschobene Einführung bzw. ihre Skepsis mit Blick auf mögliche Negativfolgen für die Verkehrssituation verwiesen.

### **Potenziale weiterer Projektideen und Planungen**

Im Verlauf des dritten Sitzungstermins wurden verschiedene Möglichkeiten der Förderung als weitere Maßnahme zur langfristigen Verbesserung der Luftqualität und zur wissenschaftlichen Weiterentwicklung von Tunnelfiltertechnologien vorgestellt. Dies geschah in Reaktion auf das von den Befürwortern vorge-

brachte Argument, ein Tunnelfilter in Schwäbisch Gmünd könne mit Mitteln der Forschungsförderung realisiert werden. Die präsentierte Ideenskizze einer Implementierung zum Beispiel eines Forschungsclusters in der Region stieß auf großes Interesse unter den Teilnehmenden. Es herrschte Konsens, dass Überlegungen zu einem solchen Projekt vorangetrieben werden sollten, dass die Bürgervertreter bereit seien, sich gemeinsam mit der Stadt Schwäbisch Gmünd hierfür zu engagieren.

### **Zusammenfassung**

Die erarbeiteten Empfehlungen spiegeln ein breites Spektrum der im Verfahren verhandelten Interessen wider. Diese reichen von dem gemeinsamen Wunsch, die Luftqualität der Stadt insgesamt zu verbessern, über die Wahrnehmung der Bürgervertreter in den Augen der Bevölkerung hin zu Plänen für eine Fortsetzung der Ansätze und Arbeiten, die am Ende des Verfahrens vorliegen. Die Ergebnisse und Empfehlungen waren in sich konsistent und fußten auf neuestem aktuell verfügbarem Wissensstand. Es bleibt abzuwarten, in welchem Umfang die am letzten Sitzungstag entwickelten Ideen und Pläne tatsächlich umgesetzt werden. Zumindest aber können sie als Hinweise für eine erfolgreiche Klärung des vormaligen Konflikts und als Ansätze zu weiterem problemorientierten Handeln gelten. Insgesamt lässt sich schlussfolgern, dass die Bedenken und Argumente der Tunnelbefürworter aus den Reihen der Interessenvertreter und den Teilnehmenden des Bürgerdialogs aufgegriffen und ernst genommen wurden.

## 8 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Das Kulturwissenschaftliche Institut Essen (KWI) hat das Beteiligungsverfahren im Konflikt um einen Straßentunnelfilter in Schwäbisch Gmünd im Rahmen einer Begleitforschung untersucht. Dabei unterschied sich das gewählte Methodendesign von vergleichbaren Studien durch die multidimensionale Evaluationsstrategie, die sowohl Kontextbedingungen wie die Vorgeschichte des Konflikts und die Sozialbeziehungen zwischen den beteiligten Akteuren mit in den Blick nahm als auch Bewertungen der Qualität des Beteiligungsprozesses (sowohl durch externe Evaluatoren und aus Sicht der Beteiligten) und Wirkungen auf die Teilnehmerschaft einschlossen (s. Anhang A2.2). Die Ergebnisse der Analyse werden nun im Einzelnen dargestellt:

### **Forschungsstand dialogorientierter Beteiligungsverfahren**

Die Studie hat hervorgebracht, dass vor allem fallübergreifende Großstudien, genauso wie vergleichende Fallstudien, die relevanten Faktoren der Vor- und Kontextbedingungen, der verwendeten Formate und deren Wirkungen auf die Ergebnisse kontrollieren können, weitgehend fehlen. Studien dieser Art würden weitergehende Aussagen und vertiefende Kenntnisse über Vor- und Nachteile bestimmter Verfahrenstypen und Chancen und Grenzen von Beteiligungsverfahren ermöglichen.

### **Entstehung des Konfliktes, Mobilisierung und Sozialbeziehungen der hoch engagierten Interessenvertreter**

In Schwäbisch Gmünd lag vor dem Beginn des Beteiligungsverfahrens ein verfestigtes Meinungsbild unter der Teilnehmern und Teilnehmerinnen des Verfahrens und der Bürgerschaft zugunsten des Tunnelfilters vor. Dieses Meinungsbild beruhte weniger auf der Basis einer sachlichen Auseinandersetzung über den tatsächlichen technischen Nutzen und die zu erwartenden Kosten des Filters, sondern fußte vielmehr auf diffusen Sorgen und Risikowahrnehmungen vor der ungefilterten Abluft des Tunnels. Das politische Engagement der lokalen Bürgerinitiativen zusammen mit weiteren lokal angesehenen Persönlichkeiten aus Verwaltung, Politik und Wirtschaft kanalisierte die Sorgen und den Unmut in der Bürgerschaft, um öffentlich der Forderung nach einem Tunnelfilter Ausdruck zu verleihen. Eine sachliche Auseinandersetzung zwischen den lokalen Befürwortern auf der einen Seite und den Gegnern des Filters aus der Bundes- und Landesverwaltung auf der anderen Seite wurde in der Folge immer schwieriger.

Den Bürgerinitiativen war es letztlich gelungen, durch eine Reihe politischer Protest- und Informationsveranstaltungen (vgl. Tabelle A2-2), nicht zuletzt aber durch enge Verflechtungen mit der Lokalpolitik, den Tunnelfilter auf die Ebene der Stadt- und Landespolitik zu heben.

Am Ende der jahrelangen Auseinandersetzung standen nicht nur verhärtete Positionen zwischen den Konfliktparteien, sondern auch der vom BMBF finanzierte Tunneldialog als mögliche Lösung für die Versachlichung und Beilegung des Konflikts.

Der Tunneldialog bestand aus einem Experten- und Bürgerdialog und war der Versuch, zwei unterschiedliche Verfahrenstypen sinnvoll miteinander zu vereinen. Einerseits Verfahren der Expertenbeteiligung mit wenigen, zumeist qualifizierten Teilnehmern und andererseits Verfahren der Bürgerbeteiligung mit vielen, zumeist weniger qualifizierten Bürgerinnen und Bürgern. Ersteres zielte auf intensive Beratungen mit hohem Anspruch an die Qualität der gemeinsam erarbeiteten Ergebnisse ab zur Klärung der Faktenlage, letzteres auf die Informationsvermittlung und Akzeptanzgenerierung in der lokalen Bürgerschaft.

### **Qualität des Beteiligungsprozesses**

Die Ablaufplanung des Tunneldialogs entsprach einem wohl durchdachten und insgesamt stimmigen Konzept. Sowohl die Organisation der Abläufe und Präsentationen der Gutachterinnen und Gutachter auf den vier Sitzungen als auch der Einsatz der Tagungstechnik verlief alles in allem überwiegend reibungslos und ohne Störungen. Die Zeitpläne der Sitzungen wurden bis auf wenige Ausnahmen eingehalten, ohne dass Pausen gestrichen, Diskussionen abgebrochen und Tagesordnungspunkte auf einen späteren Zeitpunkt verschoben wurden. Die Umsetzung des Verfahrens erfolgte mit höchsten Ansprüchen an die Professionalität.

Die nachträgliche Vermittlung der Beratungsergebnisse des Expertendialogs an die Bürgerinnen und Bürger im Bürgerdialogteil erwies sich als äußerst anspruchsvoll. Die Organisatoren zeigten sich flexibel und begegneten dieser Herausforderung mit verschiedenen Änderungen des Beratungssettings – ohne jedoch die strukturellen Probleme, die sich aus der Synthese zweier unterschiedlicher Beteiligungsformate ergibt, vollständig beheben zu können. Am Ende gilt: Die Ergebnisse des Expertendialogs wurden hohen Ansprüchen an gute und legitime Ergebnisse gerecht, während sich die Vermittlung und Akzeptanzgenerierung in der Bürgerschaft wie erwartet als schwierig erwies.

Der Expertendialog setzte sich aus allen wesentlichen institutionellen Interessenvertretern aus Schwäbisch Gmünd zusammen. Trotzdem fehlten vor allem wichtige überlokale Stimmen und Akteure, die nicht nur für eine ausgewogene Bewertung der Fakten und Diskussionen zwischen Befürwortern und Gegnern, sondern auch für den argumentativen Abgleich zwischen lokalen, Landes- und Bundesinteressen wichtig gewesen wären. Strukturell betrachtet bedeutet das Fehlen entscheidender, von einer Filterlösung betroffener Stimmen und Akteure, wie dem BMVBS, oder Vertretern der Bundes- und Landesregierungen, a) eine Verletzung demokratischer Anforderungen an Beteiligungsverfahren und b) Schwierigkeiten in der ausgewogenen Bewertung und Interpretation der Fakten.

Die Zusammensetzung der Teilnehmenden des Bürgerdialogs war über die vier Treffen hinweg betrachtet hoch selektiv und bildete die städtische Bevölkerungsstruktur nur unzureichend ab. Die Laien aus der Bürgerschaft waren überwiegend höheren Alters, zumeist männlich und übten höher qualifizierte berufliche Tätigkeiten aus.

Im Verlauf des Dialogverfahrens entwickelte sich unter den Teilnehmenden des Expertendialogs sowie zu den Moderatoren, Organisatoren und Gutachtern ein tragfähiges Vertrauensverhältnis, das von hoher Bedeutung für das Zustande-

kommen der geplanten einstimmigen Empfehlung war. Eine professionelle Moderation, akzeptierte wissenschaftliche Gutachter und ein grundsätzlicher Kooperationswille der Teilnehmenden haben diesen Prozess gefördert.

»Vor allem haben die Moderatoren einen Dialog auf Augenhöhe ermöglicht, bei dem es keine Verlierer gibt«

Die Moderation des Verfahrens wurde durchgängig professionell und auf qualitativ hohem Niveau durchgeführt. Die Moderatoren waren jederzeit »Herr des Verfahrens« und in der Lage, auch in schwierigen Situationen Konflikte reibungslos und ohne große Widerstände unter den Beteiligten zu lösen. Die Teilnehmenden des Runden Tisches und des Bürgerdialogteils waren insgesamt sehr zufrieden mit der Moderationstätigkeit der Moderatoren und bescheinigten ihnen eine neutrale Ausübung ihrer Arbeit.

Die einstimmige Empfehlung, keinen Tunnelfiltereinbau mehr zu fordern, die sich im Laufe des Verfahrens gebildet hat, ist vor allem den eindeutigen Ergebnissen der Begutachtung geschuldet, die klar und deutlich gegen den Einbau des Filters sprachen. Hinzu kommt, dass durch die Ergebnisse weder bestimmte Gruppen der Bürgerinnen und Bürger noch der Interessenvertreter direkte Nachteile hinzunehmen hatten. Ein Umstand, der die Akzeptierbarkeit der Ergebnisse für die Teilnehmenden leicht gemacht hat<sup>15</sup>.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Runden Tisches und des Bürgerdialogs verfügten rechtzeitig zu den Sitzungen über gut aufbereitete, vollständige und verständliche Informationen. Sowohl die Vorträge der Gutachter als auch andere beratungsrelevante Informationen wurden sehr gut aufbereitet und in den Sitzungen verständlich präsentiert. Die Informationen waren darüber hinaus über die Internetseite jederzeit zugänglich für die Beteiligten, um aktiv an den Beratungen mitwirken zu können. Die Publizität des Verfahrens wurde durch die Öffentlichkeit der Sitzungen, die eben erwähnte Webseite, regelmäßige Pressemitteilungen sowie durch die Berichterstattung der Lokalzeitungen gewährleistet.

»Als Bürger sitzend hinter dem Runden Tisch habe ich praktisch keine Möglichkeit, Probleme zu diskutieren.«

Die Möglichkeiten der Mitglieder des Runden Tisches, die Beratungen des Tunneldialogs zu beeinflussen, waren insgesamt sehr gut; alle Teilnehmenden hatten an den wichtigen Stellen im Verfahren die Möglichkeit über den Ablauf und den Fortgang mitzuentcheiden. Das Format des Bürgerdialogs hingegen war deutlich weniger auf die aktive Mitwirkung der Zuhörer angelegt. Im Zentrum stand hier die Vermittlung der Ergebnisse des Expertendialogs. Besucher, die ihrerseits eine Faktendiskussion führen wollten, konnten in diesem Setting nicht in der Gänze zufriedengestellt werden.

### **Wirkungen auf die Teilnehmenden**

Der Dialogprozess hat zu einer erheblichen Zunahme des Kenntnisstandes der Teilnehmerschaft zu den Themen der Beratungen geführt. Dies gilt sowohl für die Mitglieder des Runden Tisches als auch die Bürgerinnen und Bürger, die am Bürgerdialog teilnahmen. Nach eigenen Aussagen der Teilnehmenden war der Erkenntnisgewinn besonders groß in den Bereichen Ausbreitung und gesund-

<sup>15</sup> Das zentrale Ergebnis des Tunneldialogs war, dass der Filter nur einen minimalen Beitrag zur Reduzierung des Schadgas- und Feinstaubniveaus erbringen würde und dass alleine die Eröffnung des Tunnels selber eine Verbesserung der Luftqualität bewirkt. Gleichzeitig wurde herausgefunden, dass andere Maßnahmen wie beispielsweise die strikte Umsetzung der Umweltzone einen vielfach höheren Beitrag zur Luftqualität in der Stadt liefern würden (vgl. Kapitel 12 und 13). Die Art des Ergebnisses sorgt nun dafür, dass keine einzelnen Akteure oder Gruppen am Ende durch das Ergebnis schlechter gestellt sind als vor dem Verfahren. Insofern liefert das Ergebnis einen wichtigen Beitrag zur Erklärung der Reaktionen der Teilnehmenden auf das Ergebnis.

heitliche Relevanz von Schadgasen und Feinstäuben. Aber auch zu anderen Themenbereichen war ein großer Erkenntniszuwachs zu verzeichnen (vgl. Kapitel 7.1). Die Mehrheit der Teilnehmenden war zudem in der Lage, verschiedene Aussagen zum Nutzen und Schaden des Tunnelfilters im Lichte der Fakten neu und anders bewerten als noch zu Beginn des Verfahrens.

Neben der Zunahme des Kenntnisstands zum Beratungsgegenstand waren auch erhebliche Veränderungen der Meinungen zur Frage des Einbaus des Tunnelfilters zu beobachten. Die Ergebnisse der Teilnehmendenbefragung haben ergeben, dass 56 % der Mitglieder des Runden Tisches und 44 % des Bürgerdialogs ihre Meinung zur Frage des Tunnelfilters geändert haben. Die Antworten zur konkreten Positionierung wiederum haben einen noch stärker ausgeprägten Meinungswandel erkennen lassen. Demnach ist nach Ablauf des Verfahrens eine klare Mehrheit der Teilnehmerschaft des Runden Tisches und des Bürgerdialogs gegen den Einbau des Filters. Zu Beginn des Verfahrens unterstützte noch eine Mehrheit beider Befragtengruppen den Einbau des Filters.

Die Ergebnisse und Empfehlungen des Tunneldialogs spiegeln ein breites Spektrum der im Verfahren verhandelten Interessen wider. Diese reichen von dem gemeinsamen Wunsch, die Luftqualität der Stadt insgesamt zu verbessern, über die Vermittlung der Ergebnisse an die noch skeptische Stadtbevölkerung hin zur ersten Ideensammlung für eine Fortsetzung der Ansätze und Arbeiten zur Luftreinhaltung in Schwäbisch Gmünd. Die Ergebnisse und Empfehlungen waren in sich konsistent und fußten auf dem neuesten, aktuell verfügbarem Wissen. Es bleibt abzuwarten, in welchem Umfang Ideen und Pläne tatsächlich umgesetzt werden. Insgesamt lässt sich schlussfolgern, dass die Bedenken und Argumente der Tunnelfilterbefürworter aus den Reihen der Interessenvertreter und den Teilnehmenden des Bürgerdialogs aufgegriffen und ernst genommen wurden.



## 9 Lehren aus Schwäbisch Gmünd

Der Tunneldialog in Schwäbisch Gmünd kann alles in allem als ein gelungenes Beteiligungsverfahren gesehen werden. Die Konfliktparteien und Beteiligten haben die wissenschaftlichen Ergebnisse der Gutachter und Gutachterinnen weitgehend akzeptiert. Gemeinsame Empfehlungen wurden vorgelegt. Der jahrelange Konflikt in Schwäbisch Gmünd scheint an sein Ende gekommen zu sein und eine aufwändige Filteranlage für den Einhorn-Tunnel, die keinen wesentlichen Beitrag zur Luftqualität am Ort liefern würde, ist vom Tisch. Da bleibt die Frage: Was können wir aus dem Fall Schwäbisch Gmünd für andere Verfahren und Konflikte lernen? Die folgenden verallgemeinerten Aussagen sollten als Thesen verstanden werden, um zukünftige Verfahren auf wichtige zentrale Themen und Fragen hinzuweisen.

(1) Frühe Beteiligung: Eine frühe Beteiligung – wenige Jahre nach Baubeginn des Tunnels – hätte vermutlich die starke und einseitige Mobilisierung der lokalen Interessenvertreter und der Bürgerschaft für den Tunnelfilter abgemildert oder sogar verhindert. Der Konflikt zwischen Bürgerschaft und Bundes- und Landesministerien hätte vermutlich nicht eine solche Dynamik gewonnen. Konstruktive, lösungsorientierte und erfolgreiche Beratungen sind unter solchen Bedingungen wahrscheinlicher.

(2) An der Auswahl beteiligen: Die Mitglieder des Runden Tisches sollten, soweit dies möglich ist, an der Auswahl der Gutachter, Organisatoren, Moderatoren und Evaluatoren beteiligt werden. Der Fall Schwäbisch Gmünd hat gezeigt, dass die Beteiligung der Mitglieder des Runden Tisches an der Auswahl zu einem beachtlichen Akzeptanz- und Vertrauensvorschluss führte. Dieser Vertrauens- und Akzeptanzvorschluss, sofern er durch die Akteure eingelöst wird, unterstützt die Lösung von Konfliktsituationen, die generelle Akzeptanz des Verfahrens und der handelnden Akteure.

(3) Entscheidungs- und Gestaltungsräume geben: Es hätte dem Tunneldialog gut getan, wenn am Runden Tisch über die spezifischen Potenziale des Tunnelfilters beraten worden wäre, ohne dass die Ablehnung des Einbaus durch das zuständige Bundesministerium bereits vorgelegen hätte. Es hätten sich vermutlich mehr Bürgerinnen und Bürger an den Veranstaltungen beteiligt. Die Bildung von Vertrauen und Akzeptanz im Gremium wäre dadurch von Beginn an gefördert worden. Wäre die Faktenlage weniger eindeutig zu Ungunsten des Filters ausgefallen, hätte die Tatsache, dass letztlich wenig Gestaltungsspielraum in den Beratungen bestand, vermutlich negativen Einfluss auf den Verlauf und das Ergebnis der Beratungen gehabt.

(4) Rückgebundenheit des Verfahrens an die Politik sicherstellen: Das Schwäbisch Gmünder Verfahren war nicht an eine parlamentarisch-administrative Meinungs- und Entscheidungsfindung zum Beispiel im Landtag oder im Bundestag rückgebunden. Das heißt, die Beteiligten am Verfahren wussten vor Beginn des Verfahrens nicht, ob und was mit den Ergebnissen und Empfehlungen des Tunneldialogs passieren wird. Sinnvoll wäre gewesen, eine garantierte Auseinandersetzung mit dem Sachverhalt auf der Basis der Erkenntnisse und

Empfehlungen des Tunneldialogs zum Beispiel im Bundestag oder mit der Ministerialverwaltung vor Beginn des Verfahrens zu garantieren. Diese Rückgebundenheit hätte den Beteiligten eine Chance auf den Einbau eines Tunnelfilters gegeben (sofern die Ergebnisse entsprechend ausgefallen wären), die Unterstützung von demokratisch legitimierten Entscheidungsträgern und Trägerinnen signalisiert und so dafür gesorgt, dass die Ergebnisse des Verfahrens anerkannt und in repräsentativdemokratischen Entscheidungsprozessen berücksichtigt werden.

(5) Ausgewogene Zusammensetzung der Beteiligten sicherstellen: Den Beratungen am Runden Tisch fehlte es an einer ausgewogenen Zusammensetzung von Stimmen und Interessen aller Regelungsbetroffenen. Die vorwiegend lokalen Interessen und Akteure im Expertendialog hätten stärker mit überlokalen Sichtweisen und Interessen konfrontiert werden sollen, um die Wünsche/Forderungen der Interessenvertreter und der Bürgerschaft in einen realistischen Rahmen zu setzen. Dies hätte eine ausgewogene Debatte von Beginn an gefördert. Vertreter des Ministeriums für Verkehr und Infrastruktur aus Baden-Württemberg konnten in dieser Situation nicht mehr sein als ein *advocatus diaboli*. Auch Vertreter der Landes- und Bundespolitik hätte es dafür gebraucht, die den politischen Diskurs mit den lokalen Interessenvertretern und Bürgerinnen und Bürgern führen. Die eindeutigen Ergebnisse der Begutachtung haben weitergehende Kontroversen verhindert, so dass die Auswirkungen der Unausgeglichenheit der Interessen für den weiteren Verlauf begrenzt blieben. Auch die Zusammensetzung der Teilnehmenden des Bürgerdialogs war verbesserungswürdig. Es sollte zukünftig angestrebt werden, dass die teilnehmenden Bürgerinnen und Bürger die städtische Bevölkerungsstruktur durch entsprechende Auswahlverfahren besser abbilden (vgl. BOX 3).

(6) Qualitativ hochwertige Umsetzung: Der Tunneldialog hat gezeigt, wie wichtig die professionelle Planung und Umsetzung eines Bürgerbeteiligungsverfahrens für den erfolgreichen Verlauf und Abschluss sind. Die Zusammenarbeit aus akzeptierten Gutachtern, professionellen und flexiblen Organisatoren und neutralen Moderatoren bei der Planung und Umsetzung waren Garanten für den sehr guten Verlauf und die Ergebnisse des Verfahrens.

»Die Leute glauben sonst vielleicht, wir seien umgefallen (...) es darf nicht der Eindruck entstehen, dass wir uns über den Tisch haben ziehen lassen.«

(7) Bürgerbeteiligung braucht Publizität: Die Öffentlichkeit über den Verlauf und die Ergebnisse nicht nur in Kenntnis zu setzen, sondern auch Lernprozesse, ggf. einen Meinungswandel in der Bürgerschaft anzustoßen, gehören zu den zentralen Herausforderungen eines Bürgerbeteiligungsverfahrens. Die zielgruppengerechte Aufbereitung und Kommunikation der komplexen Informationen über verschiedene Informationskanäle ist dafür wesentliche Voraussetzung. Maßnahmen müssen sowohl die lokalen Massenmedien einbinden, das Internet über Internetseiten und soziale Netzwerke aktiv nutzen sowie die Teilnehmer und Teilnehmerinnen als Multiplikatoren in die Bürgerschaft in die Kommunikationspläne und Umsetzung aktiv einbinden. Wir empfehlen daher Kommunikationsstrategien und Pläne bei der Vergabe von Aufträgen abzufragen, die diesen Aspekt spezifisch adressieren. Gleichzeitig müssen ausreichende Budgetmittel für diese Aufgabe eingeplant werden.

(8) Ziele klären und kommunizieren: Auftraggeber für Beteiligungsverfahren sollten die Ziele, die mit dem jeweiligen Bürgerbeteiligungsverfahren verbun-

den sind, eindeutig klären und kommunizieren. Sollen Bürgerinnen und Bürger informiert oder von einer Entscheidung überzeugt werden? Sollen die Bürgerinnen und Bürger die Verwaltung/Politik beraten, oder geht es um die direkte Einflussnahme der Teilnehmenden auf Entscheidungen? Die Ansprüche und Bedingungen an die jeweiligen Verfahrenstypen unterscheiden sich in der Folge. So sind beispielsweise an ein Verfahren, welches zur Erarbeitung von demokratischen Entscheidungen dienen soll, andere Bedingungen geknüpft als an eines, welches die Bürgerinnen und Bürger informieren soll. Dies betrifft vor allem die Auswahl und die Zusammensetzung der Teilnehmenden, den Modus der Kommunikation und die Publizität des Verfahrens. Der Tunneldialog Schwäbisch Gmünd war aus dieser Perspektive heraus ein sehr gelungenes Verfahren zur Akzeptanzförderung, aber sicherlich kein Musterbeispiel für ein demokratisches Verfahren.

## 10 Literatur Teil B

- [Armbruster & Leisner, 1975] Armbruster, Bernt; Leisner, Rainer: Bürgerbeteiligung in der Bundesrepublik: zur Freizeitaktivität verschiedener Bevölkerungsgruppen in ausgewählten Beteiligungsfeldern (Kirchen, Parteien, Bürgerinitiativen und Vereinen). Göttingen: O. Schwartz 1975
- [Arnstein, 1969] Arnstein, Sherry R: A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35(4), 216-224. doi: 10.1080/01944366908977225. 1969
- [BW, 2007] Landtag von Baden-Württemberg: Kleine Anfrage des Abg. Werner Wölfle GRÜNE und Antwort des Innenministeriums, Abluftkonzept für den B 29-Tunnel in Schwäbisch Gmünd. (Drucksache 14 / 2096). Stuttgart 2007
- [Baier, 1986] Baier, Annette: Trust and antitrust. *Ethics*, 96(2), 231-260. 1986
- [Barnes et al., 1979] Barnes, Samuel H.; Kaase, Max; Allerbeck, Klaus R.: Political action: Mass participation in five western democracies. Beverly Hills: Sage Publications London, 1979
- [Behringer, 2002] Behringer, Jeannette: Legitimität durch Verfahren?: Bedingungen semi-konventioneller Partizipation: eine qualitativ-empirische Studie am Beispiel von Fokusgruppen zum Thema »Lokaler Klimaschutz«. Roderer, Regensburg 2002
- [BI ProTunnelfilter, 2012] Bürgerinitiative Pro Tunnelfilter: Die Chronologie, Stationen auf dem Weg zum Einbau eines Tunnelfilters im Kamin des B 29-Tunnels in Schwäbisch Gmünd. <http://www.initiative-tunnelfilter.de/chronologie.php>. Letzter Zugriff: 21.07.2012
- [Bischoff et al., 2005] Bischoff, Ariane; Sinning, Heidi; Selle, Klaus: Informieren, Beteiligen, Kooperieren: Kommunikation in Planungsprozessen; eine Übersicht zu Formen, Verfahren und Methoden (Völlig überarbeitete und erweiterte Neuauflage ed.). Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur. Dortmund 2005
- [Borsdorf-Ruhl, 1973] Borsdorf-Ruhl, Barbara: Bürgerinitiativen im Ruhrgebiet. Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk. Essen 1973
- [Cohen, 1999] Cohen, Jean: Trust, voluntary association and workable democracy: the contemporary American discourse of civil society. *Democracy and trust*, 233, 40. 1999
- [Dienel, 1986] Dienel, Peter C.: New Options for Participatory Democracy. In C. S. Yadav (Ed.), *Perspectives in Urban Geography, City Planning: Administration and Participation* (Vol. 15, pp. 339). Concept Publishing Company. New Delhi, Indien 1986
- [Dietz & Stern, 2009] Dietz, Thomas; Stern, Paul C.: Public participation in environmental assessment and decision making. National Academy Press. Washington, USA 2009

- [Esterling et al., 2010] Esterling, Kevin; Fung, Archon; Lee, Taeku: The Difference that Deliberation Makes, Evaluating the »Our Budget, Our Economy« Public Deliberation, Preliminary analysis America Speaks, Our Budget, Our Economy.  
[http://www.archonfung.net/docs/articles/2010/AmericaSpeaksPreliminaryAnalysis\\_finalAF.pdf](http://www.archonfung.net/docs/articles/2010/AmericaSpeaksPreliminaryAnalysis_finalAF.pdf). Letzter Zugriff am 11.08.2012
- [Fischer, 2012a] Fischer, Wolfgang: Bessere Wege als der Filter zu sauberer Luft, Gmünder Tagespost, <http://www.gmuender-tagespost.de/624388/> 2012b. Letzter Zugriff am 20.07.2012
- [Fischer, 2012b] Fischer, Wolfgang: Auseinandersetzung ohne Verlierer, Gmünder Tagespost, <http://www.gmuender-tagespost.de/624546>. 2012a. Letzter Zugriff am 21.07.2012
- [Fritsche & Nanz, 2012] Fritsche, Miriam; Nanz, Patrizia: Handbuch Bürgerbeteiligung: Verfahren und Akteure, Chancen und Grenzen. Bundeszentrale für Politische Bildung, Bonn 2012
- [Fung, 2006] Fung, Archon: Varieties of participation in complex governance. *Public Administration Review*, 66, 66-75. 2006
- [Geis, 2005] Geis, Anna: Regieren mit Mediation: Das Teilnahmeverfahren zur zukünftigen Entwicklung des Frankfurter Flughafens (Vol. 6). VS Verlag, Wiesbaden 2005
- [Schwäbisch Gmünd, 2012] Stadt Schwäbisch Gmünd: Tunneldialog, <http://www.schwaebisch-gmuend.de/5543-Tunneldialog.html>. Letzter Zugriff am 29.08.2012
- [Inglehart, 1977] Inglehart, Roland: The silent revolution. Princeton University Press, Princeton, USA 1977
- [Inglehart & Welzel, 1977] Inglehart, Roland; Welzel, Christian: Modernization, Cultural Change, and Democracy: The Human Development Sequence. Cambridge University Press, Cambridge 2005
- [Joss, 2003] Joss, Simon: Zwischen Politikberatung und Öffentlichkeitsdiskurs – Erfahrungen mit Bürgerkonferenzen in Europa Bürgerkonferenz: Streitfall Gendiagnostik (S. 15-36). Opladen: Schick Tanz, Silke, Naumann, Jörg. 2003
- [Leggewie, 2003] Leggewie, Claus: Modernes Regieren mit Kommissionen und Bürgerkonferenzen. In S. Schick Tanz, Naumann, J. (Ed.), Bürgerkonferenz: Streitfall Gendiagnostik. Ein Modellprojekt der Bürgerbeteiligung am bioethischen Diskurs (S. 109-122). Opladen: Leske+Budrich, Opladen 2003
- [Mayntz, 1958] Mayntz, Renate: Soziale Schichtung und sozialer Wandel in einer Industriegemeinde; eine soziologische Untersuchung der Stadt Euskirchen. Enke. Stuttgart 1958
- [Ortweil, 2001] Ortweil, Wolfgang: Planungszellen - Bürgergutachten »Neuss-Innenstadt 2010« Kommunikation und Beteiligung bei Verkehrsprojekten: Beschleunigung oder Behinderung? Fachkongress, 28. und 29. September 2000 in Wuppertal (S. 168-183). DVWG, Bergisch Gladbach 2001

- [Rainbow et al., 2006] Rainbow, Elspeth; Warburton, Diane; Wilson, Richard: Making a Difference: A guide to evaluating public participation in central government. <http://www.involve.org.uk/evaluation-guide/> 2006, letzter Zugriff: 01.09.2012
- [Rauschmayer et al., 2009] Rauschmayer, Felix; Berghöfer, Augustin; Omann, Ines; Zikos, Dimitrios: Examining processes or/and outcomes? Evaluation concepts in European governance of natural resources. *Environmental Policy and Governance*, 19(3), 159-173. doi: 10.1002/eet.506 2009
- [Remszeitung, 2012] Remszeitung: 16000 Unterschriften: Endspurt der Tunnelfilter-Aktion, Remszeitung. <http://remszeitung.de/2012/4/2/16000-unterschriften-endspurt-der-tunnelfilter-aktion/> Letzter Zugriff am 20.08.2012
- [Renn et al., 2010] Renn, Ortwin; Berghöfer, Augustin; Wittmer, Heidi; Rauschmayer, Felix: Participation in the multi-level governance of European water and biodiversity-a review of case studies. *UFZ Discussion Papers*. 2010
- [Renn et al., 1993] Renn, Ortwin; Webler, Thomas; Rakel, Horst; Dienel, Peter; Johnson, Branden: Public participation in decision making: A three-step procedure. *Policy Sciences*, 26(3), 189-214. doi: 10.1007/BF00999716. 1993
- [Scheller, 2000] Scheller, Jens-Peter: Lokale Agenda 21 in Frankfurt am Main: ein Evaluationsbericht. Institut für Kulturgeographie, Stadt- und Regionalforschung der J.-W.-Goethe-Universität, Frankfurt am Main 2000
- [Schicktanz & Naumann, 2003] Schicktanz, Silke; Naumann, Jörg (Eds.): Bürgerkonferenz: Streitfall Gendiagnostik: ein Modellprojekt der Bürgerbeteiligung am bioethischen Diskurs. Opladen: Leske und Budrich 2003
- [Schimpf & Leonhardt, 2004] Schimpf, Elke; Leonhardt, Ulrike: »Wir sagen euch, was wir brauchen, und ihr plant mit uns«: Partizipation von Mädchen und jungen Frauen in der Jugendhilfeplanung. Kleine, Bielefeld 2004
- [Schneider, 2011] Schneider, Sebastian H.: Bürgerhaushalt Oldenburg 2010/2011, Evaluationsbericht, Dokumentation [http://www.oldenburg.de/fileadmin/oldenburg/Benutzer/PDF/20/Bu ergerhaushalt/2010\\_Evaluationsbericht.pdf](http://www.oldenburg.de/fileadmin/oldenburg/Benutzer/PDF/20/Bu ergerhaushalt/2010_Evaluationsbericht.pdf). Letzter Zugriff am 30.06.2012
- [Strele, 2012] Strele, Martin: BürgerInnen-Räte in Österreich, Gemeinsames Forschungsprojekt des Lebensministeriums und des Büros für Zukunftsfragen (pp. 36). <http://www.vorarlberg.at/pdf/endberichtforschungsproje.pdf>. Letzter Zugriff am 28.06.2012
- [Taubert et al., 2011] Taubert, Niels; Krohn, Wolfgang; Knobloch, Tobias: Evaluierung des Kölner Bürgerhaushalts. Kassel University Press, Kassel 2011
- [WBGU, 2011] Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine große Transformation, S.71-84, WBGU, Berlin 2011

- [Weidner & Fietkau, 1995] Weidner, Helmut; Fietkau, Hans-Joachim: Umweltmediation. Erste Ergebnisse aus der Begleitforschung zum Mediationsverfahren im Kreis Neuss. Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht, 18, 451-480. 1995
- [Young, 2000] Young, Iris Marion: Inclusion and Democracy. Oxford University Press, Oxford 2000

# TEIL C      ERGEBNISSE DER GUTACHTERLICHEN UNTERSUCHUNG

Der Umfang der gutachterlichen Untersuchung basiert im Wesentlichen auf einem Fragenkatalog (vgl. Anhang A 1) sowie ergänzenden Fragen, die im Rahmen des Dialogprozesses bearbeitet wurden. Die fachgutachterliche Vorgehensweise ist in Kapitel 2.2 dargestellt.

## 11    Tunnelfiltertechnologien

### 11.1    Aufgabe

Zur Filterung von Luftschadstoffen aus Straßentunneln gibt es auf dem Markt verschiedene Filtersysteme unterschiedlicher Hersteller. Im Rahmen des Untersuchungsschwerpunktes »Tunnelfiltertechnologien« werden folgende Fragestellungen behandelt:

- Welche Filtertechnologien zur Reinigung der Tunnelabluft gibt es und wie wirksam sind diese?
- Wie sind die Filter hinsichtlich Lebensdauer, Wartungsaufwand und Abfallströmen zu bewerten?
- Sind die unterschiedlichen Filtertechnologien mit der Einbausituation in Schwäbisch Gmünd vereinbar und wie könnte die Leistung des Filters im Betrieb ermittelt werden?
- Welche ökologischen Auswirkungen sind durch Einbau und Betrieb von Tunnelfiltern zu erwarten?
- Welchen Energiebedarf haben die unterschiedlichen Systeme?
- Welche Investitionen und Betriebskosten sind zu veranschlagen?

### 11.2    Daten und Annahmen

Die notwendigen Informationen zu den Filtertechnologien wurden durch Anfragen und durch Gespräche mit den Herstellern, sowie durch Recherche bereits veröffentlichter Informationen wie Forschungsberichten und Patenten eingeholt. Hersteller wurden zudem um eine Grobauslegung für Schwäbisch Gmünd gebeten. Für die Beurteilung der Einbausituation und die Darstellung entstehender Investitions- und Betriebskosten am Standort Schwäbisch Gmünd wurde auf Basis der aktuellen Planungen ein Luftvolumenstrom von 150 m<sup>3</sup>/s im Normalbetrieb bei einer täglichen Betriebszeit von 15 Stunden und ein verfügbarer Platzbedarf im Lüftungsstollen von 22x11x8 m<sup>3</sup> (LxBxH) angesetzt.



Dieser Raum muss Platz bieten für die gesamte Filteranlage inklusive eventuell erforderlicher zusätzlicher Ventilatoren und einer Bypassführung des Luftstroms im Brandfall oder bei einem Betriebsausfall des Filters.

**BOX 4: Warum gibt es einen vorgeschriebenen Volumenstrom im Tunnel?**

Der Gesetzgeber schreibt vor, dass in einem Tunnel ein Mindestmaß an Luftbewegung gewährleistet sein muss. In einem Tunnel wie dem Einhorn-Tunnel soll die Luftgeschwindigkeit mindestens 1 m/s im gesamten Tunnel betragen. Dies entspricht umgerechnet auf den Querschnitt des Einhorn-Tunnels ca. 100 m<sup>3</sup> Luftvolumen pro Sekunde (= Volumenstrom). Darauf wird ein Sicherheitszuschlag gerechnet, der sich insbesondere durch Strömungsverluste und eine nicht immer gleich verteilte Strömungsgeschwindigkeit ergibt, so dass das Lüftungssystem auf einen Volumenstrom von ca. 150 m<sup>3</sup>/s ausgelegt wurde. Damit soll eine ausreichende Sicht- und Luftqualität im Tunnel gewährleistet werden.

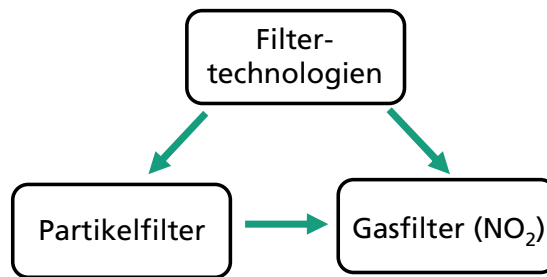
**11.3 Tunnelfiltertechnologien**

Ziel: Verbesserung der Luftqualität im Tunnel oder Reduzierung von Umweltwirkungen außerhalb des Tunnels

Die Errichtung bzw. Installation eines Tunnelfilters (korrekterweise Tunnelluftfilter) erfolgt entweder zur Verbesserung der Luftqualität im Tunnel oder zur Reduzierung von Umwelteinflüssen außerhalb des Tunnels (vgl. Kapitel 14). Dabei können zwei wesentliche Einbauvarianten unterschieden werden: am häufigsten werden Filter im Bypass der Tunnelröhre eingesetzt, um die Luftqualität im Tunnel zu verbessern. Häufig zielt diese Maßnahme auf die Reduzierung von Sichtbehinderungen ab. Des Weiteren werden Filter vor Auslassöffnungen bzw. Abluftbauwerken der Tunnellüftung platziert. Eine Auslassöffnung ist, z. B. wie in Schwäbisch Gmünd, ein Schornstein. Des Weiteren werden dezentrale Lösungen angeboten. Hier handelt es sich um kleine Filtereinheiten (elektrostatische Abscheider), die vor Strahlventilatoren an der Tunneldecke montiert sind [Gale, 2012a]. Schließlich wird noch ein System angeboten, bei dem über die gesamte Tunnellänge in regelmäßigen Abständen Filtereinheiten in Wand- und Deckenelementen installiert sind, die abschnittsweise die Tunnelluft reinigen und im Brandfall kühlen [Liebau, 1999]. Diese Systeme werden im Folgenden aufgrund der gegebenen baulichen Situation in Schwäbisch Gmünd mit einer zentralen Tunnelentlüftung nicht weiter betrachtet.

Prinzipiell ist zwischen Partikelfiltern und Filtern zur Abscheidung von NO<sub>2</sub> (Gasfiltern) zu unterscheiden. Die ersten Partikelfilter wurden Anfang der 80er Jahre eingesetzt, um die Sichtqualität im Tunnel zu verbessern [Katatani, 2011]. Seit den 90er Jahren wurde zunächst in Japan die Entwicklung von Gasfiltern vorangetrieben. Seit einigen Jahren werden diese in einigen Standorten zusätzlich zu Partikelfiltern installiert [Katatani, 2011], [Panasonic, 2012]. Dabei werden zuerst Partikel aus dem Gasstrom entfernt und anschließend NO<sub>2</sub>.

Abbildung 11-1:  
Einordnung Filtertechnologien



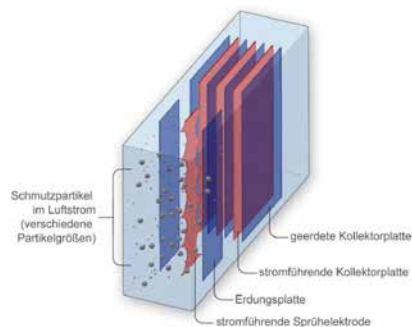
### 11.3.1 Partikelfilter

Partikelfilter für Tunnelluft werden weltweit am häufigsten als elektrostatische Abscheider (ESP) realisiert. Des Weiteren wird von der Firma Ecovac Filteranlagen GmbH ein sogenannter filternder Abscheider angeboten.

#### Wirkungsweise elektrostatischer Abscheider

Elektrostatische Abscheider sind zweistufig aufgebaut (s. Abbildung 11-2). Zunächst erfolgt in der Ionisationsstufe eine elektrische Aufladung der Partikel. Je nach System werden die Partikel negativ oder positiv geladen (ionisiert). Anschließend werden die Partikel in der sogenannten Kollektoreinheit abgeschieden. Diese besteht in der Regel aus abwechselnd positiv und negativ geladenen Platten. Die Partikel werden bei der Durchströmung dieser Platten je nach Ladung von den Kollektorplatten gleicher Ladung abgestoßen und von den Kollektorplatten entgegengesetzter Ladung angezogen und dort abgeschieden. Die technische Realisierung ist von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich.

Abbildung 11-2:  
Funktionsprinzip elektrostatischer Abscheider (links) [Filtrontec, 2012] und Einbausituation (rechts) [FILTRONtec, 2010]



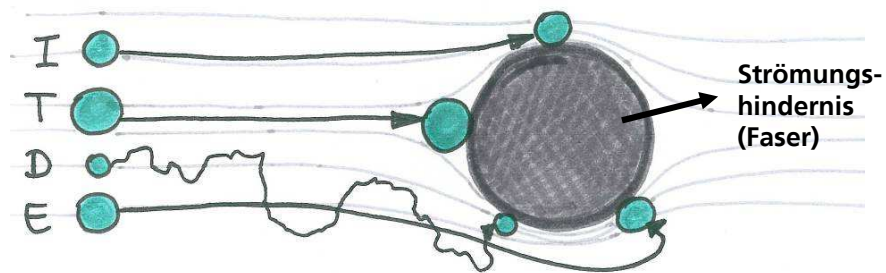
Vorteil von elektrostatischen Abscheidern ist, dass sie üblicherweise ein geringeres Strömungshindernis als filternde Abscheider (s. nachfolgende Beschreibung) darstellen, so dass hohe Strömungsgeschwindigkeiten und damit geringe Baugrößen realisierbar sind. Des Weiteren sind sie meist vollständig aus Metall gefertigt und damit theoretisch auch gegenüber höheren Temperaturen beständig sowie leicht zu reinigen. Nachteilig ist, dass die Abscheidewirkung mit abnehmender Partikelgröße und steigender Strömungsgeschwindigkeit sinkt. Die Abscheidewirkung bei sehr kleinen Partikeln ist daher geringer als bei größeren und muss über die Strömungsgeschwindigkeit sowie den Kollektorplattenabstand eingestellt werden. Des Weiteren ist eine regelmäßige Reini-

gung der Kollektorplatten erforderlich, da mit zunehmender Belegung der Platten die Abscheidewirkung nachlässt und es zu einem Funkenübersprung kommen kann. Zur Reinigung wird häufig Wasser verwendet, so dass ein gewisser Frischwasserbedarf besteht oder eine Wasseraufbereitung erforderlich ist. Schließlich liegt Hochspannung an, die insbesondere bei Wartungsarbeiten berücksichtigt werden muss.

### Wirkungsweise filternder Abscheider

Filternde Abscheider bestehen aus Filterpatronen, in denen die Partikel durch ein mehrlagiges textiles Vlies zurückgehalten werden. Je nach Partikelgröße, -beschaffenheit und erforderlicher Abscheideleistung ist das Filtermaterial unterschiedlich fein, dick oder auch elektrostatisch geladen. Partikel bleiben dann an einzelnen Fasern des Filtermaterials hängen, weil sie entweder der Strömungsumlenkung durch das Material aufgrund von Massenträgheit nicht folgen können (s. T, Abbildung 11-3), sie eine Öffnung aufgrund ihrer Größe nicht passieren können oder sich auf einer Strömungsbahn befinden, die sie mit der Faser in Kontakt bringt (I), sie aufgrund einer Eigenbewegung (Diffusion, gilt für sehr kleine Partikel unter ca. 0,3 µm) die Faser berühren (D) und haften bleiben oder weil die Faser elektrostatisch geladen ist und das Partikel dorthin abgelenkt wird (E).

Abbildung 11-3:  
Funktionsprinzip filternder Abscheider



Vorteile von filternden Abscheidern sind, dass sie, bei entsprechender Auslegung, sehr feine Partikel zu einem hohen Anteil abscheiden können und üblicherweise günstiger in der Anschaffung sind als elektrostatische Abscheider. Zur Reinigung der Filterpatronen ist kein Wasser erforderlich. Dies geschieht üblicherweise mit Druckluft. Nachteilig ist, dass sie ein stärkeres Strömungshindernis als elektrostatische Abscheider darstellen und dadurch entweder eine größere Baugröße haben oder mehr Energie zur Durchströmung benötigt wird. Des Weiteren müssen die Filterpatronen regelmäßig ausgetauscht werden.

### Kenngößen

Eine charakteristische Kenngröße für die Wirkungsweise von Filtertechnologien ist der sogenannte Abscheidegrad. Als Abscheidegrad wird das Verhältnis der zurückgehaltenen Schadstoffmassekonzentration zur gesamten Schadstoffmassenkonzentration in Prozent verstanden. Die Abscheidegrade von elektrostatischen Abscheidern betragen gemäß Herstellerangaben mindestens 80 % (vgl. Tabelle 11-1). Von einem filternden Abscheider, wie ihn die Firma Ecovac entwickelt hat, ist ein höherer Abscheidegrad zu erwarten. Allerdings fehlen hier Erfahrungswerte aus der Praxis.

Tabelle 11-1: Vergleich von Partikelfiltern

Firma/Produkt	Abscheidegrad (%) <sup>a)</sup>	Druckverlust (Pa)	Quellen
Aigner Tunnel Technology GmbH (Ecco)	80-92	250	[Aigner, 2010]
Aigner Tunnel Technology GmbH (Ecco Hybrid)	80-92 Volllast 88-92 Teillast	250	[Aigner, 2010]
Aigner Tunnel Technology GmbH (Ecco EP)	80-94 Volllast 92-98 Teillast	65-160	[Aigner, 2010], [Aigner 2012a]
ECOVAC Filteranlagen GmbH (in Kooperation mit AWS Group AG)	99 (für 1 µm Partikel, Filtermedium)	200-300	[Müller, 2012b], [Müller, 2012c]
FILTRONtec GmbH	80 bis > 90	200-250	[FILTRONtec, 2010], [Deux & Markmann, 2012a]
Fuji Electric Co., Ltd	80	120-350	[Fuji, 2012a]
Kawasaki	> 80	< 250	[Kawasaki, 2010]
KGD Developments Ltd. European Sales	88,7	60	[TekØk AS, 2008], [Gale, 2012b]

a) bezogen auf die Massenkonzentration

Eine weitere wesentliche Kenngröße zur Charakterisierung einer Filtertechnologie ist der Druckverlust einer Filtereinheit. Der Druckverlust wird in Pascal (Pa) gemessen. Wenn ein hoher Druckverlust in einem Filter vorliegt, wird hinter dem von Luft durchströmten Filter ein geringerer Druck gemessen, als wenn der Druckverlust kleiner wäre. Oder: um auf den gleichen Austrittsdruck zu kommen, muss der Druck vor dem Bauteil höher sein. Dafür muss mehr Energie aufgewendet werden. Der Druckverlust ist direkt proportional zur erforderlichen Ventilatorenleistung und kann näherungsweise mit der Formel

$$P \approx \dot{V} \cdot \Delta p \tag{Formel 1}$$

bestimmt werden. P steht für die Leistung in Watt (W),  $\dot{V}$  ist der Volumenstrom in m³/s und  $\Delta p$  ist der Druckverlust in Pascal (Pa).

Die daraus resultierende Energiemenge (E) errechnet sich aus der Leistung und der Betriebszeit (t) und wird in Kilowattstunden (kWh) angegeben:

$$E = P \cdot t \tag{Formel 2}$$

Die geringsten Druckverluste werden für elektrostatische Abscheider angegeben und betragen ca. 60 bis 65 Pa (vgl. [Aigner Ecco EP und KGD] Tabelle 11-1). 300 bis 350 Pa sind die obere angegebene Grenze des Druckverlusts.

Umgerechnet in den erforderlichen Energiebedarf nach Formel 1 bei einem Volumenstrom von 150 m<sup>3</sup>/s (Planfall Schwäbisch Gmünd) entspricht dies einer erforderlichen Leistung von 9 kW (60 Pa) und 37,5 kW (250 Pa).

### 11.3.2 Gasfilter

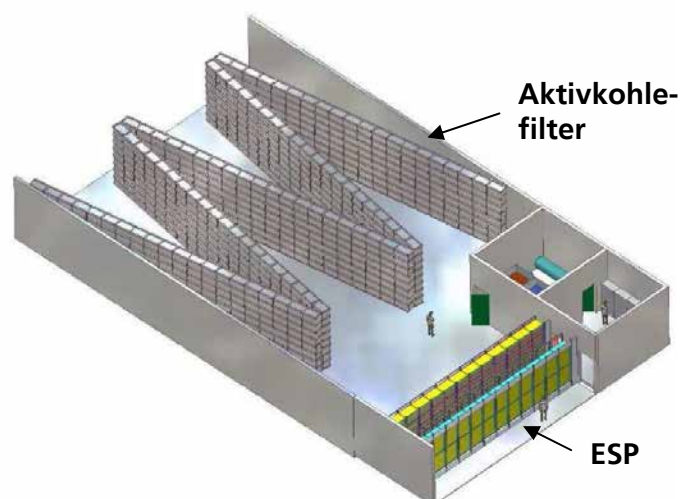
Gasfilter entfernen gasförmige Schadstoffe aus der Tunnelluft und werden insgesamt weniger häufig eingesetzt als Partikelfilter. Am häufigsten werden sie in Form von Aktivkohlefiltern gebaut. Daneben wird als weiteres Konzept ein sogenannter Fallfilmabsorber vorgeschlagen, der jedoch im Bereich der Tunnelluftfiltration noch nicht eingesetzt wurde.

#### Wirkungsweise Aktivkohlefilter

Aktivkohle ist eine speziell hergestellte und behandelte Kohle, die aufgrund sehr vieler kleiner Poren innerhalb des Materials eine sehr große innere Oberfläche besitzt. An dieser Oberfläche können sich Schadstoffmoleküle aus der Tunnelabluft anlagern – in der Verfahrenstechnik spricht man von Adsorption. Der Vorgang kann durch chemische Umsetzungen auf der Oberfläche begleitet sein (Chemisorption), wodurch die Moleküle nur schwer wieder entfernt werden können (eingeschränkte Regenerierbarkeit). Aktivkohle wird in Form kleiner weniger mm großer Partikel (Bruchstücke oder zylinderförmige Pellets) hergestellt, die für den technischen Einsatz in Schüttungen bereitgestellt werden.

In Filteranlagen für Tunnelluft sind die Aktivkohlepartikel in quaderförmigen Metallkonstruktionen aufgeschüttet, die von der Tunnelluft durchströmt werden (vgl. Abbildung 11-4) Während des Durchtritts durch die Schüttung werden Schadstoffe aus der Tunnelluft entfernt, die auf der Aktivkohle verbleiben. Flüssige Stoffe sind an diesem Prozess nicht beteiligt. Um die Kapazität der Anlage zu erhalten, muss regelmäßig ein Teil der beladenen Kohle ausgetauscht werden; hierzu existieren automatisierte Systeme.

Abbildung 11-4:  
Aufbau Aktivkohlefilter  
[Filtrontec, 2010]

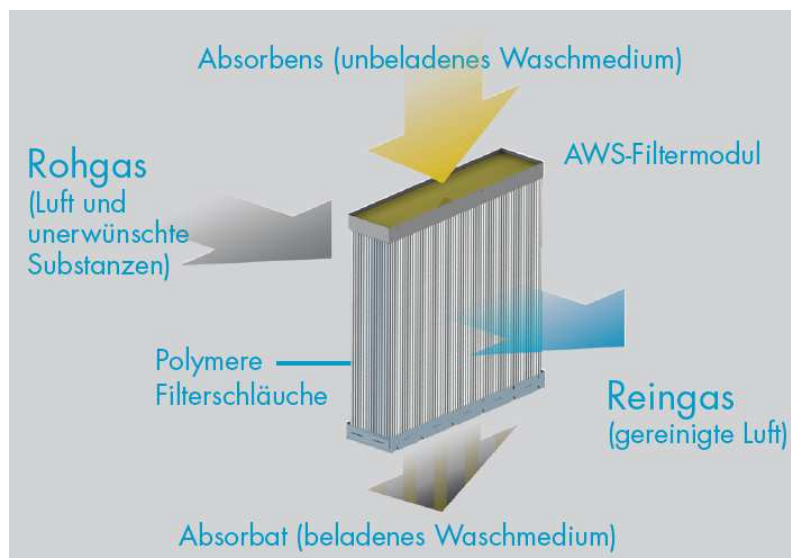


### Wirkungsweise Fallfilmabsorber

In einem Absorber wird schadstoffbelastete Luft mit einer Flüssigkeit in Kontakt gebracht, wodurch gasförmige Schadstoffmoleküle sich in der Flüssigkeit lösen und dadurch dem Gasstrom entzogen werden. Ausschlaggebend für die Abscheideleistung sind im Wesentlichen die Kontaktfläche zwischen dem Gasstrom und der Flüssigkeit und die Wahl des flüssigen Mediums, welches selektiv für die zu entfernenden Gasmoleküle sein muss. Für die aus der Tunnelabluft abzuscheidenden  $\text{NO}_2$ -Moleküle ( $\text{NO}$  s.u.) ist bspw. Natronlauge (in Wasser gelöstes Natriumhydroxid,  $\text{NaOH}$ ) eine geeignete Waschlauge.

Ein Fallfilmabsorber stellt Kontaktfläche zwischen Gas und Flüssigkeit dadurch zur Verfügung, indem die Waschlauge als dünner Film auf einer festen Oberfläche herunterrieselt und der zu reinigende Gasstrom über diese Oberfläche geleitet wird. Die Oberfläche kann dabei eine ebene Wand oder, wie im Beispiel des ECOVAC-Systems ein Kunststoffröhrchen sein, auf dessen Oberfläche die Waschlauge von innen her durch kleine Löcher verteilt wird. Der gesamte Absorber besteht dabei aus einer Vielzahl solcher Röhrchen, die kompakt in einem quaderförmigen Volumen angeordnet sind und die für die Absorption nötige Kontaktfläche bereitstellen. Die Waschlauge wird dabei kontinuierlich durch die Röhrchen gepumpt und muss in regelmäßigen Abständen erneuert werden – dies kann durch einen kompletten Austausch zu einem definierten Zeitpunkt oder durch die kontinuierliche Abzweigung eines Teilstroms geschehen [AWS Group, 2012], [Isele, 2012a], [Isele, 2012b].

Abbildung 11-5:  
Funktionsprinzip Fall-  
filmabsorber [AWS  
Group, 2012]



Für beide Filtertypen gilt, dass  $\text{NO}_2$  mit einer recht hohen Effektivität abgetrennt werden kann (vgl. Tabelle 11-2). Allerdings beträgt der Anteil von  $\text{NO}_2$  an  $\text{NO}_x$  nur ca. 20 %. Der Rest liegt als schwer bis gar nicht abzuscheidendes  $\text{NO}$  vor. Die Abscheideeffektivität von  $\text{NO}_x$  kann daher nur reduziert werden, wenn vor dem Filter  $\text{NO}$  zu  $\text{NO}_2$  umgewandelt wird. Hersteller von elektrostatischen Abscheidern geben an, dass durch die Hochspannung ein Teil des  $\text{NO}$  in  $\text{NO}_2$  umgewandelt wird [Aigner, 2012a], [Deux & Markmann, 2012a], allerdings sind keine Messergebnisse bekannt. Der japanische Herstel-

ler Fuji Electric Co., Ltd gibt an, dass durch eine vorgeschaltete Oxidationseinheit eine vollständige Umwandlung von NO in NO<sub>2</sub> erreicht werden kann [Fuji, 2012b]. Die Firma ECOVAC Filteranlagen GmbH will durch eine Ozonierungsstufe eine vollständige Umwandlung erreichen [Müller, 2012c]. Belege für eine vollständige Oxidation von NO in NO<sub>2</sub> gibt es in dem Zusammenhang nicht.

**Tabelle 11-2: Vergleich von Gasfiltern**

Firma/Produkt	Abscheidegrad (%) <sup>a)</sup>			Druckverlust (Pa)	Quellen
	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>		
Aigner Tunnel Technology GmbH (NOxCAT)	0	> 80	k.A.	250 – 500	[Aigner, 2010]
AWS Group AG (in Kooperation mit ECOVAC Filteranlagen GmbH)	k.A.	80 <sup>b)</sup>	k.A.	200 <sup>b)</sup>	[Isele, 2012a], [Isele, 2012b]
Camfil AB (in Kooperation mit KGD)	k.A.	60 - 100	k.A.	500 – 800	[Ecob, 2012]
FILTRONtec GmbH	30	80 - 90	60 - 70	750 – 900	[Deux & Markmann, 2012a]
Fuji Electric Co., Ltd	k.A.	90	80	< 700	[Fuji, 2012b]

a) bezogen auf die Massenkonzentration

b) eine Stufe; zwei Stufen ca. 98 % Abscheidegrad bei 400 Pa Druckverlust

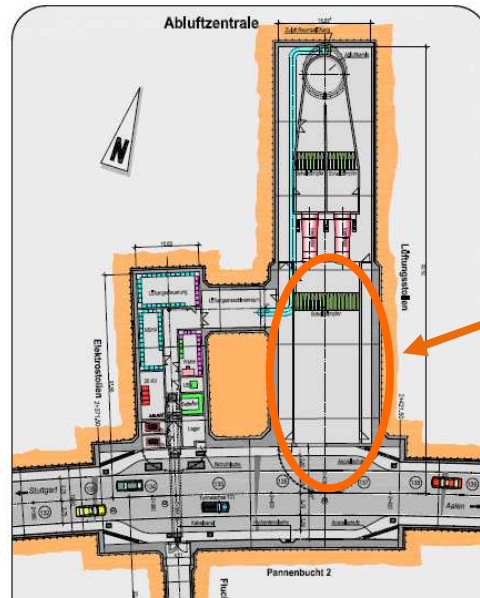
Daneben existieren weitere Technologien, die noch nicht umgesetzt wurden, bzw. in Schwäbisch Gmünd nicht einsetzbar sind. Dazu gehören mit Titandioxid beschichtete Oberflächen, auf denen NO<sub>x</sub> unter dem Einfluss von UV-Strahlung zu Nitrat umgewandelt werden kann (z. B. TioCem®) [Bolte, 2009]; das System setzt die Bestrahlung der Oberfläche durch direktes Sonnenlicht voraus (bspw. Hausfassaden), was in Tunneln durch aufwändige UV-Beleuchtung ersetzt werden muss. Die gleichfalls in der Diskussion befindlichen Bioadsorber (Flechten, Moose, etc.) sind z.Zt. noch in der Laborforschung; für den technischen Einsatz in Tunneln müssten wesentliche Kriterien wie Langzeitstabilität, Selektivität und Abscheidegrade unter realen Bedingungen untersucht werden – auch hier wird die Abwesenheit von natürlichem Sonnenlicht die Einsatzmöglichkeiten stark einschränken.

In der Regel verursachen NO<sub>2</sub>-Filter einen höheren Energiebedarf als Partikelfilter, da sie einen höheren Durchströmungswiderstand haben und somit eine stärkere Ventilatorleistung benötigt wird.

### 11.3.3 Einbausituation Schwäbisch Gmünd

Im Einhorn-Tunnel in Schwäbisch Gmünd wurde bereits eine Abluftkaverne realisiert, die die Fahrrohre mit dem Schornstein verbindet (s. Abbildung 11-6). Gemäß aktuellem Planungsstand sind die beiden Hauptventilatoren inklusive Schalldämpfern Richtung Schornstein orientiert, so dass zwischen Fahrrohre und erstem Schalldämpfer ein Raum von ca. 22x11x8 m<sup>3</sup> (LxBxH) für den Einbau eines Tunnelfilters zur Verfügung stünde [Zembrot, 2012].

Abbildung 11-6:  
Ausschnitt Schautafel  
Abluftkaverne [BMVBS,  
2011]



Gesamtvolumen: ca. 22x11x8  
(LxBxH) ohne weitere Einbauten

Je nach Filtersystem ergeben sich unterschiedliche Baugrößen. Partikelfilter weisen bei den untersuchten Systemen die geringsten Baugrößen auf, während insbesondere Aktivkohlefilter aufgrund hoher erforderlicher Aktivkohlevolumina deutlich mehr Platz benötigen.

Elektrostatische Abscheider nehmen recht große Querschnittsflächen ein, sind dafür mit ca. 1 bis 2 Metern aber nicht sonderlich tief. Ein Vergleich bereits realisierter elektrostatischer Abscheider mit der verfügbaren Querschnittsfläche in der Abluftkaverne zeigt, dass die freie Querschnittsfläche von ca. 40 m<sup>2</sup> ausreichend ist, um elektrostatische Abscheider zu installieren (vgl. Anhang A 7 Präsentation 2. Tunneldialog). Generell können Hersteller die Abmaße ihrer Anlagen an die örtlichen Gegebenheiten anpassen. Das gilt auch für Gasfilter. Allerdings sind bei Aktivkohlefiltern die Abmaße aufgrund der hohen erforderlichen Austauschfläche von Aktivkohle groß. Gemäß einer Grobauslegung von Aigner Tunnel Technology GmbH ist die verfügbare Fläche in der Kaverne für die Kombination aus elektrostatischem Abscheider und Aktivkohlefilter ausreichend [Aigner, 2012b]. Fuji Electric Co., Ltd gibt an, dass der Platz nicht ausreichend ist [Kumagai, 2012]. Bei dem System aus Faserfilter und Fallfilmabsorber wird für den Partikelfilter (Faserfilter) mit ca. 5 m Bautiefe [Müller, 2012a] vergleichsweise mehr Platz als bei elektrostatischen Abscheidern benötigt. Dafür ist die Baugröße des Fallfilmabsorbers (Gasfilters) deutlich kleiner, so dass die Gesamtbaugröße ebenfalls in die Abluftkaverne passen würde [Müller, 2012b].

Für eine definitive Aussage zur Anordnung und Installation eines Filtersystems in der Abluftkaverne des Einhorn-Tunnels sind Detailplanungen der Hersteller erforderlich, die auch weitere Einbauten wie Einhausungen berücksichtigen. Zudem ist nach einer Abschätzung des Planungsbüros des Lüftungssystems mit hoher Wahrscheinlichkeit damit zu rechnen, dass die vorhandenen Ventilatoren im Falle eines Filtereinbaus nicht ausreichen und durch leistungsstärkere Ventilatoren ersetzt werden müssen [Berger, 2012]. Ggf. dafür zusätzlich erforderlicher Platzbedarf muss entsprechend ebenfalls berücksichtigt werden.



## 11.4 Ökologische Bewertung von Tunnelfiltertechnologien

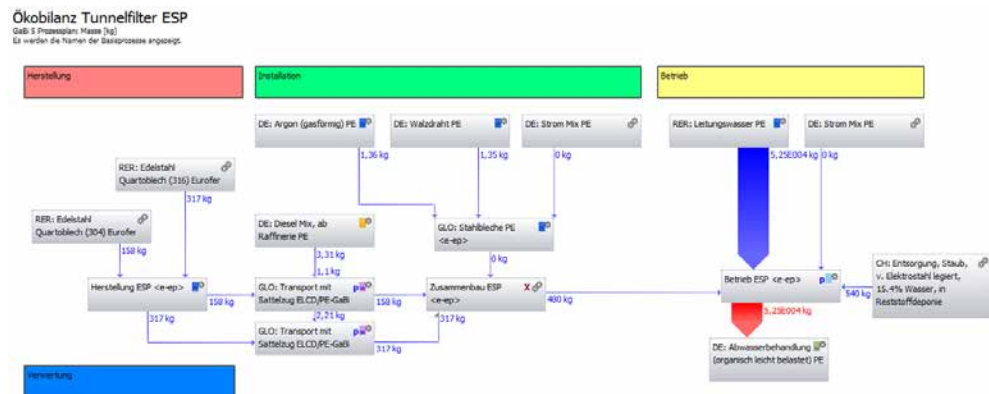
### 11.4.1 Angewandte Methoden

Zur ökologischen Bewertung von Tunnelfiltertechnologien wird für drei ausgewählte Technologien (Szenarien) eine vereinfachte Ökobilanz in Anlehnung an die ISO 14040/44 durchgeführt. Folgende drei Szenarien werden betrachtet:

- Szenario 1: Tunnel mit Tunnelkamin und Reduzierdüse ohne Tunnelfilter
- Szenario 2: Tunnel mit Elektrostatischem Abscheider (ESP) und Aktivkohlefilter (AKF)
- Szenario 3: Tunnel mit Faserfilter (FF) und Fallfilmabsorber (FFA)

Dazu werden alle relevanten Stoff- und Energieströme der Filtersysteme, die während des gesamten Lebenszyklus eines Filters, also der Herstellung, Installation, des Betriebs sowie der Entsorgung des Filters gegeben sind – soweit als Information verfügbar – erfasst und in einem Ökobilanzierungsprogramm<sup>16</sup> bilanziert (siehe Anhang A 3). Der Untersuchungsraum schließt auch die entstehenden Abfallströme und die erforderliche elektrische Energie zur Durchströmung des Filters und zum Betrieb von sonstigen Aggregaten, wie beispielsweise Pumpen und Ventilen ein. Die erforderlichen Informationen wurden bei den Herstellern abgefragt. Mit Hilfe von Ökobilanz-Datenbanken können aus diesen Informationen die während des gesamten Lebenszyklus eines Filters entstehenden Treibhausgasemissionen, Emissionen an Staub (PM<sub>10</sub><sup>17</sup> und PM<sub>2,5</sub>) und Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) ermittelt und verglichen werden. Abbildung 11-7 zeigt die grafische Darstellung der Modellierung eines Elektrostatischen Abscheiders (ESP) in GaBi.

Abbildung 11-7:  
Grafische Darstellung der Modellierung eines Elektrostatischen Abscheiders (ESP) in GaBi



Für die Bereitstellung der elektrischen Energie wird der aktuelle deutsche Strommix (Referenzjahr 2011) verwendet und für die Lebensdauer der Filteranlage werden 20 Jahre zugrunde gelegt.

<sup>16</sup> PE International: GaBi (Ganzheitliche Bilanzierung), Version 5

<sup>17</sup> PM<sub>10</sub>: PM=Particulate Matter; bezeichnet die Masse aller im Gesamtstaub enthaltenen Partikel, deren aerodynamischer Durchmesser kleiner als 10 µm ist. PM<sub>2,5</sub> ist äquivalent definiert.

**BOX 5: Was ist eine Ökobilanz?**

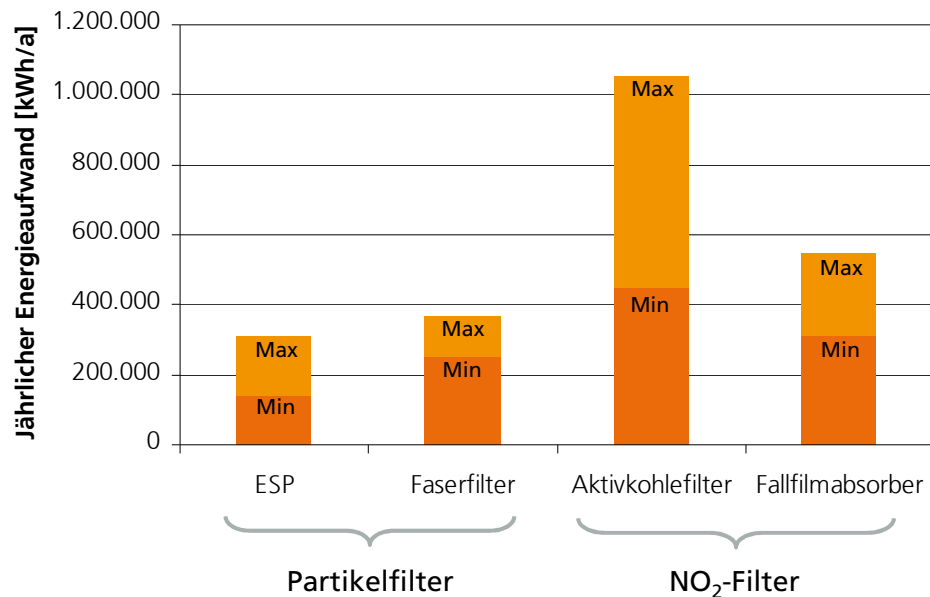
In einer Ökobilanz wird systematisch analysiert, welche ökologischen Auswirkungen ein Produkt während seiner gesamten Lebensdauer hat, von der Produktion über den Betrieb bis hin zur Entsorgung. Bei der Herstellung und im Betrieb eines Tunnelfilters fallen zum Beispiel CO<sub>2</sub>-Emissionen an, da hierfür Energie benötigt wird, die in Kraftwerken bereitgestellt wird.

**11.4.2 Ergebnisse**

Der Betrieb der Filter dominiert den Energieverbrauch im Lebenszyklus

Unabhängig vom Filtersystem dominiert in allen drei Szenarien die Nutzungsphase (der Betrieb der Filter) den lebenszyklusweiten Energieverbrauch. Neben dem Betrieb der Filter hat insbesondere die Herstellung der Filteranlage Einfluss auf den Energieverbrauch; die Entsorgung von Abfällen ist dagegen hier kaum von Bedeutung. Insgesamt liegt der Energieverbrauch von Partikelfiltern aufgrund eines geringeren Druckverlustes und somit eines niedrigeren Ventilationsbedarfes unter dem Energiebedarf von Stickoxidabscheidern. Bild 5 zeigt den jährlichen Energieaufwand der verschiedenen Filtertechnologien. Für jede Filtertechnologie ist basierend auf verschiedene Herstellerangaben ein Minimalwert (Min) und ein Maximalwert (Max) angegeben.

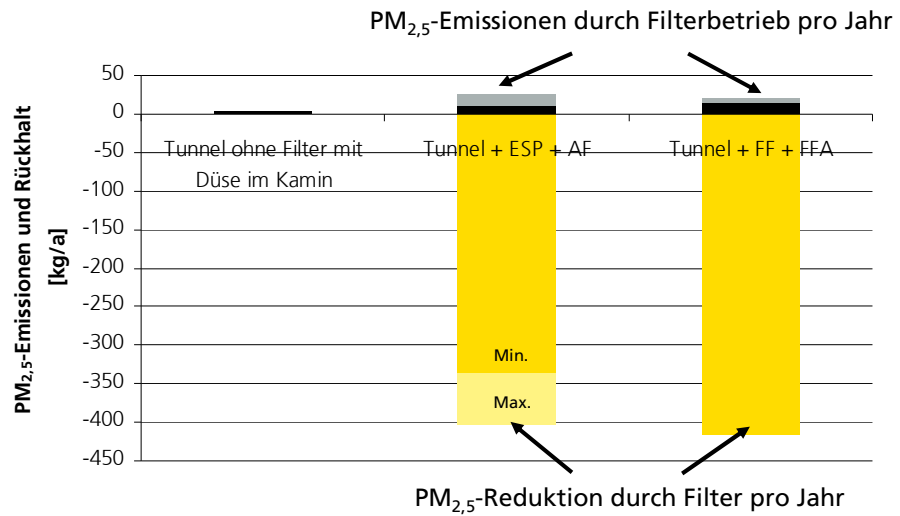
Abbildung 11-8: Jährlicher Aufwand an elektrischer Energie pro Jahr je nach Filtertyp



Positiv: Es werden mehr Partikel und Stickoxide durch Filter zurückgehalten als anderenorts entstehen

Die Ökobilanz von Tunnelfiltern hinsichtlich der Rückhaltung von Luftschadstoffen ist positiv: durch den Betrieb von Filtern werden mehr Partikel und Stickoxide aus der Luft gefiltert, als sie an anderer Stelle im Lebenszyklus entstehen. Luftschadstoffe entstehen vor allem durch die Bereitstellung von elektrischer Energie, die in Deutschland zu ca. 43 % aus Kohlekraftwerken stammt. So entstehen jährlich maximal 26 kg PM<sub>2,5</sub> (Szenario 2), wohingegen je nach Abscheidungsgrad ca. 400 kg PM<sub>2,5</sub> abschieden werden (siehe Abbildung 11-9).

Abbildung 11-9:  
Jährliche Feinstaub-  
emissionen [PM<sub>2,5</sub>] und  
Rückhalt durch Filter-  
system



Negativ: Es werden anderenorts Treibhausgase erzeugt.

Durch die aufzuwendende Energie, insbesondere beim Betrieb des Tunnelfilters, werden anderenorts CO<sub>2</sub>-Emissionen und Emissionen anderer Treibhausgase verursacht. So werden im Szenario 1 durch den Ausstoß des Aerosols aus dem Kamin jährlich ca. 100 Tonnen Treibhausgasemissionen freigesetzt, wohingegen bei dem Einsatz eines Elektrostatischen Abscheiders in Kombination mit einem Aktivkohlefilter (Szenario 2) ca. 400 bis 900 Tonnen Treibhausgase pro Jahr emittiert werden. Bei der Verwendung eines Faserfilters in Kombination mit einem Fallfilmabsorber (Szenario 3) entstehen im Vergleich ca. 380 bis 580 Tonnen Treibhausgase pro Jahr. Ein Hektar Wald in Deutschland speichert pro Jahr ca. 10 Tonnen CO<sub>2</sub>. Die Vermeidung von Treibhausgasen durch keinen Filter (Szenario 1) entspricht somit einer Waldfläche von 30-80 ha im Vergleich zum Szenario 2 bzw. 28-48 ha Waldfläche im Vergleich zum Szenario 3. Ein im Jahr 2010 neuzugelassenes Fahrzeug emittiert durchschnittlich ca. 152 g CO<sub>2</sub>/km, so dass die Einsparung von 300-800 Tonnen CO<sub>2</sub> einer Fahrstrecke von ca. 2 Mio. km bzw. ca. 5,2 Mio. km entspricht.

Eine Verrechnung zwischen der lokalen Reduzierung von Feinstäuben und Stickoxiden mit der Emission von global wirkenden Treibhausgasen ist nicht möglich. Aus ökologischer Sicht ist daher abzuwägen, ob lokale Schadstoffemissionen (potenziell gesundheitsgefährdend) reduziert werden oder Treibhausgasemissionen insgesamt vermieden werden sollten.

## 11.5 Ökonomische Bewertung von Tunnelfiltertechnologien

### 11.5.1 Angewandte Methoden

Jährliche Gesamtkosten und Vermeidungskosten

Um eine Gesamtübersicht über die entstehenden jährlichen Kosten zu erhalten, werden die Investitionen mittels Annuitätenmethode mit einem Zinssatz von 8 % in jährliche Kapitalkosten umgerechnet. Die Stromkosten werden dabei mit 20 ct/kWh angesetzt. Kosten für Verbrauchsmaterialien wie Filtermedien

und Aktivkohle, Entsorgungskosten sowie Wartungskosten wurden bei den Herstellern erfragt.

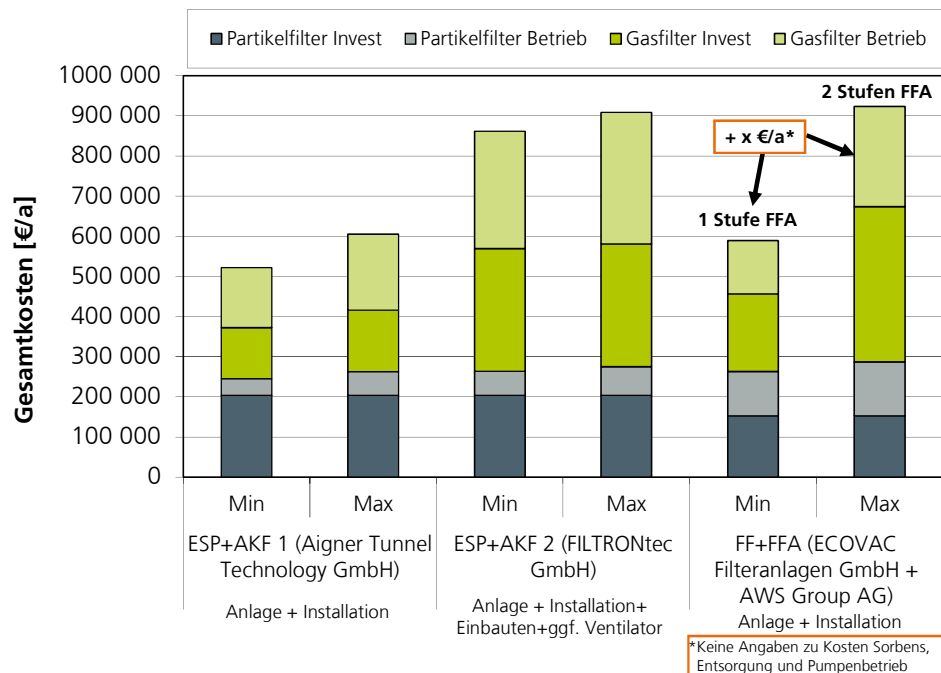
Im Folgenden wurde die Auswertung auf die Anbieter Aigner Tunnel Technology GmbH, Filtrontec GmbH und ECOVAC Filteranlagen GmbH in Kooperation mit AWS Group AG beschränkt.

Für die ausgewählten Technologien wurden zudem Vermeidungskosten, d. h. € pro Menge zurückgehaltenem Schadstoff (PM<sub>10</sub>-Feinstaub und NO<sub>x</sub>) errechnet.

### 11.5.2 Ergebnisse

Die jährlichen Gesamtkosten der Filtersysteme liegen, je nach Filtertyp und Einbausituation, unter Einbezug der Betriebskosten und anteiligen jährlichen Investitionen zwischen 522 000 € und 924 000 € (vgl. Abbildung 11-10). Die reinen Betriebskosten liegen zwischen 190 000 – 400 000 €/a. Die Investitionen belaufen sich auf ca. 3,25 bis 5 Mio. €. Bei den Gesamtkosten sind mögliche Umbaumaßnahmen in der Lüftungskaverne und ggf. neue oder zusätzliche Ventilatoren nicht enthalten.

Abbildung 11-10:  
Kostenstruktur verschiedener Filtertechnologien für den Standort Schwäbisch Gmünd



Die Vermeidungskosten für Staub durch einen Filter liegen zwischen 394 und 488 €/kg. Die Vermeidung von NO<sub>2</sub> ist tendenziell mit Kosten zwischen 50 und 399 €/kg günstiger. Das liegt daran, dass deutlich mehr NO<sub>2</sub> in der Tunnelabluft enthalten ist. Die Schwankungsbreiten sind bei NO<sub>2</sub> relativ hoch, da die Umsatzraten von NO in NO<sub>2</sub> nicht genau bekannt sind und insgesamt relativ wenige Erfahrungen mit dem Betrieb von Stickoxidabscheidern vorliegen.

Möchte man zwischen den Technologien abwägen, müssen die Gesundheitsrelevanz des Schadstoffs und auch die aktuelle Belastungssituation berücksichtigt werden. Tendenziell geht von verkehrsbedingtem Feinstaub ein höheres gesundheitliches Risiko aus. Auf der anderen Seite kann aber lokal der  $\text{NO}_2$ -Wert grenzwertig hoch sein, so dass hier eine Vermeidung wirkungsvoller wäre. Die ermittelten Vermeidungskosten können nun mit den Vermeidungskosten anderer Maßnahmen verglichen werden, um die Kosten-Nutzen-Verhältnisse der Maßnahmen gegenüberzustellen. Der Einbau eines Tunnelfilters führt zu keinen Kosteneinsparungen, sondern zu Mehrkosten. Die zu bewegendenden Luftmengen lassen sich auch mit dem Einbau eines Tunnelfilters nicht senken. Der Volumenstrom von ca.  $150 \text{ m}^3/\text{s}$  beruht auf gesetzlichen Vorgaben inklusive eines Sicherheitszuschlags und ist unabhängig von einem Tunnelfilter. D. h. auch mit Tunnelfilter kann dieser Wert nicht unterschritten werden. Daher lässt sich die Ventilatorleistung nicht reduzieren; sie muss sogar erhöht werden, um den Druckverlust durch den Filter auszugleichen. Die Menge an Energie, die benötigt wird, um die Abluft durch den Kamin zu befördern, ist hingegen vergleichsweise gering.

## 12 Ökologische Relevanz von Tunnelfiltertechnologien

### 12.1 Aufgabe

Der Schwerpunkt »Ökologische Relevanz von Tunnelfiltertechnologien« beinhaltet im Wesentlichen die Darstellung und Bewertung der entstehenden Luftschadstoffe und deren Verteilung im Raum Schwäbisch Gmünd. Dazu zählen insbesondere folgende Fragestellungen:

- Welche Luftbelastungen verursacht der Kfz-Verkehr in Schwäbisch Gmünd und wie ist die räumliche Verteilung der Luftbelastung?
- Wie sehen diese Luftbelastungen in den Situationen ohne Tunnel, mit Tunnel und mit Tunnelfilter im Vergleich aus?
- Wie ist der Raum Schwäbisch Gmünd durch Feinstaub, NO<sub>2</sub> und weitere Luftschadstoffe insgesamt belastet?
- Welchen Einfluss haben bestimmte Wetterlagen (z. B. Inversionswetterlage)?
- Welche Folgen für Tiere und Pflanzen sind durch die Schadstoffe zu erwarten?
- Sind die vorhandenen Immissionsmessstellen richtig platziert?

### 12.2 Daten und Annahmen

#### 12.2.1 Örtliche Verhältnisse

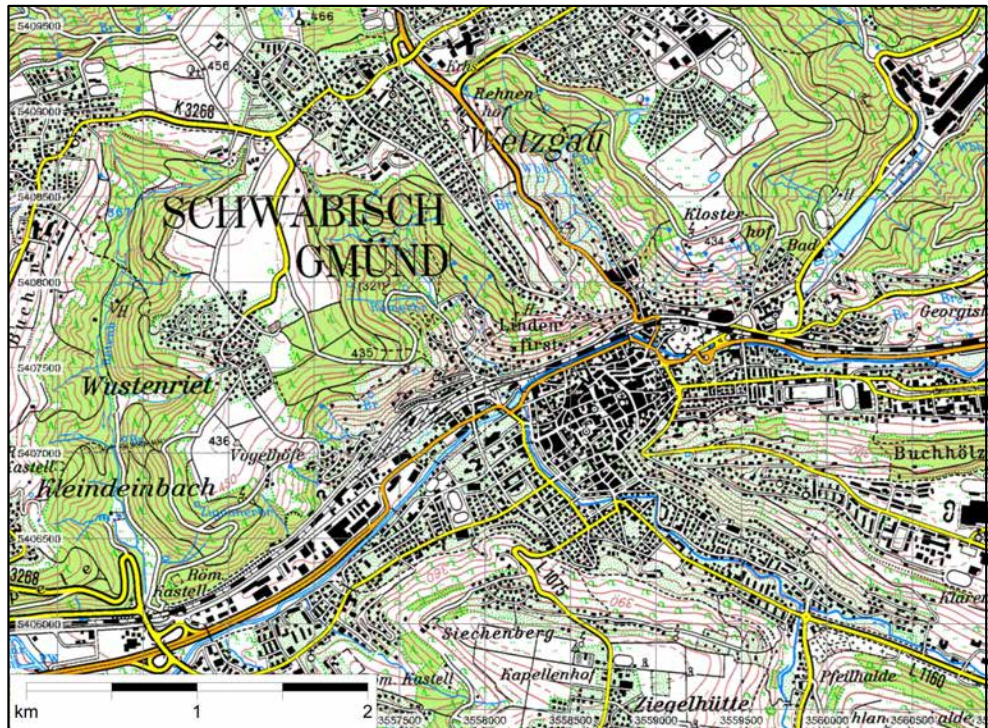
##### **Untersuchungsgebiet**

Das Untersuchungsgebiet umfasst das gesamte Stadtgebiet von Schwäbisch Gmünd.

Schwäbisch Gmünd liegt in einer Talweitung der Rems. Nördlich schließen die Randhöhen des Welzheimer Waldes an, südlich beginnt das Vorland der östlichen Schwäbischen Alb (siehe Abbildung 12-1).

Die lufthygienische Situation wird im Talbereich der Rems geprägt durch die verkehrsbezogenen Emissionen der B29, die durch Schwäbisch Gmünd verläuft. In den Höhenlagen herrschen bessere Ausbreitungsbedingungen und es sind weniger Schadstoffeinträge durch Verkehr, Hausbrand und Gewerbe/Industrie vorhanden. In diesem Bereich in der Gemeinde Wetzgau im Norden der Kernstadt befindet sich der firmeneigene Heilpflanzengarten der Firma Weleda.

Abbildung 12-1:  
Topographische Karte  
von Schwäbisch  
Gmünd



**Wind- und Ausbreitungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet**

Der Luftaustausch ist eine wesentliche Größe zur Beurteilung der lufthygienischen Verhältnisse. Der Austausch von Luft erfolgt durch horizontale und vertikale Prozesse. Der horizontale Austausch ist dabei hauptsächlich von der Windgeschwindigkeit, der vertikale Austausch von der thermischen Schichtung und Turbulenz der Atmosphäre abhängig. Die Windrichtung bestimmt, woher die Luft kommt, die den Austausch bewirkt.

Zur Charakterisierung der vertikalen Austauschvorgänge werden in der Regel Ausbreitungsklassen nach TA Luft herangezogen. Eine Definition der Klassen und deren meteorologische Bedingungen sind in Tabelle 12-1 aufgeführt.

Wetterlagen mit guten Austauschverhältnissen (Ausbreitungsklasse III<sub>1</sub> und III<sub>2</sub>) sind in Westeuropa überwiegend mit West- bis Westnordwest- bzw. Ostwinden verbunden.

Labile Schichtungen (geringe Windgeschwindigkeiten, mäßige bis hohe Sonneneinstrahlung, hohe Thermik) treten ebenfalls vor allem bei den Hauptwindrichtungen auf.

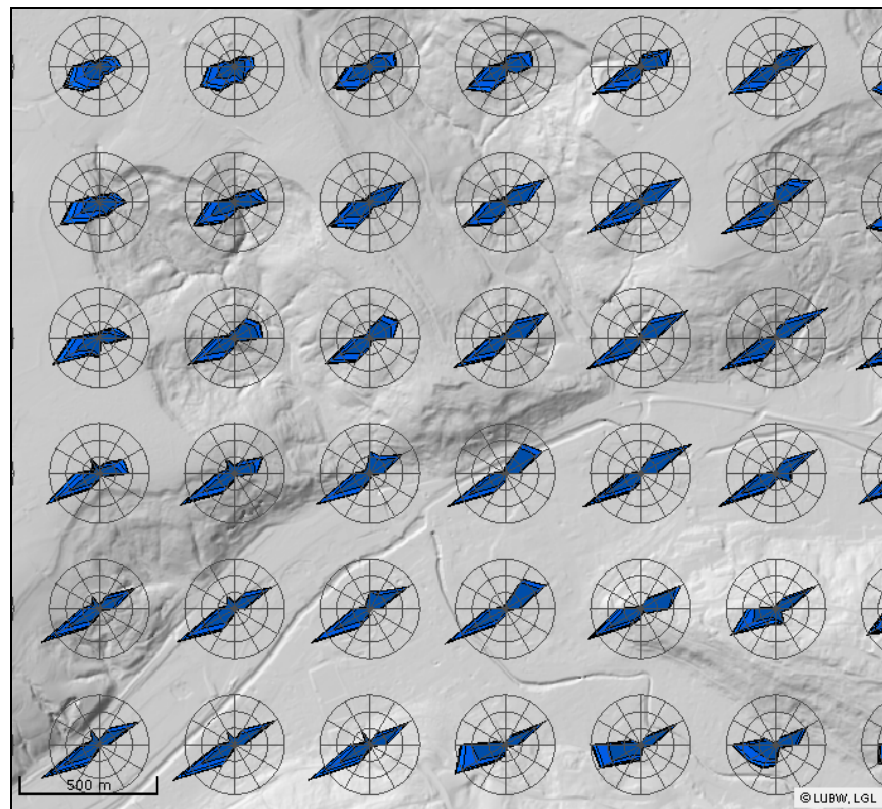
Bei stabilen Ausbreitungsbedingungen (Ausbreitungsklasse I, ausgeprägte Inversion) treten überwiegend Winde aus dem Ost- bis Nordostsektor auf.

Tabelle 12-1: Erläuterung der Ausbreitungsklassen nach TA Luft [TA Luft, 2002]

Ausbreitungsklasse	Thermische Schichtung	zugehörige meteorologische Bedingungen
I	sehr stabil	nachts, windschwach, geringe Bewölkung, ausgeprägte Inversion
II	stabil	nachts, windschwach, bedeckt, schwache Inversion
III <sub>1</sub>	neutral/stabil	Tag und Nacht, höhere Windgeschwindigkeiten
III <sub>2</sub>	neutral/labil	tagsüber, mittlere Windgeschwindigkeiten, bedeckt
IV	labil	tagsüber, windschwach, geringe Bewölkung
V	sehr labil	Mittagszeit in den Sommermonaten, wolkenarm, windschwach

Am Standort Schwäbisch Gmünd werden derzeit keine meteorologischen Messungen durchgeführt. Abbildung 12-2 zeigt die synthetischen Windstatistiken der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) für den Raum Schwäbisch Gmünd. Die Hauptwindrichtungen sind demnach Winde aus West-südwest und Ostnordost.

Abbildung 12-2:  
Synthetische Windstatistiken Raum Schwäbisch Gmünd [LUBW, 2012d]



Der Deutsche Wetterdienst (DWD) wurde im Rahmen dieser Untersuchung beauftragt eine räumlich und zeitlich repräsentative Ausbreitungsklassenzeitreihe (AKTerm) für Schwäbisch Gmünd zu erstellen. Eine Zeitreihe enthält alle nach TA Luft geforderten meteorologischen Größen für jede Stunde des Jahres.



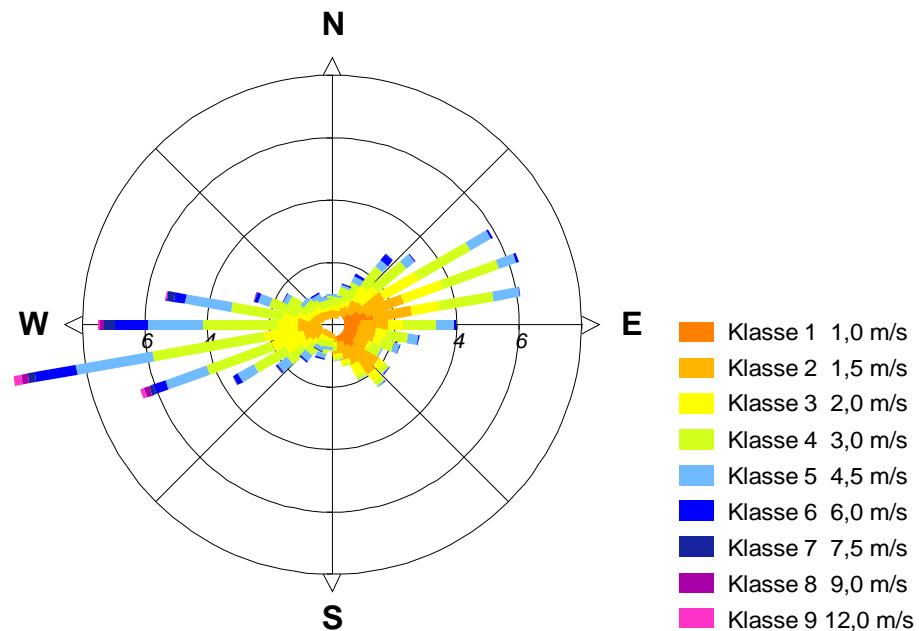
Aufgrund der zu erwartenden Verteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeiten, wurde vom DWD die Messstelle »Öhringen« ca. 44 km nord-nordwestlich von Schwäbisch Gmünd ermittelt. Diese Station spiegelt demnach die Windrichtungsverteilung, die auf den remstalnahen freien Hochflächen zu erwarten ist, am besten wider.

In die Ausbreitungsrechnung gehen die meteorologischen Daten des Jahres 2005 ein. Dieses Jahr wird vom DWD als repräsentativ für mehrjährige Verhältnisse empfohlen.

Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen aus den gelieferten AKTerm-Daten ist in Abbildung 12-3 dargestellt. Die Verteilung zeichnet sich durch zwei ausgeprägte Häufigkeitsmaxima bei Westsüdwest und Ostnordost aus. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 2,7 m/s.

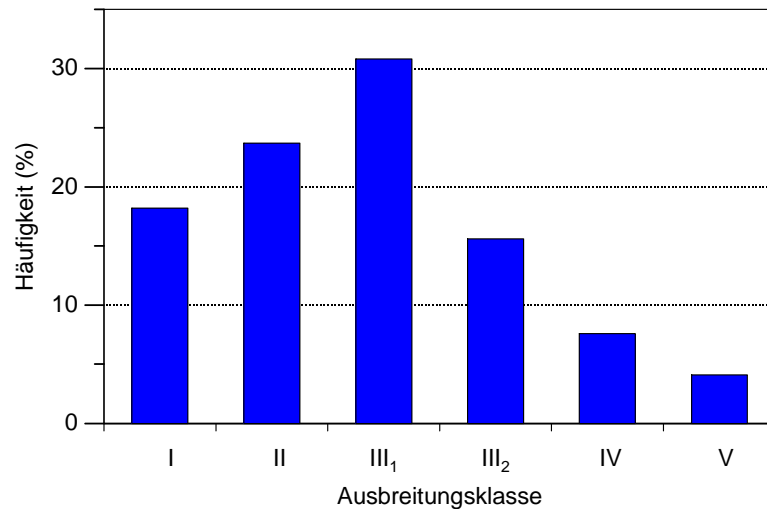
Die Farbkodierung der Windrose zeigt die bei der jeweiligen Windrichtung auftretenden Windgeschwindigkeiten an. Bei Winden aus dem westsüdwestlichen Sektor treten die höchsten Windgeschwindigkeiten auf. Winde aus dem nordöstlichen Sektor weisen dagegen eher Schwachwindcharakter auf.

Abbildung 12-3:  
Häufigkeitsverteilung  
der Windrichtungen



Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 12-4 dargestellt.

Abbildung 12-4:  
Häufigkeitsverteilung  
der Ausbreitungsklas-  
sen



Neutrale Klassen (III<sub>1</sub> und III<sub>2</sub>) treten mit 46 % am häufigsten auf. Stabile Klassen (I und II) treten fast so häufig wie neutrale Klassen auf (etwa 42 % der Jahresstunden). Situationen mit labiler Schichtung (IV und V) sind nur während ca. 12 % der Jahresstunden anzutreffen.

## 12.3 Beurteilungsgrundlagen

### 12.3.1 Allgemeines

In der Luftreinhaltung wird zwischen

1. Emission und
2. Immission

unterschieden. Unter »Emission« versteht man den Ausstoß von Schadstoffen, der vom Kfz-Verkehr und anderen Quellen in die Umgebung abgegeben wird. »Immission« bezeichnet die Einwirkung der Schadstoffe auf die Umgebung.

Zur Beurteilung der Immission wird auf folgende Verordnungen und Richtlinien zurückgegriffen:

- 39. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (39. BImSchV; betrifft insbesondere Stickstoffdioxid und Feinstaub) [39. BImSchV]
- TA Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) [TA Luft, 2002]
- Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPVwV) (betrifft insbesondere den Stickstoffeintrag in Böden) [UVPVwV, 1995] Betrachtete Luftschadstoffe

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden folgende Stoffe betrachtet.

**NO<sub>2</sub>** (Stickstoffdioxid) gilt als typische verkehrsbedingte Luftverunreinigung, bei der sowohl die mittlere Belastung als auch Spitzenwerte als toxisch relevant angesehen werden können (vgl. Kapitel 13.4.2).

**Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>)** bezeichnen die Summe der Volumenmischungsverhältnisse von Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>). Auf Pflanzen wirken höhere Konzentrationen an Stickstoffoxiden toxisch.

**PM<sub>10</sub>** ist als Staub definiert, der einen Abscheider passiert, der Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm zu 50 % zurückhält. Es handelt sich somit um Feinstaub. Der aerodynamische Teilchendurchmesser der unmittelbar vom Motor emittierten Partikeln liegt in der Regel unter 1 µm. Abhängig von der Höhe der Belastung kann die Einwirkung von Feinstaub zu einer Irritation der Bronchialschleimhaut führen. Chronische Staubbelastungen können zu chronischer Bronchitis sowie zu Lungenfunktionsveränderungen führen (vgl. Kapitel 13.4.1). Verkehrsbedingter Schwebstaub enthält lufthygienisch relevante Stoffe, z. B. Rußpartikel, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle. Eingeatmeter Staub, im Wesentlichen Schwebstaub, enthält sowohl nichtlungengängige Anteile (Grobstaub) als auch lungengängige Anteile (Feinstaub).

**PM<sub>2,5</sub>** sind – analog zu PM<sub>10</sub> – Partikel, die einen gröbenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist. PM<sub>2,5</sub> ist somit eine Teilmenge von PM<sub>10</sub>. Diese Korngrößen sind alveolengängig.

**Ruß** umfasst alle primären kohlenstoffhaltigen Partikel eines unvollständigen Verbrennungsprozesses dampfförmiger kohlenstoffhaltiger Substanzen. Rußpartikel haben einen Durchmesser zwischen 0,01 und 1 µm. Ruß gilt als kanzerogen.

**Benzol** ist eine farblose Flüssigkeit mit charakteristischem Geruch, die schnell verdampft. Benzol wirkt in höheren Konzentrationen toxisch. In Außenluftverhältnissen sind die kanzerogenen und erbgutverändernden Wirkungen von Benzol relevanter (vgl. Kapitel 13.4.3).

**Kohlenmonoxid** ist ein farb- und geruchloses Gas und ist in höheren Konzentrationen giftig. Gefährliche Konzentrationen können dabei vor allem in abgeschlossenen Räumen auftreten, in der Außenluft werden nur vergleichsweise geringe Konzentrationen gemessen.

**Staubniederschlag** bezeichnet die Sedimentation von Staubpartikeln (> 10 µm) durch Schwerkraft und die Adsorption oder die Diffusion von Feinstäuben und Aerosolen auf Oberflächen.

**Stickstoffeinträge** können zu Eutrophierung und Versauerung der Böden und Gewässer führen und damit einen Einfluss auf die Biodiversität haben. Stickstoffkomponenten können nass, staubförmig oder gasförmig auf den Boden gelangen.

### 12.3.2 Beurteilungswerte für Luftschadstoffe

Zur Beurteilung von Luftschadstoffimmissionen werden in Deutschland zwei grundlegende Vorschriften angewendet:

- a) 39. BImSchV: Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen)

Die 39. BImSchV dient der Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG [RL 2008/50/EG, 2008] in deutsches Recht. Sie ersetzt die frühere 22. BImSchV.

In der 39. BImSchV werden folgende Immissionskenngößen begrenzt:

- Kalenderjahresmittelwerte
- Überschreitungshäufigkeiten von vorgegebenen Konzentrationsschwellen für Stundenmittelwerte
- Überschreitungshäufigkeiten von vorgegebenen Konzentrationsschwellen für Tagesmittelwerte

- b) TA Luft: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft)

Die TA Luft ist von Genehmigungsbehörden im Verwaltungsvollzug bei der Erteilung von immissionsschutzrechtlichen Genehmigungen anzuwenden. Sie beinhaltet die Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV und legt darüber hinausgehende Immissionsbegrenzungen (z. B. zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder Nachteilen durch Staubbiederschlag) fest.

Da Gegenstand der vorliegenden Untersuchung nicht ein immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren ist, ist die TA Luft nur im Rahmen der Nr. 1 Abs. 5 TA Luft anzuwenden. Es werden die in Nr. 4 TA Luft festgelegten Grundsätze zur Ermittlung und die festgelegten Maßstäbe zur Beurteilung von schädlichen Umwelteinwirkungen herangezogen. Soweit die Immissionswerte der TA Luft und der 39. BImSchV identisch sind, kann die TA Luft als Erkenntnisquelle mit herangezogen werden. Soweit in der TA Luft Grenzwerte für Schadstoffe aufgeführt sind, die in der 39. BImSchV nicht enthalten sind, z. B. für Staubbiederschlag und Staubinhaltsstoffe, werden die Grenzwerte aus der TA Luft entnommen.

Die TA Luft enthält eine Irrelevanzklausel, bei deren Unterschreitung davon ausgegangen werden kann, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch eine Anlage nicht hervorgerufen werden können. Das Irrelevanzkriterium beträgt bei den hier betrachteten Schadstoffen üblicherweise 3 % des Immissionsgrenzwerts (Jahresmittelwert).

#### **Beurteilungswerte für NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub>**

Gemäß der 39. BImSchV sowie der Nr. 4.2 und 4.4 der TA Luft sind folgende Immissionskenngößen zu ermitteln:

- Jahresmittelwert der NO<sub>2</sub>-Konzentration
- Konzentrationsschwelle, die von 18 Stundenmittelwerten der NO<sub>2</sub>-Konzentration überschritten wird
- Jahresmittelwert der NO<sub>x</sub>-Konzentration

Tabelle 12-2 enthält eine Zusammenstellung der Beurteilungswerte.

**Tabelle 12-2: Zusammenstellung der wichtigsten Immissionsbeurteilungswerte für NO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub>**

Schadstoff	Literaturquelle	Immissionswert	Statistische Definition	Bedeutung / Verbindlichkeit / Zweck
NO <sub>2</sub>	§3 Abs. (2) 39. BImSchV, Nr. 4.2.1 TA Luft	40 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Grenzwert bzw. Immissionswert zum Schutz vor Gesundheitsgefahren
	§3 Abs. (1) 39. BImSchV, Nr. 4.2.1 TA Luft	200 µg/m <sup>3</sup>	Schwelle, die von maximal 18 Stundenmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	Grenzwert bzw. Immissionswert zum Schutz vor Gesundheitsgefahren
NO <sub>x</sub>	§3 Abs. (4) 39. BImSchV, Nr. 4.4.1 TA Luft	30 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Kritischer Wert bzw. Immissionswert zum Schutz der Vegetation

**Beurteilungswerte für Staub**

Gemäß der 39. BImSchV sowie der Nr. 4.2 und 4.3 der TA Luft sind folgende Immissionskenngößen zu ermitteln:

- Jahresmittelwert des Feinstaubs – PM<sub>10</sub>-Fraktion
- Konzentrationsschwelle, die von 35 Tagesmittelwerten des Feinstaubs (PM<sub>10</sub>-Fraktion) überschritten wird
- Jahresmittelwert des Feinstaubs – PM<sub>2,5</sub>-Fraktion
- Jahresmittelwert des Staubniederschlags

Tabelle 12-3 enthält eine Zusammenstellung der Immissionswerte.

**Tabelle 12-3: Grenzwerte nach 39. BImSchV und Immissionswerte entsprechend Nr. 4.2.1 und 4.3.1 TA Luft**

Schadstoff	Literaturquelle	Immissionswert	Statistische Definition	Bedeutung / Verbindlichkeit / Zweck
PM <sub>10</sub>	§4 Abs. (2) 39. BImSchV, Nr. 4.2.1 TA Luft	40 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Grenzwert bzw. Immissionswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
	39. BIm§4 Abs. (1) 39. BImSchV, Nr. 4.2.1 TA Luft-SchV,	50 µg/m <sup>3</sup>	Konzentrationschwelle, die von max. 35 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	Grenzwert bzw. Immissionswert zum Schutz der menschlichen Gesundheit
PM <sub>2,5</sub>	§5 Abs. (1), (2) 39. BImSchV	25 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Zielwert bis 2015, danach Grenzwert
Staubniederschlag	Nr. 4.3.1 TA Luft	0,35 g/(m <sup>2</sup> *d)	Jahresmittelwert	Immissionswert zum Schutz vor erheblichen Belästigungen und Nachteilen

Die Beurteilungswerte für Ruß, CO und Benzol sind im Anhang A 4 aufgeführt.

## Beurteilung der Stickstoffeinträge

Die Bewertung der Stickstoffeinträge ist von der jeweiligen Nutzung (Art und Empfindlichkeit eines FFH-Gebiets) abhängig.

### 12.4 Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen

Die Emissionsmodellierung erfolgt auf der Basis des im Januar 2010 erschienenen Handbuchs für Emissionsfaktoren des Kfz-Verkehrs (HBEFA, Version 3.1) [UBA & INFRAS, 2010]. Die Datenbank beinhaltet spezifische Emissionsfaktoren für unterschiedliche Fahrzeugkategorien (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, schwere Nutzfahrzeuge, Busse und Krafträder) und unterschiedliche Bezugsjahre (1990 bis 2030). Die Emissionen wurden unter nachfolgend beschriebenen Ansätzen ermittelt. Eine Zusammenstellung der Eingangsdaten findet sich im Anhang A 4.

Die Ermittlung der verkehrsbedingten Emissionen ohne Tunnel (Nullfall) und mit Tunnel (Planfall) erfolgt zum Bezugsjahr 2013, dem Jahr mit der voraussichtlichen Eröffnung des Einhorn-Tunnels. Im Nullfall wird zudem angenommen, dass keine Beeinträchtigung der Verkehrssituation auf der B29 durch die Tunnelbaustelle vorliegt.

#### 12.4.1 Verkehrsaufkommen

Eine der wichtigsten Eingangsgrößen in der Emissionsmodellierung sind die Verkehrszahlen. Die im Planfeststellungsverfahren prognostizierten Verkehrsaufkommen beruhen auf einer alten Datenbasis [Brenner + Münnich, 1998]. Aktuelle Verkehrszählungen (2010) [RP Tübingen, 2011] zeigen auf der B29 einen deutlichen Rückgang des Verkehrsaufkommens, was wahrscheinlich auf eine Verdrängung des Verkehrs durch die Baustellensituation in Schwäbisch Gmünd zurückzuführen ist.

Als Lösung bietet sich ein Verkehrsgutachten des Büro Kölz an, das auf Verkehrszählungen aus dem Jahr 2006 beruht. Hier wurden uns freundlicherweise Daten von der Stadt Schwäbisch Gmünd (Herrn Hägele) und vom Büro Kölz zur Verfügung gestellt [Kölz, 2012], [Stadt Schwäbisch Gmünd, 2012]. Zudem stehen Zählungen für die sogenannte Nordschiene von 2000 bis 2010 zur Verfügung [Stadt Schwäbisch Gmünd, 2012].

Nachfolgend werden die Datenlage und die Vorgehensweise für die Betrachtung im Tunneldialog erläutert.

In Tabelle 12-4 sind exemplarisch für die Remsstraße (Bereich der Messstelle der LUBW) und den Tunnel das durchschnittliche tägliche Verkehrsaufkommen (DTV) und der Schwerverkehrsanteil (SV) zusammengestellt. Bei den Daten der Planungsgruppe Kölz handelt es sich um ein maximales werktägliches Verkehrsaufkommen, das das mittlere Verkehrsaufkommen überschätzt.

**Tabelle 12-4: Zusammenstellung der Verkehrsaufkommen DTV (in Klammern SV-Anteile) der unterschiedlichen Quellen**

Quelle	Szenario	B29 Remsstraße	Tunnel	Kommentar
[Brenner+Münnich, 1998]	Nullfall 2010	35 600 (8,5 %)	–	Als SV werden schwere Nutzfahrzeuge > 3,5 t gewertet
	Planfall 2010	24 400 (4,1 %)	19 600 (8,5 %)	
[RP Tübingen, 2011]	Zählung 2010	23 131 (8,8 %)	–	
[Kölz, 2012]	Analysefall 2006	37 400 (10,7 %)	–	Als SV werden schwere und leichte Nutzfahrzeuge (> 2,8 t) gewertet. Zählung an den verkehrsstarken Tagen Dienstag und Donnerstag
	Prognosefall 2020	19 600 (5,4 %)	24 200 (14,5 %)	

Für die Emissionsberechnung wurden die Daten der Planungsgruppe Kölz auf Grund der Aktualität der Daten (Basis: Zählungen 2006) und der flächendeckenden Aufbereitung (vollständiger Netzplan mit Schwerverkehrsanteilen) zugrunde gelegt.

Aufgrund des gewählten Bezugsjahres 2013 müssen die Daten auf den Prognosehorizont 2013 umgerechnet werden. Dazu werden folgende Schritte durchgeführt:

- Netzdaten ohne Tunnel (Nullfall): vom Jahr 2006 bis zum Jahr 2020 geht das Planungsbüro Kölz von einer Verkehrszunahme um 15 % aus. Unter Annahme eines linearen Anstiegs des Verkehrsaufkommens ergibt sich eine Verkehrszunahme von 2006 auf 2013 um 7,5 %
- Netzdaten mit Tunnel (Planfall): Die existierende Prognose für das Jahr 2020 muss für das Jahr 2013 ebenfalls umgerechnet werden. Auf Basis der angenommenen mittleren Verkehrszunahme (s. o.) muss die Zahl um 7,5 % reduziert werden.
- Anpassung der Wochentagsverkehrsaufkommen auf mittlere DTV: die Zählung wurde an den verkehrsstarken Tagen Dienstag und Donnerstag durchgeführt. Da für die Ausbreitungsrechnung ein für die gesamte Woche repräsentatives DTV erforderlich ist, muss die Zahl mit dem Faktor 0,9 bei den Kfz und 0,82 bei den Schwerverkehren korrigiert werden<sup>18</sup>.
- Die Differenzierung der SV-Anteile in schwere Nutzfahrzeuge (SNf, > 3,5 t) und leichte Nutzfahrzeuge (LNF, 2,8 t bis 3,5 t) erfolgt konservativ, indem 80 % des Schwerverkehrs als schwere Nutzfahrzeuge angesetzt werden.

Daraus ergeben sich folgende Werte, beispielhaft dargestellt für die B29 Remsstraße und den Tunnel:

**Tabelle 12-5: Verkehrsaufkommen DTV (in Klammern SV-Anteile > 3,5 t) für den Tunneldialog (Werte gerundet)**

<sup>18</sup> »Hochrechnungsverfahren für Kurzzeitmessungen auf Hauptverkehrsstraßen in Großstädten«. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 1007, 2008. Hrsg. BMVBS, Bonn

Szenario	B29 Remsstraße	Tunnel	Kommentar
Nullfall ohne Tunnel, 2013	36 200 (7,0 %)	–	Höheres Verkehrsaufkommen als im Planfeststellungsverfahren aber geringerer SV-Anteil
Szenario mit Tunnel, 2013	16 410 (3,6 %)	20 260 (9,5 %)	Im Tunnel höhere Verkehrsbelastung als im Planfeststellungsverfahren, in der Ortsdurchfahrt geringere Verkehrsbelastung

Für die Nordschiene liegen ebenfalls aktuelle Zählraten des Büro Kölz vor [Stadt Schwäbisch Gmünd, 2012]. Die Zahlen zeigen, dass zwischen 2008 und 2010 eine deutliche Steigerung des Verkehrs zu verzeichnen ist, der wahrscheinlich auf Verdrängungseffekte der B29-Ortsdurchfahrt zurückzuführen ist.

**Tabelle 12-6: Beispielhafte DTV an der Ortsdurchfahrt Großdeinbach (3 Zählpunkte)**

Zählstelle	1	2	3
2001	8 300	8 300	8 500
2006	8 200	8 200	8 700
2008	8 800	8 800	9 250
2010	11 050	12 150	12 750

Die Frage ist, in wieweit sich nach Öffnung des Tunnels die Zahlen reduzieren. Daher wird aus Konsistenzgründen folgende Vorgehensweise zur Bestimmung der DTV für 2013 gewählt:

- Im Nullfall werden die Verkehrsdaten von 2010 mit einer 1 %-igen jährlichen Steigerung auf 2013 hochgerechnet
- Im Planfall mit Tunnel: Verwendung der Zählraten von 2006 und Annahme einer durchschnittlichen Verkehrszunahme um 7,5 % bis zum Prognosehorizont 2013

**Tabelle 12-7: Beispielhafte DTV an der Ortsdurchfahrt Großdeinbach für den Prognosehorizont 2013 und abgeschätzte Rückverlagerung (Werte gerundet)**

Zählstelle	1	2	3
Nullfall ohne Tunnel, 2013	11 385	12 520	13 140
Planfall mit Tunnel, 2013	8 910	8 910	9 570
Rückverlagerung	-2 475	-3 610	-3 570

### 12.4.2 Prognosejahr

Im Handbuch HBEFA sind für unterschiedliche Prognosejahre zwischen 1990 und 2030 Emissionsfaktoren hinterlegt [UBA & INFRAS, 2010]. Der sukzessive Ersatz von Altfahrzeugen durch emissionsärmere Neufahrzeuge führt zu einem Rückgang der spezifischen Emissionen.



Als Prognosejahr wird, wie eingangs beschrieben, im Null- und Planfall das Jahr der Tunnelfertigstellung 2013 angesetzt.

### 12.4.3 Fahrzeugflotte

In die Berechnung der Emissionen geht die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte und deren Fahrleistung ein. Die Zusammensetzung der real im Untersuchungsgebiet fahrenden diesel- und benzinbetriebenen Fahrzeuge, aufgeschlüsselt nach Euro-Normen und Fahrleistungen liegt nicht vor. Deshalb wurde die Verteilung gemäß bundesdeutschem Schnitt angesetzt.

### 12.4.4 Straßentypus

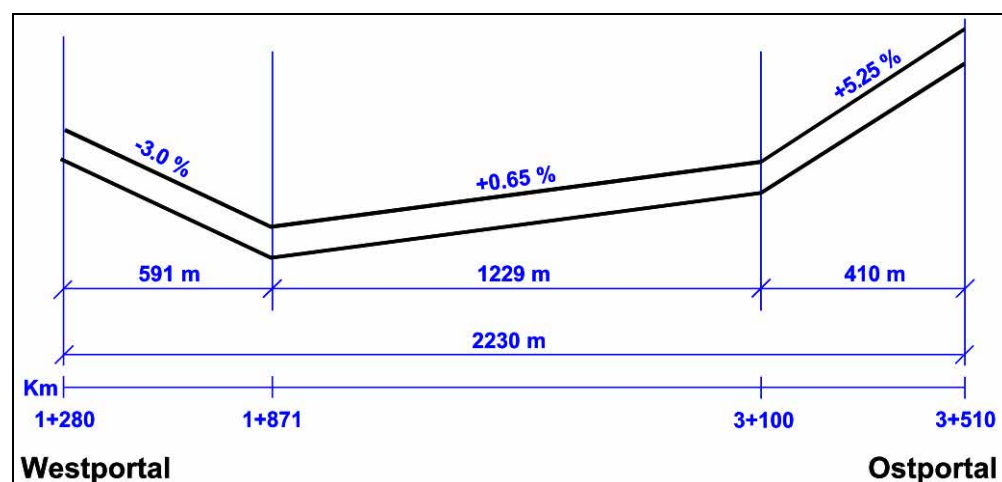
Der Straßentypus wurde aus den im Handbuch HBEFA aufgeführten Mustern gewählt. Für jedes Quellpolygon kann der angesetzte Straßentyp Tabelle A4-1 und Tabelle A4-2 im Anhang entnommen werden.

Die B29 durch Schwäbisch Gmünd (Stuttgarter Straße – Lorcher Straße – Remsstraße) wurde als Typ »Hauptstraße mit Tempolimit 50 km/h« eingestuft.

Die Straßensteigung wurde aus einer topographischen Karte abgeleitet und ist ebenfalls in Tabelle A4-1 und Tabelle A4-2 im Anhang dargestellt.

Für den Tunnel wurde als Straßentypus »Nationale Fernstraße mit Geschwindigkeitsbegrenzung 80 km/h« angesetzt. Da der Tunnel nicht eben verläuft, wurden zur Emissionsberechnung Abschnitte mit unterschiedlichen Steigungen berücksichtigt (vgl. Abbildung 12-5): An der westlichen Tunnelseite wird über einen Abschnitt von 591 m eine Steigung von  $\pm 3\%$  angesetzt, für den mittleren Tunnelteil von 1 229 m eine Steigung von  $\pm 0,7\%$  und für den östlichen Abschnitt des Tunnels mit einer Länge von 410 m eine Steigung von  $5,3\%$ .

Abbildung 12-5:  
Abschnitt und Steigungen im Verlauf des Tunnels



### 12.4.5 Verkehrsqualität

Im aktuellen Handbuch HBEFA sind 4 Verkehrsqualitäten hinterlegt [UBA & INFRAS, 2010]. Diese können wie folgt charakterisiert werden:

a) freier, flüssiger Verkehr

Frei und stetig fließender Verkehr; konstante, eher hohe Geschwindigkeit, Geschwindigkeitsbandbreiten: 90 bis > 130 km/h auf Autobahnen, 45 bis 60 km/h auf Straßen mit Tempolimit von 50 km/h. Verkehrsqualitätsstufe A+B.

b) dichter Verkehr

Flüssiger Verkehrsfluss bei starkem Verkehrsvolumen, vergleichsweise konstante Geschwindigkeit, Geschwindigkeitsbandbreiten: 70 bis 90 km/h auf Autobahnen, 30 bis 45 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h. Verkehrsqualitätsstufe C+D.

c) gesättigter Verkehr

Unstetiger Verkehrsfluss mit starken Geschwindigkeitsschwankungen bei gesättigtem / gebundenem Verkehrsfluss, erzwungene Zwischenstopps möglich, Geschwindigkeitsbandbreiten: 30 bis 70 km/h auf Autobahnen, 15 bis 30 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h. Verkehrsqualitätsstufe E.

d) Stop+Go

Stop+Go, starke Stauerscheinungen bis Verkehrszusammenbruch, Geschwindigkeitsschwankungen bei allgemein niedriger Geschwindigkeit. Geschwindigkeitsbandbreiten: 5 bis 30 km/h auf Autobahnen, 5 bis 15 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h.

Die Verkehrsqualität ändert sich im Lauf eines Tages abhängig vom stündlichen Verkehrsaufkommen und der Grenzkapazität (in Pkw-Einheiten nach [HBS 2009]) einer Straße.

Für die B29 wurde der Tagesgang des Verkehrsaufkommens gemäß HBS (2001, Fassung 2009 [HBS, 2009]) für Straßen im Kernstadtbereich angesetzt.

Für den Tunnel wurden 11 Stunden pro Tag mit freiem Verkehr, 12 Stunden pro Tag mit dichtem Verkehr und 1 Stunde pro Tag mit gesättigtem Verkehr angenommen. Der Tagesgang des Verkehrsaufkommens wurde gemäß HBS für Straßen am Stadtrand angesetzt.

### 12.4.6 Kaltstartanteil

Kalte Motoren emittieren erheblich mehr Luftschadstoffe als betriebswarme Motoren. Die Kaltstartanteile hängen vom Straßentypus ab. Auf Hauptstraßen wurden auf Grundlage der VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7 [VDI 3782-7, 2003] 25,8 % Kaltstartanteile angesetzt, auf Nebenstraßen 44,1 % Kaltstartanteile, auf Außerortstraßen 21 %.

Die angesetzten Kaltstartanteile für jedes Quellpolygon sind in Tabelle A4-1 und Tabelle A4-2 im Anhang hinterlegt.

Als Kaltstartanteil im Tunnel wurden unter Annahme des Straßentyps »Hauptstraße« 25,8 % verwendet.

#### 12.4.7 Klimaanlagen

In den spezifischen Emissionen ist der steigende Anteil von Klimaanlagen berücksichtigt, der insbesondere eine Erhöhung der NO<sub>x</sub>-Emissionen bewirkt.

#### 12.4.8 Aufwirbelung und Abrieb bei Stäuben

Die PM<sub>10</sub>-Emissionen bestehen nur zum Teil aus den Motoremissionen. Ein Großteil der Feinstaubemissionen entsteht durch Aufwirbelung und Abriebe (Reifenabrieb, Straßenabrieb, Bremsabrieb). An diesen Emissionen sind alle Fahrzeuge – nicht nur Dieselgetriebene – beteiligt. Aufwirbelung und Abrieb hängen vom Fahrmodus ab. Je größer die Störungen im Verkehrsablauf, also je häufiger Brems- und Beschleunigungsvorgänge auftreten, desto größer sind die spezifischen Emissionen.

Die spezifischen Emissionen für die Aufwirbelung und den Abrieb werden entsprechend Untersuchungen von Schneider et al. (Okt. 2006) für PM<sub>10</sub> angesetzt. Da diese Faktoren aus Rückrechnungen von Messungen unter der Annahme motorischer Emissionen aus dem alten Handbuch (HBEFA 2.1, [UBA, INFRAS, 2004]) stammen, wurde ein Korrekturfaktor von 5/6 angesetzt [Stevens, 2010].

Für PM<sub>2,5</sub> erfolgt die Berechnung der Aufwirbelung und des Abriebs nach [EEA, 2009].

### 12.5 Ausbreitungsrechnungen

#### 12.5.1 Allgemeines

Die Immissionen werden mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen ermittelt. Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- die von den Quellen ausgehenden Emissionen (vgl. Abschnitt 12.4),
- die Lage und die Abmessungen der Quellen (vgl. Abschnitt 12.5.6),
- die meteorologischen Randbedingungen in Form von Zeitreihen (vgl. Abschnitt 12.2),
- die Orografie in Form eines digitalen Höhenmodells (vgl. Abschnitt 12.5.5).

Ferner gehen in die Ausbreitungsrechnungen folgende Ansätze ein:

- Die Emissionen werden in Form einer Zeitreihe eingebracht. Über die Zeitreihe können Tagesgänge berücksichtigt werden.

- Stickoxide werden zu 70 % bis 90 % in Form von NO emittiert. Die Umwandlung von NO zu NO<sub>2</sub> wird vom Ausbreitungsmodell berechnet.
- Die mittlere Rauigkeitslänge z<sub>0</sub> wird für alle Standorte mit 0,8 m festgelegt. Die Beurteilungsgebiete weisen zum einen einen hohen Waldanteil auf, zum andern wurden Hindernisse wie Gebäude nicht als explizite Hindernisse modelliert, sondern gehen als Rauigkeit in die Rechnungen ein.

### 12.5.2 Simulationsgebiet

Das Simulationsgebiet besitzt eine Größe von 5 280 m mal 5 280 m. Der Ausschnitt wird entsprechend groß gewählt, um die Einflüsse aller relevanten Straßen und die Anbaugelände der Firma Weleda zu erfassen.

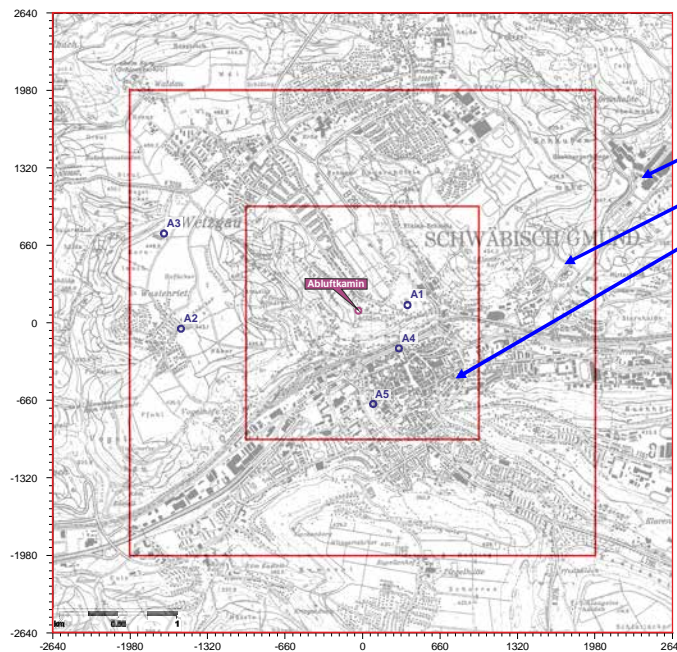
Um die statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens in größerer Entfernung zur Quelle zu reduzieren, wird das so genannte Nesting-Verfahren angewendet. Hierzu wird das Rechengelände in mehrere ineinander verschachtelte Rechengelände mit unterschiedlich großen Rechenzellen aufgeteilt (vgl. Abbildung 12-6). Die Dimensionierung der Modellgitter ist in Tabelle 12-8 dargestellt.

In der Vertikalen beträgt die bodennahe Schichtdicke 3 m. Die unterste Rechengelände ist 3 m hoch. Darüber nehmen die Schichtdicken sukzessive zu.

Tabelle 12-8: Rechengitter für das Ausbreitungsmodell

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	33 m	1 980 m • 1 980 m	60 • 60
2	66 m	3 960 m • 3 960 m	60 • 60
3	132 m	5 280 m • 5 280 m	40 • 40

Abbildung 12-6:  
Verwendetes geschachteltes Gitter



Geschachteltes Gitter  
Horiz. Maschenweiten  
132 m  
66 m  
33 m

### 12.5.3 Zeitreihe der Emissionen

Die Tunnellüftung ist nur im Zeitraum von 5 bis 22 Uhr täglich in Betrieb. Nachts wird die Tunnelabluft nicht abgesaugt, sondern tritt an den Tunnelportalen aus. Dabei werden die Emissionen gleichmäßig auf beide Tunnelportale verteilt. Dadurch treten ca. 91 % der Tagesemissionen über den Kamin aus und ca. 9 % an den Tunnelportalen (vgl. Tabelle 12-9).

Ferner wird ein stündlicher Tagesgang berücksichtigt. Die Tagesemission wird dabei prozentual folgendermaßen verteilt:

**Tabelle 12-9: Prozentuale Verteilung der Emission auf die Tagesstunden [HBS, 2009]**

Stunde des Tages	Anteil an der Tagesemission	Stunde des Tages	Anteil an der Tagesemission
0 – 1 Uhr	1,6 %	12 – 13 Uhr	5,0 %
1 – 2 Uhr	0,8 %	13 – 14 Uhr	5,2 %
2 – 3 Uhr	0,5 %	14 – 15 Uhr	5,3 %
3 – 4 Uhr	0,4 %	15 – 16 Uhr	5,6 %
4 – 5 Uhr	0,3 %	16 – 17 Uhr	6,7 %
5 – 6 Uhr	0,4 %	17 – 18 Uhr	8,4 %
6 – 7 Uhr	1,2 %	18 – 19 Uhr	8,5 %
7 – 8 Uhr	4,5 %	19 – 20 Uhr	7,4 %
8 – 9 Uhr	7,4 %	20 – 21 Uhr	5,0 %
9 – 10 Uhr	6,6 %	21 – 22 Uhr	3,9 %
10 – 11 Uhr	5,2 %	22 – 23 Uhr	3,0 %
11 – 12 Uhr	5,0 %	23 – 0 Uhr	2,1 %

Ferner wird ein Wochengang berücksichtigt. Die Wochenemission wird dabei folgendermaßen auf die Wochentage verteilt:

**Tabelle 12-10: Prozentuale Verteilung der Wochenemission auf die Wochentage [RP Stuttgart, 2006a]**

Wochentag	Prozent der Wochenemission
Montag	13,5 %
Dienstag	15,6 %
Mittwoch	16,4 %
Donnerstag	16,4 %
Freitag	16,0 %
Samstag	12,3 %
Sonntag	9,8 %

### 12.5.4 Berücksichtigung des Geländeeinflusses

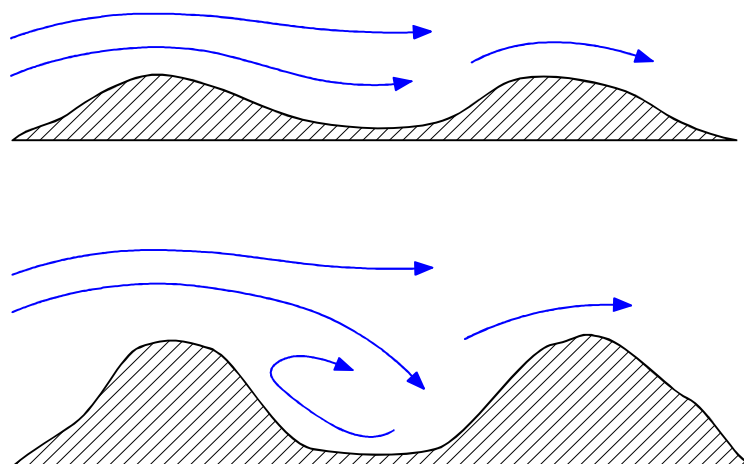
Nach Nr. 11, Anhang 3 der TA Luft sind in der Ausbreitungsrechnung die Geländestrukturen zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Die Steigung soll dabei als Höhendifferenz über eine Strecke bestimmt werden, die dem 2-fachen der Schornsteinbauhöhe entspricht. Im betrachteten Untersuchungsgebiet treffen die Kriterien nach TA Luft zu.

Als Grundlage zur Erzeugung eines digitalen Höhenmodells werden die Daten des Höhenmodells GlobDEM50 im 50-Meter-Raster verwendet. GlobDEM50 basiert auf Rohdaten der Shuttle Radar Topography Mission von NASA, NIMA, DLR und ASI aus dem Jahr 2000.

Gemäß Anhang 3, Nr. 11 der TA Luft können Geländeunebenheiten mit Hilfe des in AUSTAL2000 integrierten mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 (20 %) nicht überschreitet.

Im vorliegenden Fall ist die Geländesteigung in großen Bereichen  $> 1:5$ , so dass die Anwendungsgrenzen des diagnostischen Windfeldmodells überschritten sind. Dies liegt unter anderem darin begründet, dass das diagnostische Strömungsmodell von AUSTAL2000 eine geländefolgende Strömung berechnet und keine Wirbelbildung beim Strömungsabriss berücksichtigen kann (siehe Abbildung 12-7).

Abbildung 12-7:  
 Oben: Flach gewelltes Gelände. Die Strömung folgt der Geländekonfiguration. Dieses Strömungsfeld kann vom Windfeldmodell, das in AUSTAL2000 integriert ist, berechnet werden.  
 Unten: Strömungsabriss bei steilem Gelände. Dieses Strömungsfeld kann vom Windfeldmodell, das in AUSTAL2000 integriert ist, nicht berechnet werden.



Aus diesem Grund werden, gemäß den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 13 [VDI 3783-13, 2010] Simulationen mit einem prognostischen numerischen Windfeldmodell durchgeführt, das die Einschränkung »Steigung  $< 1:5$ « nicht aufweist.

Das Verfahren zur Ermittlung der prognostischen Windfeldbibliothek ist in Anhang A 4 beschrieben. Es stellt die Windfelder bereit, mittels derer die Ausbreitungsrechnung durchgeführt wird.

### 12.5.5 Berücksichtigung des Gebäudeeinflusses

Nach Anhang 3, Nr. 10 TA Luft müssen Gebäude explizit berücksichtigt werden, wenn sich diese in einer Entfernung von weniger als dem 6-fachen der Quellhöhe befinden und die Schornsteinbauhöhe weniger als das 1,7-fache der Gebäudehöhen aufweist. Bei der vorgesehenen Schornsteinhöhe von 33 m ist dieses Kriterium nur für Gebäude, die höher als etwa 19 m sind, erfüllt. Da sich innerhalb eines Radius von 200 m um den Schornstein nur zwei- bis dreigeschossige Wohnhäuser befinden, ist kein Gebäudeeinfluss zu berücksichtigen.

### 12.5.6 Lage der Quellen

Die Lage der Quellen kann den Abbildungen in Anhang A 4 »DTV und spezifische Emissionen« entnommen werden. Die Quellen wurden als Linienquellen angesetzt. Um fahrzeuginduzierte Turbulenz zu berücksichtigen, erfolgte die Freisetzung über eine vertikale Erstreckung vom Boden bis in 3,50 m über Grund.

Der Schornstein wird als Punktquelle mit einer Höhe von 33 m digitalisiert. Er liegt bei den Koordinaten

Rechtswert: 35 58 210  
Hochwert: 54 07 837.

### 12.5.7 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit dem Ausbreitungsmodell »LASAT« [Janicke, 2000]; [Janicke u. Janicke, 2000], Version 3.2.28 vom 06.08.2011 durchgeführt.

LASAT (**L**agrange-**S**imulation von **A**erosol-**T**ransport) berechnet die Ausbreitung von Spurenstoffen in der Atmosphäre, indem für eine Gruppe repräsentativer Stoffteilchen der Transport und die turbulente Diffusion durch einen Zufallsprozess auf dem Computer simuliert wird (Lagrange-Simulation). Eine Beschreibung des Modells kann Anhang A 4 »Beschreibung des Modells LASAT« entnommen werden.

Dieses Modell entspricht den Anforderungen des Anhangs 3 der TA Luft und der darin zitierten VDI-Richtlinie 3945 Blatt 3.

Das Ausbreitungsmodell wird mit der Partikelrate 8 Teilchen/s betrieben. Dies entspricht der Qualitätsstufe »+2«.

### 12.5.8 Abgasfahnenüberhöhung

Zur Bestimmung der Abgasfahnenüberhöhung wird nur der Auftrieb aufgrund des Austrittsimpulses berücksichtigt. Der Mündungsdurchmesser wurde mit 3,8 m, die Austrittsgeschwindigkeit mit 12 m/s angesetzt.

Die Abgasfahnenüberhöhung wird mit diesen Angaben vom Modell LASAT nach VDI 3782, Blatt 3 [VDI 3782-3, 1985] bzw. VDI 3784, Blatt 2 [VDI 3784-2, 1990] berechnet.

### 12.5.9 Umwandlung von NO in NO<sub>2</sub>

Die Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub> = Summe aus NO + NO<sub>2</sub>) werden zu 70 % bis 90 % in Form von NO emittiert. Die Direktmission von NO<sub>2</sub> wurden dem Handbuch HBEFA 3.1 entnommen. Weiteres NO<sub>2</sub> entsteht während der Ausbreitung. So wird im Nahbereich von Straßen die NO - NO<sub>2</sub>-Umwandlung hauptsächlich vom Ozon-Angebot bestimmt. An sonnenscheinreichen Tagen steht Ozon, das sich unter anderem aus den Kfz-bedingten Schadstoffen NO<sub>x</sub> und Kohlenwasserstoffen bildet, als Reaktionspartner für das NO zur Verfügung und führt zu einer erhöhten Umwandlung von NO in NO<sub>2</sub>. Dies hat zum einen zur Folge, dass die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an Straßen im Sommer sogar ein höheres Niveau als im Winter aufweisen können und zum anderen, dass die Ozon-Konzentrationen in Straßennähe niedriger sind als in größerer Entfernung.

Im Modell wird, abhängig von der Ausbreitungsklasse, ein Teil des NO nach den Vorgaben der TA Luft in NO<sub>2</sub> umgewandelt.

## 12.6 Ermittlung der Vorbelastung

Die Gesamtbelastung setzt sich zusammen aus der Vorbelastung und der Zusatzbelastung durch die Emissionen des Kamins. Die Vorbelastung umfasst die Beiträge der großräumigen Hintergrundbelastung, der Beiträge durch Hausbrand, Gewerbe und Industrie sowie die Beiträge des Straßenverkehrs.

Die Beiträge des Straßenverkehrs wurden rechnerisch ermittelt. Die anderen Beiträge werden aus Messungen der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) abgeleitet [LUBW, 2010, 2011, 2012b, 2012c]. Die LUBW betreibt im weiteren Umkreis von Schwäbisch Gmünd drei städtische Hintergrundstationen: Aalen, Schwäbisch Hall und Stuttgart-Bad Cannstatt.

Die Messwerte dieser Stationen können zur Abschätzung der Vorbelastung herangezogen werden. Ferner werden von der LUBW im Rahmen des Monitoring drei Messstationen im Raum Schwäbisch Gmünd errichtet, die seit Januar 2012 betrieben werden.

Im Folgenden werden die Messungen und die für die daraus für den Raum Schwäbisch Gmünd abgeleiteten Vorbelastungen beschrieben.

### Messwerte Schwäbisch Gmünd

Die drei Messstellen der LUBW weisen für das erste Halbjahr 2012 folgende Mittelwerte bzw. Überschreitungen auf.



**Tabelle 12-11: Messwerte Schwäbisch Gmünd – Auswertung Januar bis Juli 2012**

Ort	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup>	Überschreitungen PM <sub>10</sub>
Schwäbisch Gmünd B29	54,9	24,9	8
Schwäbisch Gmünd Zentrum	27,1	19,1	6
Wustenriet	12,9	17,0	4

### Stickstoffdioxid

In Tabelle 12-12 sind die NO<sub>2</sub>-Messwerte der LUBW-Messstationen dargestellt. Für das Jahr 2012 liegen bei der Auswertung die Messwerte an den Stationen bis Juli 2012 vor. An der Station Stuttgart Bad Cannstatt wurden im Vergleich zu den beiden anderen Hintergrundmessstationen auf Grund der Nähe zum Ballungsraum Stuttgart höhere Werte gemessen.

**Tabelle 12-12: NO<sub>2</sub> – Immissionsmessungen der LUBW an den Hintergrundstationen Aalen, Schwäbisch Hall und Stuttgart-Bad Cannstatt seit 2010 in µg/m<sup>3</sup>**

Zeitraum/Jahr	NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>		
	Aalen	Schwäbisch Hall	Stuttgart-Bad Cannstatt
Januar – Juli 2012	21,1	21,0	32,1
2011	22	18	31
2010	22	21	29

Der Vergleichszeitraum erstes Halbjahr 2012 liegt im Bereich der in den Vorjahren gemessenen Werte, so dass das Halbjahr als repräsentativ für das Gesamtjahr angesehen werden kann.

### Feinstaub – PM<sub>10</sub>

Tabelle 12-13 zeigt die PM<sub>10</sub>-Messwerte der LUBW-Messstationen, Tabelle 12-14 die Anzahl der Tage mit gemessenen Tagesmittelwerten über 50 µg/m<sup>3</sup>. Für das Jahr 2012 liegen für die Auswertung die Messwerte an den Stationen bis Juli 2012 vor.

**Tabelle 12-13: PM<sub>10</sub> – Immissionsmessungen der LUBW an den Hintergrundstationen Aalen, Schwäbisch Hall und Stuttgart-Bad Cannstatt seit 2010 in µg/m<sup>3</sup>**

Zeitraum/Jahr	PM <sub>10</sub> -Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>		
	Aalen	Schwäbisch Hall	Stuttgart-Bad Cannstatt
Januar – Juli 2012	18,4	18,8	20,2
2011	19	19	20
2010	20	21	21

**Tabelle 12-14: Anzahl Tage mit Überschreitungen des PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerts von 50 µg/m<sup>3</sup> an den Hintergrundstationen Aalen, Schwäbisch Hall und Stuttgart – Bad Cannstatt seit 2010**

Zeitraum/Jahr	PM <sub>10</sub> -Überschreitungen in Anzahl der Tage pro Jahr		
	Aalen	Schwäbisch Hall	Stuttgart-Bad Cannstatt
Januar – Mai 2012	5	7	7
2011	8	10	11
2010	12	14	15

Bei der halbjährigen Messung kann – unter der Annahme, dass das zweite Halbjahr meteorologisch typisch abläuft – der Halbjahresmittelwert als repräsentativ angesehen werden. Bei den Überschreitungshäufigkeiten sind die Werte zu verdoppeln.

**Feinstaub – PM<sub>2,5</sub>**

An der Luftmessstation Stuttgart-Bad Cannstatt wurden PM<sub>2,5</sub>-Messungen durchgeführt. Die gemessenen Werte können Tabelle 12-15 entnommen werden.

**Tabelle 12-15: PM<sub>2,5</sub>-Immissionsmessungen der LUBW an der Hintergrundstation Stuttgart-Bad Cannstatt in µg/m<sup>3</sup>**

Jahr	Stuttgart-Bad Cannstatt
	PM <sub>2,5</sub> -Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>
2011	15
2010	15

Die PM<sub>2,5</sub>-Hintergrundbelastung wird mit 75 % der PM<sub>10</sub>-Hintergrundbelastung abgeschätzt.

Die Hintergrundbelastungen von Ruß, Kohlenmonoxid und Benzol sind im Anhang A 4 aufgeführt.

Die angenommene Hintergrundbelastung für alle relevanten Stoffe ist in der zusammenfassenden Tabelle 12-16 dargestellt. Da sich das Untersuchungsgebiet sowohl in topographisch gegliedertem Gelände befindet wie auch recht inhomogen in der Verteilung der Quellen (Straßendichte, Bebauungsdichte, Gewerbe/Industrie-Aufkommen) ist, wird zwischen der Hintergrundbelastung in Tal- und Höhenlagen unterschieden.

**Tabelle 12-16: Angenommene Hintergrundbelastungen im Beurteilungsgebiet in µg/m<sup>3</sup>**

Schadstoff	Tallage	Höhenlage
NO <sub>2</sub>	21	15

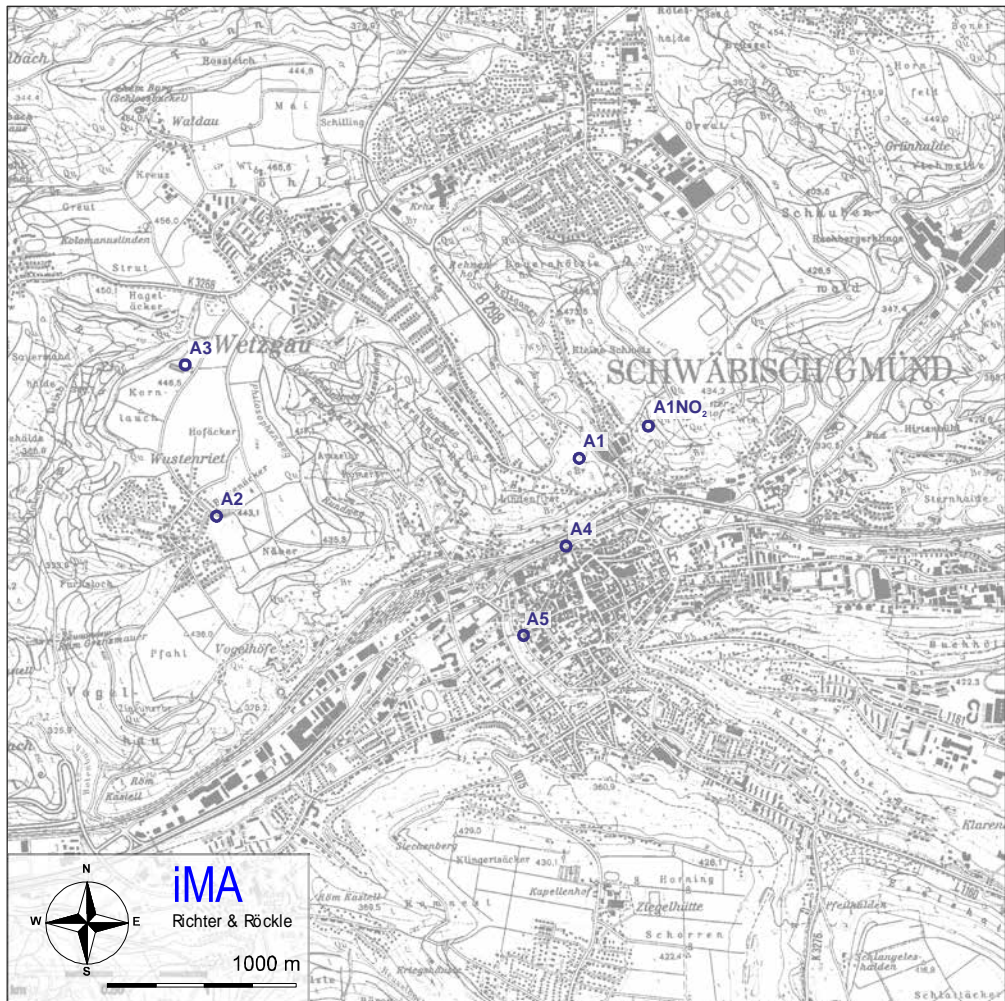
Schadstoff	Tallage	Höhenlage
NO <sub>x</sub>	32,5	20,2
PM <sub>10</sub>	20	20
PM <sub>2,5</sub>	15	15
Ruß	2,5	2,5
Benzol	1,4	1,4

## 12.7 Ergebnisse der Immissionsprognose

### 12.7.1 Betrachtete Immissionsorte

Zur Beurteilung der Schadstoffimmissionen in tabellarischer Form werden Immissionsorte (»Aufpunkte«) festgelegt. Die Lage der Immissionsorte ist in Abbildung 12-8 dargestellt. Eine Beschreibung der Immissionsorte kann Tabelle 12-17 entnommen werden.

Abbildung 12-8:  
Lage der Immissionsorte



**Tabelle 12-17: Lage und Beschreibung der Immissionsorte**

Aufpunkt	GK RW	GK HW	Beschreibung
A1	3558629,5	5407997,5	Maximum Kamin (außer NO <sub>2</sub> )
A1NO <sub>2</sub>	3558992,5	5408492,5	Maximum Kamin NO <sub>2</sub>
A2	3556715,5	5407700,5	Wustenriet
A3	3556550,5	5408492,5	Weleda
A4	3558563,5	5407535,5	Verkehr B29
A5	3558332,5	5407832,5	Verkehr städtischer Hintergrund

Als Immissionsort, der die maximale Zusatzbelastung durch den Kamin repräsentiert, werden zwei Aufpunkte (A1 und A1NO<sub>2</sub>) angegeben. Aufgrund der chemischen Umsetzung von NO in NO<sub>2</sub> liegt das Maximum gegenüber den anderen Schadstoffen etwas versetzt.

Die Immissionsorte »A2 – Wustenriet«, »A4 – Verkehr B29« und »A5 – Verkehr städtischer Hintergrund« wurden jeweils in den Bereich der Standorte von Luftmessstellen gelegt (vgl. Kapitel 12.8.4).

### 12.7.2 Zusatzbelastung Stickstoffdioxid

Eine flächenhafte Darstellung der berechneten NO<sub>2</sub>-Zusatzbelastung kann für den Nullfall Abbildung A4-3 im Anhang entnommen werden, die Zusatzbelastung für das Straßennetz im Planfall ohne Beitrag des Kamins ist in Abbildung A4-4 dargestellt, die flächenhafte Darstellung des Kaminbeitrags Abbildung A4-5.

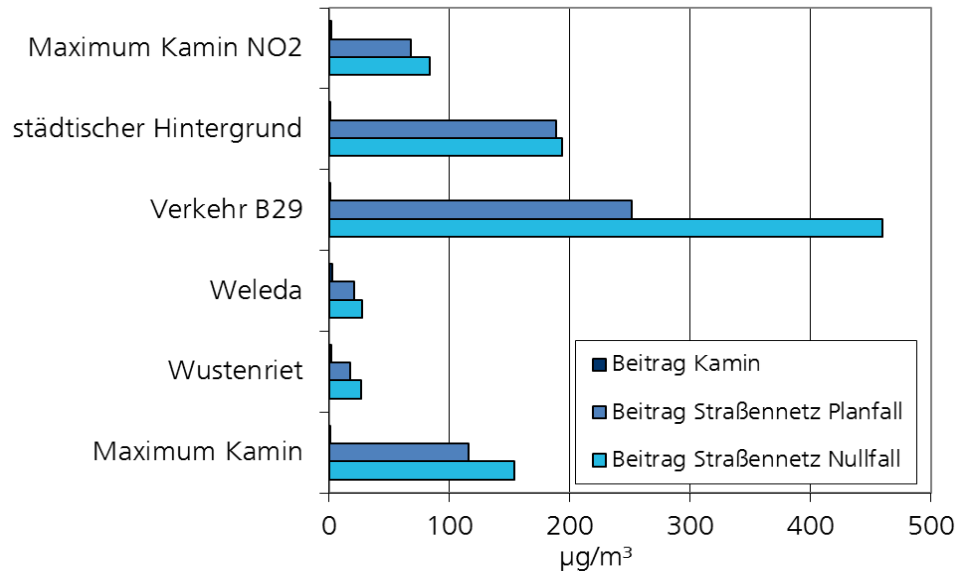
Tabelle 12-18 zeigt die berechnete NO<sub>2</sub>-Zusatzbelastung an den gewählten Immissionsorten im Nullfall, im Prognose-Planfall ohne den Beitrag des Kamins, den Beitrag des Kamins im Prognose-Planfall (ohne Berücksichtigung eines Filters) und die gesamte Zusatzbelastung im Prognose-Planfall.

**Tabelle 12-18: NO<sub>2</sub>-Immissionsbeiträge an den Aufpunkten in 1,5 m ü. Gr.**

Aufpunkt	Nullfall	Planfall ohne Beitrag Kamin	Planfall Beitrag Kamin (ohne Filter)	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	4,5	4,1	0,04	4,2
A1NO <sub>2</sub> – Maximum Kamin NO <sub>2</sub>	2,0	1,7	0,04	1,8
A2 – Wustenriet	0,4	0,4	0,02	0,5
A3 – Weleda	0,6	0,5	0,01	0,6
A4 – Verkehr B29	41,8	17,4	0,01	17,4
A5 – städtischer Hintergrund	8,4	6,5	0,01	6,5

Abbildung 12-9 weist an jedem Aufpunkt den maximal berechneten Stundenmittelwert (Zusatzbelastung) aus. Nur am Aufpunkt A4 an der B29 wird die Schwelle von 200 µg/m³ überschritten.

Abbildung 12-9:  
Maximaler Stundenmittelwert NO<sub>2</sub>



### 12.7.3 Zusatzbelastung Feinstaub – PM<sub>10</sub>

Eine flächenhafte Darstellung der berechneten PM<sub>10</sub>-Zusatzbelastung kann Abbildung A4-6 bis Abbildung A4-8 im Anhang entnommen werden.

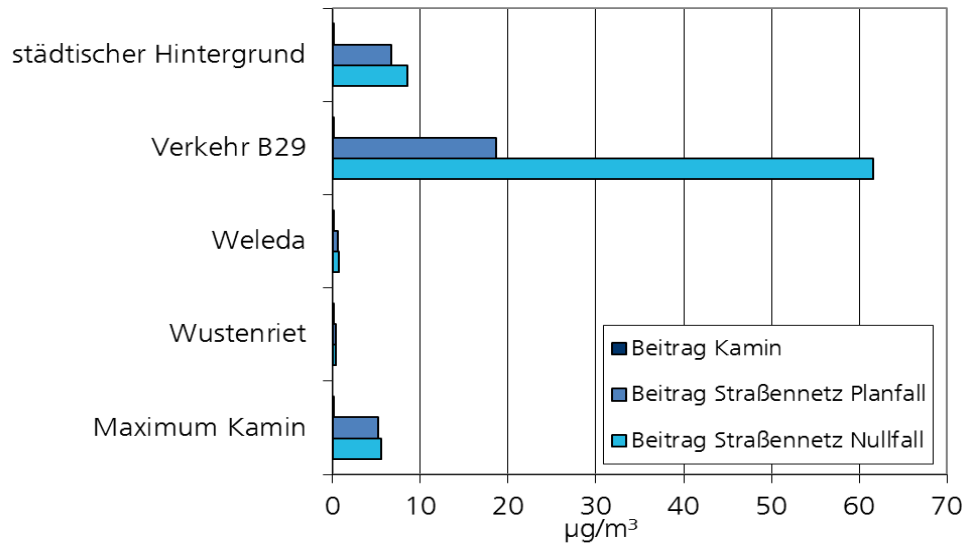
In Tabelle 12-19 ist die PM<sub>10</sub>-Zusatzbelastung für die gerechneten Szenarien dargestellt.

Tabelle 12-19: PM<sub>10</sub>-Immissionsbeiträge an den Aufpunkten in 1,5 m ü. Gr.

Aufpunkt	Nullfall	Planfall ohne Beitrag Kamin	Planfall Beitrag Kamin (ohne Filter)	Planfall gesamt
	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
A1 – Maximum Kamin	1,0	1,0	0,01	1,0
A2 – Wustenriet	0,1	0,1	0,01	0,1
A3 – Weleda	0,1	0,1	0,00	0,1
A4 – Verkehr B29	19,3	5,3	0,00	5,3
A5 – städtischer Hintergrund	2,5	1,9	0,00	1,9

Abbildung 12-10 zeigt die maximalen Tagesmittelwerte der Zusatzbelastung an den Aufpunkten. Der Tagesmittelwert von 50 µg/m³ wird nur im Nullfall am Aufpunkt A4 an der B29 überschritten. Im Planfall wird der Tagesmittelwert am Aufpunkt A4 unterschritten.

Abbildung 12-10:  
Maximaler Tagesmittelwert PM<sub>10</sub>



### 12.7.4 Zusatzbelastung Feinstaub – PM<sub>2,5</sub>

Die PM<sub>2,5</sub>-Ergebnisabbildungen befinden sich im Anhang, Abbildung A4-9 bis Abbildung A4-11.

Tabelle 12-20 zeigt die berechnete PM<sub>2,5</sub>-Zusatzbelastung an den gewählten Immissionsorten.

Tabelle 12-20: PM<sub>2,5</sub>-Immissionsbeiträge an den Aufpunkten in 1,5 m ü. Gr.

Aufpunkt	Nullfall	Planfall ohne Beitrag Kamin	Planfall Beitrag Kamin (ohne Filter)	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	0,6	0,5	0,01	0,5
A2 – Wustenriet	0,0	0,1	0,00	0,1
A3 – Weleda	0,1	0,1	0,00	0,1
A4 – Verkehr B29	7,0	2,8	0,00	2,8
A5 – städtischer Hintergrund	1,2	0,9	0,00	0,9

Die Zusatzbelastungen für Ruß, Kohlenmonoxid und Benzol sind im Anhang A 4 aufgeführt.

### 12.7.5 Zusatzbelastung Stickstoffoxide

Eine flächenhafte Darstellung der NO<sub>x</sub>-Zusatzbelastung kann Abbildung A4-12 bis Abbildung A4-14 im Anhang entnommen werden.

In Tabelle 12-21 ist die Zusatzbelastung durch Stickoxide an den Aufpunkten dargestellt.

**Tabelle 12-21: Zusatzbelastung NO<sub>x</sub> an den Aufpunkten**

Aufpunkt	Nullfall	Planfall ohne Beitrag Kamin	Planfall Beitrag Kamin (ohne Filter)	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	12,7	11,9	0,18	12,0
A1NO <sub>2</sub> – Maximum Kamin NO <sub>2</sub>	4,8	4,2	0,17	4,3
A2 – Wustenriet	1,1	1,1	0,08	1,2
A3 – Weleda	1,5	1,4	0,04	1,5
A4 – Verkehr B29	195,9	64,3	0,02	64,3
A5 – städtischer Hintergrund	26,0	20,0	0,01	20,0

### 12.7.6 Zusatzbelastung Staubdeposition

Eine flächenhafte Darstellung der Zusatzbelastung durch Staubniederschlag kann Abbildung A4-17 und Abbildung A4-18 im Anhang entnommen werden. Eine flächenhafte Darstellung des Kaminbeitrags wurde auf Grund der geringen Immissionswerte nicht ergänzt.

In Tabelle 12-22 ist die Zusatzbelastung durch Staubniederschlag an den gewählten Immissionsorten dargestellt.

**Tabelle 12-22: Zusatzbelastung Staubniederschlag an den Aufpunkten**

Aufpunkt	Nullfall	Planfall ohne Beitrag Kamin	Planfall Beitrag Kamin (ohne Filter)	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	0,4	0,4	0,01	0,4
A2 – Wustenriet	0,0	0,0	0,00	0,0
A3 – Weleda	0,0	0,0	0,00	0,0
A4 – Verkehr B29	13,1	3,3	0,00	3,3
A5 – städtischer Hintergrund	1,3	1,0	0,00	1,0

### 12.7.7 Zusatzbelastung Stickstoffeinträge

Eine flächenhafte Darstellung der Zusatzbelastung durch Stickstoffeinträge kann Abbildung A4-15 und Abbildung A4-16 im Anhang entnommen werden. Eine flächenhafte Darstellung des Kaminbeitrags wurde auf Grund der geringen Immissionswerte nicht ergänzt.

In Tabelle 12-23 ist die Zusatzbelastung durch Stickstoffeinträge an den gewählten Immissionsorten dargestellt.

**Tabelle 12-23: Zusatzbelastung Stickstoffeinträge an den Aufpunkten**

Aufpunkt	Nullfall	Planfall ohne Beitrag Kamin	Planfall Beitrag Kamin (ohne Filter)	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	2,0	1,8	0,04	1,9
A1NO <sub>2</sub> – Maximum Kamin NO <sub>2</sub>	0,8	0,7	0,04	0,8
A2 – Wustenriet	0,2	0,2	0,02	0,2
A3 – Weleda	0,2	0,2	0,01	0,2
A4 – Verkehr B29	24,8	11,8	0,00	11,8
A5 – städtischer Hintergrund	4,6	3,5	0,00	3,5

## 12.8 Prognose der Gesamtbelastung und Bewertung

### 12.8.1 Gesamtbelastung Stickstoffdioxid

Abbildung 12-11 und Tabelle 12-24 zeigen die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung an den fünf Aufpunkten.

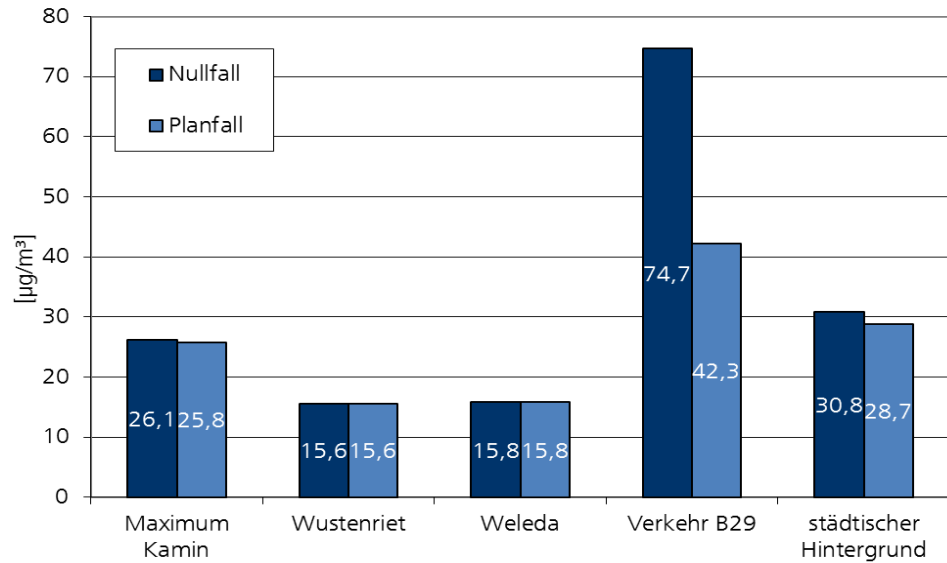
**Tabelle 12-24: NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung an den Aufpunkten in 1,5 m ü. Gr.**

Aufpunkt	Nullfall	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	26,11	25,80
A1NO <sub>2</sub> – Maximum Kamin NO <sub>2</sub>	23,03	22,76
A2 – Wustenriet	15,57	15,59
A3 – Weleda	15,79	15,77
A4 – Verkehr B29	74,65	42,27
A5 – städtischer Hintergrund	30,79	28,74

Die NO<sub>2</sub>-Zusatzbelastung und die Hintergrundbelastung können auf Grund der während der Ausbreitung stattfindenden chemischen Umwandlung nicht linear addiert werden. Die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung wird deswegen über die NO<sub>x</sub>-Gesamtbelastung nach dem Verfahren von Bächlin/Romberg berechnet, wodurch sich leicht andere Werte als bei der reinen Addition von Hintergrund- und Zusatzbelastung von NO<sub>2</sub> ergeben.



Abbildung 12-11:  
Gesamtbelastung NO<sub>2</sub>-  
Jahresmittelwert



Der Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> wird sowohl im Null- als auch im Planfall an dem Aufpunkt an der B29 überschritten. Im Planfall beträgt die errechnete Überschreitung jedoch nur noch knapp 2,3 µg/m<sup>3</sup>, während im Nullfall die Grenzwert-Überschreitung 34,7 µg/m<sup>3</sup> beträgt. An diesem Aufpunkt wirkt sich die zukünftige Verkehrsführung durch den Tunnel deutlich aus.

An den anderen Immissionsorten sind die Unterschiede in der NO<sub>2</sub>-Konzentration zwischen dem Null- und dem Planfall gering bzw. kaum vorhanden.

Auswertungen der LUBW in Baden-Württemberg zeigen, dass mehr als 18 Überschreitungen der NO<sub>2</sub>-Kurzzeitbelastung von 200 µg/m<sup>3</sup> erst ab Jahresmittelwerten über 60 µg/m<sup>3</sup> zu erwarten sind.

Im Nullfall sind somit entlang der B29 mehr als 18 Überschreitungen pro Jahr möglich, im Planfall liegt der Jahresmittelwert jedoch deutlich unter 60 µg/m<sup>3</sup>, sodass davon ausgegangen werden kann, dass weniger als 18 Überschreitungen auftreten.

### 12.8.2 Gesamtbelastung Feinstaub – PM<sub>10</sub>

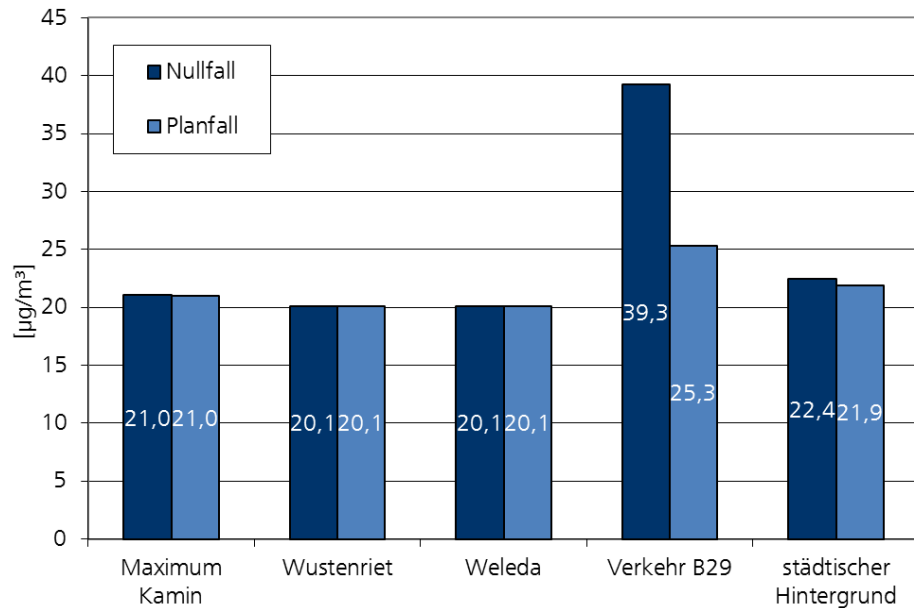
In Tabelle 12-25 und Abbildung 12-12 ist die PM<sub>10</sub>-Gesamtbelastung an den fünf Aufpunkten dargestellt.

Tabelle 12-25: PM<sub>10</sub>-Gesamtbelastung an den Aufpunkten in 1,5 m ü. Gr.

Aufpunkt	Nullfall	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	21,03	20,98
A2 – Wustenriet	20,09	20,10
A3 – Weleda	20,12	20,12

Aufpunkt	Nullfall	Planfall gesamt
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
A4 – Verkehr B29	39,25	25,31
A5 – städtischer Hintergrund	22,45	21,89

Abbildung 12-12:  
Gesamtbelastung PM<sub>10</sub>-  
Jahresmittelwert



Der Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wird an allen Immissionsorten unterschritten. Im Nullfall liegt die berechnete Gesamtbelastung an der B29 mit  $39,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  jedoch sehr nah am Grenzwert, während im Planfall an demselben Aufpunkt die berechneten Immissionen mit  $25,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich unterhalb des Grenzwerts liegen.

Auch bei PM<sub>10</sub> zeigt sich der markanteste Unterschied zwischen den Immissionswerten im Null- und Planfall am Aufpunkt an der B29. An den anderen Immissionsorten sind die Unterschiede zwischen Null- und Planfall sehr gering bzw. kaum vorhanden.

Auswertungen der LUBW in Baden-Württemberg zeigen, dass mehr als 35 Überschreitungen des PM<sub>10</sub>-Tagesmittelwerts von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erst ab Jahresmittelwerten über  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erwarten sind.

Im Nullfall sind somit entlang der B29 mehr als 35 Überschreitungen pro Jahr möglich, während im Planfall der PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwert unter  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegt, sodass davon ausgegangen werden kann, dass der Grenzwert für die Kurzzeitbelastung eingehalten wird.

### 12.8.3 Gesamtbelastung Feinstaub – PM<sub>2,5</sub>

Tabelle 12-26 zeigt die PM<sub>2,5</sub>-Gesamtbelastung an den Aufpunkten.

**Tabelle 12-26: PM<sub>2,5</sub>-Gesamtbelastung an den Aufpunkten in 1,5 m ü. Gr.**

Aufpunkt	Nullfall	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	15,55	15,52
A2 – Wustenriet	15,05	15,05
A3 – Weleda	15,07	15,07
A4 – Verkehr B29	21,95	17,80
A5 – städtischer Hintergrund	16,15	15,89

Die Gesamtbelastungen von Ruß, CO und Benzol sind im Anhang A 4 aufgeführt.

### 12.8.4 Vergleich mit Messungen in Schwäbisch Gmünd

Um die berechneten Werte auf Plausibilität zu überprüfen, werden Messungen herangezogen, die von der LUBW in Schwäbisch Gmünd an der Spotmessstelle Remsstraße und einer Hintergrundmessstelle an der Kreuzung Bocksgasse und Parlerstraße durchgeführt wurden. Gemessen wurde die NO<sub>2</sub>-Belastung, für weitere Schadstoffe liegen keine Messungen vor. Die Lage der Messstellen kann Abbildung 12-13 entnommen werden.

Abbildung 12-13:  
Messpunkte Schwä-  
bisch Gmünd Spotmes-  
sung LUBW 2011  
[LUBW, 2012a]

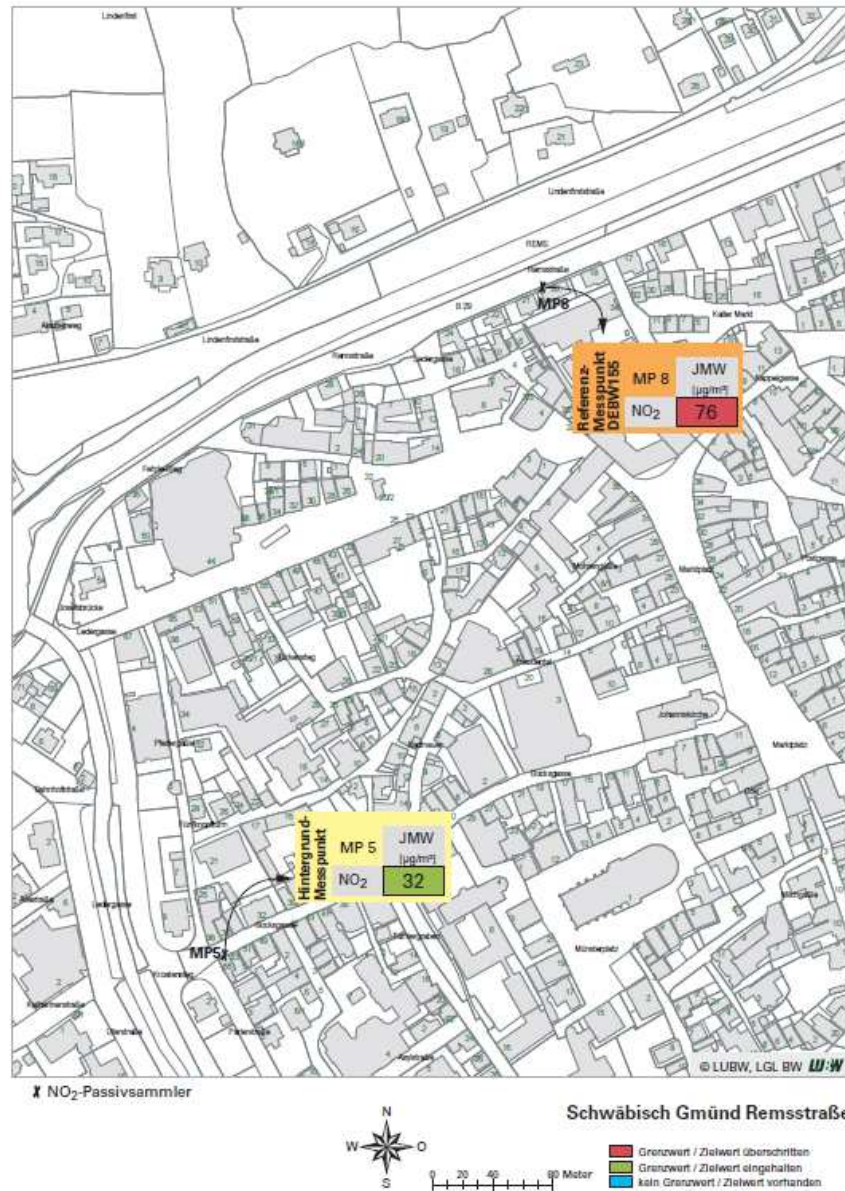


Tabelle 12-27 enthält die gemessenen Jahresmittelwerte der Jahre 2009 bis 2011 an den LUBW-Messstellen in Schwäbisch Gmünd.

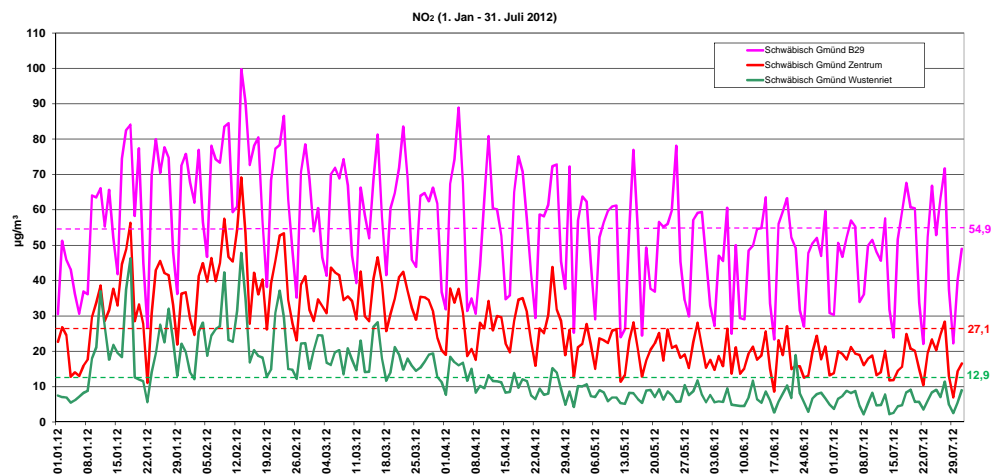
Tabelle 12-27: NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte an den Messstellen in Schwäbisch Gmünd 2009 bis 2011

Jahr	Spotmessstelle Remsstraße A4	Hintergrund-Messstelle A5
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
2009	86	33
2010	80	32
2011	76	32

Zusätzlich wurde im Jahr 2012 eine LUBW-Messstelle in Wustenriet (vgl. Abbildung 12-8, Aufpunkt A2) in Betrieb genommen, die zum Vergleich der Luftqualität vor der Tunnelöffnung 2012 und nach Tunnel freigabe im Jahr 2013 herangezogen werden soll.

Abbildung 12-14 zeigt die Ergebnisse der NO<sub>2</sub>-Messungen an der Messstelle Remsstraße (B29), an der Hintergrund-Messstation (Zentrum) und an der Messstation in Wustenriet vom 1. Januar 2012 bis 31. Juli 2012. Am rechten Rand der Grafik ist jeweils der Mittelwert über diesen Zeitraum an der jeweiligen Station angegeben.

Abbildung 12-14:  
NO<sub>2</sub> – Messungen  
LUBW in Schwäbisch  
Gmünd Januar bis Juli  
2012 [MVI, 2012]

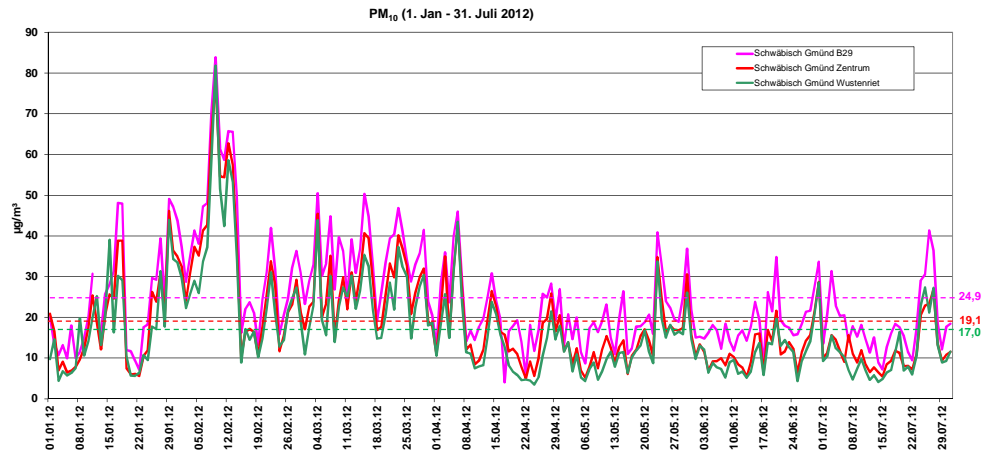


Im Mittel werden die höchsten Werte an der B29 gemessen. An der städtischen Hintergrundmessstelle liegen die Werte deutlich darunter. An der Messstelle in der Höhenlage (Wustenriet) werden die geringsten Werte gemessen.

Ferner ist zu erkennen, dass in den Wintermonaten höhere Immissionen auftreten als in den Sommermonaten.

Neben NO<sub>2</sub> werden seit Januar 2012 auch PM<sub>10</sub>-Messungen in Schwäbisch Gmünd durchgeführt. Abbildung 12-15 zeigt die Ergebnisse der PM<sub>10</sub>-Messungen an der Messstelle Remsstraße (B29), an der Hintergrund-Messstation (Zentrum) und an der Messstation in Wustenriet vom 1. Januar 2012 bis 31. Juli 2012.

Abbildung 12-15:  
PM<sub>10</sub> – Messungen  
LUBW in Schwäbisch  
Gmünd Januar bis Mai  
2012



Im Vergleich zu NO<sub>2</sub> zeigt der Verlauf der PM<sub>10</sub>-Belastung keine große Differenzierung. Die Kurven verlaufen zudem vergleichsweise parallel, was darauf hindeutet, dass die PM<sub>10</sub>-Belastung weitgehend von der Hintergrundbelastung dominiert wird.

In den Mittelwerten über den ausgewerteten Messzeitraum ergibt sich aber die erwartete Reihenfolge mit den höchsten Werten an der B29, gefolgt vom städtischen Hintergrund und der Station in der Höhenlage.

## 12.9 Zusätzliche Fragestellungen aus dem Tunneldialog

### 12.9.1 Entwicklung der Emissionen

Die sukzessive Erneuerung der Fahrzeugflotte führt zu einem Rückgang der spezifischen Fahrzeugemissionen. Exemplarisch wurden die für den Tunnelabschnitt freigesetzten Schadstoffmassen in Kilogramm pro Jahr für die Jahre 2005 bis 2025 nach HBEFA 3.1 berechnet.

In Abbildung 12-16 sind die Emissionen von NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub>, in Abbildung 12-17 für PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> dargestellt. Daraus lassen sich folgende Verhalte ablesen:

- a) deutlicher Rückgang der NO<sub>x</sub>-Emissionen, sowohl in der Vergangenheit wie in der Zukunft
- b) Trotz des deutlichen Rückgangs der Stickoxidemissionen hatte die NO<sub>2</sub>-Emission im letzten Jahrzehnt zugenommen. Dies ist auf Kat-Fahrzeuge zurückzuführen. Erst mit Einführung neuer Emissionsgrenzwerte (EURO 6) im Jahr 2015 ist mit einem spürbaren Rückgang der NO<sub>2</sub>-Emissionen zu rechnen.
- c) PM<sub>10</sub> zeigt infolge des Anteils an Aufwirbelung und Abrieb, der über die Jahre konstant bleibt, einen geringeren Rückgang.

d) Das angesetzte Prognosejahr 2013 (gelb markiert) ist hinsichtlich der Emissionen konservativ, d. h. für spätere Prognosejahre ist mit einem Rückgang der Emissionen zu rechnen.

Abbildung 12-16:  
Im Tunnel freigesetzte  
Schadstoffmengen.  
Links NO<sub>x</sub>, rechts NO<sub>2</sub>  
in kg/a

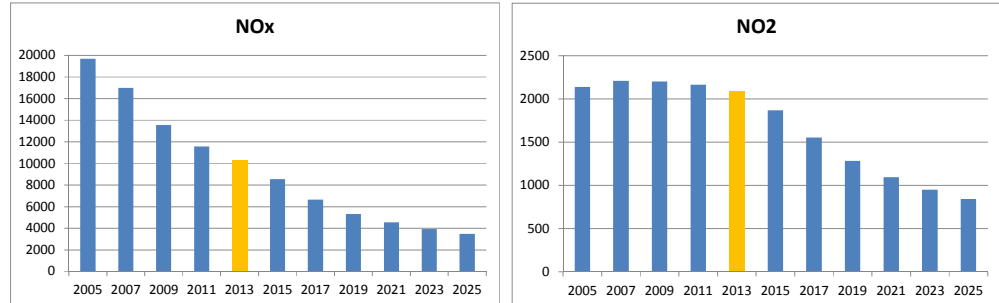
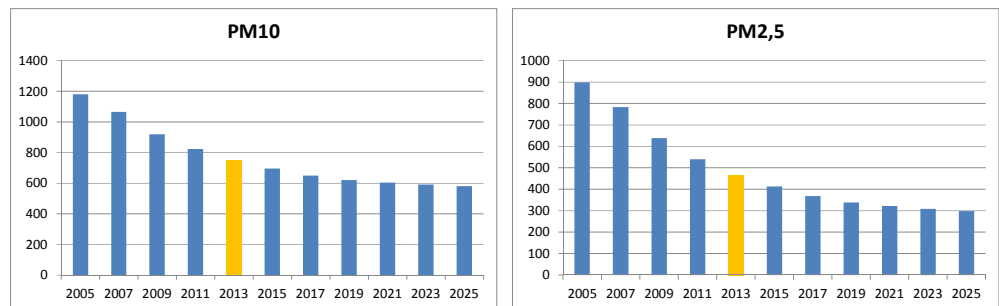


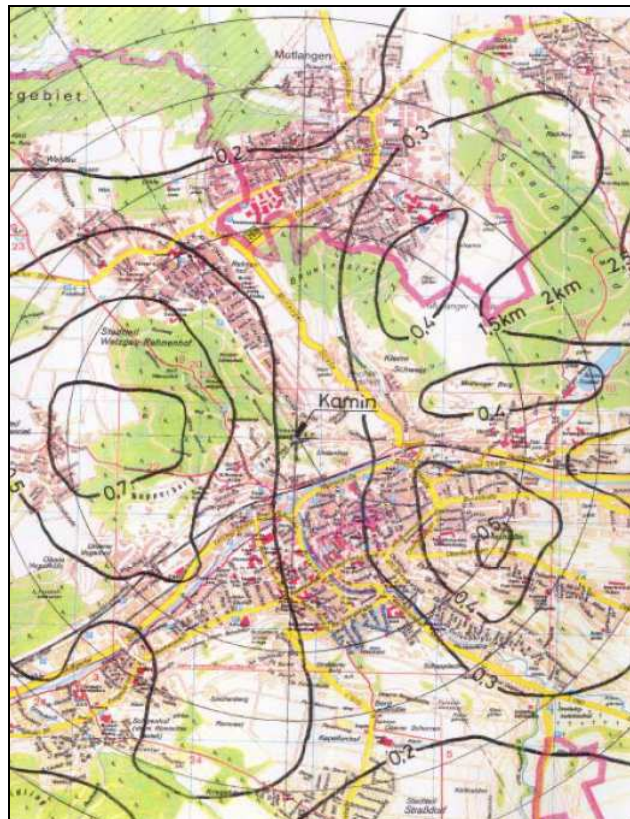
Abbildung 12-17:  
Im Tunnel freigesetzte  
Schadstoffmengen.  
Links PM<sub>10</sub>, rechts  
PM<sub>2,5</sub> in kg/a



### 12.9.2 Gründe für Abweichung von den früheren Ergebnissen

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wurden Schadstoffimmissionsprognosen durchgeführt. Abbildung 12-18 zeigt die damals berechneten Zusatzbelastungen von NO<sub>2</sub> aus den über den Kamin freigesetzten Emissionen. Das Maximum lag östlich von Wustenriet bei 0,7 µg/m<sup>3</sup>.

Abbildung 12-18:  
Ergebnis aus dem  
Genehmigungsverfahren, NO<sub>2</sub>-  
Zusatzbelastung in  
µg/m<sup>3</sup> [SHB, 1992]



Diese Immissionen weichen deutlich von den hier berechneten Werten ab. Ursachen dafür sind:

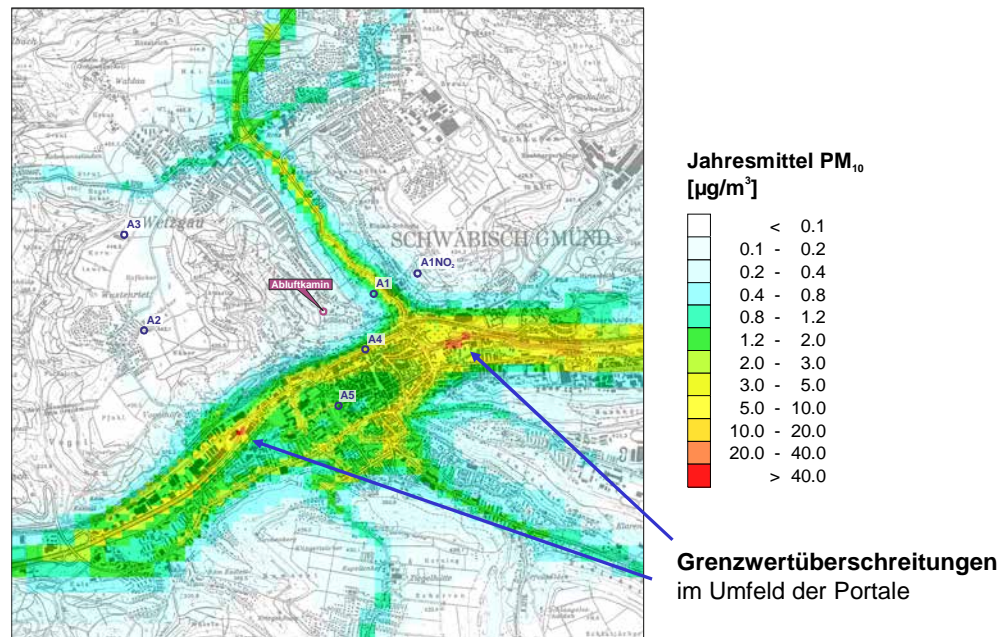
- a) Die Verwendung eines anderen, auf dem Gaußansatz beruhenden Ausbreitungsmodells, das Gelände nur rudimentär berücksichtigen konnte. Das hier verwendete Verfahren entspricht dem aktuellen Stand der Technik und ist in der TA Luft vorgeschrieben.
- b) Die Überhöhung wird im aktuellen TA Luft-Verfahren anders berechnet, als dies damals der Fall war.
- c) Als meteorologische Datenbasis wurde damals die Messstation Stötten auf der Schwäbischen Alb herangezogen. Diese passt – im Vergleich zu der hier verwendeten Meteorologie von Öhringen – sowohl von der Windrichtungsverteilung als auch von den Windgeschwindigkeiten weniger gut zum Untersuchungsraum.

### 12.9.3 Planfall ohne Kamin

Im Rahmen des Tunneldialogs kam die Frage auf, wie sich die Immissionsituation ohne Kaminableitung darstellen würde. Hierzu wurde eine Vergleichsrechnung durchgeführt, die die Abgase über die Tunnelportale abführt. In Abbildung 12-19 sind exemplarisch die Belastungen des Kfz-Verkehrs für PM<sub>10</sub> dargestellt.



Abbildung 12-19:  
Jahresmittelwerte der Zusatzbelastung PM<sub>10</sub>, Planfall mit Freisetzung der Emissionen an den beiden Tunnelportalen.



Es ergeben sich im Nahbereich der Portale Bereiche, in denen Zusatzbelastungen über 20 µg/m<sup>3</sup> auftreten. Berücksichtigt man die Hintergrundbelastung, sind bei PM<sub>10</sub> Überschreitungen des Jahresmittelwerts nicht auszuschließen. Die zulässigen Überschreitungshäufigkeiten werden deutlich überschritten.

Auch bei NO<sub>2</sub> ergeben sich deutliche Grenzwertüberschreitungen.

Eine Planung des Tunnels ohne Entlüftung über Kamin wäre demnach fehlerhaft gewesen, da sie in besiedelten Bereichen Grenzwertüberschreitungen verursacht hätte.

#### 12.9.4 Stoffeinträge

Stoffeinträge durch Stickstoffdeposition und Stäube belasten die Umwelt. Insbesondere empfindliche Pflanzen können in Mitleidenschaft gezogen werden.

Bei Ableitung der Tunnelemissionen über den Kamin ergeben sich sehr geringe Zusatzbelastungen (vgl. Tabelle 12-22). Demzufolge sind auch die zusätzlichen Depositionen sehr gering und weit von Beurteilungswerten entfernt, so dass nicht von zusätzlichen Konsequenzen für Tiere und Pflanzen ausgegangen werden kann.

#### 12.9.5 Lage der Messstationen

Im Tunneldialog wurde die Lage der für das Monitoring errichteten Messstationen der LUBW – insbesondere der Standort Wustenriet – kritisiert.

Die Messstellen an der B29 (Belastungsschwerpunkt) und an der Sporthalle (städtischer Hintergrund) sind aus Kontinuitätsgründen gewählt – hier waren bereits früher Messungen durchgeführt worden.

Die Messstelle Wustenriet wurde aufgrund der damaligen Erkenntnisse zum Belastungsmaximum gewählt. Größenordnungen von knapp  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wären zwar messtechnisch nachweisbar, liegen aber in der witterungsbedingten Streubreite der jährlichen Variationen.

Die berechneten, sehr geringen Zusatzbelastungen werden sich allerdings nicht detektieren lassen. Die Messstation Wustenriet dient deshalb hauptsächlich als Referenzstation für den ländlichen Hintergrund.

Weitere Messstellen wären im Bereich des mutmaßlichen Maximums (Kaffeebergweg) oder östlich davon vorstellbar. Allerdings liegt hier, anders als in Wustenriet eine starke Beeinflussung der Emissionen durch Verkehre – insbesondere auf der Mutlanger Straße – vor, dass der Beitrag des Kamins nicht erfassbar sein wird.

### 12.9.6 Havariefall

In einem potenziellen Havariefall, z. B. einem Brand im Tunnel, werden die dabei entstehenden Abgase über den Kamin abgeleitet. Zur raschen Entrauchung des Tunnels wird der Volumenstrom im Brandfall auf  $275 \text{ m}^3/\text{s}$  erhöht, so dass die Auswurfhöhe gegenüber dem Regelbetrieb noch deutlich zunimmt. Zudem erfährt die Abgasfahne durch die heißen Gase einen zusätzlichen thermischen Auftrieb.

Ein Filter hätte im Brandfall keine Wirkung, da er wegen der heißen Brenngase aller Voraussicht nach umfahren werden müsste (sog. Bypassbetrieb).

Mithilfe einer Ausbreitungsrechnung wurden Verdünnungsfaktoren im Betrachtungsgebiet bestimmt. Die thermische Abgasfahnenüberhöhung wurde dabei nicht berücksichtigt, d. h. die Abschätzung der Verdünnungsfaktoren ist konservativ. Der geringste ermittelte Verdünnungsfaktor für den maximalen Stundenmittelwert liegt bei 20 000. Bei einer Abgaskonzentration im Tunnel von z. B.  $1 \text{ g}/\text{m}^3$  beträgt der maximale Stundenmittelwert  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Bei einer Havarie in der Ortsdurchfahrt ergäben sich wesentlich schlechtere Verdünnungsverhältnisse, da die Abstände zur Wohnbebauung sehr gering sind. Hier lägen die Verdünnungsfaktoren je nach Abstand und Windverhältnissen bei ungefähr 10 bis 1 000. Außerdem ergibt sich durch die höhere Siedlungsdichte eine wesentlich größere Betroffenheit.

Die Ableitung über Kamin stellt deshalb die bessere Variante dar.

### 12.10 Zusammenfassung

Aufgrund von Überschreitungen der Grenzwerte im Zuge der B29 in Schwäbisch Gmünd wurde vom Regierungspräsidium Stuttgart ein Luftreinhalteplan

entwickelt. Dieser sah als eine der Maßnahmen die Entlastung der Ortsdurchfahrt mit Hilfe eines Straßentunnels vor. Um die im Tunnel freigesetzten Emissionen zu erfassen, wurde eine Tunnellüftung vorgesehen, die die Abgase über einen Kamin oberhalb des Tales abführt.

In der öffentlichen Diskussion stand die Filterung der Abgase, bevor sie über den Kamin freigesetzt werden. Somit waren die Auswirkungen der Freisetzung über den Kamin mit und ohne Tunnelfilter darzustellen und zu bewerten.

Hierzu wurden Emissions- und Immissionsprognosen durchgeführt. Dabei wurden nicht nur die Beiträge des Kamins zur Luftbelastung betrachtet, sondern die lufthygienische Gesamtsituation untersucht. Neben dem Istzustand wurden verschiedene Planfälle dargestellt.

Die Ergebnisse wurden im Rahmen des Tunneldialogs vorgestellt und diskutiert. In diesem Bericht sind Vorgehensweise, Eingangsdaten und Ergebnisse ausführlich dargestellt, so dass sie im Einzelnen besser nachvollzogen werden können, als dies bei den Veranstaltungen mit begrenzter Präsentationszeit der Fall war.

Berechnet wurden die Zusatzbelastungen durch den Kamin. Neben den Zusatzbelastungen wurden auch die Gesamtbelastungen ausgewiesen, die sich aus der allgemeinen Hintergrundbelastung, der Beiträge des Hausbrands, des Gewerbes und der Industrie sowie dem Kfz-Verkehr zusammensetzen. Hintergrundbelastung und Beiträge von Hausbrand, Gewerbe und Industrie wurden anhand von Messungen der LUBW abgeschätzt. Die Beiträge des Kfz-Verkehrs für das Straßennetz berechnet.

Zusammenfassend zeigen die Simulationen folgende Ergebnisse:

- In der Tallage liegt aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens und der gegenüber den Höhenlagen schlechteren Durchlüftung eine hohe Schadstoffbelastung vor. Insbesondere im Zuge der Ortsdurchfahrt der B29 treten Überschreitungen der Grenzwerte der 39 BImSchV bei den Jahresmittelwerten von NO<sub>2</sub> und den Überschreitungshäufigkeiten von PM<sub>10</sub> auf.
- Durch Verkehrsentslastung der Ortsdurchfahrt durch Schaffung der Umfahrungsmöglichkeit im Tunnel ergibt sich eine spürbare Verbesserung der lufthygienischen Situation, insbesondere im Verlauf der B29. Ursachen dafür sind die Aufteilung des Hauptverkehrsflusses und der daraus resultierende flüssigere Verkehrsablauf auf der B29. Auch auf der Nordschiene ist durch Rückverlagerung der Verdrängungsverkehre durch die Baustellensituation mit einer Entlastung zu rechnen.
- In den Höhenlagen ist die lufthygienische Situation besser als im Tal. Dies liegt an dem geringeren Verkehrsaufkommen, der geringeren Siedlungsdichte, dem geringeren Gewerbe- und Industrieaufkommen und der besseren Ausbreitungsverhältnisse. Demzufolge sind die Immissionen vergleichsweise gering und liegen weit unter den Grenzwerten der 39. BImSchV.
- Die Immissionsbeiträge des Kamins sind sehr gering. Dies liegt insbesondere an der impuls-behafteten Freisetzung der Abgase, die zu einem mehrere Dekameter betragenden Aufsteigen der Abgasfahne führen, so dass die Bei-

träge, die infolge der Turbulenz wieder in Richtung des Bodenniveaus verfrachtet werden, äußerst gering sind.

- Da keine Grenzwertüberschreitungen durch die geringen Kaminemissionen zu erwarten sind, ist aus rein rechtlicher Sicht eine Filterung nicht erforderlich. Eine Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen der ermittelten Immissionen ist im nachfolgenden Kapitel dargestellt.

## 13 Gesundheitliche Relevanz von Tunnelfiltertechnologien

### 13.1 Aufgabe

In diesem Themenkomplex werden folgende Fragestellungen behandelt:

- Welche gesundheitlichen Auswirkungen hat der Kfz-Verkehr auf die Menschen in Schwäbisch Gmünd?
- Welche positiven gesundheitlichen Auswirkungen sind durch den Tunnelfilter zu erwarten?
- Welche gesundheitlichen Auswirkungen hat die Tunnelabluft bei unterschiedlichen Wetterlagen und welche Bedeutung hat das nächtliche Abschalten des Abluftsystems?
- Welche gesundheitliche Bedeutung haben die Lärmemissionen des Abluftkamins?
- Quantitative und qualitative Abschätzung möglicher Folgekosten durch gesundheitsschädliche Emissionen
- Vereinbarkeit eines Filterverzichts bei gleichzeitiger Scharfschaltung einer Umweltzone

### 13.2 Daten und Annahmen

Als Eingangsdaten für die Bewertung wurden die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung sowie die Betrachtung der bestehenden Hintergrundbelastung in Schwäbisch Gmünd verwendet (s. Kapitel 12). Die betrachteten Schadstoffe sind  $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$ , ultrafeine Partikel,  $NO_2$ , Dieselruß und Aromaten (Benzol) sowie Lärm. Zudem wurden die Einfahrbeschränkungen und die Größe der in Schwäbisch Gmünd eingerichteten Umweltzone in die Bewertung mit einbezogen.

### 13.3 Angewandte Methoden

Die Bewertung der Wirkung von Luftschadstoffen auf die menschliche Gesundheit (Kurz- und Langzeitwirkungen) wurde nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft sowie mittels eines Vergleichs mit den gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerten vorgenommen. Zudem wurden die wesentlich schärferen Richtwerte der Weltgesundheitsorganisation (WHO) herangezogen. Eine Darstellung der wichtigsten Schadstoffe und des Lärms sowie eine Zusammenstellung der relevanten Grenz- und Richtwerte finden sich im Anhang A 5.

Auch hier erfolgte eine Szenarienbetrachtung: Nullfall ohne Tunnel, Planfall mit Tunnel ohne Filterung und Planfall mit Tunnel mit Filterung.

## 13.4 Ergebnisse

### 13.4.1 Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) und Dieselruß

Die Wirkungen von Feinstaub und Dieselruß lassen sich prinzipiell in Langzeit- und Kurzzeitwirkungen unterteilen. Eine ausführlichere Beschreibung der Wirkungen befindet sich im Anhang A 5.

#### **Langzeitwirkungen (in Gegenden mit erhöhter Feinstaubbelastung)**

Die Langzeitwirkungen von Feinstaub auf die menschliche Gesundheit lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- erhöhtes Sterberisiko für Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen sowie Lungenkrebs
- schlechtere Lungenfunktion
- altersabhängiges Lungenwachstum bei Kindern beeinträchtigt
- Zunahme der Häufigkeit von Bronchitis, Mittelohrentzündungen, häufigen Erkältungen und fieberhaften Infekten mit Verschlechterung der Luftqualität

Ältere Erwachsene, Kinder und Kranke sind als empfindliche Gruppen anzusehen. Ferner sind Personen von Feinstaubwirkungen stärker betroffen, wenn sie an stark befahrenen Straßen wohnen.

Es gibt keine Hinweise auf eine Schwelle bei den Expositions-Wirkungs-Beziehungen zwischen der Feinstaubexposition und den gesundheitlichen Auswirkungen.

In Hinblick auf die Partikelgröße lassen sich für **PM<sub>10</sub>-Feinstaub** die meisten Auswirkungen auf die Sterblichkeit und das Krankheitsgeschehen nachweisen. Neuere Studien zeigen allerdings, dass die Zusammenhänge zwischen der Exposition gegenüber **PM<sub>2,5</sub>-Feinstaub** und Gesundheitseffekten stärker sind als für PM<sub>10</sub>. Eine begrenzte Zahl von Studien deutet darauf hin, dass **ultrafeine Partikel** zusätzlich zu feinen Partikeln gesundheitliche Auswirkungen zur Folge haben.

#### **PM<sub>10</sub> - Langzeitwirkungen Schwäbisch Gmünd**

In Tabelle 13-1 sind die drei Szenarien für die PM<sub>10</sub>-Gesamtbelastung gegenübergestellt. Die höchste Konzentration ergibt sich für den Nullfall an der B29, wo der Immissionswert von 40 µg/m<sup>3</sup> fast erreicht wird. Durch den Tunnelbau geht die Konzentration auf ca. 25 µg/m<sup>3</sup> zurück. Der zusätzliche Einbau eines Tunnelfilters würde zu minimalen Verbesserungen an den Aufpunkten oberhalb des Tales führen, die weniger als 0,01 µg/m<sup>3</sup> ausmachen. Der Immissionswert der 39. BImSchV von 40 µg/m<sup>3</sup> wird in allen Szenarien eingehalten, der strengere Richtwert der WHO von 20 µg/m<sup>3</sup> wird jedoch an allen Aufpunkten überschritten.

Tabelle 13-1: PM<sub>10</sub> Gesamtbelastung - Vergleich (Jahresmittel)

PM <sub>10</sub> Gesamtbelastung Vergleich der Szenarien		Nullfall ohne Tunnel	Planfall mit Tunnel ohne Filterung	Planfall mit Tunnel mit Filte- rung
Aufpunkt	Beschreibung	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1	Maximum Kamin	21,03	20,98	20,96
A2	Wustenriet	20,09	20,10	20,08
A3	Weleda	20,12	20,12	20,12
<b>A4</b>	<b>Verkehr B29</b>	<b>39,25</b>	<b>25,31</b>	<b>25,31</b>
A5	Städt. Hintergrund	22,45	21,89	21,89
PM <sub>10</sub> 39. BImSchV (Jahresmittel)		40	40	40
PM <sub>10</sub> WHO-Leitlinie (Jahresmittel)		20	20	20

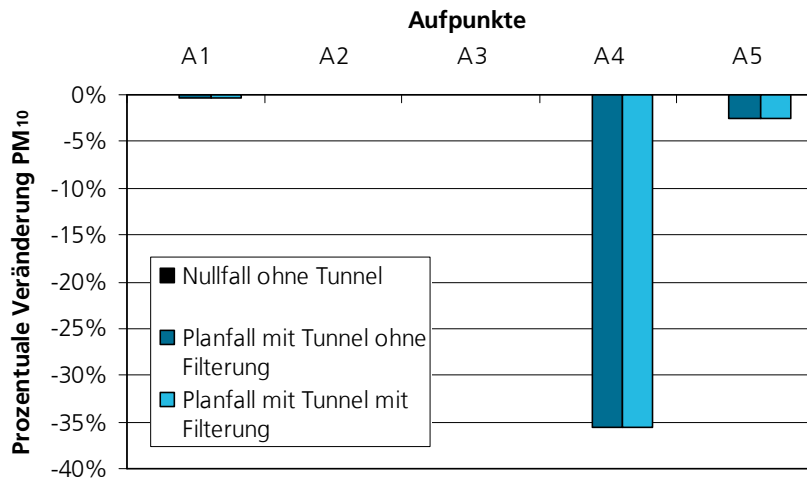
Zur Verdeutlichung der Einflüsse des Tunnels ohne und mit Filterung auf die PM<sub>10</sub>-Konzentrationen an den Aufpunkten A1 bis A5 sind die prozentualen Veränderungen gegenüber dem Nullfall in nachfolgender Tabelle aufgetragen. Der zusätzliche Einbau eines Tunnelfilters würde demzufolge zu einer maximalen Verbesserung um 0,062 % (am Aufpunkt A1) oder einfacher: um weniger als 0,1 % gegenüber dem Planfall mit Tunnel ohne Filterung führen.

Tabelle 13-2: PM<sub>10</sub> - Vergleich (gesundheitliche Langzeitwirkungen)

PM <sub>10</sub> Gesamtbelastung Vergleich der Szenarien		Nullfall ohne Tunnel	Planfall mit Tunnel ohne Filterung	Planfall mit Tunnel mit Filte- rung
Aufpunkt	Beschreibung		proz. Verände- rung gegenüber Nullfall	proz. Verände- rung gegenüber Nullfall
A1	Maximum Kamin	100 %	-0,285 %	-0,347 %
A2	Wustenriet	100 %	- 0 %	-0,030 %
A3	Weleda	100 %	- 0 %	-0,015 %
<b>A4</b>	<b>Verkehr B29</b>	100 %	<b>-35,516 %</b>	<b>-35,518 %</b>
A5	Städt. Hintergrund	100 %	-2,494 %	-2,499 %

Betrachtet man die gesundheitlichen Auswirkungen (unter der Annahme einer linearen Expositions-Wirkungs-Beziehung) in Tabelle 13-2 und Abbildung 13-1, dann führt der Tunnelbau an der B29 zu einer Reduktion um ca. 35 %, auch hier würde der Tunnelfilter praktisch keinen zusätzlichen Beitrag leisten.

Abbildung 13-1:  
PM<sub>10</sub> - Vergleich (gesundheitliche Langzeitwirkungen) Prozentuale Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen von PM<sub>10</sub> durch den Bau des Tunnels mit und ohne Filterung bezogen auf den Nullfall (Gesamtbelastung)



### PM<sub>2,5</sub> – Langzeitwirkungen Schwäbisch Gmünd

Für PM<sub>2,5</sub> ergibt sich ein ähnliches Bild wie für PM<sub>10</sub>. Für PM<sub>2,5</sub> nimmt die Konzentration an der B29 durch den Tunnelbau von ca. 22 auf ca. 18 µg/m<sup>3</sup> ab. Auch bei PM<sub>2,5</sub> wird der Immissionswert der 39. BImSchV eingehalten, der WHO-Richtwert aber überschritten.

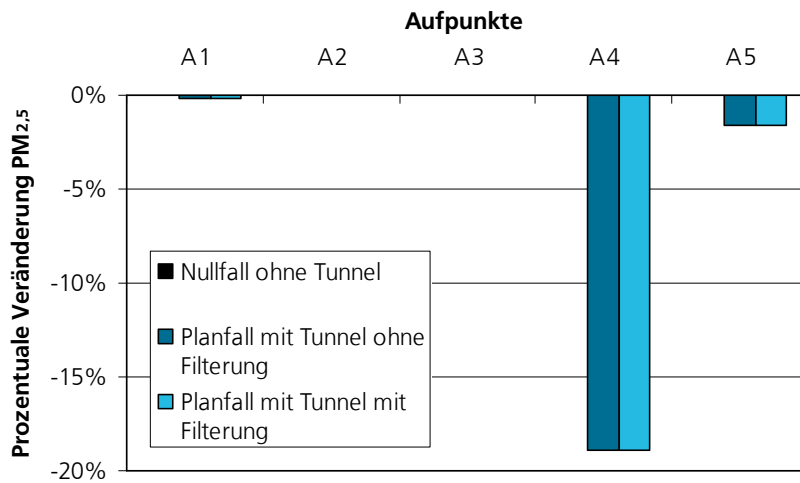
Tabelle 13-3: PM<sub>2,5</sub> Gesamtbelastung - Vergleich (Jahresmittel)

PM <sub>2,5</sub> Gesamtbelastung Vergleich der Szenarien		Nullfall ohne Tunnel	Planfall mit Tunnel ohne Filterung	Planfall mit Tunnel mit Filterung
Aufpunkt	Beschreibung	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1	Maximum Kamin	15,55	15,52	15,52
A2	Wustenriet	15,05	15,05	15,05
A3	Weleda	15,07	15,07	15,07
<b>A4</b>	<b>Verkehr B29</b>	<b>21,95</b>	<b>17,80</b>	<b>17,80</b>
A5	Städt. Hintergrund	16,15	15,89	15,89
PM <sub>2,5</sub> 39. BImSchV (Jahresmittel)		25	25	25
PM <sub>2,5</sub> WHO-Leitlinie (Jahresmittel)		10	10	10

Hieraus ergibt sich, dass die gesundheitlichen Auswirkungen von PM<sub>2,5</sub> an der B29 durch den Tunnelbau um knapp 20 % zurückgehen, ein Tunnelfilter würde keine weitere Verbesserung bewirken (vgl. Abbildung 13-2).



Abbildung 13-2: PM<sub>2,5</sub> - Vergleich (gesundheitliche Langzeitwirkungen) Prozentuale Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen von PM<sub>2,5</sub> durch den Bau des Tunnels mit und ohne Filterung bezogen auf den Nullfall (Gesamtbelastung)



### Dieseruß - Langzeitwirkungen Schwäbisch Gmünd

Die wichtigsten gesundheitlichen Wirkungen von Dieseleruß sind im Anhang A 5 kurz beschrieben. Dieseleruß ist krebserzeugend beim Menschen, und kann vor allem Lungenkrebs verursachen. Hauptsächliche Quellen sind Diesel-Pkw, -Lkw, Baumaschinen und Schiffsmotoren.

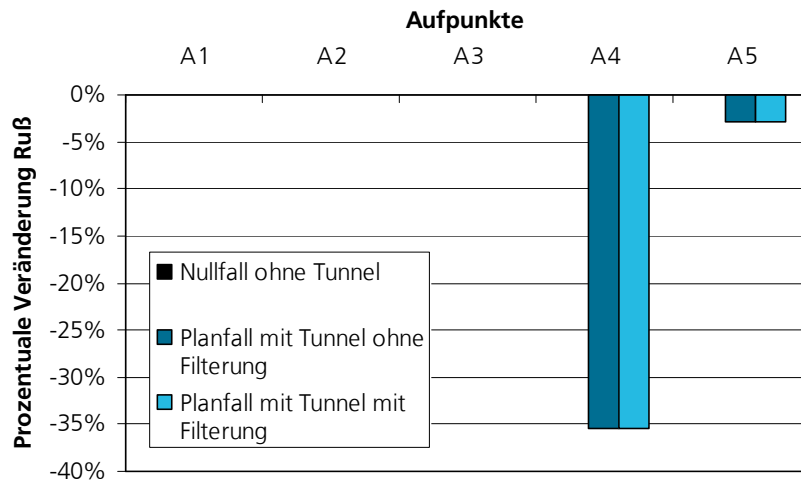
In Tabelle 13-4 sind die auf Umrechnungsfaktoren beruhenden Konzentrationen für Ruß angegeben. Sie sind erwartungsgemäß an der B29 am höchsten, nehmen aber vom Nullfall ohne Tunnel zum Planfall mit Tunnel erheblich ab. Die Filterung führt zu keiner Verbesserung.

Tabelle 13-4: Ruß-Gesamtbelastung - Vergleich (Jahresmittel)

Ruß-Gesamtbelastung Vergleich der Szenarien		Nullfall ohne Tunnel	Planfall mit Tunnel ohne Filterung	Planfall mit Tunnel mit Filterung
Aufpunkt	Beschreibung	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1	Maximum Kamin	2,71	2,70	2,70
A2	Wustenriet	2,52	2,52	2,52
A3	Weleda	2,52	2,52	2,52
<b>A4</b>	<b>Verkehr B29</b>	<b>6,35</b>	<b>3,56</b>	<b>3,56</b>
A5	Städt. Hintergrund	2,99	2,88	2,88

Vergleicht man die auf der Wirkung von Ruß basierenden gesundheitlichen Auswirkungen (unter der Annahme einer linearen Expositions-Wirkungs-Beziehung), dann ergibt sich eine Abnahme um ca. 35 % an der B29.

Abbildung 13-3:  
Ruß - Vergleich (gesundheitliche Langzeitwirkungen) Prozentuale Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen von Ruß durch den Bau des Tunnels mit und ohne Filterung bezogen auf den Nullfall (Gesamtbelastung)



### Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) – Kurzzeitwirkungen

Die Kurzzeitwirkungen von Feinstaub auf die menschliche Gesundheit sind im Anhang A 5 kurz beschrieben. Sie lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

An Tagen mit hohen Feinstaubbelastungen (oder den Folgetagen) werden

- eine erhöhte Sterblichkeit, insbesondere an kardiovaskulären und respiratorischen Todesursachen,
- mehr Krankenhausaufnahmen dieser Erkrankungen,
- eine Verschlechterung von Symptomen bei Asthmatikern und Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen sowie
- eine Zunahme des Medikamentenverbrauchs bei diesen Patienten beobachtet.

### PM<sub>10</sub> – Kurzzeitwirkungen Schwäbisch Gmünd

Wie Tabelle 13-5 zeigt, wird der Tagesmittelwert für PM<sub>10</sub> von 50 µg/m<sup>3</sup> nur beim Nullfall an der B29 überschritten. Beim Planfall ohne/mit Filterung wird keine Überschreitung erwartet. Nach der 39. BImSchV sind 35 Überschreitungen im Jahr zulässig. Über die tatsächlichen Überschreitungen im Nullfall liegen keine Informationen vor.

Tabelle 13-5: PM<sub>10</sub> Kurzzeitbelastung - Vergleich (max. Tagesmittel)

PM <sub>10</sub> Kurzzeitbelastung Vergleich der Szenarien		Nullfall ohne Tunnel	Planfall mit Tunnel ohne Filterung	Beitrag Kamin (Planfall)
Aufpunkt	Beschreibung (µg/m³)*	µg/m³	µg/m³	µg/m³
A1	Maximum Kamin	5,58	5,15	0,070
A2	Wustenriet (82)*	0,40	0,37	0,067
A3	Weleda	0,66	0,62	0,079
<b>A4</b>	<b>Verkehr B29 (84)*</b>	<b>61,60</b>	<b>18,66</b>	<b>0,020</b>
A5	städt. Hintergrund (78)*	8,56	6,66	0,016
PM <sub>10</sub> 39. BImSchV (Tagesmittel)		50	50	50
PM <sub>10</sub> WHO-Leitlinie (Tagesmittel)		50	50	50

\* Vorbelastung PM<sub>10</sub> max. Tagesmittelwerte 2012

### PM<sub>2,5</sub> – Kurzzeitwirkungen Schwäbisch Gmünd

Da keine stabile Umrechnungsmöglichkeit für Tagesmittel zwischen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> besteht, ist eine Diskussion von PM<sub>2,5</sub>- Kurzzeitwirkungen in Schwäbisch Gmünd an dieser Stelle nicht möglich.

### Zusammenfassende Bewertung Feinstaub und Dieselruß

Der Anteil von Feinstaubpartikeln aus Kfz-Motoren ist besonders gesundheitsgefährlich – insbesondere der Dieselruß. Je näher man an verkehrsreichen Straßen wohnt, desto größer ist das gesundheitliche Risiko. Für die hier betrachteten Feinstaubkonzentrationen besteht ein linearer Zusammenhang, d. h. je mehr Feinstaub eingeatmet wird, umso stärker sind die gesundheitlichen Folgen.

Deutliche Reduktion der gesundheitlichen Risiken in der Kernstadt

Durch den Tunnel nimmt das Gesundheitsrisiko durch Feinstaub (PM<sub>10</sub>) für Anwohner an der B29 um ca. 35 % ab (s. Abbildung 13-1, Punkt A4). Auch bei den übrigen Partikeln (PM<sub>2,5</sub>, Ruß) sind die Anwohner zwischen 20 und 35 % weniger gefährdet als ohne Tunnel. Für Bewohner der Kernstadt von Schwäbisch Gmünd verringern sich die gesundheitlichen Risiken um 1,5 bis 3 % (s. Abbildung 13-1, A5 für PM<sub>10</sub>) und für Bewohner in der Höhenlage um weniger als 0,1 % (s. Abbildung 13-1, Punkte A2 und A3 für PM<sub>10</sub>).

Eine Überschreitung der gültigen Feinstaub-Grenzwerte (Jahresmittel) ist nach Inbetriebnahme des Tunnels an der B29 im Regelfall nicht mehr zu erwarten, wohingegen die schärferen Richtwerte der WHO wahrscheinlich weiterhin überschritten werden.

### 13.4.2 NO<sub>2</sub> (Stickstoffdioxid)

Eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten gesundheitlichen Wirkungen von NO<sub>2</sub> findet sich im Anhang A 5. Die wichtigsten Wirkungen sind die Reizung der (unteren) Atemwege, eine Beeinträchtigung der Lungenfunktion, eine erhöhte

bronchiale Reagibilität (Risikogruppe Asthmatiker), sowie vermehrte Atemwegserkrankungen bei Kindern.

Die Kurzzeitwirkungen von NO<sub>2</sub> lassen sich gesichert diesem Stoff zuordnen, Langzeitwirkungen sind allerdings schwer von Wirkungen anderer Schadstoffe (v. a. Feinstaub) abgrenzbar.

Hauptsächliche städtische Quellen sind der Kfz-Verkehr und in manchen Gegenden die Industrie.

**NO<sub>2</sub> –Langzeitwirkungen Schwäbisch Gmünd**

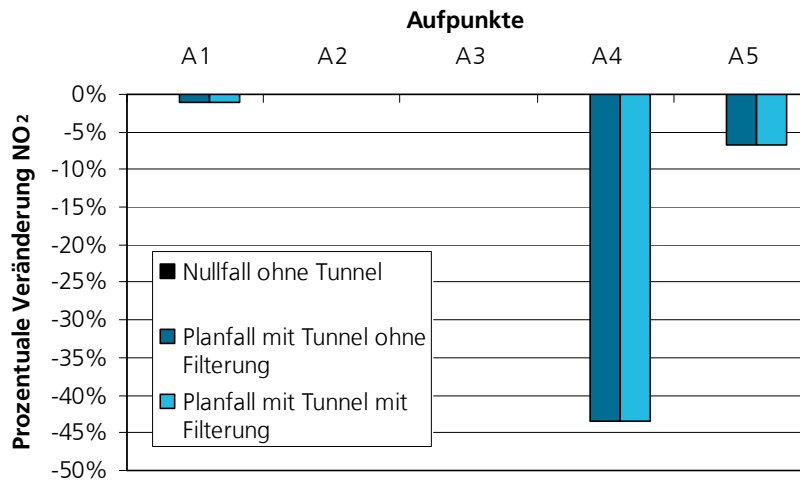
Die Gesamtbelastung ist für die drei Szenarien in Tabelle 13-6 zusammengefasst. Der Immissionsgrenzwert (Jahresmittel von 40 µg/m<sup>3</sup>) wird an der B29 vor dem Tunnelbau (im Nullfall) erheblich und nach dem Tunnelbau nur noch geringfügig überschritten. Ein zusätzlicher Filter wirkt sich weder hier noch an den anderen Aufpunkten aus.

**Tabelle 13-6: NO<sub>2</sub> Gesamtbelastung - Vergleich (Jahresmittel)**

NO <sub>2</sub> Gesamtbelastung Vergleich der Szenarien		Nullfall ohne Tunnel	Planfall mit Tunnel ohne Filterung	Planfall mit Tunnel mit Filterung
Aufpunkt	Beschreibung (µg/m <sup>3</sup> )	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1	Maximum Kamin	26,1	25,8	25,8
A2	Wustenriet	15,6	15,6	15,6
A3	Weleda	15,8	15,8	15,8
<b>A4</b>	<b>Verkehr B29</b>	<b>74,7</b>	<b>42,3</b>	<b>42,3</b>
A5	Städt. Hintergrund	30,8	28,7	28,7
NO <sub>2</sub> 39. BImSchV (Jahresmittel)		40	40	40
NO <sub>2</sub> WHO-Leitlinie (Jahresmittel)		40	40	40

Betrachtet man die gesundheitlichen Langzeitwirkungen (unter der Annahme einer linearen Expositions-Wirkungs-Beziehung), dann führt der Tunnelbau an der B29 zu einer Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen von NO<sub>2</sub> um fast 45 %, unabhängig vom Bau eines zusätzlichen Tunnelfilters.

Abbildung 13-4:  
NO<sub>2</sub> - Vergleich (gesundheitliche Langzeitwirkungen) Prozentuale Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen von NO<sub>2</sub> durch den Bau des Tunnels mit und ohne Filterung bezogen auf den Nullfall (Gesamtbelastung)



### NO<sub>2</sub>-Kurzzeitwirkungen Schwäbisch Gmünd

Wie Tabelle 13-7 zeigt, wird der Stundenmittelwert für NO<sub>2</sub> von 200 µg/m<sup>3</sup> in allen Fällen an der B29 (A4) überschritten und im städtischen Hintergrund (A5) fast erreicht. An der B29 gehen aber dennoch die Kurzzeitbelastungen und deren gesundheitliche Auswirkungen erheblich zurück. Nach der 39. BImSchV sind 18 Überschreitungen im Jahr zulässig. Über die tatsächlichen Überschreitungen im Nullfall liegen keine Informationen vor, ebenso gibt es keine Abschätzung für die Zahl zu erwartender Überschreitungen im Planfall.

Tabelle 13-7: NO<sub>2</sub>-Kurzzeitbelastung Vergleich (max. Stundenmittel)

NO <sub>2</sub> -Kurzzeitbelastung Vergleich der Szenarien		Nullfall ohne Tunnel	Planfall mit Tunnel ohne Filterung	Beitrag Kamin (Planfall)
Aufpunkt	Beschreibung (µg/m <sup>3</sup> )*	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1	Maximum Kamin	154,10	116,10	1,20
A2	Wustenriet (48)*	26,90	17,30	1,60
A3	Weleda	27,20	20,80	2,80
<b>A4</b>	<b>Verkehr B29 (101)*</b>	<b>459,20</b>	<b>251,40</b>	<b>1,30</b>
A5	städt. Hintergrund (70)*	193,10	188,20	1,20
NO <sub>2</sub> 39. BImSchV (Stundenmittel)		200	200	200
NO <sub>2</sub> WHO-Leitlinie (Stundenmittel)		200	200	200

\* Vorbelastung NO<sub>2</sub> max. Stundenmittelwerte 2012

### Zusammenfassende Bewertung NO<sub>2</sub>

Die Langzeitbelastungen durch NO<sub>2</sub> und damit die gesundheitlichen Langzeitwirkungen werden durch den Tunnelbau erheblich reduziert.

Die Überschreitung der NO<sub>2</sub>-Kurzzeitgrenzwerte, z. B. bei bestimmten Wetterlagen, ist auch nach Inbetriebnahme des Tunnels trotz Rückgangs der Konzentration möglich. Die Tunnelabluft hat darauf allerdings keinen Einfluss, ebenso wenig wie die nächtliche Abschaltung der Tunnellüftung.

NO<sub>2</sub>-Kurzzeitgrenzwerte können auch nach Tunnelinbetriebnahme überschritten werden

### 13.4.3 Benzol

Benzol ist die gesundheitlich relevanteste Komponente der flüchtigen organischen Substanzen (VOCs), deren Auswirkungen im Anhang kurz zusammengefasst sind. Benzol ist als krebserzeugend beim Menschen eingestuft; seine wichtigsten Wirkungen sind Leukämien, Lymphome und die Beeinträchtigung der Blutbildung, seine wichtigste Außenluftquelle sind die Kfz-Abgase von Benzinern.

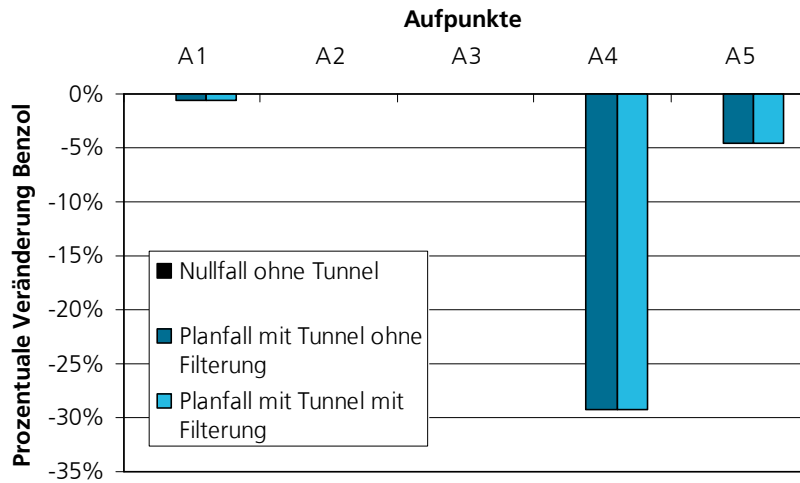
Die drei Szenarien sind für Benzol in Tabelle 13-8 gegenübergestellt. Der Nullfall liefert mit etwas über 3 µg/m³ an der B29 die höchste Belastung, die nach Bau des Tunnels auf etwas über 2 µg/m³ absinkt. Der zusätzliche Einbau eines Filters bringt keine spürbare Verbesserung. Der Immissionsmittelwert von 5 µg/m³ wird in allen Szenarien eingehalten.

Tabelle 13-8: Benzol (µg/m³) - Vergleich (Jahresmittel)

Benzol-Gesamtbelastung Vergleich der Szenarien		Nullfall ohne Tunnel	Planfall mit Tunnel ohne Filterung	Planfall mit Tunnel mit Filterung
Aufpunkt	Beschreibung (µg/m³)	µg/m³	µg/m³	µg/m³
A1	Maximum Kamin	1,56	1,55	1,55
A2	Wustenriet	1,41	1,41	1,41
A3	Weleda	1,42	1,42	1,42
<b>A4</b>	<b>Verkehr B29</b>	<b>3,22</b>	<b>2,28</b>	<b>2,28</b>
A5	Städt. Hintergrund	1,78	1,70	1,70
Benzol TA Luft (Jahresmittel)		5	5	5

Betrachtet man die gesundheitlichen Risiken durch Benzol, dann ergibt sich (unter der Annahme einer linearen Expositions-Wirkungs-Beziehung) durch den Bau des Tunnels eine Reduktion dieser Risiken um ca. 30 % an der B29 und um ca. 5 % im städtischen Hintergrund. An den anderen Aufpunkten ist keine nennenswerte Veränderung zu beobachten.

Abbildung 13-5:  
Benzol - Vergleich  
(gesundheitliche Langzeitwirkungen) Prozentuale Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen von Benzol durch den Bau des Tunnels mit und ohne Filterung bezogen auf den Nullfall (Gesamtbelastung)



Betrachtet man speziell das Krebsrisiko durch Benzol, dann geht die theoretische Zahl der Krebserkrankungen pro 1 Million Einwohner bei lebenslanger Exposition an der B29 von ca. 30 auf ca. 20 zurück (das hierbei verwendete unit-risk-Verfahren ist im Anhang A 5 beschrieben). Damit liegt es zwar immer noch erheblich über dem langfristigen EU-Zielwert von 1 (welcher der virtuell sicheren Dosis entspricht), ist aber deutlich niedriger als der Wert von 45, der sich aus dem Immissionswert der TA Luft ergibt.

Tabelle 13-9: Benzol-Krebsrisiken - Vergleich

Benzol-Krebsrisiken Vergleich der Szenarien		Nullfall ohne Tunnel	Planfall mit Tunnel ohne Filterung	Planfall mit Tunnel mit Filterung
Aufpunkt	Beschreibung	Krebserkrankungen pro 1 Million Einwohner bei lebenslanger Exposition		
A1	Maximum Kamin	14,04	13,95	13,95
A2	Wustenriet	12,69	12,69	12,69
A3	Weleda	12,78	12,78	12,78
<b>A4</b>	<b>Verkehr B29</b>	<b>28,98</b>	<b>20,52</b>	<b>20,52</b>
A5	Städt. Hintergrund	16,02	15,30	15,30
Benzol TA Luft: 5 µg/m³		45	45	45
virtuell sichere Dosis: 0,1 µg/m³		1	1	1

### Zusammenfassende Bewertung Benzol

Der Grenzwert der TA Luft wird in allen betrachteten Szenarien eingehalten. Die Benzolkonzentration und damit das Krebsrisiko durch diese Substanz ist am höchsten an der B29 und wird durch den Tunnelbau um ca. 30 % reduziert. Der zusätzliche Einbau eines Tunnelfilters würde an keinem Aufpunkt zu einer spürbaren gesundheitlichen Verbesserung führen.

#### 13.4.4 Umweltzonen

In vielen deutschen Städten werden die EU-Grenzwerte für PM<sub>10</sub>-Feinstaub nicht eingehalten. Als Maßnahme zur Verbesserung der Luftqualität wurden deshalb vielerorts Umweltzonen eingeführt [UBA, 2012]. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme wurde vor allem in München, Berlin und Nordrhein-Westfalen untersucht [Cyrus et al., 2009], [Cyrus et al., 2012], [Wichmann, 2008], [Wichmann, 2011], [Rauterberg-Wulff & Lutz, 2011], [Bruckmann et al., 2011].

In Berlin, wie auch in anderen Großstädten, sank nach Einführung der Umweltzone die Konzentration von **PM<sub>10</sub>** um **4 bis 7 Prozent**. Die Abnahme von **NO<sub>2</sub>** betrug **5 %** [UMID, 2011], [Kacsoh, 2011]. Diese Angaben werden für Schwäbisch Gmünd übernommen. Unter der Annahme, dass PM<sub>2,5</sub> 75 % von PM<sub>10</sub> entspricht, ergibt sich für **PM<sub>2,5</sub>** eine Abnahme um **5 bis 9 %**. Ferner entspricht der Rußanteil ca. 20 % von PM<sub>2,5</sub>. Daraus ergibt sich für **Ruß** in der Umweltzone ein Rückgang um **25 bis 45 %**.

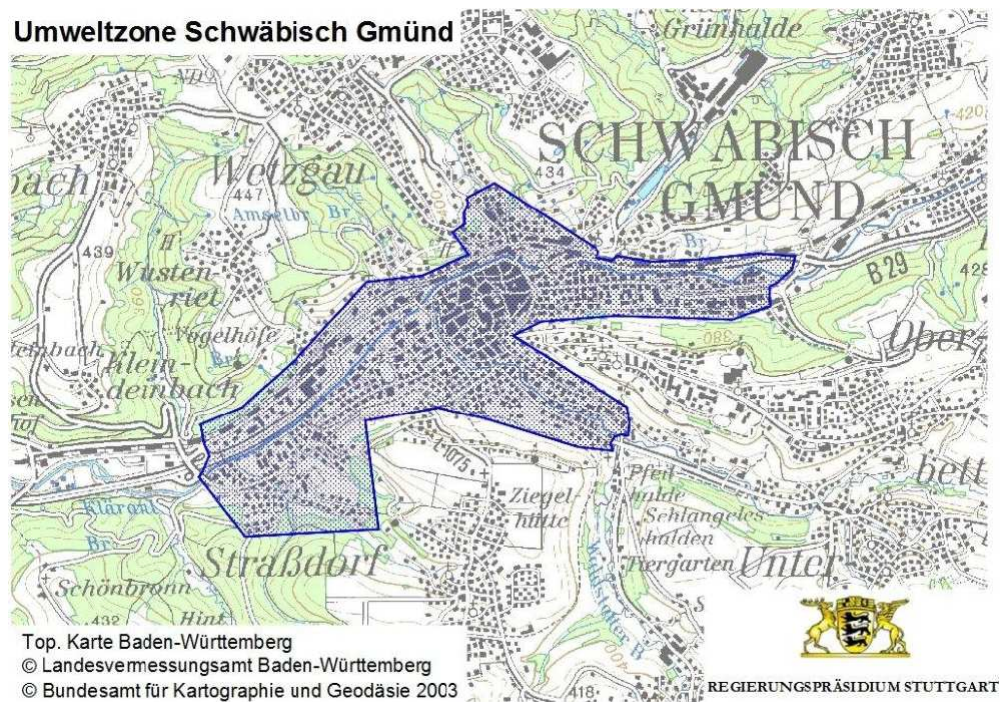
Diese Annahmen beziehen sich auf den Unterschied zwischen den Konzentrationen nach Wirksamwerden der Stufe 3 («grüne Plakette») im Vergleich zur Situation vor Einführung der Umweltzone. Beim Übergang von Stufe 2 («gelbe Plakette») zur Stufe 3 («grüne Plakette») wird abgeschätzt, dass PM<sub>10</sub> um 2 % und NO<sub>2</sub> um 3 % sinkt [LUBW, 2011], [RP Stuttgart, 2006a], [RP Stuttgart, 2006b] – diese Situation wird im Folgenden nicht genauer betrachtet. Alle Betrachtungen setzen voraus, dass die Umweltzone ausreichend groß ist und dass nicht zu viele Ausnahmen gelten.

##### **Umweltzone Schwäbisch Gmünd**

In Schwäbisch Gmünd wurde im Jahr 2008 eine Umweltzone eingerichtet, die den Innenstadtbereich umfasst und in der ca. 30 000 der 60 000 Einwohner von Schwäbisch Gmünd wohnen. Derzeit ist die Stufe 2 («gelbe Plakette») gültig.



Abbildung 13-6:  
Geografische Ausdehnung der Umweltzone Schwäbisch Gmünd [RP Stuttgart, 2012]



Betrachtet man die Belastung durch PM<sub>10</sub>-Feinstaub, dann ist an der B29 und für den städtischen Hintergrund von der Einrichtung der Umweltzone bis zur vollen Wirksamkeit (Stufe 3, »grüne Plakette«) ein Rückgang um 4 bis 7 % zu erwarten. Das ist erheblich mehr als der Rückgang um 0,004 %, der durch den Einbau eines Tunnelfilters erreicht werden kann. Analog ist die Situation für PM<sub>2,5</sub> und Ruß (Tabelle 13-10).

**Tabelle 13-10: Umweltzone Schwäbisch Gmünd - Gesamtbelastung und Gesundheitsrisiken durch Feinstaub**

		ohne Umweltzone	Umweltzone*	Tunnelfilter
<b>PM<sub>10</sub></b>				
A4	Verkehr B29	100 %	-4 % bis -7 %	-0,004 %
A5	Städt. Hintergrund	100 %	-4 % bis -7 %	-0,004 %
<b>PM<sub>2,5</sub>**</b>				
A4	Verkehr B29	100 %	-5 % bis -9 %	-0,005 %
A5	Städt. Hintergrund	100 %	-5 % bis -9 %	-0,005 %
<b>Ruß**</b>				
A4	Verkehr B29	100 %	-25 % bis -45 %	-0,025 %
A5	Städt. Hintergrund	100 %	-25 % bis -45 %	-0,025 %

\*Grobe Abschätzung

\*\*Annahme: PM<sub>2,5</sub> entspricht 75 % von PM<sub>10</sub>; Ruß entspricht 20 % von PM<sub>2,5</sub>

Die Gesundheitsrisiken von PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> und Ruß werden durch die Umweltzone sehr viel deutlicher vermindert als durch einen Tunnelfilter

Auf der Grundlage der Analyse der Sterblichkeit durch **(Diesel-)Ruß ist mit sechs** theoretischen Todesfällen pro Jahr vor Einrichtung der Umweltzone zu rechnen. Diese Zahl würde auf **vier** theoretische Todesfälle pro Jahr zurückgehen, wenn man einen Rückgang der Dieselrußimmission in der Umweltzone um ein Drittel annimmt.

**Tabelle 13-11: Umweltzone (UWZ) Schwäbisch Gmünd - theoretische Todesfälle durch (Diesel-)Ruß**

Vergleichssituation	Anzahl/Proz. Anteil
Bevölkerung in der UWZ (Schwäbisch Gmünd insgesamt: 60 000)	~ 30 000
Alle Todesfälle pro Jahr in der UWZ	~ 300 (100 %)
Todesfälle pro Jahr durch Dieselrußimmission vor Einrichtung der UWZ	~ 6 (1,8 %)*
Todesfälle pro Jahr durch Dieselrußimmission nach Einrichtung der UWZ	~ 4 (1,2 %)**
<b>Vermiedene Todesfälle pro Jahr durch die UWZ</b>	<b>~ 2 (0,6 %)**</b>

\*1,8 % aller Todesfälle in Deutschland sind durch Dieselruß bedingt [Wichmann 2005]

\*\*Rückgang der Dieselrußimmission in der UWZ um ein Drittel angenommen; dadurch Rückgang der Todesfälle auf 1,2

Betrachtet man den Einfluss der Umweltzone auf NO<sub>2</sub>, dann ist ein Rückgang um 5 % zu erwarten. Dem steht ein sehr viel geringerer Rückgang der NO<sub>2</sub>-Konzentration um 0,004 % beim Einbau eines Tunnelfilters gegenüber (Tabelle 13-12)

**Tabelle 13-12: Umweltzone Schwäbisch Gmünd - NO<sub>2</sub>.**

		ohne Umweltzone	Umweltzone*	Tunnelfilter
<b>NO<sub>2</sub></b>				
A4	Verkehr B29	100 %	-5 %	-0,004 %
A5	Städt. Hintergrund	100 %	-5 %	-0,004 %

\*Grobe Abschätzung

Die Gesundheitsrisiken von NO<sub>2</sub> werden durch die Umweltzone sehr viel deutlicher vermindert als durch den Tunnelfilter.

Die Umweltzone liefert eine weitere spürbare Verbesserung

**Zusammenfassende Bewertung Umweltzone**

Die Umweltzone ist als sinnvolle Maßnahme zur Verminderung von Gesundheitsrisiken in Schwäbisch Gmünd anzusehen. Abschätzungen an Standorten mit Umweltzonen zeigen, dass bei Neueinrichtung einer Umweltzone für deren Bewohner bei konsequenter Einhaltung der Fahrverbote eine Reduktion der Belastung für PM<sub>10</sub>-Feinstaub um 4 bis 7 % und für NO<sub>2</sub> um 5 % zu erwarten ist.

Bei Scharfstellung von »gelb« auf »grün« beträgt die zu erwartende Reduktion ca. 2-3 %. Für Schwäbisch Gmünd liegen keine spezifischen Berechnungen zu den gesundheitlichen Auswirkungen der Umweltzone vor. Sollten die Erfahrungen aus anderen Umweltzonen sich hier wiederholen, dann ist die Umweltzone in Schwäbisch Gmünd für den Gesundheitsschutz deutlich wirksamer als ein Tunnelfilter. Ein Filterverzicht wird im Vergleich zur Umweltzone praktisch nicht spürbar sein.

#### **BOX 6: Warum hilft eine Umweltzone, die Gesundheitsrisiken zu senken?**

Die Umweltzone trifft nur einen kleinen Teil der Kraftfahrzeuge, der überwiegende Teil bekommt eine Plakette. Dennoch ist die Umweltzone ein wirksames Mittel, die Gesundheitsrisiken für die Anwohner zu senken. Besonders kritisch für die menschliche Gesundheit sind Altfahrzeuge, vor allem alte Dieselfahrzeuge, die hochgiftigen Ruß emittieren. Durch eine Umweltzone kann der Ausstoß von Dieselruß um bis zur Hälfte gesenkt werden. Obwohl die PM<sub>10</sub>-Feinstaubkonzentration in der Umweltzone insgesamt lediglich um 4 bis 7 % sinkt, geht damit eine Verringerung des Gesundheitsrisikos durch den im PM<sub>10</sub>-Feinstaub enthaltenen Dieselruß um bis zu 45 % einher.

### **13.4.5 Weitere Fragestellungen**

#### **Grenzwerte und Richtwerte sowie zukünftig geplante Grenzwerte und deren Konsequenzen für den Tunnel in Schwäbisch Gmünd**

Im Anhang A 5 sind die relevanten Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV (2010) für Feinstaub und NO<sub>2</sub> zusammengestellt. Ferner werden dort die entsprechenden Richtwerte der Leitlinie zur Luftqualität der Weltgesundheitsorganisation [WHO 2005] aufgeführt. Diese Richtwerte haben den Charakter von Empfehlungen, sollten aber bei der Betrachtung von Gesundheitsrisiken mit herangezogen werden. Schließlich enthält der Anhang Einstufungen zur krebs-erzeugenden Wirkung von Dieselruß und Benzol sowie Immissionsrichtwerte für Lärm.

Wie bereits ausgeführt, ist im Planfall nur an der B29 und nur für NO<sub>2</sub> eine Überschreitung der Grenzwerte zu erwarten. Zusätzlich werden an allen Aufpunkten die WHO-Richtwerte für PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> überschritten.

Nach dem augenblicklichen Informationsstand ist nicht zu erwarten, dass zukünftige geplante Grenzwerte zu Anforderungen führen, die der Tunnel in Schwäbisch Gmünd nicht erfüllen kann. Genauer hierzu findet sich im Anhang A 5.

#### **Gesundheitliche Auswirkungen der ungefilterten Schadstoffe in der Umgebung, insbesondere auf das Stauferklinikum, das Gästezentrum Schönblick usw. sowie auf die Bevölkerung und deren Psyche**

Wie aus der Einzelanalyse der Schadstoffe eindeutig hervorgeht, wäre durch den Tunnelfilter eine minimale Verbesserung der Immissionssituation und damit der Gesundheitsbelastung um deutlich weniger als 0,1 % zu erwarten. Dies gilt für Bewohner der Kernstadt, für die Bevölkerung, die in der Höhenla-

ge wohnt, sowie für Personen, die sich im Stauferklinikum und im Gästezentrum Schönblick aufhalten.

Bei einem Teil der Bürgerinnen und Bürger hat möglicherweise der Kamin in der Vergangenheit zu Ängsten und Besorgnissen geführt. Vor allem bestand die Sorge, dass die Schadstoffe, die aus dem Tunnel abgesaugt und ungefiltert durch den Kamin in die Umgebung abgegeben werden, zu nennenswerten Zusatzbelastungen führen könnten. Insbesondere für Anwohner in der Nähe des Kaminaustritts waren die gesundheitlichen Auswirkungen dieser Zusatzbelastung bisher nicht einschätzbar.

Das vorliegende Gutachten erlaubt nun auf der Grundlage detaillierter Modellrechnungen eine realistische Abschätzung der Zusatzbelastungen. Diese Abschätzung zeigt, dass die Reduktion der Schadstoffimmissionen durch einen Tunnelfilter weit unterhalb der messtechnischen Nachweisgrenze liegen würde und z. B. um Größenordnungen kleiner ist als die witterungsbedingten Schwankungen der Immissionskonzentrationen.

Der Tunneldialog mit den Bürgerinnen und Bürgern hat den Gutachtern den Eindruck vermittelt, dass die jetzt vorliegenden Abschätzungen und die Erläuterung ihrer Bedeutung für die Gesundheit zum Abbau der psychischen Belastung beigetragen haben. Eine nachhaltige Kommunikation dieser Ergebnisse sollte langfristig in der Lage sein, den Abbau bestehender Ängste zu erreichen.

### **Analyse der psychischen Auswirkungen anhand vergleichbarer Baumaßnahmen**

In der Literatur waren keine Aussagen über psychische Belastungen durch die Abluft aus Entlüftungskaminen anderer Straßentunnel zu finden.

### **Gesundheitlichen Auswirkungen bei unterschiedlichen Wetterlagen**

Die Meteorologie hat einen erheblichen Einfluss auf die gemessenen Kurzzeit-Immissionskonzentrationen in Form von Stunden- und Tagesmittelwerten. Insbesondere bei Inversionswetterlagen und in Smogsituationen können Belastungsspitzen auftreten.

In den 1960er bis 1980er Jahren wurden in Deutschland derartige Situationen über Smogverordnungen überwacht. Mittlerweile wurden diese Verordnungen nach und nach außer Kraft gesetzt, da – bedingt durch den langfristigen Rückgang der Immissionsbelastungen - Überschreitungen der Smogalarm-Auslösewerte seit nunmehr über 30 Jahren nicht mehr vorgekommen sind.

Kurzzeitig erhöhte Immissionen werden derzeit ausschließlich über die Kurzzeit-Immissionswerte überwacht. Wie oben dargestellt, sind Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Stundenmittelwertes auch nach dem Bau des Tunnels zu erwarten, wobei 18 Überschreitungen pro Jahr zulässig sind. Auch für PM<sub>10</sub> sind einzelne Überschreitungen des Tagesmittelwertes möglich, die erlaubten 35 Überschreitungen pro Jahr dürften aber deutlich eingehalten werden.

Spezielle gesundheitliche Risiken durch Smogsituationen sind nicht zu erwarten.

### **Abschätzung und Bewertung der gesundheitlichen Relevanz des nächtlichen Abschaltens der Abluftanlage**

Bei der nächtlichen Abschaltung der Abluftanlage erfolgt die Belüftung des Tunnels über die Portale. Über den Kamin werden hierbei somit keine Schadstoffe abgegeben. Wegen des erheblich niedrigeren Verkehrsaufkommens während der Abschaltzeiten sind an den Portalen keine hohen Immissionskonzentrationen und somit auch keine gesundheitsrelevanten Zusatzbelastungen zu erwarten.

### **Vereinbarkeit von anderen Umweltvorgaben mit der Möglichkeit der ungefilterten Abgabe der Tunnelluft**

Die Prüfung, inwieweit Tunnelabgase den Erfolg anderer Umweltvorgaben (Plakettenpflicht an Fahrzeugen, Filteranlagen an Industrieanlagen, Umweltzone in Schwäbisch Gmünd) beeinträchtigen können, ergab Folgendes:

Die ungefilterte Abgabe von Tunnelabgasen hat keinen Einfluss auf die Plakettenpflicht. Ebenso gibt es keinen Konflikt mit Filteranlagen an Industrieanlagen. In Hinblick auf die Umweltzone in Schwäbisch Gmünd wurde bereits festgestellt, dass diese im Vergleich zum Tunnelfilter erheblich wirksamer ist. Auch hier gibt es kein Problem, wenn auf den Tunnelfilter verzichtet wird. Insgesamt stellt die konsequente Durchführung der 3. Stufe der Umweltzone die in der augenblicklichen Situation wirksamste Maßnahme zur Verbesserung der Gesundheitsbilanz dar.

### **Auswirkungen ungefilterter Immissionen auf die Gesundheit und Folgekosten, die eine erhöhte Immissionsbelastung verursachen**

Die Methodik zur Abschätzung gesundheitlicher Folgekosten durch Umweltbelastungen ist im Anhang A 5 dargestellt. Auf dieser Grundlage lassen sich grundsätzlich die Kosten der bestehenden Vorbelastung (Nullfall) sowie die Einsparung von Gesundheitskosten durch den Bau des Tunnels (Planfall) und insbesondere die gesundheitliche Kostenersparnis durch den Bau des Tunnelfilters angeben.

Da sich allerdings gezeigt hat, dass die Einsparung umweltbedingter gesundheitlicher Auswirkungen durch den Tunnelfilter deutlich unter 0,1 % der Belastung im Planfall beträgt, erscheint es nicht sinnvoll, hierfür aufwändige Kostenberechnungen durchzuführen. Es ist vielmehr ausreichend, festzustellen, dass die Kostenersparnis ebenfalls deutlich unter 0,1 % der bestehenden Gesundheitskosten durch den Planfall liegt. Dies ergibt sich aus der Linearität, die in den verwendeten gesundheitsökonomischen Modellen angenommen wird.

Insgesamt hätte der Bau eines Tunnelfilters keinen relevanten Einfluss auf die gesundheitlichen Folgekosten der derzeit und in den nächsten Jahren bestehenden Umweltbelastung.

## **13.4.6 Lärm - Gesundheitliche Auswirkungen**

Eine kurze Zusammenfassung wichtiger aktueller Publikationen zu Lärmwirkungen findet sich im Anhang A 5.

Insgesamt können höhere Belastungen durch Umweltlärm/Verkehrslärm langfristig

- zu Schlafstörungen,
- zum Anstieg des Blutdrucks,
- zur Zunahme von Herz-Kreislauf-Erkrankungen incl. Herzinfarkt,
- zu vermehrtem Gebrauch von Medikamenten zur Blutdrucksenkung, für Herzerkrankungen und z. T. von Beruhigungsmitteln führen.

Bei Schallpegeln unterhalb des Immissionsrichtwertes von 35 dB(A) sind derartige Auswirkungen nicht beobachtet worden.

### **Lärm – Schallimmissionsprognose Schwäbisch Gmünd**

Die Schallimmissionsprognose der Kurz und Fischer GmbH vom 6.9.2011 [Kurz und Fischer, 2011] kommt zu folgendem Ergebnis:

Für die Abluftanlage des Tunnels der B29 in Schwäbisch Gmünd soll die Einhaltung des Immissionsrichtwertes von 35 dB(A) in der Nachbarschaft an den nächstgelegenen Wohnhäusern nachgewiesen werden. Die Berechnungen zeigen, dass diese Anforderungen sicher eingehalten werden können, wenn der Schalleistungspegel an der Kaminmündung auf  $L_{WA} \leq 86$  dB(A) reduziert wird. Unterschreitungen des Immissionsrichtwertes sind, falls gewünscht, durch wirksame (längere) Schalldämpfer zu erreichen

### **Zusammenfassende Bewertung Lärm**

Durch die Geräuschpegel der Abluftanlage des Tunnels sind keine gesundheitlichen Auswirkungen für die Anwohner zu erwarten

## **13.4.7 Zusammenfassung gesundheitliche Relevanz der Tunnelabluft**

Die derzeit bestehenden **gesundheitlichen Risiken durch die Feinstaubbelastung und NO<sub>2</sub>** werden

- für Anwohner der B29 durch den Tunnel um 20 bis 40 % verringert. Demgegenüber liegt der zusätzliche Gesundheitsvorteil durch einen Tunnelfilter deutlich unter 0,1 %
- für Bewohner der Kernstadt von Schwäbisch Gmünd durch den Tunnel um 1,5 bis 3 % verringert. Demgegenüber liegt der zusätzliche Gesundheitsvorteil durch einen Tunnelfilter deutlich unter 0,1 %
- für Bewohner in der Höhenlage durch den Tunnel um weniger als 1 % verringert. Auch hier liegt der zusätzliche Gesundheitsvorteil durch einen Tunnelfilter deutlich unter 0,1 %
- Für die Bewohner innerhalb der Umweltzone ist bei konsequenter Einhaltung der Fahrverbote eine Reduktion der Belastung und damit der Gesundheitsrisiken um 4 bis 9 % zu erwarten. Die Umweltzone ist daher für den Gesundheitsschutz deutlich wirksamer als ein Tunnelfilter

In Hinblick auf **Grenzwerte oder Richtwerte** ist nach Inbetriebnahme des Tunnels Folgendes zu erwarten:

- Bei Feinstaub (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>) werden die Jahresmittel-Immissionswerte eingehalten, die Richtwerte der Weltgesundheitsorganisation werden jedoch an der B29 überschritten. Die zu erwartenden Tagesmittelwerte bewegen sich im zulässigen Bereich.
- Bei NO<sub>2</sub> werden an der B29 der Jahresmittel-Immissionswert und der Stundenmittel-Immissionswert weiterhin überschritten.
- Der Jahresmittelwert für Benzol wird eingehalten.
- Für alle genannten Stoffe würde ein Tunnelfilter zu keiner spürbaren Verbesserung der Luftqualität führen.
- Durch die Geräuschpegel der Abluftanlage des Tunnels sind keine gesundheitlichen Auswirkungen für die Anwohner zu erwarten.

**Insgesamt ist durch den Tunnel eine erhebliche Verbesserung für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz zu erwarten.**

**Die Umweltzone liefert eine weitere spürbare Verbesserung.**

**Demgegenüber ist der Bau eines Tunnelfilters mit gesundheitlichen Argumenten nicht zu begründen.**

## 14 Wirtschaftliche Relevanz von Tunnelfiltertechnologien

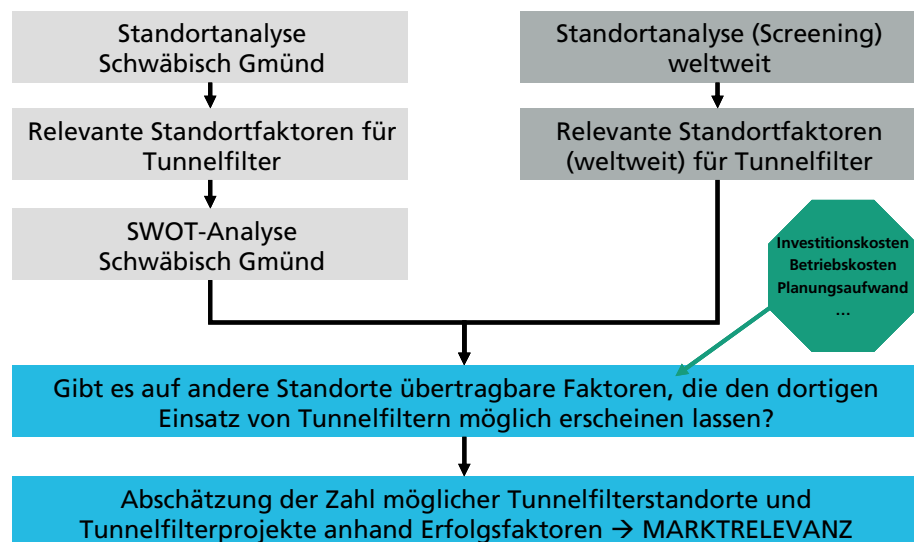
### 14.1 Aufgabe

Der Themenbereich »Wirtschaftliche Relevanz von Tunnelfiltertechnologien« beinhaltet folgende Fragestellungen:

- Welche Auswirkungen hätte der Einbau eines Tunnelfilters auf den Wirtschaftsstandort und Lebensraum Schwäbisch Gmünd?
- Welches Marktpotenzial gibt es für Tunnelfilter weltweit?
- Welche Kriterien sind in der Regel an anderen Standorten für den Einbau eines Tunnelfilters ausschlaggebend und können auf Schwäbisch Gmünd oder andere Tunnelstandorte übertragen werden?
- Welche Umsetzungs- und Förderungsmöglichkeiten für Innovationsprojekte im Zusammenhang mit Tunnelfiltern bzw. Luftreinhaltung gibt es?

Die Vorgehensweise ist in Abbildung 14-1 zusammenfassend dargestellt.

Abbildung 14-1:  
Tunnelfilterstandorte  
weltweit



### 14.2 Daten und Annahmen

Wichtige Daten-  
quellen

Für die Analyse des Standorts Schwäbisch Gmünd wurden Daten der Stadt und des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg verwendet. Zusätzlich wurden Telefoninterviews mit ausgewählten Institutionen und den dortigen Akteuren durchgeführt (vgl. Anhang A 6). Die Analyse von weltweiten Standortkriterien für Tunnelfilter sowie die Abschätzung des Marktpotenzials basieren auf verschiedenen internationalen Studien und Marktanalysen. Die Bestimmung von Erfolgsfaktoren basiert auf aktuellen Untersuchungen und eigenen Erfahrungen. Zahlreiche weitere Quellen (Fachartikel, Marktstudien, Internetseiten) sowie eigenes Know-how ergänzen diese Wissensbasis. Annahmen wurden im Rahmen des Runden Tisches vorgestellt und abgestimmt.



### 14.3 Angewandte Methoden

SWOT-Analyse,  
Standortanalyse  
Schwäbisch  
Gmünd und Standortentwicklungs-  
konzept

Für die vertiefte Analyse des Standorts Schwäbisch Gmünd wurde eine sogenannte SWOT<sup>19</sup>-Analyse durchgeführt, bei der sowohl interne, d. h. von der Stadt selbst zu beeinflussende Faktoren (Stärken/Schwächen) als auch externe Faktoren (Chancen/Risiken), die nicht in ihrem Einflussbereich liegen und aus dem Umfeld stammen, analysiert. Hierbei spielten insbesondere die Auswirkungen der Standortalternativen »Tunnelfilter« bzw. »Tunnel ohne Tunnelfilter« auf das ökonomische, ökologische und soziale Umfeld sowie zugehörige Stakeholderprozesse eine entscheidende Rolle. Die Standortanalyse umfasste die weltweite Recherche nach Tunnelfilterstandorten und die Ableitung von allgemeingültigen (Standort-)Kriterien für den Einbau eines Tunnelfilters<sup>20</sup>. Hieraus wurde mit einem vereinfachten Ansatz das Marktpotenzial abgeschätzt. Im letzten Schritt wurden aufbauend auf dem regionalwirtschaftlichen »Clusteransatz« Vorschläge für mögliche Innovationsprojekte am Standort Schwäbisch Gmünd einschließlich - je nach Projekttyp - geeigneter Förderprogramme entwickelt.

### 14.4 Ergebnisse

#### 14.4.1 Welche Kriterien sind in der Regel an anderen Standorten für den Einbau eines Tunnelfilters ausschlaggebend?

Um Übersichten über die Tunnelstandorte mit Tunnelfiltern weltweit zu erhalten, wurden eingehende Internetrecherchen, Interviews mit Tunneltechnologieproduzenten und generelle Marktanalysen durchgeführt. Eine detaillierte Auflistung und Charakterisierung vorhandener Tunnelstandorte ist in Anhang A 6, Tabelle A6-2 aufgeführt.

Tunnelfilterstandorte vor allem in  
Japan, Korea und  
Norwegen

Im Wesentlichen sind auf den Kontinenten Asien, Europa und Australien Tunnelfilter installiert (vgl. Abbildung 14-2). In Asien sind Japan mit ca. 55 Tunneln und Korea mit ca. 9 Tunnelfiltersystemen führend, in Europa finden sich ca. 20 Tunnelfiltersysteme, davon ca. 10 allein in Norwegen. Australien besitzt 4 Tunnelfiltersysteme. Tunnelfiltersysteme in Afrika und Amerika sind nicht bekannt bzw. konnten nicht recherchiert werden. Grundvoraussetzung für einen Tunnelfiltereinbau ist das Vorhandensein bzw. die Notwendigkeit eines Tunnels, d. h. es müssen Verdichtungsräume und/oder gebirgige Regionen vorliegen.

Asien

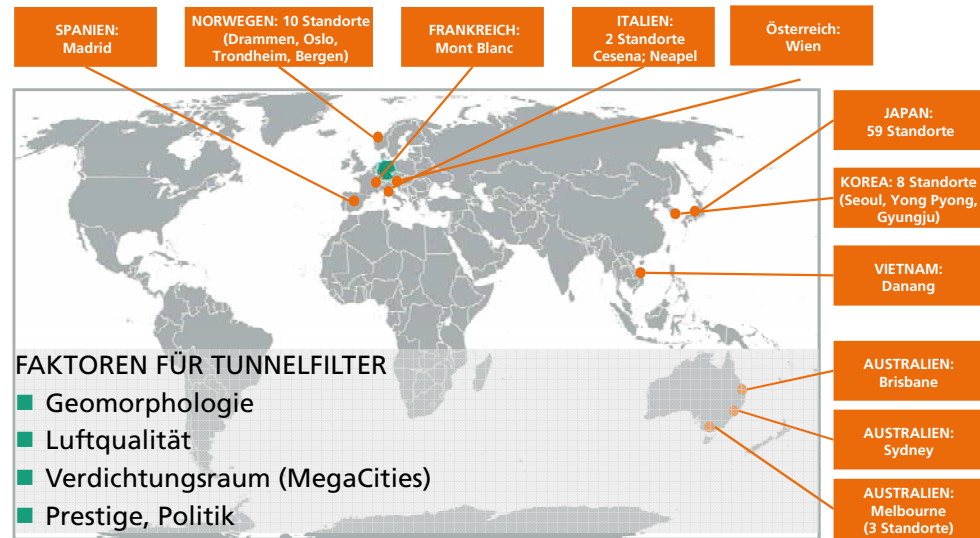
Im Jahr 1958 wurde die erste Ventilation in einem japanischen Tunnel eingesetzt, im Jahr 1979 im Tsuruga Tunnel die erste ESP-Filteranlage. Wegen der hügeligen und bergigen Landschaft Japans sind Tunnel als Verbindung zwischen den Kommunen unabdingbar [Katatani, 2011]. Japan besitzt über 8 000 Straßentunnel mit einer absoluten Länge von 2 500 Kilometern [RTA, 2004]; um die 50 Tunnel sind bereits mit ESP-Filteranlagen ausgestattet. [RTA M5, 2004]. Die Zahl an Tunnelfiltern in diesem Land ist einzigartig.

<sup>19</sup> **SWOT:** Strengths - Weaknesses - Opportunities - Threats (dt.: Stärken - Schwächen - Chancen - Risiken)

<sup>20</sup> Hierzu wurde eine Excel®-Datei mit allen relevanten Kriterien der bekannten Tunnelfilterstandorte erstellt, die dem Abschlussbericht als **Anhang A 6** beigefügt wird.

In Korea sind ca. 9 Tunnelfiltersysteme installiert. In Vietnam ist der Hai Van Pass Tunnel mit einem ESP-System ausgestattet. Sowohl in Japan, Korea als auch in Vietnam wurden die Systeme installiert, um eine verbesserte Sicht im Tunnel zu gewährleisten [CETU, 2010a].

Abbildung 14-2:  
Tunnelfilterstandorte weltweit



Australien

In Australien wird der Einbau von Filtersystemen beim Bau neuer Tunnel jeweils neu entschieden [CETU, 2010a], u. a. ist der Melbourne East Link Tunnel mit einem Filter ausgestattet. Jedoch wurde keine messbare externe Luftqualitätsverbesserungen festgestellt, allerdings ist durch den Tunnelbau als solches eine bessere Luftqualität im Umland erreicht worden [PIARC, 2007].

Europa

Die meisten europäischen Länder verzichten auf Filteranlagen in ihren Straßentunneln. Die Anforderungen an die Umgebungsluftqualität werden vor allem durch Verdünnung, d. h. Bau von Ventilatoren und Kaminen, erfüllt. Hinzu kommt, dass die Fahrzeuge weniger Emissionen ausstoßen als noch vor einigen Jahren und je nach Verkehrsintensität und Art der Fahrzeuge wenig Belastung der Luft in den Tunneln erwartet wird [HBI, 2008].

Im Elbtunnel gab es 1994 ein Pilotprojekt der Firma Filtrontec zu Studienzwecken [CETU, 2010a]. Das Projekt wurde 1999 abgeschlossen, ohne dass eine entsprechende Filteranlage für den gesamten Tunnel eingebaut wurde [HBI, 2008]. Im Tunnel Fellbach wurde im Sommer 2007 eine Versuchsfilteranlage der Firma Ecovac installiert.

In Frankreich wurde im Mont Blanc Tunnel zur Verbesserung der Luftqualität im angrenzenden Chamonix Tal ein Partikelfilter installiert, was im Zuge der Initiative »Luftverbesserung in den Bergen von Chamonix« stattfand [CETU, 2010a].

Norwegen hat ca. 900 Tunnel, sieben davon haben ein ESP-Filtersystem und einer zusätzlich einen NO<sub>x</sub>-Abscheider [EPA, 2008]. Die Systeme wurden installiert, um die Emissionswerte von Tunnelluft und Umgebungsluft zu senken als auch eine Sichtverbesserung im Tunnel zu erzielen. Ein speziell norwegisches

Problem sind die hohen Feinstaubwerte im Winter, die durch die Nutzung von Spikes und den dadurch entstehenden Reifenabrieb auftreten [HBI, 2008].

Der Tunnel bei Cesena/Italien liegt in einer dicht besiedelten und bereits durch Luftverschmutzung sensiblen Regionen. Ein ESP-System wurde installiert zur Senkung der Emissionen aus den Tunnelausgängen. Eingebaut wurde der Filter von der Firma Aigner [CETU, 2010b].

Die Tunnel in Plabutsch und Graz in Österreich werden als Demonstrationsstandorte für Studien und Entwicklung von Systemen der Firma Aigner genutzt [CETU, 2010a].

In Madrid/Spanien wurden in den vier Teilbereichen des M30-Tunnels (Nord, Ost, Süd und West) 22 Filterinstallationen von 4 verschiedenen Firmen eingebaut, darunter auch Aigner und Filtrontec [CETU, 2010a]. Die Beweggründe waren u. a. politischer Natur (Bewerbung für ein großes Sportereignis).

Tunnelfiltereinbau:  
Einzelfallentscheidung (vor allem wegen Sichtbehinderung)

Die Gründe für den Einbau einer Filteranlage sind vielfältig. Grundsätzlich wird der Einbau eines Filtersystems als Einzelfall entschieden. Einer der meistgenannten Gründe ist, die Sicht im Tunnel zu gewährleisten oder zu verbessern. Hier geht man davon aus, dass Feinstaub aus unterschiedlichen Quellen in so hoher Konzentration in der Luft vorliegt, dass Gefährdungen durch Sichtbehinderungen entstehen.

Kriterien für Tunnelfiltereinbau

Folgende Kriterien können generell als Gründe für den Einbau eines Filtersystems in Tunneln festgehalten werden:

- Die Tunnelstrecke sollte mindestens ca. 2 km lang sein.
- Im Tunnel ist mit einer Sichtbehinderung zu rechnen.
- Die Umgebungsluft des Tunnels ist bereits mit Luftschadstoffen hoch belastet (die sich im Tunnel aufkonzentrieren).
- Gesetzliche Vorschriften (Grenzwerte) müssen eingehalten werden und sind ohne Filter nicht zu erreichen.
- Dynamische - auch regionale - Effekte müssen berechnet und bewertet werden: Art des Verkehrs (Anteil Dieselfahrzeuge mit erhöhtem Rußausstoß, Autos mit Spikes und erhöhtem Abrieb von Reifen), Verkehrsaufkommen und Geschwindigkeit.
- Lokalpolitische Anstöße zur Schaffung eines grünen und aktiven Images können eine Rolle spielen.
- Standort dient als Demonstrationsvorhaben (z. B. Elbtunnel, Fellbachtunnel).

Wahrnehmung von Abluftkaminen

### Wahrnehmung von Abluftkaminen

In Deutschland wird die Reinigung der Tunnelluft vielfach über Abluftkamine gelöst. Grundsätzlich werden Abluftkamine als neutral empfunden. Jedoch gibt es sowohl positive Beispiele, d.h. der Kamin wurde der Umgebung entsprechend gestaltet (Heslachtunnel) oder der Kamin ist in ein Gebäude integriert (Tiergartentunnel), als auch negative Beispiele, z. B. mit kalten Betonmauern als direktem Sichtpunkt (Fellbach-Tunnel).

### 14.4.2 Grobe Abschätzung Marktpotenzial Tunnelfilter

Derzeit geringes  
Marktpotenzial  
Marktaberschätzung  
nur spekulativ

Insgesamt ist davon auszugehen, dass das Marktpotenzial für Tunnelfilter weltweit eher klein ist (vgl. Abbildung 14-2). Inwieweit geplante Tunnel einen Tunnelfilter benötigen werden, lässt sich nur spekulativ annehmen. Für eine ungefähre Abschätzung des Marktpotenzials für Tunnelfilter für China (als Beispiel einer stark wachsenden Wirtschaftsnation mit einem prognostizierten, stark wachsenden Urbanisierungsanteil) wurde näherungsweise von folgenden Voraussetzungen ausgegangen:

- ca. 3 Mio. km befestigte Straßen (inkl. 65 000 km Autobahnen und Schnellstraßen; Tendenz: deutlicher Zubau → Ziel 2015: 4,5 Mio. km, 108 000 km Autobahnen und Schnellstraßen<sup>21</sup>)
- 0,8 ‰ benötigen Tunnel<sup>22</sup> → 2 400 km
- davon 50 % > 2 km → 1 200 km → 600 Tunnel  
→ davon 30 % mit Tunnelfilter → 180
- 180 x 3,5 Mio. €<sup>23</sup> = 630 000 000 €

**Fazit:** Das Marktpotenzial für Tunnelfilter könnte in China bei rund 630 Mio. € liegen, was für sich genommen ein attraktives Marktpotenzial darstellt. Ob allerdings tatsächlich Investitionen in dieser Größenordnung geplant und getätigt werden, muss bezweifelt werden, da wie oben geschildert, zahlreiche Einzelentscheidungen getroffen werden müssen. Es muss daher betont werden, dass es sich hierbei lediglich um eine sehr spekulative Abschätzung handelt; eine wirklich belastbare Abschätzung ist mit dem heute verfügbaren Kenntnisstand nicht möglich.

SWOT-Analyse  
Schwäbisch  
Gmünd

### 14.4.3 Welche Auswirkungen hätte der Einbau eines Tunnelfilters auf den Wirtschaftsstandort und Lebensraum Schwäbisch Gmünd?

Als Grundlage für die SWOT-Analyse wurde der Standort Schwäbisch Gmünd in seiner Gesamtheit betrachtet, d. h. Aspekte wie Größe, Lage, Bevölkerung, Flächennutzung, Wirtschaft und Wissenschaft. Die zentralen Ergebnisse der ausführlichen Analyse werden im Folgenden in Kurzform wiedergegeben.

Bevölkerung

Schwäbisch Gmünd ist ein Mittelzentrum im Ostalbkreis mit 59 654 Einwohnern im Jahr 2010 und einer Fläche von 11 378 ha (Einwohnerdichte: 524 Einwohner/m<sup>2</sup>). Der Ausländeranteil liegt bei knapp 13 %. Der größte Teil der Schwäbisch Gmünder Bevölkerung liegt im Altersbereich zwischen 40 und 65 Jahren, doch in Zukunft wird es auch hier aufgrund des demografischen Wandels Verschiebungen zugunsten der über 60-Jährigen geben [Statistik-BW, 2012], [Regionalverband, 2011].

Erwerbstätigkeit

Die Zahl der Erwerbstätigen am Wohnort Schwäbisch Gmünd lag im Jahr 2011 bei 19 855 Personen, 43,6 % davon Frauen. Im selben Jahr waren in der Stadt Schwäbisch Gmünd 1 762 Personen arbeitslos, je 50 % Männer und Frauen. Von den 19 855 Erwerbstätigen waren 20 % ohne abgeschlossene Ausbildung

<sup>21</sup> Quellen: CIA World Factbook: [www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ch.html](http://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ch.html); [http://german.china.org.cn/china/2011-05/27/content\\_22657788.htm](http://german.china.org.cn/china/2011-05/27/content_22657788.htm)

<sup>22</sup> Deutschland: 250 km Tunnel, ca. 630 000 km Straßenlänge → 0,4 ‰ (Quellen: [BAST, 2009], [www.destatis.de](http://www.destatis.de))

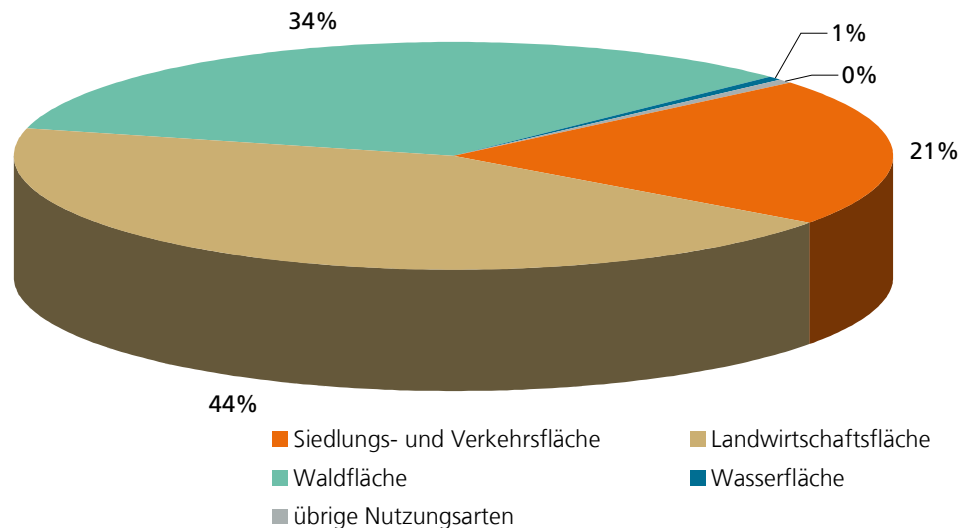
<sup>23</sup> Durchschnittliche Kosten Tunnelfilter für Feinstaub und gasförmige Luftschadstoffe

(20 %), 59,1 % verfügten über eine abgeschlossene Lehre oder Anlernausbildung und 10,2 % verfügten über einen Fachhochschul- oder wissenschaftlichen Hochschulabschluss. Im gesamten Ostalbkreis ist der größte Teil der arbeitenden sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im produzierenden Gewerbe oder im Dienstleistungsbereich tätig. [Statistik-BW, 2012].

Flächennutzung

Schwäbisch Gmünd erstreckt sich über eine Gesamtfläche von 11 378 ha. Den überwiegenden Teil dieser Fläche (44,1 %) nimmt Landwirtschaftsfläche ein, gefolgt von Waldfläche (33,9 %) sowie Siedlungs- und Verkehrsfläche (21 %). Den größten Teil der Siedlungs- und Verkehrsfläche nehmen dabei mit 13 % Gebäude- und Freiflächen ein, wobei der Anteil für Wohnfläche an der Gesamtfläche bei 7,2 % liegt und der für Gewerbe und Industrie bei 1,9 % [Statistik-BW, 2012; Stand: 31.10.2011].

Abbildung 14-3:  
Flächennutzung  
Schwäbisch Gmünd  
2010



3 791 ha der Landwirtschaftsfläche in Schwäbisch Gmünd entfielen im Jahr 2010 auf landwirtschaftliche Betriebe mit 5 ha und mehr landwirtschaftlich genutzter Fläche. Davon wurden 36,8 % als Ackerland genutzt, 63 % als Dauergrünland und 0,1 % für Obstanlagen. Rebflächen sind nicht zu verzeichnen [Statistik-BW, 2012]. Im Stadtgebiet von Schwäbisch Gmünd gibt es vier Naturschutzgebiete, bzw. Teile davon. Darüber hinaus gibt es fünf Landschaftsschutzgebiete und Teile von zwei FFH<sup>24</sup>-Gebieten [LUBW, 2012].

Grundsteuer

Der Grundsteuerhebesatz in Schwäbisch Gmünd liegt bei 340 % für land- und forwirtschaftliche Betriebe (Grundsteuer A; Ø Land BW 349 %) und bei 430 % für alle anderen bebauten und unbebauten Grundstücke (Grundsteuer B, Ø Land BW 383 %) [Schwäbisch Gmünd, 2012], [Statistik-BW, 2012].

Tourismus

**Tourismus**

Seit Januar 2009 ist Schwäbisch Gmünd Mitglied im Tourismusverein Remstal-Route e. V. Den Schwerpunkt der touristischen Aktivitäten bilden die Zusammenarbeit mit der Region Stuttgart und Remstal sowie die Zusammenarbeit

<sup>24</sup> FFH-Gebiet = Schutzgebiet gemäß der Naturschutz-Richtlinie der Europäischen Union (Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie)

mit den Städten Göppingen und Heidenheim in der Touristikgemeinschaft Stauferland e.V., die ihren Sitz in Schwäbisch Gmünd hat [Vorlage-271, 2009].

Übernachtungs-  
zahlen

Im Jahr 2011 gab es in Schwäbisch Gmünd 22 Beherbergungsbetriebe mit 1 120 Schlafgelegenheiten. Es wurden 54 619 Ankünfte verzeichnet, davon 11,7 % von Personen mit Wohnsitz im Ausland. Insgesamt gab es 148 080 Übernachtungen, davon 14,8 % von Personen mit Wohnsitz im Ausland. Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer lag bei 2,7 Tagen. Die Schlafgelegenheiten waren zu 35 % ausgelastet. In den letzten Jahren ist ein kontinuierlicher Aufwärtstrend zu verzeichnen. Im Jahr 2004 lag die durchschnittliche Aufenthaltsdauer noch bei 2,3 Tagen und die Auslastung der Schlafgelegenheiten bei 26,5 % [Statistik-BW, 2012]. Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer legt nahe, dass es sich bei den Gästen weniger um Langzeiturlauber, sondern zum Großteil um Kurzurlauber und um Tagungsbesucher handelt.

Die Stadt Schwäbisch Gmünd ist die älteste Stauferstadt Deutschlands und feiert im Jahr 2012 ihr 850-jähriges Stadtjubiläum. Die Innenstadt ist geprägt durch zahlreiche historische Gebäude, wie z. B. das Heilig-Kreuz-Münster, die älteste gotische Hallenkirche Süddeutschlands. Neben dem Remstalradweg gibt es rund um Schwäbisch Gmünd zahlreiche Wanderwege [Stauferland, 2012], [Schwäbisch Gmünd, 2012]. Die Region ist jedoch nicht auf den Massentourismus ausgerichtet.

Tagungszentren

Die Stadt Schwäbisch Gmünd verfügt über zwei große Tagungszentren. Das »Congress-Centrum Stadtgarten (CCS)« bietet die Möglichkeit, Tagungen von 15 bis 1 500 Teilnehmern durchzuführen [CCS, 2012]. Ein weiteres Tagungszentrum ist das etwas außerhalb auf einem 10 ha großen Gelände am Taubentalwald gelegene »Schönblick, Christliches Gästezentrum Württemberg«, das Veranstaltungsräume für 10 bis 1 000 Personen und 450 Betten in Seminar- und Gästehaus bietet [Schönblick, 2012].

Feste und Festivals

Regelmäßig finden in Schwäbisch Gmünd Festivitäten mit überregionaler Ausstrahlung statt wie das Europäische Kirchenmusikfestival, das internationale Guggentreffen für Freunde der Guggenmusik sowie jährlich die sogenannten Altersgenossenfeste, eine regionale Besonderheit. Eine weitere regelmäßige Veranstaltung sind die Gmünder Schmucktage [Schwäbisch Gmünd, 2012].

Wirtschaftsförderung

**Wirtschaft**

Neben der bei der Stadtverwaltung angesiedelten Wirtschaftsförderung Schwäbisch Gmünd [Schwäbisch Gmünd, 2012] gibt es in der Region noch die beim Landratsamt angesiedelte Wirtschaftsförderung Ostalbkreis [Ostalbkreis, 2012] und die Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH Region Ostwürttemberg [WiRO, 2012].

Der Gewerbesteuerhebesatz in Schwäbisch Gmünd liegt bei 380 % (Ø Land BW: 363 %) [Schwäbisch Gmünd, 2012], [Statistik-BW, 2012]. Die Kaufkraft liegt etwas unter dem Landesdurchschnitt (siehe Tabelle 14-1).

**Tabelle 14-1: Kaufkraft in Schwäbisch Gmünd [Statistik-BW-2012]**

	Gesamteinnahmen	Gebundene Ausgaben	Ungebundene Kaufkraft
Absolut (Mill. €)	1 484	681	803
Pro Einwohner (€)	24 668	11 321	13 347
Vergleich pro Einwohner in BW (€)	27 075	11 705	15 370
Kaufkraft-Kennziffer: Land = 100 Schwäbisch Gmünd = <b>87</b>			

Schwerpunkt  
Automotive

Ein starker Fokus liegt in Schwäbisch Gmünd auf der Automobilzulieferindustrie. Zwölf Werke von Fahrzeugherstellern sind in einem Radius von 300 km angesiedelt [Schwäbisch Gmünd, 2012]. Zahlreiche Firmen mit Automotive-Kompetenz haben ihren Sitz direkt in Schwäbisch Gmünd. Größtes Unternehmen am Ort in diesem Sektor ist die Firma ZF Lenksysteme mit 5 550 Beschäftigten im Jahr 2010 [Hoppenstedt, 2012].

Schwerpunkt  
Oberflächentechnologie

Technologisch gibt es in Schwäbisch Gmünd einen weiteren sehr starken Schwerpunkt im Bereich Oberflächentechnik. Neben einigen Unternehmen, wie z. B. Umicore Galvanotechnik (189 Beschäftigte) und GfO Gesellschaft für Oberflächentechnik AG (150 Beschäftigte) [Hoppenstedt, 2012] sind im Ort das fem Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie und eine Fachschule Galvano- und Leiterplattentechnik angesiedelt sowie das ifo - Institut für Oberflächentechnik GmbH und die GSB International Gütegemeinschaft für die Stückbeschichtung von Bauteilen e.V. Darüber hinaus gibt es in Schwäbisch Gmünd das Zentrum für Oberflächentechnik Z.O.G. mit einem internationalen Zweig, der European Academy of Surface Technology (east).

Schwerpunkt  
Design

Mit mehr als 150 Designbüros, Werbe- und Multimediaagenturen, Architekten sowie weiteren Dienstleistern im Kreativbereich setzt Schwäbisch Gmünd darüber hinaus einen starken Fokus auf Design. An der ortsansässigen Hochschule für Gestaltung werden Kommunikations-, Interaktions- und Produktgestalter ausgebildet. Die Stadt ist zudem bekannt für ihre lange Tradition der Gold- und Silberschmiedekunst. Es gibt über 50 Gold- und Silberschmieden und Schmuckgestalter sowie mehr als 20 Manufakturen und Fabriken, von denen sich ein großer Teil – zusammen mit anderen Gold- und Silberwarenherstellern aus Baden-Württemberg – im Edelmetallverband Schwäbisch Gmünd e.V. zusammengeschlossen hat. Ebenfalls in Schwäbisch Gmünd ansässig sind auch das Berufskolleg für Design, Schmuck und Gerät, die Stiftung Gold- und Silberschmiedekunst und das Designer-Netzwerk »gmünder gestalter eV«. [Schwäbisch Gmünd, 2012].

Gründer- und  
Ideenzentren

In Schwäbisch Gmünd gibt es das »zapp Wirtschafts- und Gründerzentrum« für Existenzgründer und junge Unternehmen, das günstige Büroräume sowie Gemeinschaftseinrichtungen und Beratung zur Verfügung stellt. Derzeit sind über 30 Unternehmen angesiedelt, vor allem aus den Bereichen Design, Oberflächentechnik, Informationstechnologie, Industrie und Handwerk [Schwäbisch Gmünd, 2012]. Darüber hinaus gibt es das Ideenzentrum Gmündtech im Technologiepark Gmünd West, in dem derzeit 15 Firmen angesiedelt sind, v. a. aus

den Bereichen Informationstechnologie, Engineering, Design, Consulting [Gmündtech, 2012].

Wissenschafts-  
und Forschungs-  
landschaft

### **Wissenschaft**

Direkt in Schwäbisch Gmünd ansässig sind die Pädagogische Hochschule und die Hochschule für Gestaltung, das Fernstudienzentrum der FernUniversität in Hagen sowie die Steinbeishochschule Schwäbisch Gmünd. Darüber hinaus gibt es im Ostalbkreis die Hochschule Aalen als Hochschule für angewandte Wissenschaften mit Schwerpunkten im Bereich Technik und Wirtschaft, die Fernhochschule Riedlingen mit dem Studienzentrum Ellwangen mit verschiedenen Studiengängen im Bereich Medien, Wirtschaft, Management und Gesundheit und die Duale Hochschule Baden-Württemberg in Heidenheim, als duale, praxisintegrierende Hochschule mit verschiedenen Studiengängen im Bereich Informatik, Wirtschaft, Technik, Sozialwesen, Gesundheit [Ostalbkreis, 2012].

Der Hochschule Aalen angeschlossen ist das IAF Institut für angewandte Forschung als zentrale Plattform für die Forschungsaktivitäten der Hochschule Aalen und in Schwäbisch Gmünd angesiedelt ist das fem Forschungsinstitut Edelmetalle und Metallchemie.

Darüber hinaus gibt es in der Region Ostwürttemberg 20 Steinbeis-Transferzentren mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Forschungsschwerpunkten [WiRO, 2012].

Cluster in Baden-  
Württemberg

### **Cluster**

Im Land Baden-Württemberg gibt es zahlreiche Cluster und Clusterinitiativen, darunter mehrere im Bereich Umwelttechnik. So gibt es zwar sechs regionale Cluster Umwelttechnologie, allerdings noch keinen in der Region Ostwürttemberg. Darüber hinaus gibt es zwei landesweite Clusterinitiativen, die Plattform Umwelttechnik e. V. mit Sitz in Ostfildern und das Umwelttechnik BW - Technologie- und Innovationszentrum Umwelttechnik und Ressourceneffizienz Baden-Württemberg GmbH mit Sitz in Böblingen [Cluster-BW, 2012].

### **Interviews mit lokalen Stakeholdern und Akteuren**

An zwei Tagen wurden lokale Stakeholder interviewt mit dem Ziel, ein Stimmungsbild auch bzgl. des laufenden Tunneldialogs zu erhalten. 10 Stakeholder wurden identifiziert, von denen 4 nicht erreicht wurden, 2 Stakeholder hatten kein Interesse an einer Interviewteilnahme, demnach wurden 4 Stakeholder interviewt. Der Gesprächsleitfaden findet sich im Anhang A 6.

Als zusammenfassendes Ergebnis lässt sich sagen, dass der generelle Tunnelbau zur Entlastung der Verkehrssituation sehr begrüßt wurde. Die Diskussion um den möglichen Einbau eines Tunnelfilters bzw. um die mögliche Luftbelastung wurde sehr emotional aber nur auf lokaler Ebene geführt und war mit vielen Ängsten gesundheitlicher und wirtschaftlicher Natur verbunden. Aus diesem Grund wurde der wissenschaftlich begleitete Tunneldialog als sehr ziel führend und produktiv begrüßt. Die Befragten fühlen sich generell wohl in Schwäbisch Gmünd, eine Standortverlagerung wird nicht in Erwägung gezogen.



Die SWOT-Analyse des Standorts ergibt aus dieser Zusammenstellung insgesamt folgendes Bild:

**Tabelle 14-2: SWOT-Analyse des Standorts Schwäbisch Gmünd**

STÄRKEN (S)	SCHWÄCHEN (W)
(S1) Starker Fokus auf Automotive, Oberflächentechnik, Design, Gesundheit/Soziales	(W1) Hohe Verkehrsbelastung durch örtliche Bundesstraßen
(S2) Wirtschaftsfreundlicher Standort	(W2) Hohe Schadstoffbelastung entlang Bundesstraßen und in städtischer Tallage
(S3) Wahrnehmung auch als Gesundheits- und Erholungsstandort	(W3) Kamin beeinträchtigt Landschaftsbild
(S4) Tourismus: Natur- und Kulturtourismus prägend für Standort	(W4) Nicht bundesweit als Tourismusregion bekannt
(S5) Sehr gutes Bildungs- und Hochschulangebot	(W5) Wenig touristische Aushängeschilder mit überregionaler Anziehungskraft
(S6) Attraktiver Wohnstandort, gute Lebensqualität	(W6) Keine direkte Autobahnanbindung
(S7) Gute Verkehrsanbindung	(W7) Markt für Tunnelfilter schwer abzuschätzen
(S8) Sehr starke Bindungen an den Standort (z. B. Traditionsunternehmen)	
(S9) Lage in technologisch hoch-innovativer Region	
(S10) Räumliche Nähe zu Technologiestandorten Aalen u. Stuttgart; aktive Netzwerke	
(S11) Aktiver partizipativer Prozess »Tunneldialog«	
Chancen (O)	Risiken (T)
(O1) Steigerung der touristischen Wahrnehmung durch Landesgartenschau 2014	(T1) Überalterung der Bevölkerung durch demografischen Wandel
(O2) Städtebauliche Aufwertung durch Umbauten zur Landesgartenschau	(T2) Zurzeit fehlende passende Förderprogramme: Fokus → Energieeffizienz, Ressourceneffizienz
(O3) Fokus auf Gesundheit und Altenpflege/-hilfe (demografischer Wandel)	(T3) Kritische Masse für Demonstrationsprojekte oder Technologiecluster ggf. nicht erreichbar
(O4) Zukunftsinitiative Ostwürttemberg 2015 »Raum für Talente und Patente« als Projektunterstützer	
(O5) Reduzierung Schadstoffbelastung und innerstädtischer Verkehr durch Tunnel	
(O6) Weltweite Nachfragesteigerung nach Tunnelfiltern infolge steigender Verkehrsbelastung	
(O7) Nachhaltigkeit und partizipative Prozesse gewinnen an Bedeutung	
(O8) Tunneldialog Schwäbisch Gmünd: Modellvorhaben für partizipative Prozesse	

**Gesamtfazit**

- Die Luftqualität in der Höhenlage wird als touristisch und gesundheitlich relevanter Faktor wahrgenommen.
- Natur- und Kulturtourismus ist prägend für Schwäbisch Gmünd.
- Es handelt sich um eine hoch innovative Region, allerdings befindet sich keine technische Hochschule am Standort.

- Die Diskussion um den Tunnelfilter ist lokal begrenzt.
- Es liegen eine hohe Verkehrsbelastung durch die örtlichen Bundesstraßen und eine hohe Schadstoffkonzentrationen in der städtischen Tallage vor.
- Der Tunneldialog ist ein Modellvorhaben für Beteiligungsprozesse.
- Voraussetzung für das Fazit in Bezug auf den Tunnelfilter: Der Tunnelfilter hat keine Wirkung im Hinblick auf die Reduzierung von Gesundheits- und Umweltbelastungen.
- Tunnelfilter ist dann kein harter Standortfaktor für Schwäbisch Gmünd (ggf. aber aus emotionalen Gründen ein weicher Standortfaktor).
- Schwäbisch Gmünd ist hinsichtlich der Wirkung des Tunnelfilters kein typischer Tunnelfilterstandort.
- Eine Förderung für großtechnischen Einsatz kann mit derzeitigen Förderprogrammen bestenfalls auf Darlehensbasis erfolgen.
- Der Markt für Tunnelfilter ist zurzeit eher klein, das Marktpotenzial kann nur spekulativ abgeschätzt werden.

#### 14.4.4 Welche Umsetzungs- und Förderungsmöglichkeiten für Innovationsprojekte im Zusammenhang mit Tunnelfiltern bzw. Luftreinhaltung gibt es?

Tunnelfilter kein Standortfaktor für Schwäbisch Gmünd

Unter der Voraussetzung, dass ein Tunnelfilter keine Wirkung im Hinblick auf die Reduzierung von Gesundheits- und Umweltbelastungen zeigt, ist er kein Standortfaktor für Schwäbisch Gmünd. Im Hinblick auf diese Wirksamkeit ist Schwäbisch Gmünd dann kein typischer Tunnelfilterstandort (im Hinblick auf die gebirgige Lage und die Umgebungsluftbelastung schon). Um dennoch im Zusammenhang mit dem Thema »Luftqualität« Innovationsprojekte vor Ort zu realisieren, können folgende Möglichkeiten vorgeschlagen werden (Förderprogramme auf EU-, Bundes- oder Landesebene müssen je nach Projekttyp ausgewählt werden):

4 Vorschläge für Innovationsprojekte

- FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG
  - Umwandlung von NO zu NO<sub>2</sub>
  - Energieeffiziente Tunnelbe-/entlüftung
- DEMONSTRATION
  - Betrieb einer neuartigen Tunnelfiltertechnologie im Bypass (Erprobung und Optimierung von Tunnelfiltersystemen)
- VERNETZUNG UND CLUSTERBILDUNG
  - Entwicklung eines Technologieclusters »Tunnelfiltertechnologie Schwäbisch Gmünd« (Vernetzen von Akteuren, Aufbau von Wissen, Veranstaltungen, Marketing)
- INTERDISZIPLINÄRE QUERSCHNITTSPROJEKTE
  - Start eines partizipativen »Laborprozesses« unter Beteiligung von Wirtschaft, Wissenschaft, Politik, Bürgern »Saubere Luft für Schwäbisch

Gmünd« zur Entwicklung geeigneter Maßnahmen zur Senkung der Schadstoffbelastung in Schwäbisch Gmünd. Dieser **Cluster-Ansatz** wird als der erfolgversprechendste eingeschätzt, da

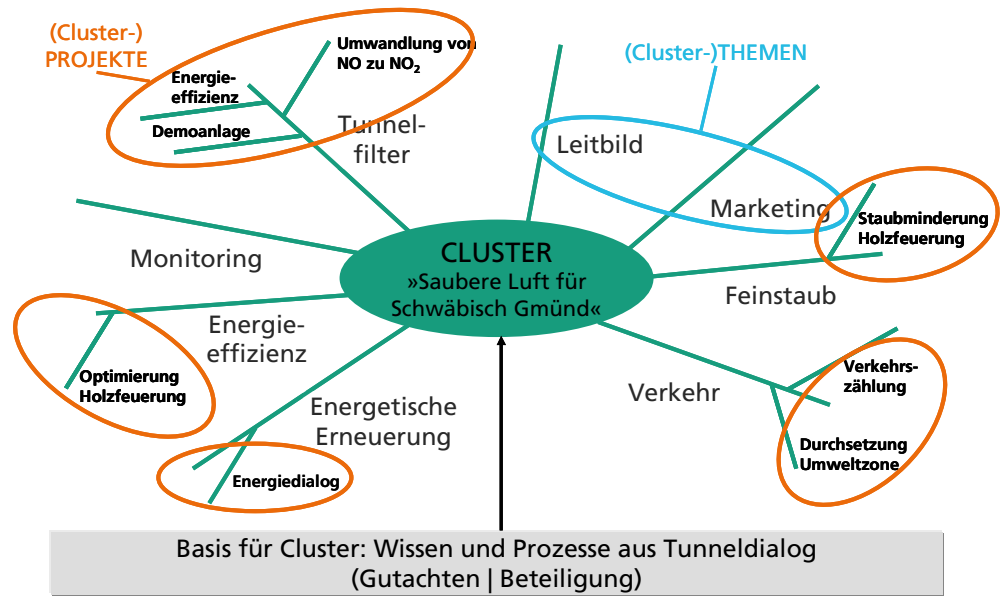
1. der Tunnelfilter zu keiner Reduzierung der Umwelt- und Gesundheitsgefahren in Schwäbisch Gmünd beitragen würde, die Stadt aber dennoch in der Tallage mit hohen Belastungen zu kämpfen hat und
2. mit dem Tunneldialog bereits ein Modellprojekt für partizipative Prozesse existiert, das überregional Beachtung findet.

Seit über 20 Jahren gehört die Debatte um die Clusterbildung zu einem der zentralen Themen bei Entscheidungsträgern auf kommunaler, regionaler, Landes- und Bundesebene. Als Cluster werden im Allgemeinen Zusammenschlüsse bezeichnet, deren Akteure in einer Region eine hinreichend kritische Masse in funktionaler Hinsicht bilden. Gängiges Verständnis der funktionalen Einheit ist, dass es sich um Akteure entlang der Wertschöpfungskette – in horizontaler und vertikaler Richtung – zur Herstellung bestimmter Endprodukte handelt. Hinzu kommt, dass sich ein mehr oder weniger breites Angebot von Unterstützungsdiensten im unmittelbaren Umfeld der Unternehmen einer funktionalen Einheit befindet. Die regionale Abgrenzung ist dagegen weniger eindeutig festgelegt. Sie kann kleinräumig sein, z. B. Autostadt Wolfsburg oder Technologiezentren an Universitäten, oder auch großräumig, z. B. BioRiver (Aachen-Bonn-Köln-Düsseldorf-Wuppertal) [Rossbach, 2010], [RWI, 2007], [Schuler, 2008].

Die Debatte um Clusterbildung wird vor allem im politischen Raum getragen von der Erwartung, dass von Clustern positive Wirkungen auf das Innovationsverhalten der Unternehmen und Forschungseinrichtungen in diesem Cluster ausgehen und damit Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaftskraft steigen. Jede politische Entscheidungsebene ist bestrebt, die Generierung solcher Effekte zu unterstützen. Bei der Clusterbildung handelt es sich um eine spezielle Form der Netzworkebildung. Sie geht in der Regel von der Politik aus, wobei bestimmte stimulierende Elemente zum Einsatz kommen (z. B. Förderung, Flächen- und Immobilienangebote, besondere Dienstleistungen), kann aber auch von Wirtschafts-, FuE- oder privaten Akteuren initiiert werden. Beide Richtungen sind bei der nachhaltigen Standortentwicklung gleichermaßen bedeutsam: Nutzung öffentlich stimulierter Netzwerke oder Beteiligung/Schaffung eigener Netzwerke, wobei letztere meistens mehr Freiräume in Bezug auf Zielsetzung, beteiligte Akteure und Ausgestaltung besitzen. [Rossbach, 2010], [RWI, 2007], [Schuler, 2008].

In Baden-Württemberg gibt es eine sehr aktive Clusterpolitik, die sowohl innerhalb eines strategischen Rahmens operiert als auch konkrete regionale Cluster hervorgebracht hat [Prognos, 2008], [MFWBW-2012].

Abbildung 14-4:  
Landkarte für einen Cluster in Schwäbisch Gmünd



Ein potenzieller Cluster »Saubere Luft für Schwäbisch Gmünd« sollte in einem ersten Schritt Akteure aus den Bereichen Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Bürger zusammenbringen und zentrale Cluster-Themen definieren (vgl. Abbildung 14-4). Hier kann auf die Prozesse und das erarbeitete Wissen im Tunneldialog zurückgegriffen werden. Im zweiten Schritt können sich dann prioritäre Cluster-Projekte herausbilden, für die je nach Umfang auch ggf. Förderprogramme in Anspruch genommen werden können. Einen typischen Ablauf zur Bildung eines regionalen Clusters zeigt Abbildung 14-5.

Abbildung 14-5:  
Vorschlag zur Bildung eines Clusters in Schwäbisch Gmünd

Schritt	Inhalt	Wer?	MONAT						
			1	2	3	4	5	6	
1	Entscheidung für Clustergründung	Stadt, Wirtschaftsförderung, Bürger	■						
2	Benennung einer Projektleiterin/eines Projektleiters (Clustermanager)	Stadt, Wirtschaftsförderung	■						
3	Bildung eines Kernteams und Benennung von verantwortlichen Personen	(öffentliche Hand, Wirtschaft, Wissenschaft, Bürger)	■						
4	Kontaktaufnahme mit dem Ministerium für Finanzen und Wirtschaft des Landes Baden-Württemberg (Referat 72, Frau Edith Köchel)	Projektleitung, Kernteam	■	■					
5	Aufbau eines Projektmanagements Strategie – Adressen – Wissensbasis – Dokumentation – Kommunikation und Marketing	Projektleitung, Kernteam		■	■	■			
6	Suche und Ansprache möglicher Clusterakteure (Beteiligungstabelle)	Projektleitung, Kernteam		■	■	■			
7	Durchführung von Workshops mit Akteuren	Projektleitung, Kernteam			■				
8	Festlegung von Zielen, Leitbildern, Themen und Arbeitsprogramm (Konzeptpapier → Unser Ansatz für eine Erfolgsgeschichte!)	Projektleitung, Kernteam			■	■	■		
9	Auswahl von Förderprogrammen und Abstimmung mit dem Fördergeber	Projektleitung, Kernteam				■	■		
10	Ausarbeitung und Abgabe von Förderanträgen	Projektleitung, Kernteam					■	■	
11	Festlegung erster konkreter Projekte	Projektleitung, Cluster						■	■

Mögliche Förderungen, die je nach Projekttyp ausgewählt werden sollten, zeigen Abbildung 14-6 und Abbildung 14-7.

Abbildung 14-6:  
Fördermöglichkeiten  
allgemein für Innovationen:  
EU, Bund, Land

SCHWERPUNKT 1  
Innovation,  
wissensbasierte  
Wirtschaft und Cluster

**EU**

- Europäische Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) → überregional und regional (Zuschuss) → Laufzeit bis 2013
- Darlehen der Europäischen Investitionsbank (EIB)

**BUND**

- ERP-Umwelt- und Energieeffizienzprogramm (Darlehen)
- KfW-Investitionskredit Kommunale Unternehmen (IKU) (Darlehen)
- IKK - KfW-Investitionskredit Kommunen (Darlehen)
- BMU-Umweltinnovationsprogramm (UIP) (Darlehen)

**LAND (Baden-Württemberg)**

- Förderung städtebaulicher Erneuerungs- und Entwicklungsmaßnahmen: → Veröffentlichung der Ausschreibung der Programme für das Jahr 2013 steht noch aus (Zuschuss)

- Investitionskredit Kommune direkt (Darlehen)
- Investitionsfinanzierung (Darlehen)

Abbildung 14-7:  
Fördermöglichkeiten  
für Innovationsprojekte  
auf Landesebene

- »Beteiligungen für Innovationen«  
→ Stille Beteiligung am Unternehmen; ausreichende Gesamtfinanzierung  
Quelle: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=abe033a6fb12b9c2cba9c4ef95ee6abf;views=document&doc=8852>
- »Innovative Projekte und Kooperationsprojekte«  
→ zurzeit keine Ausschreibung; Zuschuss, maximale Fördersumme: 120 000 €  
Quelle: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=abe033a6fb12b9c2cba9c4ef95ee6abf;views=document&doc=10168>
- »Technologiefinanzierung«  
→ Einsatz innovativer Technologien in Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes; Darlehen, bis zu 75 %  
Quelle: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=abe033a6fb12b9c2cba9c4ef95ee6abf;views=document&doc=7007>
- »Umweltforschung in Baden-Württemberg – BWPLUS«  
→ zurzeit keine Ausschreibung; Breitenwirksamkeit muss nachgewiesen sein; Zuschuss, Unternehmen max. 50 %, FuE bis zu 100%  
Quelle: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=abe033a6fb12b9c2cba9c4ef95ee6abf;views=document&doc=9412>
- »Umwelttechnik (RWB-EFRE)«  
→ Entwicklung innovativer Umwelttechniken mit hoher Ressourceneffizienz und Umweltleistung, letzte Antragsfrist: 1. Sept. 2012; Zuschuss, Unternehmen: bis 80 %, max. 200 000 €; FuE-Einrichtungen: bis 100 %, max. 500 000 €  
Quelle: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html?get=abe033a6fb12b9c2cba9c4ef95ee6abf;views=document&doc=10152>

## 15 Einzelfragen

Während der Sitzungen wurden einige Einzelfragen gestellt und beantwortet, die sich aus den Diskussionen ergeben haben und die nicht durch den Fragenkatalog abgedeckt waren. Die Beantwortung dieser Fragen ist nachfolgend dargestellt.

### 15.1 Frage 1: Was passiert mit Partikeln, wenn sie in die Luft emittiert werden?

Verweildauer von Feinstaub zwischen 2 und 20 Tagen

Wie lange Partikel in der Luft bleiben, hängt von ihrer Art und Größe ab. Je größer das Partikel ist, umso schneller sinkt es zu Boden. Partikel mit einem Durchmesser über ca.  $20\ \mu\text{m}^{25}$  sind teilweise in weniger als einem Tag abgesunken. Partikel unter ca.  $20\ \mu\text{m}$  Durchmesser haben nahezu keine Sinkgeschwindigkeit. Je nachdem, welche Windverhältnisse vorliegen, werden sie durch die Luft transportiert und dann entweder durch Regen ausgewaschen, oder sie tragen selbst zur Wolkenbildung bei. Die Verweildauer solcher Partikel in der Atmosphäre liegt zwischen 2 und 20 Tagen. Wenn sich Feinstaubpartikel auf dem Boden anlagern, stellen sie keine so große Gefährdung für Mensch und Umwelt dar, als wenn sie eingeatmet werden. Daher sind bodennahe Freisetzungen wie durch den Kfz-Verkehr ein Gesundheitsrisiko.

### 15.2 Frage 2: Welche Quellen für Feinstaubemissionen gibt es in Schwäbisch Gmünd?

Jeweils ca. 1/3 der  $\text{PM}_{10}$ -Emissionen aus dem Straßenverkehr und aus dem Hausbrand

Insgesamt werden für das Jahr 2008  $\text{PM}_{10}$ -Staubmengen von jährlich 60 Tonnen in Schwäbisch Gmünd angegeben. Davon entfallen die größten Anteile auf den Straßenverkehr mit 19 Tonnen sowie auf kleinere/mittlere Feuerungsanlagen und Festbrennstoffe mit 18 Tonnen. Der Anteil der Tunnelabluft an den Emissionen des Straßenverkehrs beträgt 674 kg oder 3,5 %. Der Großteil der Emissionen aus den kleinen/mittleren Feuerungsanlagen entfällt mit 90 % auf Holzfeuerungsanlagen, wie sie überwiegend in Privathaushalten verwendet werden – obwohl nur 10 % der Brennstoffenergie in diesen Anlagen eingesetzt werden<sup>26</sup>.

### 15.3 Frage 3: Wie berechnet sich die durch den Kfz-Verkehr im Tunnel entstehende Feinstaubmenge?

Ca. 670 kg  $\text{PM}_{10}$ -Feinstaub pro Jahr gelangen über den Schornstein in die Umgebung

Ein wichtiger Wert für das Ergebnis der Ausbreitungsrechnung (s. Kapitel 12) ist die über den Kamin abgeführte Menge an Feinstaub. Die Berechnung ergab einen Wert von 674 kg  $\text{PM}_{10}$ -Feinstaubemissionen. Berücksichtigt wurden Annahmen zu den Faktoren Fahrzeugflotte, Anteil Schwerverkehr, Kaltstartphase, Reifen- und Straßenabrieb, Steigung Gelände und die Geschwindigkeit. Zur Abschätzung, ob die im Rahmen dieser Untersuchung ermittelten  $\text{PM}_{10}$ -Mengen plausibel sind, kann auf eine Schweizer Studie verwiesen werden, in

<sup>25</sup>  $\mu\text{m}$  = Mikrometer = 1 Millionstel Meter

<sup>26</sup> Gemäß Emissionskataster der Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz (LUBW)

der Messergebnisse zu den Emissionen von Fahrzeugen in einem Tunnel ermittelt wurden. Unter Annahme der prognostizierten Anzahl an Fahrzeugen im Einhorn-Tunnel, der Tunnellänge und unter Berücksichtigung eines Anteils von zusätzlich 40 % PM<sub>10</sub>-Feinstaub durch Abrieb sowie eines Anteils von 90 % der gesamten Emissionen, die über den Kamin aus dem Tunnel transportiert werden, konnten die angegebenen 674 kg PM<sub>10</sub> pro Jahr näherungsweise berechnet werden.

#### 15.4 Frage 4: Wie laut wird der Abluftkamin sein?

Keine wesentlichen Schallemissionen durch den Kamin zu erwarten

Von 05:00 Uhr bis 20:00 Uhr ist der Abluftkamin gemäß Planfeststellungsbeschluss in Betrieb. In der übrigen Zeit wird über die Tunnelportale entlüftet. Durch die Ventilatoren und den Austritt der Abluft aus dem Kamin entstehen während der Betriebszeit Geräusche. Zur Minimierung der Geräusche durch die Ventilatoren sind Schalldämpfer vorgesehen. Von 05:00 bis 06:00 Uhr morgens soll der Schall so reduziert werden, dass in den zum Kamin nächstgelegenen Wohnhäusern ein Schallpegel von maximal 35db(A) auftreten wird. Dieser Wert entspricht normalen nächtlichen Umgebungsgeräuschen in Wohngebieten und entspricht dem strengsten Schallgrenzwert. Die Ausströmgeräusche am Schornstein werden nach Aussage des Schallgutachters als unerheblich bewertet.

Laut Planfeststellungsbeschluss ist bis spätestens ein halbes Jahr nach Inbetriebnahme die Einhaltung des Richtwerts durch Messungen zu belegen.

#### 15.5 Frage 5: Welche Aussagen wurden über die Luftmengen im Tunnel getroffen?

In einer früheren Machbarkeitsstudie zum Einbau eines Filters in den Einhorn-Tunnel in Schwäbisch Gmünd<sup>27</sup> wurden deutlich höhere Luftmengen zur Entlüftung des Tunnels und damit zur Auslegung des Tunnelfilters angenommen, als sie nach aktuellem Planungsstand vorgegeben sind. Daher wurde die Frage gestellt, woher die früheren Angaben zur Luftmenge stammen und ob diese Angaben korrekt waren.

Laut aktueller Planung zu befördernde Luftmengen liegen bei ca. 147 m<sup>3</sup>/s für den Normalbetrieb und 275 m<sup>3</sup>/s für den Brandfall

Der notwendige Volumenstrom im Regelbetrieb wurde in einem Gutachten gemäß den aktuellen und genehmigungsrelevanten gesetzlichen Richtlinien<sup>28</sup> festgelegt. Dort sind je nach Länge und Lüftungssystem des Tunnels entweder eine minimale Strömungsgeschwindigkeit im Tunnel oder eine Mindest-Luftwechselrate zur Vermeidung von lokaler Sichttrübung und schlechter Luftqualität im Tunnel vorgegeben. Angewandt auf den Einhorn-Tunnel und inklusive eines Sicherheitsaufschlags werden für den Normalbetrieb Luftmengen von ca. 147 m<sup>3</sup> pro Sekunde angegeben, die aus dem Schornstein heraus transportiert werden müssen. Für den Brandfall werden ca. 275 m<sup>3</sup> pro Sekunde (entspricht ca. 990 000 m<sup>3</sup> bewegter Gesamtluftmenge pro Stunde) angegeben.

<sup>27</sup> Rottmann, Hinrich: Einbau einer Luftfilteranlage zur Reinigung der Tunnelabluft von Feinstaub und Schadgasen, Machbarkeitsstudie und Gutachten, Frankfurt 2008

<sup>28</sup> RABT 2006: Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln RABT, Ausgabe 2006, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln 2006

In zwei früheren Aussagen, die Grundlage für die genannte Machbarkeitsstudie und die Tunnelfilterauslegung der Firma Ecovac waren, wird eine Luftmenge von 1 000 000 m<sup>3</sup> pro Stunde angegeben. Dieser Ansatz wurde auf Grundlage der Antwort des Innenministeriums Baden-Württemberg auf eine Kleine Anfrage aus dem Landtag von Baden-Württemberg vom 06.12.2007 (Drucksache 14/2096) gewählt. Der Wert entspricht aufgerundet der vorgesehenen Luftmenge im Brandfall. Die für den Normalbetrieb vorgesehene geringere Luftmenge wird nicht genannt. Die Antwort ist insofern für eine Auslegung des Tunnelfilters nicht ausreichend gewesen. Im Antwortschreiben des Regierungspräsidiums Stuttgart auf die Faxanfrage von Herrn Müller, Firma Ecovac wird die Angabe zur Luftmenge präzisiert, der Auslegungsvolumenstrom für den Normalfall jedoch ebenfalls nicht konkret genannt.

### 15.6 Frage 6: Einsparpotenziale durch einen Tunnelfilter

Häufig ausschlaggebend für Investitionsentscheidungen wie den Einbau eines Tunnelfilters sind die entstehenden Kosten, sowohl bei den Investitionen als auch beim Betrieb. Es sollte daher geprüft werden, ob sich in Schwäbisch Gmünd oder an anderen potenziellen Tunnelfilterstandorten ein Einsparpotenzial durch die Installation eines Tunnelfilters ergibt.

Weder beim Invest  
noch bei den  
Betriebskosten  
Einsparpotenziale  
durch einen Filter

Im Einhorn-Tunnel gibt es durch den Tunnelfilter aufgrund der Filterbetriebskosten und der zusätzlichen Investitionen kein Einsparpotenzial. Die Kosten für den Filterbetrieb entstehen im Wesentlichen durch Energiekosten, um den zusätzlichen Widerstand des Filters durch mehr Ventilatorleistung zu überwinden. Da durch den Filter nicht weniger Luft im Tunnel bewegt wird, entsteht ein zusätzlicher Bedarf an Ventilatorleistung und damit an Strom. Investitionskosten (Baukosten) können ebenfalls nicht eingespart werden, da der Abluftkamin bereits errichtet wurde (vgl. auch Kapitel 11.5).

In anderen Tunneln, in denen Kavernen und Kamin etc. noch zur Diskussion stehen, kann es sein, dass die Investitionskosteneinsparung durch die Vermeidung von Kavernen und Kamin die Mehrbetriebskosten des Filters ausgleicht und sogar zusätzliche Einsparpotenziale möglich sind. Hier kommt es auf die spezielle Situation an (Tiefe und Länge des Tunnels, im Gebirge/unter der Stadt uvm.), die im Einzelfall geprüft werden muss.



## 16 Literatur Teil C

- [39. BImSchV, 2010] 39. BImSchV: Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 3830).
- [Aigner, 2010] Aigner Tunnel Technology GmbH: Tunnels der Zukunft. Sauber & Sicher. Produktbroschüre, Wels, Österreich 2010, [http://www.aignertunnel.com/upload/content/Folder/imagefolder\\_de\\_201012.pdf](http://www.aignertunnel.com/upload/content/Folder/imagefolder_de_201012.pdf). Letzter Zugriff am 06.09.2012
- [Aigner, 2012a] Heinz Aigner, Aigner Tunnel Technology GmbH. Persönliche Mitteilung am 10.05.2012
- [Aigner, 2012b] Heinz Aigner, Aigner Tunnel Technology GmbH. E-Mail vom 20.06.2012
- [Aigner, 2012c] Aigner Tunnel Technology GmbH: Referenzen: <http://www.aignertunnel.com/index.cfm?seite=referenzen&sprache=DE.>, Letzter Zugriff am 20.06.2012
- [Amann et al., 2005] Amann, M.; Bertok, I.; Cofala, J. et al., Baseline: Scenarios for the Clean Air for Europe (CAFE) Programme Final Report 2005.
- [AWS Group, 2012a] AWS Group AG: AWS-Abluftreinigung. Produktbroschüre: [http://www.awssystem.com/fileadmin/downloads/AWS\\_AirWaterSystems\\_Abluftreinigung\\_Broschuere\\_2012.pdf](http://www.awssystem.com/fileadmin/downloads/AWS_AirWaterSystems_Abluftreinigung_Broschuere_2012.pdf). Letzter Zugriff am 06.09.2012
- [Babisch, 2000] Babisch, W.: Traffic noise and cardiovascular disease: epidemiological review and synthesis. *Noise and Health* 2(8): 9-32. 2000
- [Babisch, 2004] Babisch, W.: Die NaRoMI-Studie (Noise and Risk of Myocardial Infarction) Auswertung, Bewertung und vertiefende Analysen zum Verkehrslärm. WaBoLu-Hefte 02/04, S. I-1 bis I-59. Umweltbundesamt, Berlin 2004
- [Babisch et al., 2005] Babisch, W.; Beule, B.; Schust, M.; Kersten, N.; Ising, H.: Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology* 16: 33-40. 2005
- [BAST, 2009] Bundesanstalt für Straßenwesen BAST (Hrsg.): Sicherheit geht vor – Straßentunnel in Deutschland, Bonn 2009
- [Berger, 2012] Berger, Andreas, Regierungspräsidium Stuttgart. E-Mail vom 15.06.2012
- [Bigalke & Rau, 2007] Bigalke, K., Rau, M., 2007: Immissionsprognosen nach TA Luft in komplexem Gelände mit prognostisch berechneten Windfeldern, *Immissionsschutz* 1/2007.
- [BImSchG, 2002] BImSchG ( Bundesimmissionsschutzgesetz): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge. Bekanntmachung vom 26.9.2002 (BGBl I S. 3830), geändert gem. Bekannt-

- machung vom 27.6.2012 (BGBl I S. 1421) <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bimschg/gesamt.pdf>. 2002
- [BMVBS, 2011] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Stuttgart: Ortsumgehung B29 Schwäbisch Gmünd, Tunnel Schwäbisch Gmünd, Betriebsgebäude und Abluftzentrale. Schautafel, Stuttgart 25.01.2011[Brenner+Münnich, 1998] Brenner + Münnich: Gesamtverkehrsplan Raum Schwäbisch Gmünd. Verkehrsgutachten im Auftrag der Stadtverwaltung Schwäbisch Gmünd. Ingenieurbüro Dr. Brenner + Münnich, Aalen, 1998
- [Bruckmann et al., 2011] Bruckmann, P.; Wurzler, S.; Brandt, A.; Vogt, K.: Erfahrungen mit Umweltzonen in Nord-Rhein Westfalen. UMWELT und MENSCH – INFORMATIONSDIENST, Schwerpunktthema Umweltzonen. UMID-Heft 4/2011
- [Brüske et al., 1999] Brüske-Hohlfeld, I.; Möhner, M.; Ahrens, W.; Pohlabeln, H.; Heinrich, J.; Kreuzer, M.; Jöckel, K.H.; Wichmann, H.E.: Lung Cancer risk in male workers occupationally exposed to diesel motor emissions in Germany. – American Journal of Industrial Medicine 36, 405-414. 1999
- [Bolte, 2009] Bolte, G.: Innovative building materials - reduction of pollutants with TioCem®, ZGK International (01) 2009, 55-61
- [BW-ImSchZuVO, 2012] BW-ImSchZuVO: Verordnung der Landesregierung und des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr über Zuständigkeiten für Angelegenheiten des Immissionsschutzes (Immissionsschutz-Zuständigkeitsverordnung in Kraft getreten am 25. Februar 2012. Version 1/2012 Vorschriftensammlung der Gewerbeaufsicht Baden-Württemberg. [http://www.gaa.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16507/3\\_1.pdf](http://www.gaa.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16507/3_1.pdf). 2012
- [CCS, 2012] Internetpräsenz des Congress-Centrum Stadtgarten Schwäbisch Gmünd: <http://www.ccs-gd.de>, letzter Zugriff: 06.06.2012.
- [CETU, 2010a] Tunnel Study Center (CETU): The treatment of air in road tunnels – State-of-the-art of studies and works, Bron, Frankreich, September 2010
- [CETU, 2010b] Tunnel Study Center (CETU): Etat récapitulatif du nombre et des longueurs de tubes de tunnels en exploitation, Bron, Frankreich, 2008
- [Cluster-BW, 2012] Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg, Clusterdatenbank Baden-Württemberg: <http://www.clusterdatenbank-bw.de>. Letzter Zugriff am 04.07.2012
- [Cyrys et al., 2009] Cyrys, J.; Peters, A.; Wichmann, H.E.: Umweltzone München – Eine erste Bilanz. Umweltmedizin in Forschung und Praxis 14:127-132. 2009
- [Cyrys et al., 2012] Cyrys, J.; Peters, A.; Wichmann, H.E.: Umweltzonen reduzieren Feinstaub und Dieselruß in deutschen Städten. Prävention – Zeitschrift für Gesundheitsförderung. 2012 im Druck.

- [Denich et al., 1997] Denich, D.; Wappenschmidt, C.; Zorn, H.: Anorganische Gase/ Kohlenmonoxid.. In: Wichmann HE, Schlipkötter HW, Fülgraff G: Handbuch der Umweltmedizin Ecomed-Verlag Landsberg Kap. VI-1; 11. ErgLfg 7/98. 1997
- [DFG, 2012] Deutsche Forschungsgemeinschaft, MAK- und BAT-Werte-Liste, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim. 2012
- [Deux & Markmann, 2012a] Deux, Elke; Markmann, Bernd: Telefonische Auskunft am 03.05.2012
- [Deux & Markmann, 2012b] Deux, Elke; Markmann, Bernd: Telefonische Auskunft 16.05.2012
- [DI, 2011] Buereau of Infrastructure, Transport and Regional Economics: Australian Infrastructure Statistics. Yearbook 2011, 2011
- [Ecob, 2012] Ecob, Chris; Camfill AB. E-Mail vom 31.05.2012
- [EEA, 2009] European Environment Agency: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2009. Technical report No 9/2009. <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>
- [Eikmann & Goen, 2000] Eikmann, T.; Goen, T.: Benzol. In: Wichmann HE, Schlipkötter HW, Fülgraff G.:Handbuch der Umweltmedizin Ecomed-Verlag Landsberg Kap. VI-4; 20. ErgLfg 2000
- [EPA, 2006] EPA Victoria (Hg.): Melbourne's East Link Project. EPA Works Approval. <http://www.epa.vic.gov.au/projects/eastlink.asp>. Letzter Zugriff am 08.06.2012
- [FILTRONtec, 2010] FILTRONtec GmbH: FILTRONtec informiert. Newsletter Februar 2010. [http://www.filtrontec.de/images/stories/docs/Filtrontec\\_informiert\\_1.pdf](http://www.filtrontec.de/images/stories/docs/Filtrontec_informiert_1.pdf). Letzter Zugriff am 06.09.2012
- [FILTRONtec, 2012] FILTRONtec GmbH: [http://www.filtrontec.de/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3%3Afunktion-und-aufbau-des-filtersystems&catid=3%3Aluftfilter-fuer-strassentunnel-&Itemid=13&lang=de](http://www.filtrontec.de/index.php?option=com_content&view=article&id=3%3Afunktion-und-aufbau-des-filtersystems&catid=3%3Aluftfilter-fuer-strassentunnel-&Itemid=13&lang=de). Letzter Zugriff am 06.09.2012
- [Fuji, 2012a] Fuji Electric Co. Ltd.: Electrostatic Precipitator System for Road Tunnels. Präsentation 09.04.2012
- [Fuji, 2012b] Fuji Electric Co. Ltd.: Nishimatsu NO<sub>x</sub> Removal System for Road Tunnels. Produktinformation. Tokyo, Japan 2012
- [Fuji, 2012c] Supply Record of Fuji Electrostatic Precipitators for Road Tunnels; Auskunft per Mail vom 9. April 2012
- [Gale, 2012a] Gale, Roger: Ventilation and Filtering Technology of Volatile Molecular in Highway Tunnel, 6th China Tunnel Summit, Shanghai, China 29th – 30th March 2012
- [Gale, 2012b] Gale, Roger, KGD Developments Ltd. Telefonische Auskunft am 21.05.2012

- [Gmündtech, 2012] Internetpräsenz des Gründerzentrums Gmündtech:  
<http://www.gmuendtech.de/>. Letzter Zugriff am 08.06.2012
- [Greiser et al., 2006] Greiser, E.; Jansen, K.; Greiser, C.: Beeinträchtigung durch Fluglärm: Arzneimittelverbrauch als Indikator für gesundheitliche Beeinträchtigung. Epi.Consult GmbH Bremen. Forschungsvorhaben, gefördert durch finanzielle Zuwendungen der Ärzte-Initiative für ungestörten Schlaf e.V., Siegburg, des Rhein-Sieg-Kreises und des Umweltbundesamtes (Förderkennzeichen: 205 51 100). 2006
- [Haralabidis et al., 2008] Haralabidis, A.S.; Dimakopoulou, K.; Vigna-Taglianti, F.; Giampaolo, M.; Borgini, A.; Dudley, M.L.; Pershagen, G.; Bluhm, G.; Houthuijs, D.; Babisch, W.; Velonakis, M.; Katsouyanni, K.; Jarup, L.; for the HYENA Consortium. Acute effects of night-time noise exposure on blood pressure in populations living near airports. *Eur Heart J.* 12 Feb 2008
- [Hasel et al., 2009] Hasel M., Kost W.-J., Nielinger J., 2009: Ausbreitungsrechnungen in steilem Gelände – Prognostische Windfeldbibliotheken. MET-TOOLS, 01.-03. September 2009, Hamburg.
- [Haucke et al., 2009] Haucke, F.; Holle, R.; Wichmann, H.E.: Epidemiologische Erforschung und ökonomische Bewertung gesundheitlicher Umweltrisiken. *Bundesgesundheitsbl.*, 1166-1178. 2009
- [HBI, 2008] HBI Haerter AG; US+FZ Beratende Ingenieure: Reinigung von Abluft aus Straßentunneln. Stand der Technik, Detailbericht der Arbeitsgruppe, Zürich, Schweiz 2008
- [HBS, 2009] HBS: Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Ausgabe 2001/Fassung 2009, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), 2009.
- [Hoppenstedt, 2012] Hoppenstedt Firmeninformationen GmbH:  
[www.firmendatenbank.de](http://www.firmendatenbank.de), Online-Abfrage am 06.06.2012.
- [Hutton, 2000] Hutton, G.: Considerations in evaluating the cost-effectiveness of environmental health Interventions. In: *Protection of the Human Environment*. WHO, Geneva, Schweiz 2000
- [HYENA, 2001-2006] HYENA (hypertension and exposure to noise near airports) EU environment and health study. [www.hyena.eu.com](http://www.hyena.eu.com). 2001-2006
- [Isele, 2012a] Isele, Rolf, AWS Group AG. Telefonische Auskunft am 15.06.2012
- [Isele, 2012b] Isele, Rolf, AWS Group AG: Kurzübersicht AWS Group AG. Präsentation. Per E-Mail zugesandt am 18.06.2012
- [Ising et al., 2001] Ising, H.; Kruppa, B.; Babisch, D.; Gottlob, D.; Guski, R.; Maschke, C.; Spreng, M.: Lärm. In: *Handbuch der Umweltmedizin* (Hrsg. Wichmann HE, Schlipkötter HW, Fülgraff G). Ecomed Verlag Landsberg Kapitel VII-1, 22. Erg Lfg 1-39. 2001
- [Janicke & Janicke, 2000] Janicke, L., U. Janicke, 2000: Vorschlag eines meteorologischen Grenzschichtmodells für Lagrangesche Ausbreitungsmodelle. *Berichte zur Umweltphysik 2*, Ingenieurbüro Janicke, ISSN 1439-8222, September 2000.

- [Janicke, 2000] Janicke, L., 2000: A random walk model for turbulent diffusion. Berichte zur Umweltphysik, Nummer 1, Auflage 1, August 2000) ISS-Nr.: 1439-8222.
- [Jarup et al., 2008] Jarup, L.; Babisch, W.; Houthuijs, D.; Pershagen, G.; Katsouyanni, K.; Cadum, E.; Dudley, M.L.; Savigny, P.; Seiffert, I.; Swart, W.; Breugelmans, O.; Bluhm, G.; Selander, J.; Haralabidis, A.; Dimakopoulou, K.; Sourtzi, P.; Velonakis, M.; VignaTaglianti, F.; on behalf of the HYENA study team. Hypertension and Exposure to Noise near Airports - the HYENA study. Environ Health Perspect; 116:329-33. 2008
- [Kacsoh, 2011] Kacsoh, L.: Umweltzonen in Europa und Deutschland. UMID Schwerpunktthema Umweltzonen. Heft 4/2011, UBA. 2011
- [Katatani, 2011] Katatani, A.: The history of cleaning the air of motor vehicle tunnels in Japan, Conference workshop, Tunneling20Twenty, Sydney 2011
- [Kawasaki, 2010] Kawasaki Heavy Industries Ltd.: Kawasaki Electrostatic Precipitator. Produktbroschüre, Tokyo, Japan 2010
- [KGD, 2012] KGD Developments: Tunnel Filter Reference List: <http://www.kgddevelopments.com/tunnelfilterreferencelist.html>; letzter Zugriff: 20.06.2012
- [Kölz, 2012] Planungsgruppe Kölz GmbH: Verkehrsaufkommen aus Stadtentwicklungskonzept. E-Mail vom 03.05.2012
- [Kumagai, 2012] Kumagai, Mikio; Fuji Electric Co., Ltd. E-Mail vom 27.06.2012
- [Künzli et al., 2000] Künzli, N.; Kaiser, R.; Medina, S.: Public health impact of outdoor and traffic-related air pollution: A European assessment. Lancet 356: 95-801. 2000
- [Kurz und Fischer, 2011] Kurz und Fischer GmbH: Gutachten 7918/2: Ermittlung und Beurteilung der Geräuschimmissionen bei der benachbarten Bebauung durch den Abluftkamin der Tunnelentlüftung für die B29 in Schwäbisch Gmünd. Schallimmissionsprognose, Winnenden, 06.09.2011
- [LAI, 2004] LAI (Länderausschuss für Immissionsschutz).: Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind. Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz September 2004
- [LANE, 2002] Lane Cove Tunnel Action Group Inc: Lane Cove Tunnel EIS. A Response from Lane Cove Tunnel Action Group Inc., Australia, January 2002
- [LANUV NRW, 2012] LANUV NRW.: Feinstaubkohortenstudie Frauen in NRW: Langfristige gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub. LANUV-Fachbericht 31, Recklinghausen 2012. <http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fabe31/fabe31.pdf> (Abrufdatum 17.07.2012)
- [Liebau, 1999] Liebau, Detlev: Beschreibung des Systems Wandlung® am Beispiel 4. Röhre Elbtunnel Hamburg, Deutschland. Projektbeschreibung, 09.03.1999

- [LUBW, 2004] LUBW, 2004: Leitfaden zur Beurteilung von TA Luft-Ausbreitungsrechnungen in Baden-Württemberg. Bearbeitung: iMA Richter und Röckle, 79098 Freiburg, [www.ima-umwelt.de](http://www.ima-umwelt.de). Herausgeber: Landesanstalt für Umwelt-schutz Baden-Württemberg, Postfach 21 07 52, 76157 Karlsruhe (kostenlos zu beziehen). Download über: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20421/>
- [LUBW, 2010] LUBW, 2010: Ruß in Baden-Württemberg. Statistische Auswertung von Rußmessungen an ausgewählten Luftmessstationen von 1995 – 2008. März 2010.
- [LUBW, 2011] LUBW (Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg): Abschätzung der Wirksamkeit von Umweltzonen Stufe 3. LUBW 21.10.2011
- [LUBW, 2011a] LUBW, 2011: Ergebnisse der Spotmessungen 2010. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/21956/?shop=true>, letzter Zugriff im November 2011
- [LUBW, 2012] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; Schutzgebietsverzeichnis; <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de>. Letzter Zugriff am 06.06.2012
- [LUBW, 2012a] LUBW, 2012: Ergebnisse der Spotmessungen in Baden-Württemberg 2011, <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/21956/?shop=true>, letzter Zugriff im September 2012
- [LUBW, 2012b] LUBW, 2012: Kenngrößen der Luftqualität. Jahresdaten 2010 <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/21954/?shop=true>, letzter Zugriff im Januar 2012
- [LUBW, 2012c] LUBW, 2012: Kenngrößen der Luftqualität. Jahresdaten 2011. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/21954/?shop=true>, letzter Zugriff im September 2012
- [LUBW, 2012d] LUBW, 2012: Daten- und Kartendienst der LUBW <http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de/brsweb/pages/map/default/index.xhtml>, letzter Zugriff im September 2012
- [Melse & De Hollander, 2001] Melse, J.; Hollander de, A.E.M.: A environment and health within the OECD region: lost health, lost money. RIVM Report Nr.402101001. 2001
- [MFWBW-2012] Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg MFW-BW (Hrsg.): Clusteratlas Baden-Württemberg 2012, Stuttgart 2012
- [Mücke & Wagner, 1998] Mücke, H.G.; Wagner, H.M.: Anorganische Gase/ Stickstoffdioxid.. In: Wichmann HE, Schlipköter HW, Fülgraff G Handbuch der Umweltmedizin Ecomed-Verlag Landsberg Kap. VI-1; 14. ErgLfg 1998

- [Müller, 2012a] Müller, Bernd; ECOVAC Filteranlagen GmbH. E-Mail vom 31.05.2012
- [Müller, 2012b] Müller, Bernd; ECOVAC Filteranlagen GmbH. E-Mail vom 29.05.2012
- [Müller, 2012c] Müller, Bernd; ECOVAC Filteranlagen GmbH. Telefonische Auskunft vom 16.05.2012
- [MVI, 2012] Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg. E-Mail vom 31.05.2012
- [Murray et al., 1996] Murray, C.; Lopez, A.; Eds: The global burden of disease. Harvard School of Public Health (On behalf of the World Health Organization and the World Bank), Cambridge, England 1996
- [NHMRC, 2008] National Health and Medical Research Council: Air Quality in and Around Traffic Tunnels, Final Report 2008, Australian Government, Canberra, Australien 2008
- [Ostalbkreis, 2012] Landratsamt Ostalbkreis: »Ostalbkreis – Zahlen, Daten, Fakten«, Januar 2012:  
<http://www.ostalbkreis.de/sixcms/media.php/26/zahlen-daten-fakten2012.pdf>
- [Panasonic, 2012] Delivery Record of Panasonic Electrostatic Precipitator System & Denitrification System. 2012, Auskunft per Mail
- [PIARC, 2007] PIARC: Road Tunnels: A Guide to Optimising the Air Quality Impact Upon the Environment, Technical Committee C3.3, 2007
- [Pope et al., 2002] Pope, C.; Burnett, R.; Thun, M.: Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Journal of the American Medical Association* 287:1132-1141. 2002
- [Pott & Heinrich, 1992] Pott, F.; Heinrich, U.: Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. In: Wichmann HE, Schlipkötter HW, Fülgraff G Handbuch der Umweltmedizin Ecomed-Verlag Landsberg Kap. VI-2 1992
- [Prognos, 2008] Prognos AG (Hrsg.): Analytische und konzeptionelle Grundlagen zur Clusterpolitik in Baden-Württemberg, Bericht im Auftrag des Wirtschaftsministeriums des Landes Baden-Württemberg, Basel, Schweiz 2008
- [Prüss-Üstün & Corvalan, 2007] Prüss-Üstün, A.; Corvalan, C.: How much Disease Burden can be prevented by environmental interventions? *Epidemiology & Society* 18:167-178. 2007
- [Rauterberg-Wulff & Lutz, 2011] Rauterberg-Wulff, A.; Lutz, M.: Wirkungsuntersuchungen zur Umweltzone Berlin. UMWELT und MENSCH – INFORMATIONSDIENST, Schwerpunktthema Umweltzonen. UMID-Heft 4/2011
- [Regionalverband, 2011] Regionalverband Ostwürttemberg: Perspektiven der Bevölkerungsentwicklung in Ostwürttemberg (Bevölkerungsbericht 2010), Schwäbisch Gmünd, 2011.
- [RL 2008/50/EG, 2008] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa, Amtsblatt der EU vom 11.06.2008, L 152/1-44.

- [Rossbach, 2010] Rossbach, S.: Cluster in der Regionalentwicklung, Arbeitspapiere zur Regionalentwicklung, Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl Regionalentwicklung und Raumordnung Band 6, 2010
- [RP Stuttgart, 2006a] RP Stuttgart: Luftreinhalte-/ Aktionsplan für den Regierungsbezirk Stuttgart – Teilplan Schwäbisch Gmünd. Maßnahmenplan zur Minderung der PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub>-Belastungen. Regierungspräsidium Stuttgart, Mai 2006
- [RP Stuttgart, 2006b] RP Stuttgart: Luftreinhalte-/ Aktionsplan für den Regierungsbezirk Stuttgart – Teilplan Schwäbisch Gmünd. Anhang: Berechnung der immissionsseitigen Auswirkungen von verkehrlichen Maßnahmen des Luftreinhalte-/ Aktionsplans Schwäbisch Gmünd. Ingenieurbüro Lohmeyer, Karlsruhe, März 2006
- [RP Stuttgart, 2012] RP Stuttgart: Luftreinhalteplan für den Regierungsbezirk Stuttgart. Teilplan Schwäbisch Gmünd. Fortschreibung des Luftreinhalteplans zur Minderung der NO<sub>2</sub>-Belastung. Entwurf. Regierungspräsidium Stuttgart, Januar 2012
- [RP Tübingen, 2011] RP Tübingen: Automatische Verkehrszählung und Baden-Württemberg. Ergebnisse Jahr 2010. <http://www.svz-bw.de/fileadmin/verkehrszaehlung/dz/2010/rpt-95-vz-2010-gesamt.pdf>, letzter Zugriff Dezember 2012
- [RWI, 2007] Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung et al. (Hrsg.): Innovationsbericht 2007 - Zur Leistungsfähigkeit des Landes Nordrhein- Westfalen in Wissenschaft, Forschung und Technologie, Endbericht, Essen, 2007
- [RTA, 2004] Roads and Traffic Authority (NSW): Electrostatic precipitators and ventilation in road tunnels in Japan. Report of a visit by a delegation from the NSW Roads and Traffic Authority to Japan from 30 September – 10 October 2003, NSW, February 2004
- [RTAM5, 2004] Roads and Traffic Authority (NSW): M5 East freeway: A review of emission treatment technologies, systems & applications, September 2004
- [Schlünzen et al., 1996] Schlünzen, K. H., Bigalke K., Lüpkes C., Niemeier U., von Salzen K., 1996: Concept and realisation of the mesoscale transport- and fluid-model ‚METRAS‘, Meteorologisches Institut, Universität Hamburg, METRAS Techn. Rep. 5, 156.
- [Schmid, 2005] Schmid, S.A.: Externe Kosten des Verkehrs: Grenz- und Gesamtkosten durch Luftschadstoffe und Lärm in Deutschland. Fakultät Maschinenbau, Universität Stuttgart, Stuttgart. 2005
- [Schöffski, 2007] Schöffski, O; Schulenburg J-M Graf V. D.: Gesundheits-ökonomische Evaluationen. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo. 2007
- [Schönblick, 2012] Internetpräsenz des Schönblick, Christliches Gästezentrum Württemberg: <http://www.schoenblick-info.de>. Letzter Zugriff am 06.06.2012



- [Schreckenbergs & Guski, 2005] Schreckenbergs, D.; Guski, R.: Lärmbelastigung durch Straßen- und Schienenverkehr zu unterschiedlichen Tageszeiten. Umweltmed Forsch Prax 10; 67-76. 2005
- [Schuler, 2008] Schuler, J.: Clustermanagement - Aufbau und Gestaltung regionaler Netzwerke, Verlag Wissenschaft & Praxis, Sternenfels, 2008
- [Schwäbisch Gmünd, 2012] Internetpräsenz der Stadt Schwäbisch Gmünd: <http://www.schwaebisch-gmuend.de>. Letzter Zugriff am 08.06.2012
- [Seethaler et al., 2001] Seethaler, R.; Sommer, H.; Künzli, N.: Monetarisierung von umweltbedingten Gesundheitsschäden - Luft. In: Wichmann HE, Schlipkötter HW, Fülgraff G (eds) Handbuch der Umweltmedizin. Kap. III-1.6.2, 23. Erg.Lfg. 11/01. Ecomed, Landsberg. 2001
- [SHB, 1992] SHB Schindler Haerter AG: Luftschadstoffe Abluftkamin, B29 Ortsdurchfahrt Schwäbisch Gmünd. Unterlage 15.1.2 der Planfeststellungsunterlagen. 30.9.1992
- [Sommer et al., 1999] Sommer, H.; Seethaler, R.; Chanel, O.: Health costs due to road traffic related air pollution – an impact assessment project of Austria, France and Switzerland. Economic evaluation – technical report on Economy. UVEK, GVF Report 325 Berne, Switzerland. 1999
- [Stadt Schwäbisch Gmünd, 2012] Stadtverwaltung Schwäbisch Gmünd: Verkehrsaufkommen und Zählstellen Nord. E-Mail vom 30.04.2012 (Herr Hägele)
- [Statistik-BW, 2012] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg; <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/>. Letzter Zugriff am 21.06.2012
- [Stevens, 2010] Stevens, Heinz. Persönliche Mitteilung, Juni 2010
- [TA Lärm, 1998] Sechste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) BGBl Nr. 26/1998 S. 503
- [TA Luft, 2002] TA Luft, 2002: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes- Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBI Nr. 25-29 vom 30.07.2002 S 511).
- [TekØk AS, 2008] TekØk AS: Efficiency tests of the dust cleaning system in the Gyeongju Tunnel – South Korea. Test report, Trondheim, Norwegen 2008
- [UMID, 2011] UMID (Umwelt und Gesundheit Informationsdienst). Schwerpunktthema Umweltzonen. Heft 4/2011, UBA <http://www.umweltbundesamt.de/umid/archiv/umid0411.pdf>. 2011
- [UBA & INFRAS, 2004] Umweltbundesamt, INFRAS, 2004: HBEFA – Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 2.1. Im Auftrag des Umweltbundesamtes.

- [UBA & INFRAS, 2010] Umweltbundesamt, INFRAS, 2010: HBEFA – Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 3.1. Im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- [UBA, 2012] Umweltbundesamt: Umweltzonen in Deutschland <http://gis.uba.de/website/umweltzonen/index.htm> (Abrufdatum 24.06.2012)
- [US-EPA, 2002] US-EPA: Health Effects Assessment Document for Diesel Engine Exhaust. EPA/600/8-90/057F May 2002
- [US-EPA, 2004] US-EPA (Environmental Protection Agency): Air Quality Criteria for Particulate Matter. EPA/600/P-99/D02bF. Washington, USA 2004
- [UVPVwV, 1995] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPVwV)
- [VDI 3782-3, 1985] VDI-Richtlinie 3782 Blatt 3: Ausbreitung von Luftverunreinigungen in der Atmosphäre - Berechnung der Abgasfahnenüberhöhung. VDI Düsseldorf, 1985, Beuth Verlag, Berlin.
- [VDI 3782-7, 2003] VDI-Richtlinie 3782 Blatt7: Umweltmeteorologie – Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI Düsseldorf, November 2003, Beuth Verlag, Berlin.
- [VDI 3783-13, 2010] VDI 3783 Blatt 13 "Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft. VDI Düsseldorf, Januar 2010, Beuth Verlag, Berlin.
- [VDI 3784-2, 1990] VDI 3784 Blatt 2: Umweltmeteorologie - Ausbreitungsrechnung bei Ableitung von Rauchgasen über Kühltürme. VDI Düsseldorf, 1990, Beuth Verlag, Berlin.
- [Vorlage-271, 2009] Öffentliche Vorlage 271/2008 zu TOP 4 »Kündigung der Mitgliedschaft der Stadt Schwäbisch Gmünd im Tourismusverband Schwäbische Alb« der Gemeinderatssitzung vom 11.02.2009
- [WHO, 2000] WHO (World Health Organisation): Air Quality Guidelines for Europe, second Edition Copenhagen WHO regional Publications, European Series No 91. 2000
- [WHO, 2003] WHO (World Health Organisation): Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Report from WHO working group meeting Bonn, 13-15 January 2003. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark 2003
- [WHO, 2005] WHO (World Health Organisation): Air quality guidelines – global update 2005: Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark 2005
- [WHO, 2010] WHO IARC: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. VOLUME 92 Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures Lyon 2010
- [WHO, 2012] WHO (World Health Organisation) ARC: Diesel engine Exhaust carcinogenic. Press release 213. [http://press.iarc.fr/pr213\\_E.pdf](http://press.iarc.fr/pr213_E.pdf). 2012

- [Wichmann et al., 1992-2012] Wichmann, H.E.; Schlipkötter, H.W.; Fülgraff, G.: Handbuch der Umweltmedizin Ecomed-Verlag Landsberg 1992-2011
- [Wichmann & Peters, 2000] Wichmann, H.E.; Peters, A.: Epidemiological evidence of the effects of ultrafine particle exposure. Philosophical Transactions of the Royal Society, London. University Press, 2751-70, Cambridge 2000
- [Wichmann et al., 2002] Wichmann, H.E.; Heinrich, J.; Peters, A.: Wirkungen von Feinstaub Ecomed Verlag Landsberg 2002
- [Wichmann, 2004] Wichmann, H.E.: Positive gesundheitliche Auswirkungen des Einsatzes von Partikelfiltern bei Dieselfahrzeugen – Risikoabschätzung für die Mortalität in Deutschland. Umweltmed Forsch Prax. 9, 85-99. 2004
- [Wichmann, 2005] Wichmann, H.E.: Feinstaub: Lufthygienisches Problem Nr. 1 – eine aktuelle Übersicht. Umweltmed Forsch Prax. 10(3): 157-62. 2005
- [Wichmann, 2006] Wichmann, H.E.: Environmental pollutants: Diesel exhaust particles. In: Encyclopedia of Respiratory Medicine (Ed.: Laurent, Shapiro). Elsevier, 96-100, Oxford 2006
- [Wichmann, 2008] Wichmann, H.E.: Schützen Umweltzonen unsere Gesundheit oder sind sie unwirksam? Umweltmed Forsch Prax 13, 7-10. 2008
- [Wichmann, 2011] Wichmann, H.E.: Umweltzonen aus der Sicht des Gesundheitsschutzes. Helmholtz Zentrum München Institut für Epidemiologie I. Pressekonferenz Deutsche Umwelthilfe 07.04.2011 Berlin. <http://www.duh.de/2445+M5dc5c2416df.html>, 2011. (Abrufdatum 24.06.2012).
- [WiRO, 2012] Internetpräsenz der Wirtschaftsförderungsgesellschaft mbH Region Ostwürttemberg: <http://www.ostwuerttemberg.de>. Letzter Zugriff am 08.06.2012
- [Zembrot, 2012] Zembrot, Marcel, Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg. Mündliche Aussage, 1. Sitzung Tunneldialog am 27.04.2012 in Schwäbisch Gmünd

# ANHANG

- A1 Fragenkatalog
- A2 Ergänzungen zur Begleitforschung (Teil B)
- A3 Ergänzungen zur ökologischen Bewertung
- A4 Weitere Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung
- A5 Ergänzungen zur Bewertung der gesundheitlichen Risiken
- A6 Ergänzungen zur wirtschaftlichen Relevanz von Tunnelfiltertechnologien
- A7 Während der Projektlaufzeit erarbeitete und in Schwäbisch Gmünd veröffentlichte Unterlagen
- A8 Abschlussdokument und Informationsflyer

## A 1 Fragenkatalog

### 1. Darstellung der technischen Möglichkeiten von Straßentunnelluftfilteranlagen

Nr.	Fragestellung	Bearbeitung	Ergebnis dargestellt in Abschnitt
1.1	Darstellung der vorhandenen und neuen Technologien von Tunnelluftfilteranlagen, ihrer Funktionsweisen sowie Darstellung der zurückgehaltenen Schadstoffe (insbesondere NO <sub>x</sub> und Feinstaub).	Weltweite Recherche zum aktuellen Stand der Technik; Anfrage von Herstellern/Anbietern von wesentlichen Indikatoren (Abscheidegrad, Zuverlässigkeit, Energiebedarf, etc.) zur Darstellung und Bewertung der Technologien.	11.3
1.2	Darstellung der Wirkungsgrade im Normalfall sowie im Brandfall für die Technologiealternativen.	Werte werden bei Herstellern angefragt und auf Plausibilität geprüft (s. 1.1); für die Ausbreitungsrechnung (s. 2.3): Mittelwertbildung nach Herstellerangaben (nicht abscheiderspezifisch) unter Berücksichtigung möglicher Ausfallzeiten.	11.3
1.3	Darstellung der Lebensdauer der Filter und Filteranlage, ihres Wartungsbedarfes und Darstellung der Schadstoffentsorgung und eines möglichen Schadstoffrecyclings.	Werte werden bei Herstellern angefragt und auf Plausibilität geprüft.	11.3 & 11.4
1.4	Darstellung der technischen Voraussetzungen zum Einbau einer Tunnelfilteranlage in den B29-Tunnel bei Schwäbisch Gmünd nach Verkehrsfreigabe sowie Darstellung der Möglichkeiten zur Verifizierung der Leistung des Tunnelfilters im Betrieb.	Die technischen Voraussetzungen (Platzangebot, Elektroversorgung, Volumenstrom etc.) werden mit Herstellerangaben verglichen und ausgewertet. Beweissicherungsverfahren, d. h. Partikel- und NO <sub>x</sub> -Messverfahren werden dargestellt.	11.3.3

### 2. Ökologische Relevanz von Tunnelluftfilteranlagen

Nr.	Fragestellung	Bearbeitung	Ergebnis dargestellt in Abschnitt
2.1	Darstellung der Schadstoffe (Art und Menge) sowie der Feinstäube, wenn keine Filteranlage installiert wird. Recherche und Darstellung realer vergleichbarer Situationen von Straßentunneln (hinsichtlich Verkehrsbelastung und Tunnellänge) sowie durchgeführte Referenzmessungen oder Möglichkeiten hierzu.	Recherche zu Schadstoffbelastungen von Tunnelluft in Fachzeitschriften, Konferenzbeiträgen etc.; Berechnung der Schadstoffbelastung im Einhorn-Tunnel über Verkehrszahlen und durchschnittliche Emissionen des Verkehrs mithilfe des Handbuchs Emissionsfaktoren 3.1 (Januar 2010), Verkehrserhebung Stand 2006, Prognose für das Jahr 2013. Berücksichtigung zukünftiger Entwicklung der Fahrzeugflotte sowie Beiträge zu den Feinstaubemissionen durch Aufwirbelung, Reifen-,	12.3

Nr.	Fragestellung	Bearbeitung	Ergebnis dargestellt in Abschnitt
		Brems- und Straßenabrieb.	
2.2	Darstellung der Schadstoffe (Art und Menge) im Brandfall oder bei sonstigen Unfällen im Zusammenhang mit Gefahrguttransporten im Tunnel.	<p>1. gemeinsame Klärung des für die Beurteilung relevanten Szenarios und der relevanten Schutzziele innerhalb und außerhalb des Tunnels</p> <p>2. Abschätzung des beim vereinbarten Szenario freigesetzten Massenstroms relevanter Schadstoffe;</p> <p>Abschätzung und Beurteilung der resultierenden Immissionen im Umfeld des Abluftkamins</p> <p>Berechnung der Verdünnungsfaktoren bei Freisetzung über den Kamin (zwei Hauptwindrichtungen, drei Windgeschwindigkeiten, drei thermische Schichtungen); dadurch spätere Normierung mit prognostizierten Schadstoffmassenströmen im Havariefall möglich.</p>	12.3
2.3	Darstellung des Schadstofftransports und der Schadstoffimmission unter Berücksichtigung der Tallage des Tunnels und des geplanten Abluftkamins sowie des weiteren Umfelds der Tunnelportale.	<p>Aufstellung und vergleichende Bewertung der Immissionssituation durch stundenfeine Ausbreitungsrechnungen von drei Belastungsfällen: ohne Tunnel, ohne Tunnelfilter, mit Tunnelfilter. Verwendung des 3D-Modells LASAT. Erstellung der Windfeldbibliothek mit dem prognostischen Modell METRAS (exakter bei komplexen Geländebeziehungen) unter Verwendung aktueller Wetterdaten der Station Öhringen (Empfehlung des DWD)</p> <p>Basis für Windfeldbibliothek: Digitales Höhenmodell aus NASA-SRTM-Befliegung im 50 m-Raster.</p> <p>Betrachtung der Stoffe NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, Stickstoffdeposition und Staubdeposition.</p>	12.3
2.4	Darstellung der Möglichkeiten zu Beweisicherungsverfahren über die Auswirkungen der Schadstoffbelastung im Umfeld des Abluftkamins sowie Möglichkeiten zur Dokumentation von Anreicherungsprozessen von Schadstoffen in der Umwelt.	<p>Bewertung der errichteten Luftmessstationen, Prüfung der Möglichkeit der Installation von NO<sub>2</sub>-Passivsammlern und zur Bodenbeprobung.</p> <p>Ferner Prüfung der Erfassung einer möglichen Luftqualitätsveränderung durch Zeigerpflanzen.</p>	12.3
2.5	Darstellung und Bilanzierung der ökologischen Auswirkungen des Abluftbauwerks und der Filtertechnologien über ihren Lebensweg (unter Berücksichtigung des Aufbaus und Betriebs der Abluftalternati-	Bilanzierung des Energieverbrauchs sowie weiterer Materialverbräuche verschiedener Filtertechnologien und Abbildung ihrer Umweltauswirkungen mithilfe einer ökobilanziellen Betrachtung.	11.4

Nr.	Fragestellung	Bearbeitung	Ergebnis dargestellt in Abschnitt
	ven auch hinsichtlich des Verbrauchs von Betriebsmitteln, Strom sowie der Entsorgung von Reststoffen).		
2.6	Darstellung der ökologischen Auswirkungen ungefilterter Immissionen auf die Umgebung (Landwirtschaft, Streuobstwiesen, Forstwirtschaft, Heilpflanzengarten Weleda, Wildpflanzen, Wildtiere) auch im Hinblick auf eine Anreicherung der Schadstoffe. Analyse der Schadstoffbelastung über einen längeren Zeitraum mit und ohne Filteranlage.	Bestehende Hintergrundbelastung wird anhand vergleichbarer Messstation und Daten des UBA dargestellt. Zusatzbelastungen werden mithilfe des Ausbreitungsmodells abgebildet (s. 2.3). Die Bewertung erfolgt anhand von »critical loads« (Biotope).	12.3
2.7	Darstellung der Auswirkungen ungefilterter Immissionen auf die Umwelt und auf die Gesundheit. Darstellung der Folgekosten, die eine erhöhte Immissionsbelastung verursacht.	verschoben zum Themengebiet 3	13.4.5 A5
2.8	Darstellung der Vereinbarkeit eines Verzichts auf den Einbau eines Tunnelfilters mit dem gültigen Luftreinhalte- und Aktionsplan von Schwäbisch Gmünd.	Prüfung des aktuellen Luftreinhalte- und Aktionsplans.	13.4.4

### 3. Gesundheitliche Relevanz von Straßentunnel Luftfilteranlagen

Nr.	Fragestellung	Bearbeitung	Ergebnis dargestellt in Abschnitt
3.1	Darstellung der gesundheitlichen Auswirkungen der ungefilterten Schadstoffe in der Umgebung, insbesondere auf das Stauferklinikum, das Gästezentrum Schönblick usw. sowie auf die Bevölkerung und deren Psyche. Darstellung der Lärmbelastung in der Nähe des Kamins und die Auswirkungen auf Mensch und Tier.	Diskussion von gesundheitlichen Risiken durch Partikel, NO <sub>2</sub> , CO, VOCs und Kanzerogene (Dieselruß, PAH etc.) für die Bevölkerung anhand des aktuellen toxikologischen und epidemiologischen Wissenstandes zu Langzeitwirkungen. Ermittlung der gesundheitlichen Zusatzbelastung durch die Tunnelabgase sowie der bestehenden Vorbelastung und der Gesamtbelastung auf Basis der Ausbreitungsrechnungen (Punkte 2.3) mithilfe eines Risk Assessments.  Analyse der psychischen Auswirkungen anhand vergleichbarer Baumaßnahmen. Bewertung der zusätzlichen Lärmbelastung durch den Kamin sowie die Vor- und Gesamtbelastung auf der Grundlage neuester epidemiologischer Daten aus der Lärmforschung sowie anhand bestehender Grenzwerte.	13.4

Nr.	Fragestellung	Bearbeitung	Ergebnis dargestellt in Abschnitt
3.2	Darstellung der Schadstoffbelastung und deren gesundheitlicher Auswirkungen bei unterschiedlichen Wetterlagen (z. B. Smog, Inversionswetterlage usw.) und Darstellung der Auswirkungen des nächtlichen Abschaltens der Abluftanlage insbesondere auf die Feinstaubbelastung.	Abschätzung der Wirkung auf die Gesundheit der unter 3.1 genannten Schadstoffe bei kurzzeitig erhöhten Konzentrationen wie bei Inversionswetterlagen oder Smogepisoden.  Abschätzung und Bewertung der gesundheitlichen Relevanz des nächtlichen Abschaltens der Abluftanlage.	13.4.5
3.3 (2.7)	Darstellung der Auswirkungen ungefilterter Immissionen auf die Umwelt und auf die Gesundheit. Darstellung der Folgekosten, die eine erhöhte Immissionsbelastung verursacht.	Verwendung etablierter Modelle zur quantifizierten ökonomischen Bewertung umweltbeeinflusster Gesundheitsstörungen in Hinblick auf QALYs (Quality-adjusted Life Years), andere gesundheitliche Beeinträchtigung, Kosten medizinischer Behandlung, Arbeitsausfälle etc. Die Ergebnisse werden in Beziehung zu entsprechenden Kosten aus der Vorbelastung gesetzt.	13.4.5
3.4	Darstellung der Vereinbarkeit von anderen Umweltvorgaben (Plakettenpflicht am Fahrzeug, Filteranlagen an Industrieanlagen, Umweltzone in Schwäbisch Gmünd) mit der Möglichkeit der ungefilterten Abgabe der Tunnelluft.	Vergleich der Konzentrationen ungefilterter Tunnelluft mit industriellen und verkehrsbezogenen Minderungsmaßnahmen. Prüfung, inwieweit Tunnelabgase den Erfolg dieser Maßnahmen beeinträchtigen können und welche Gegenmaßnahmen zur Verbesserung der Gesundheitsbilanz ggf. ergriffen werden können.	13.4.5
3.5	Darstellung der aktuellen gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich des erforderlichen Umgangs mit Tunnelluft sowie Recherche zu zukünftig EU-weit geplanten Grenzwerten sowie Darstellung der sich ergebenden Konsequenzen für den Tunnel bei Schwäbisch Gmünd.	Recherche von bestehenden und zu erwartenden Bestimmungen auf nationaler und internationaler Ebene.	13.4.5
3.6	Klärung der Zuständigkeit der Schadstoffüberwachung sowie der Verantwortlichkeit zur dauerhaften Einhaltung der geltenden Grenzwerte.	Klärung durch entsprechende Recherchen.	A5

#### 4. Wirtschaftliche Relevanz von Straßentunnelluftfilteranlagen

Nr.	Fragestellung	Bearbeitung	Ergebnis dargestellt in Abschnitt
4.1	Darstellung des Marktpotentials und der globalen Marktchancen von Straßentunnelluftfilteranlagen (auch von neuen Technologien) sowie Möglichkeiten zur Übertragung von Technologien auf andere Standorte.	Recherche und Auswertung vorhandener Marktuntersuchungen/-studien. Berücksichtigung der Ergebnisse aus Punkt 1 sowie Angaben der Tunnelfilterhersteller. Zusammenführung von Angebot und potenzieller Nachfrage zur Abschätzung	14.4.2



Nr.	Fragestellung	Bearbeitung	Ergebnis dargestellt in Abschnitt
		des Marktpotenzials	
4.2	Darstellungen möglicher negativer wirtschaftlicher Auswirkungen auf regionale Unternehmen (Fa. Weleda, Gästezentrum Schönblick, Stauferklinikum usw.) und auf die Entwicklung der Einwohnerzahlen im Umfeld des Abluftkamins bei Verzicht auf einen Filtereinbau.	Gegenüberstellung möglicher Vor- und Nachteile in SWOT-Analyse (Strengths-Weakness-Opportunities-Risks, Stärken-Schwächen-Chancen-Risiken-Analyse) auf Basis der Ergebnisse aus 1. und 5. Ableitung von Empfehlungen für die wirtschaftliche Relevanz.	14.4.3
4.3	Darstellung möglicher positiver Auswirkungen einer Filteranlage für Straßentunnel für den Bildungsstandort Schwäbisch Gmünd (im Bereich Forschung, Fachkräfte, Arbeitsmarkt etc.).	Durchführung einer Standortanalyse und Nachhaltigkeitsaspekten (»Nachhaltigen Standortentwicklung«) mit Analyse der Auswirkungen auf das ökonomische, ökologische und soziale Umfeld.	14.4.3
4.4	Darstellung eines möglichen Standortvorteils im Bereich des Stadtmarketings Durch das »Alleinstellungsmerkmal« Tunnelfilter im Hinblick auf Besucher, Einwohner, Naherholung usw.	Entwicklung eines Clusterkonzepts auf Basis der Analyse zur »Nachhaltigen Standortentwicklung«	14.4.3

### 5. Investitions- und Unterhaltskosten von Straßentunnelluftfilteranlagen

Nr.	Fragestellung	Bearbeitung	Ergebnis dargestellt in Abschnitt
5.1	Darstellung der Investitions- und Betriebskosten mit bzw. ohne Filteranlage. Analyse des möglichen Einsparpotenzials durch den Einbau eines Filtersystems.	Erfragung von Kosten bei Herstellern für die Einbausituation in Schwäbisch Gmünd (s. Punkt 1). Gegenüberstellung der Kosten mit und ohne Filteranlage auf Basis geltender Rechtsgrundlagen und gegebenen Rahmenbedingungen (Volumenstrom und erforderliche Ventilatorleistung im Normalbetrieb).	11.5
5.2	Wirtschaftliche Bewertung aller relevanten Filtertechnologiealternativen (und der Alternative ohne Filteranlage) mit Berechnung und Priorisierung verschiedener Wirkungsszenarien. Untersuchung möglicher Einsparpotenziale durch den Einbau einer Filteranlage im Rahmen einer Vollkostenrechnung (unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf Gesundheit, Umweltschäden usw.).	Ökonomisch gewichtete Gesamtbewertung unter Berücksichtigung der Werte aus Punkt 5.1 und der in Punkt 2.7 durchgeführten ökonomische Bewertung umweltbeeinflusster Gesundheitsstörungen.	11.5 & 11.6
5.3	Recherche möglicher Kostenträger, die für einen Einbau und für den Betrieb einer Tunnelfilteranlage zuständig sein könnten. Klärung der Frage, ob sich die Zuständigkeiten hierfür in der Zukunft ändern können.	Ermittlung möglicher Zuständigkeiten in der Behördenstruktur sowie Recherche von Kostenträgern bei realisierten Tunnelfilterprojekten in der EU.	14.4.4

Nr.	Fragestellung	Bearbeitung	Ergebnis dargestellt in Abschnitt
	nen.		
5.4	Darstellung der Fördermöglichkeiten von Tunnelfilteranlagen im Rahmen der Innovationsförderung durch die EU oder den Bund.	Recherche in nationalen und EU-weiten Förderdatenbanken und Prüfung von Fördermodellen ähnlicher Projekte auf ihre Übertragbarkeit.	14.4.4

## A 2 Ergänzungen zur Begleitforschung (Teil B)

### A2.1 Ergänzungen zum Haupttext

**Tabelle A2-1: Schematische Gegenüberstellung des Experten- und Bürgerdialogs**

	<b>Expertendialog</b>	<b>Bürgerdialog</b>
Teilnehmende	Sachverständige/wissenschaftliche Experten & betroffene Interessenvertreter aus Politik, Gesellschaft und Wirtschaft Bürgerinnen und Bürger sind als Zuhörer zugelassen.	Sachverständige/wissenschaftliche Experten und Interessenvertreter aus Politik, Gesellschaft und Wissenschaft und Bürgerinnen und Bürger aus der Region
Beratungsgegenstand	Wissenschaftlich-technisches Wissen über den Nutzen von Tunneln am Fallbeispiel Einhorn-Tunnel.	Im Expertendialog aufbereitetes und zusammengefasstes wissenschaftlich-technisches Wissen über den Nutzen von Tunneln am Fallbeispiel Einhorn-Tunnel.
Setting	Runder Tisch mit Experten/Sachverständigen und regelungsbetroffenen Interessenvertretern, Bürgerschaft auf Stuhlreihen im Hintergrund	Bürgerinnen und Bürger sitzen in Stuhlreihen gruppiert. Informationen werden durch Vorträge und Interviewsequenzen von den Experten/Sachverständigen und Interessenvertretern aufbereitet und an die Bürgerinnen und Bürger kommuniziert.
Beratungscharakter	Expertenberichte/Vorträge mit anschließender Diskussion und Beratung unter den Interessenvertretern und Experten/Sachverständigen.	Vorträgen durch Sachverständige/Experte; Interview- und Frage-Antwort Sequenzen zwischen Bürgerschaft und Experten/Interessenvertretern.
Rolle der Bürgerschaft/Interessenvertreter	Erarbeitung, Validierung und Interpretation der Expertengutachten in öffentlicher Beratung zwischen Experten und Interessenvertreter.	Validierung und Interpretation der Ergebnisse/ Fakten des Expertendialogs in öffentlicher Debatte zwischen Experten/ Interessenvertretern und Laien aus der Bürgerschaft.
Ziel der öffentlichen Beteiligung	Erarbeitung eines Berichtes über den Nutzen von Tunneln. Bericht bleibt ohne faktischen Einfluss auf die Frage des Einbaus des Filters im Einhorn-Tunnel.	Beratungsergebnisse in der face-to-face Situation an die versammelte Bürgerschaft vermitteln.

**Tabelle A2-2: Chronologie der politischen Mobilisierung für den Tunnelfilter<sup>29</sup>**

<b>Zeitpunkt</b>	<b>Meilenstein</b>
März 1996	Erstes Planfeststellungsverfahren
1996	Die Fraktion Bündnis 90/Die Grünen im Gemeinderat Schwäbisch Gmünd fordert den Einbau eines Tunnelfilters.
1998	Baubeginn des ersten Bauabschnitts
Juni 2006	Zweites Planfeststellungsverfahren
September 2007	Gründung der Bürgerinitiative »Pro Tunnelfilter«
Oktober 2007	Die Baden-Württembergische Umweltministerin Tanja Gönner (CDU) besucht den Fellbacher Tunnel, in dem ein Tunnelfilter getestet wird.
November 2007	Erste Podiumsdiskussion, organisiert durch die Gemeinderatsfraktion von Bündnis 90/Die Grünen
Dezember 2007	Kleine Anfrage des MdL Werner Wölfle (Bündnis 90/Die Grünen)
April 2008	Zweite Podiumsdiskussion mit dem Vortrag eines Lungenfacharztes; Podium: MdL Scheffold (CDU), Peter Seyfried (Bürgermeister von Mutlangen), Ute Nuding (Initiative Pro Tunnelfilter)
Juni 2008	Vorstellung einer von der Bürgerinitiative »Pro Tunnelfilter« in Auftrag gegebenen Machbarkeitsstudie mit Gutachten des Ingenieurbüros von Dipl.-Ing. Hinrich Rottmann
November 2008	Gutachterliche Stellungnahme im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart zur Machbarkeitsstudie und zum Gutachten
Juni 2010	Bundesforschungsministerin Prof. Dr. Annette Schavan (CDU) informiert sich über die Thematik Einbau eines Tunnelfilters im Einhorn-Tunnel; Zusage, einen Prüfantrag zu erteilen und dessen Ergebnis bis Ende des Jahres zu übermitteln.
Dezember 2010	Experten- und Bürgerversammlung im Gästehaus Schönblick; Podium: Hinrich Rottmann (Experte für Tunnellüftung), Theo Stepp (Pressesprecher Weleda), Richard Arnold (OB Schwäbisch Gmünd), Bernd Müller (Filter-Ingenieur) und Dr. Albin Freibott (Lungenfacharzt).
Februar 2011	Überparteiliche Bürgerdemonstration und Kundgebung in Schwäbisch Gmünd für den Einbau eines Tunnelfilters
Februar 2011	Spitzengespräch mit Mitarbeitern des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, MdB Barthle (CDU), Landrat Pavel (CDU), Oberbürgermeister Arnold (CDU) und Vertretern des Aktionsbündnisses. Bekanntgabe der Ausschreibung für eine Machbarkeitsstudie unter gesundheitlichen, ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten unter Einbeziehung der Bevölkerung
Juni/Juli 2011	Der Baden-Württembergische Landesverkehrsminister Winfried Herrmann (Bündnis 90/Die Grünen) sagt zu, prüfen zu lassen, welche Daten über Verkehrsmengen und die Luftschadstoffbelastung zur Ergänzung der Studie des Bundesforschungsministeriums erhoben werden müssen.
Oktober 2011	Bis April 2012 werden im Rahmen der Aktion »Tunnelfilter 20 000« über 16 000 Unterschriften für den Einbau eines Tunnelfilters gesammelt.
27. April 2012	Auftaktveranstaltung und erste Sitzung des Tunneldialogs
25. Mai 2012	Zweite Sitzung des Tunneldialogs
25. Juni 2012	Dritte Sitzung des Tunneldialogs
19. Juli 2012	Abschlussveranstaltung des Tunneldialogs

<sup>29</sup> Eigene Darstellung basierend auf [BW, 2007], [BI ProTunnelfilter, 2012], [Remszeitung, 2012]

## A2.2 Methoden und Quellen der Analyse

Die Begleitforschung des Tunneldialoges basiert auf einer multidimensionalen Evaluationsstrategie, die neben dem Beteiligungsprozess auch dessen Rahmenbedingungen wie etwa die Netzwerke der Engagierten und die Konfliktgeschichte, sowie die Wirkungen des Verfahrens auf die Teilnehmenden zum Gegenstand hatte (vgl. [Rainbow, Warburton, & Wilson, 2006]). Diese Strategie zielte darauf ab, die verschiedenen Facetten des Beteiligungsprozesses und deren Rahmenbedingungen aus verschiedenen Perspektiven systematisch und regelgeleitet zu erfassen und im Anschluss einer fachlich fundierten Bewertung zu unterziehen. Vorgeschichte, Prozess und Ergebnis des Beteiligungsverfahrens werden dabei integriert betrachtet und analysiert [Kardorff, 2000, p. 245 ff]. Evaluation bedeutet in Anlehnung an Kromrey »(...) das Design für einen spezifischen Typ von Sozialforschung, der die Informationsbeschaffung über Verlauf und Resultate eines (Handlungs- und Maßnahmen-) >Programms< mit explizit formulierten Zielen und Instrumenten zum Gegenstand hat. Evaluationsziele sind die wissenschaftliche Begleitung der Programm-Implementation und/oder die »Erfolgskontrolle« und »Wirkungsanalyse« [Kromrey, 2001, p. 106]. Die genauen Ziele und Bewertungsmaßstäbe der Evaluation sind im Berichtsteil ausgearbeitet (vgl. Tabelle 3-1). Im Folgenden werden die wissenschaftlichen Methoden, die im Prozess der Evaluation zur Anwendung kamen, und das Vorgehen der Analyse kursorisch beschrieben.

**Tabelle A2-3: Übersicht der Evaluationsmodule**

	<b>Modul A</b> Öffnung des Forschungsfeldes	<b>Modul B</b> Netzwerk- und Konfliktanalyse	<b>Modul C</b> Analyse der Qualität des Beteiligungsprozesses	<b>Modul D</b> Wirkungsanalyse
Methode	Leitfadeninterviews	Leitfadeninterviews und Onlinebefragung	Teilnehmenden-Beobachtung und standardisierte Paper und Pencil-Befragung mit Kontrollgruppe, Evaluationsberichte	Standardisierte Paper und Pencil-Befragung der Teilnehmenden
Ziele	a) Grobe Übersicht der relevanten Akteure und Beziehungen b) Grobe Kartierung des Konfliktes: Positionen und Akteure	a) Abbildung der Egonetzwerke hoch engagierter Bürgerinnen und Bürger b) Geschichte des Konfliktes und der Mobilisierung	a) Dokumentation der Beteiligungsprozesse b) Fachliche Beurteilung der Qualität der Prozesse c) Subjektive Beurteilungen der Prozessqualität durch Teilnehmende	a) Entwicklung des Wissensstandes b) Meinungswandel c) Beurteilung der Ergebnisse
Zeitraum	1.3 – 30.3.2012	1.4. – 14.8.2012	27.4 – 19.7.2012	27.4 – 19.7.2012

Zur Anwendung kamen dabei Standardmethoden sozialwissenschaftlicher Forschung (vgl. [Flick, 2010], [Lamnek, 1995]).

Der Prozess der Begleitforschung begann mit der Öffnung des Forschungsfeldes (Explorationsphase) in Schwäbisch Gmünd. Mithilfe von Leitfadeninterviews mit neun ausgewählten Interessenvertretern aus der Stadt und der Umgebung wurde eine erste »Akteurslandkarte« erstellt, um sowohl die relevanten Pioniere des Wandels, Treiber des Konfliktes und hoch engagierte Bürgerinnen und Bürger zu identifizieren als auch deren Beziehungen zueinander zu erfassen. Die Interviews zielten darauf ab, ein Grundverständnis der politischen Situation und der Akteurskonstellation in Schwäbisch Gmünd zu erlangen. Gleichzeitig wurde auf Basis der Interviews und zur Verfügung stehender Positionspapiere, Internetquellen und weiterer Dokumente eine Art »Karte des Konfliktes« erstellt. Dort wurden die verschiedenen Positionen der Akteure des Konfliktes zugeordnet, um ein möglichst umfängliches Verständnis der Situation vor Beginn des Tunneldialoges zu erlangen.

Im zweiten Schritt wurde eine vertiefende Analyse der Geschichte des Konfliktes und der Netzwerkstrukturen der Engagierten vorgenommen. Dabei wurden wiederum Leitfadeninterviews mit den Interessenvertretern und eine Onlinebefragung der engagierten Bürgerinnen und Bürger und Interessenvertreter aus Schwäbisch Gmünd durchgeführt. Im Mittelpunkt dabei stand die Erfassung und Abbildung a) der individuellen Netzwerke der Interessenvertreter und b) deren politisches Engagement und dessen Entwicklung über die letzten Jahre hinweg (vgl. Anhang A2.6, Screenshots der Netzwerk- und Konfliktanalyse).

Um die Erwartungen, Verfahrensbewertungen sowie Wissens- und Meinungsstände der Teilnehmenden zu untersuchen, kamen im dritten Schritt standardisierte Paper und Pencil-Befragungen zur Anwendung (vgl. Anhang A2.4). Ergänzend zur Befragung der Teilnehmenden und der Kontrollgruppe wurde viertens das Dialogverfahren durch eine teilnehmende Beobachtung durch das Team des Kulturwissenschaftlichen Institutes analysiert. Ziel war es, die subjektiven Wahrnehmungen der unterschiedlichen Teilnehmendengruppen zu überprüfen und um die Erkenntnisse der Beobachtungen durch fachlich qualifizierte Forscher und Forscherinnen zu ergänzen. Schwerpunkte der teilnehmenden Beobachtung lagen auf a) der Rekonstruktion des Beteiligungsprozesses (Planung, Ablauf, Ziele), b) der durch die Organisatoren vorgenommenen Änderungen des Beratungssettings und c) der Dokumentation und Analyse der Moderationstätigkeiten (vgl. Anhang A2.3).

Die Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtung der jeweiligen Sitzungen wurden in Kurzberichten durch das KWI aufgearbeitet und an die Organisatoren des Tunneldialoges zurückgespielt. Dies geschah zum einen in schriftlicher Form und zum anderen im Rahmen von regelmäßigen Telefonkonferenzen der Organisatoren. Auf der Basis dieser eingebauten Feedbackstruktur wurden noch im Beteiligungsprozess Veränderungen auf der Grundlage der wissenschaftlichen Erkenntnisse vorgenommen.

Zu den Methoden und Quellen der Analysen im Einzelnen:

### **Leitfadeninterviews zur Öffnung des Forschungsfeldes**

Die halbstrukturierten Leitfadeninterviews zur Öffnung des Forschungsfeldes fanden vom 12.3 bis zum 16.3.2012 in Schwäbisch Gmünd statt (zu qualitativen Interviewmethoden allgemein (vgl. [Hopf, 2000])). Semistrukturierte Leitfadeninterviews zeichnen sich dadurch aus, dass mit allen Interviewten die gleichen Themenkomplexe besprochen werden, um Vergleichbarkeit zwischen den Interviews und den untersuchten Fällen herzustellen [Gillham, 2005, p. 70 ff]. Interviewt wurden dabei neun Vertreterinnen und Vertreter aus der Verwaltung, Bürgerinitiativen, verschiedener lokaler Parteien, Wirtschaftsunternehmen, Kirchen und Zeitungen vor Ort. Die Interviews adressierten verschiedene Themenbereiche der Ausgangssituation in Schwäbisch Gmünd, die mit allen Interviewten besprochen wurden. Übergreifende Themen der Interviews waren: Informationen zur Person und Funktion, Geschichte des Konfliktes, Position der Beteiligten, Netzwerke in der Stadt, Erwartungen an das Beteiligungsverfahren (vgl. Leitfragen Anhang A2.5). Der Verlauf der Gespräche folgte nicht immer dem hier skizzierten Ablauf, es gab auch Abweichungen und Ergänzungen, sofern sich dies aus dem Gesprächsverlauf ergab, weil sich zum Beispiel neue, bisher unbekannte Informationen und Zusammenhänge aus dem Gespräch ergaben oder aber die Interviewten von sich aus bestimmte Themenkomplexe des Fragebogens angesprochen haben. Darüber hinaus hat sich der Fragebogen im Verlauf der durchgeführten Befragungen weiterentwickelt. Die Erfahrungen und gewonnenen Informationen und Erkenntnisse wurden reflektiert und aufgenommen. Entsprechend hat sich der Fragebogen im Prozess verändert.

Die Ergebnisse der Befragungen wurden in Form von Gesprächsmemos zusammengetragen und anschließend in Mindmaps synthetisiert. Die gesammelten Informationen dienen im weiteren Forschungsprozess a) als Hintergrundinformationen zur Interpretation der Handlungen und Vorgehensweise der beteiligten Akteure im Beteiligungsverfahren und b) zur Erstellung der standardisierten Fragebögen zur Befragung der Teilnehmenden.

### **Netzwerk- und Konfliktanalyse**

Jeder engagierte Bürger und jede engagierte Bürgerin hat individuelle Beweggründe für sein/ihr persönliches Engagement. Diesen Beweggründen wissenschaftlich nachzugehen und zu fragen: Warum wurden gerade diese Personen aktiv, während sich andere auf eine passive Unterstützung des Projekts »Tunnelfilter« beschränkten, war Teil der Begleitforschung. Um dieser Frage nachzugehen, haben wir in offenen Interviews und mithilfe eines Fragebogens ihre Geschichte und ihre Einbettung in lokale soziale Netzwerke untersucht.

### **Vorgehensweise**

Die Theorien und Methoden der Sozialen Netzwerkanalyse sind besonders geeignet, um Wechselwirkungen zwischen persönlichen Intentionen und strukturell wirkenden Einflüssen abzubilden. Im Kern erlaubt die Netzwerkanalyse, Selbstbeschreibungen der Akteure vor dem Hintergrund ihrer Einbettung in unterschiedliche soziale Kreise zu analysieren. Hinter der Bezeichnung »Soziale Netzwerkanalyse« verbergen sich eine Vielzahl von methodischen und theoretischen Ansätzen. Ihr Beitrag zum sozialwissenschaftlichen Methoden katalog be-

steht in der Berücksichtigung der Wirkungsmächtigkeit sozialer Beziehungsstrukturen. Insgesamt bietet der Netzwerkansatz vier Perspektiven auf das Handeln von Akteuren: Die potenzielle Einflussnahme der sie umgebenden sozialen Strukturen, ihre durch die soziale Einbettung zur Verfügung stehenden Handlungspotenziale, die Verteilung von Attributen sowie deren zeitlichen Wandel.

In der Netzwerkforschung wird zwischen sogenannten Ego- und Gesamtnetzwerken unterschieden. Egonetzwerke beschreiben die Beziehungen einer Person und ihrer Beziehungen zu anderen Akteuren (alteri) sowie deren Beziehungen untereinander. Demgegenüber beschreiben Gesamtnetzwerke die Beziehungen innerhalb einer zuvor festgelegten Gruppe von Akteuren.

In unserer Forschungsarbeit haben wir uns auf die Egonetzwerke der als besonders aktiv in Erscheinung getretenen Akteure konzentriert. Die für die Netzwerkanalyse ausgewählten Personen wurden auf Grundlage der verfügbaren Dokumente und der in der Frühphase des Projekts durchgeführten Interviews identifiziert. Entscheidungsgrundlage war das dokumentierte Engagement an Aktionen im Umfeld der Bürgerinitiativen, wie beispielsweise die Organisation von Veranstaltungen und politische Eingaben.

Alle Befragten reagierten auf eine persönliche, per Email übermittelte Einladung, den Fragebogen auszufüllen. Etwa die Hälfte der Befragten hatte ebenfalls am Expertendialog teilgenommen, alle Befragten reagierten auf eine persönliche Ansprache per Email. Die übrigen Befragten kamen zu gleichen Teilen über ihre Arbeit in lokalen Wirtschaftsbetrieben und über die Lokalpolitik zu ihrem Engagement für den Tunnelfilter.

Ein Grundproblem sozialwissenschaftlicher Forschung ist dabei, dass Befragte nur ungern bereit sind, Angaben über ihre Beziehung zu namentlich identifizierbaren Dritten zu machen. Dieses Problem trat auch in Schwäbisch Gmünd auf und wurde durch die Tatsache verstärkt, dass der zu untersuchende Prozess des Tunneldialogs noch im Gange war und die untersuchten Personen wie bereits ausgeführt, über zahlreiche Beziehungen miteinander verbunden waren. Entsprechend hoch ist die Sorge vor Konflikten einzuschätzen, die aus solchen Einschätzungen Dritter entstehen könnten.

Aus diesem Grunde wurde auf eine Netzwerkanalyse im klassischen Sinne, die Beziehungen zwischen Personen abbildet, verzichtet. In der Erhebung der relationalen Daten haben wir uns aufgrund der häufiger anzutreffenden, verminderten Aussagebereitschaft der Akteure selbst auf indirekte Abfragen sozialer Einbettung sowie auf Interviews konzentriert.

Menschen sind durchaus bereit, ihre sozialen Netzwerke und ihre Einbettung in diese zu beschreiben. Gleichzeitig können wesentliche Charakteristika von Netzwerken und den darin aktiven Personen auch ohne eine namentliche Identifizierung aller Beteiligten beschrieben werden. Wir haben die besonders engagierten Bürger und Bürgerinnen deshalb gebeten, ihre Einbettung anhand folgender Faktoren zu beschreiben:

- Wohnort der Befragten



- Frequenz ihres Einsatzes für den Tunnelfilter (Aktionen und Treffen) pro Quartal
- Zahl der Personen mit denen sie zu diesem Zweck in Verbindung standen
- Art und Weise, wie sie mit diesen in Kontakt kamen, sowie deren Wohnorte

Mithilfe dieser Fragen lässt sich ein zumindest grundlegendes Einbettungs- und Aktivitätsmuster nachzeichnen. Die Frequenz des eigenen Handelns und die Zahl der Kontaktpersonen im Laufe der Jahre erlauben näherungsweise Rückschlüsse auf die Entwicklung und Stärke des Engagements und den Grad der Einbettung. Die Fragen nach Wohnorten und Arten der Beziehung machen deutlich, welche Beziehungsebenen für dieses Engagement relevant waren und welche Rolle geografische Faktoren spielen. Allerdings muss betont werden, dass mit dieser Vorgehensweise keine Querverbindungen zwischen den engagierten Personen sichtbar gemacht werden können.

Parallel dazu haben wir die Einbettung dieser Akteure innerhalb des Netzwerkes der Lokalpolitik untersucht. Hierzu wurden die frei verfügbaren Daten des Bürgerinformationssystems Schwäbisch Gmünd verarbeitet. Hierzu wurden sogenannte bimodal-Netzwerke erhoben, die die Beziehungen zwischen Personen und (in diesem Falle) politischen Gremien abbildet. Aus dieser Perspektive wurde deutlich, wie eng das Geflecht der politischen Verbindungen der Stadt ist und dass die lokalpolitisch engagierten Akteure über ihre gemeinsame Arbeit in Gremien in mehrfacher Hinsicht verbunden waren.

**Standardisierte Paper und Pencil-Befragung der Teilnehmenden**

In der standardisierten Befragung wurden verschiedene Gruppen standardisiert in vier Wellen befragt (zur Methode vgl. [Porst, 2011]): Sowohl eine Gruppe aus Bürgerinnen und Bürger, die nicht am Tunneldialog teilnahmen (Kontrollgruppe) als auch eine Gruppe aus Teilnehmerinnen und Teilnehmern am Dialog wurden vor dem ersten Termin und nach dem letzten Termin des Tunneldialogs befragt. Es ergaben sich dadurch insgesamt vier Befragungsgruppen (Samples) zur Analyse. (1) Kontrollgruppenbefragung vor dem ersten Tunneldialogtreffen, (2) Teilnehmerbefragung vor dem ersten Tunneldialogtreffen, (3) Kontrollgruppenbefragung nach Abschluss des Tunneldialogs und (4) Teilnehmerbefragung nach Abschluss des Tunneldialogs. Auf die Darstellung der Kontrollgruppenergebnisse wurde im Bericht weitestgehend verzichtet. Zum einen weil die Ergebnisse für die Aussagen im Bericht keine wesentlichen Neuerungen hervorgebracht haben und zum anderen, weil für die Darstellung der Ergebnisse im Rahmen des Gesamtberichtes nur begrenzt Platz bestand. Aus diesen Gründen haben wir uns auf die Darstellung der zentralen Ergebnisse beschränkt.

**Tabelle A2-4: Übersicht der erhobenen Samples und Erhebungstermine**

	<b>Kontrollgruppenbefragung vor der ersten Sitzung</b>	<b>Teilnehmerbefragung vor der ersten Sitzung</b>	<b>Kontrollgruppenbefragung nach Abschluss des Verfahrens</b>	<b>Teilnehmerbefragung nach Abschluss des Verfahrens</b>
Datum	19.4.2012	19.4.2012	19.7.2012	19.7.2012
Anzahl der	44	39	8	28

	<b>Kontrollgruppenbefragung vor der ersten Sitzung</b>	<b>Teilnehmerbefragung vor der ersten Sitzung</b>	<b>Kontrollgruppenbefragung nach Abschluss des Verfahrens</b>	<b>Teilnehmerbefragung nach Abschluss des Verfahrens</b>
Teilnehmenden				
Erhebungsmodus	Schriftliche Befragung	Schriftliche Befragung	Telefonische Befragung	Schriftliche Befragung

### **Befragung der Bürgerinnen und Bürger der Stadt Schwäbisch Gmünd**

Die Kontrollgruppe bestand aus Bürgerinnen und Bürgern Schwäbisch Gmünds, die mittels eines zufälligen Auswahlmodus gebeten wurden, an der Befragung teilzunehmen. Hierzu positionierten sich am 26.04.2012 am späten Nachmittag und am 27.04.2012 am Morgen, vor Beginn der ersten Sitzung des Tunneldialogs, zwei Umfrageteams an zentralen Plätzen in der Schwäbisch Gmünder Innenstadt. Um eine Stichprobe zu bekommen, die möglichst repräsentativ ist und um systematische Verzerrungen durch eine zu einseitige Auswahl zu vermeiden, wurden die Befragungen zu unterschiedlichen Uhrzeiten an unterschiedlichen Orten durchgeführt. Als Befragungsorte wurde zum einen der Vorplatz eines Einkaufszentrums mit Migrantencafé im Erdgeschoss und zum anderen ein zentraler Platz in der Fußgängerzone der Stadt gewählt. Insgesamt füllten 44 Personen den Fragebogen aus. Die Interviewten wurden anschließend gefragt, ob sie bereit wären, an einer Anschlussbefragung nach dem Ende des Tunneldialogs teilzunehmen. Die Einwilligung hierfür gaben 24 Personen. Die 24 Personen wurden in der ersten Augustwoche 2012 telefonisch angefragt und – sofern die Einwilligung erfolgte – auch befragt.

### **Befragung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer am Tunneldialog**

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Tunneldialogs teilen sich wiederum in zwei Gruppen auf. Zum einen die lokalen Interessenvertreter und Mitglieder des Runden Tisches und zum anderen die Teilnehmenden des Bürgerdialogs, welche aus interessierten Bürgerinnen und Bürgern aus Schwäbisch Gmünd bestanden. Die Teilnehmenden des Runden Tisches wurden am Tag des ersten Tunneldialogtreffens, am 27.04.2012 vor dem Start der Diskussion gebeten, die Umfragebögen auszufüllen. Die Teilnahme war freiwillig. Insgesamt nahmen 15 Personen teil. Von den anwesenden Teilnehmenden des Bürgerdialogs füllten 29 Personen ihren Fragebogen vollständig aus. Die Befragung fand vor dem Beginn der Diskussionsrunde statt, damit gerade die Antworten auf die Frage nach den Erwartungen an den Dialog nicht durch bereits gewonnene Eindrücke verzerrt werden. Die Teilnehmenden des Tunneldialogs wurden ebenfalls gefragt, ob sie für eine Anschlussbefragung nach dem Ende des Tunneldialogs zur Verfügung stünden. 33 Personen gaben hierzu ihre Einwilligung.

### **Inhalt und Aufbau der Fragebögen**

Die Befragungsteilnehmenden sollten Fragen zu vier thematischen Blöcken beantworten. Block I diente der Erfassung der soziodemografischen Merkmale der Befragten und bestand ausschließlich aus geschlossenen Fragen. In Block II wurden – ebenfalls in geschlossener Form - Fragen zu den individuellen Erwartungen an den Tunneldialog gestellt. Block III bot den Befragten die Möglichkeit, in größtenteils offen gestellten Fragen, ihren Kenntnisstand zum Tunnelfilter darzulegen. In Block IV mussten die Teilnehmer und Teilnehmerinnen ihre

Zustimmung oder Ablehnung zu bestimmten Aussagen zum Tunnelfilter angeben.

Die Fragen und Antwortmöglichkeiten der beiden Fragebögen für die Teilnehmer des Tunneldialogs und für die Bürger waren, um die Antworten miteinander vergleichen zu können, größtenteils identisch. In einigen wenigen Punkten wichen sie allerdings voneinander ab. So konnte beispielsweise die Frage nach der persönlichen Motivation für die Teilnahme am Tunneldialog nur den Teilnehmern des Tunneldialogs gestellt werden. Fragen zur Bewertung des Verfahrens und einzelnen Verfahrenselementen konnten ebenfalls nur an jene gestellt werden, die am Tunneldialog direkt teilgenommen haben.

### **Teilnehmende Beobachtung**

Die teilnehmende Beobachtung zielte ab auf eine systematische, strukturierte und regelgeleitete Erfassung und anschließende Bewertung bestimmter für die Qualität relevanter Aspekte des Beteiligungsprozesses (zur Methode vgl. [Lamnek 1995: 547 ff]). Die strukturierte, teilnehmende Beobachtung erfolgte an allen vier Sitzungen des Tunneldialoges durch drei bzw. vier Beobachter und Beobachterinnen des KWI-Teams. Die Schwerpunkte der strukturierten Beobachtung lagen auf a) der Rekonstruktion des Beteiligungsprozesses (Planung, Ablauf, Ziele), b) den durch die Organisatoren vorgenommenen Änderungen des Beratungssettings und c) der Dokumentation und Analyse der Moderationstätigkeiten. Weitere Aspekte der Beobachtung waren: Ziele und Ergebnisse des Tages, die Qualität und Verständlichkeit der Gutachternvorträge, die Einhaltung der Zeitpläne, die Atmosphäre im Gremium, der Umgang mit den Fragen und Beiträgen des Publikums, um nur einige Themen zu nennen. Die strukturierte Beobachtung wurde anhand eines Fragebogens vorgenommen, der sich an der Chronologie der einzelnen Sitzungen orientierte und dementsprechend von Sitzung zu Sitzung neu generiert wurde (vgl. Anhang A2.3). Grundsätzlich gab es zwei verschiedene Arten von Beobachtungsbögen, die zum Einsatz kamen. Der eine bestand zur Analyse der Moderationstätigkeiten und war spezifisch für die Beobachtung und Dokumentation dieses Aspektes entworfen. Der andere wiederum erfasste alle anderen Aspekte und Elemente der Beobachtung. Über die vier Sitzungen hinweg wurden insgesamt fünfzehn Beobachtungsbögen ausgefüllt und analysiert. Die Ergebnisse wurden nicht nur im Rahmen des Hauptberichtes abgefasst, sondern auch in Evaluationsberichten zwischen den einzelnen Sitzungen. Letztere dienen dazu, eine zeitnahe Feedbackstruktur für die Organisatoren bereitzustellen, die systematisch und strukturiert über die Qualität des Verfahrens Auskunft gibt. Zu diesem Zweck wurden drei Evaluationsberichte im Umfang von 20 bis 30 Seiten erstellt. Nach der Abschlussitzung wurde auf den Bericht verzichtet zugunsten des Hauptgutachtens und weil keine Notwendigkeit mehr für ein zeitnahe Feedback bestand.

### A2.3 Fragebogen zur Begleitbeobachtung 1 - Dritte Sitzung des Tunneldialogs

#### Bewertung von Neutralität und Professionalität der Moderation

##### 1. Qualitätsmerkmale der Moderation

Erläuterung: Inwieweit wurden folgende Qualitätsmerkmale in der Moderation angewandt? Bitte ankreuzen

✓	x	#	
		1	Begrüßung
		2	Grund des Zusammentreffens
		3	Themenreihenfolge
		4	Erläuterung der Verfahrensregeln
		5	Einholen vom schweigsamen Teilnehmern
		6	Intervention bei Seitengesprächen
		7	Zusammenfassung der Ergebnisse
		8	Vielfältiger Medieneinsatz
		9	Was wird für Arbeitsatmosphäre in der Gruppe getan
		10	Methodenvielfalt der Moderation

Erläuterungen bitte mit Nummern (#) und Zeitangaben!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

##### 2. Welche Diskussionsregeln werden angewandt?

Wie werden sie vermittelt und durchgesetzt?

Beispiele bitte mit Zeitangaben!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....







## A2.4 Fragebogen zur Begleitbeobachtung 2 - Dritte Sitzung des Tunneldialogs



KULTURWISSENSCHAFTLICHES  
INSTITUT ESSEN

-----  
INSTITUTE FOR ADVANCED  
STUDY IN THE HUMANITIES

Schwäbisch Gmünd, 19.07.2012

### Befragung der Teilnehmenden des Tunneldialoges

Das Kulturwissenschaftliche Institut Essen (KWI) wurde beauftragt, das Dialogverfahren zum Tunnelfilter wissenschaftlich zu begleiten. Um das Verfahren umfassend bewerten zu können, ist es für uns auch wichtig zu erfahren, ob der Verlauf und die Ergebnisse des Verfahrens den Erwartungen der Teilnehmenden entsprochen haben. Außerdem interessiert uns, inwieweit der Tunneldialog die Kenntnisse und Meinungen der Teilnehmer und Teilnehmerinnen verändert hat. Mit Ihrer Mithilfe ermöglichen Sie uns, die Wirkung des Dialogverfahrens auf die Teilnehmerinnen und Teilnehmer einer Analyse zu unterziehen.

Wir freuen uns sehr, wenn Sie sich ungefähr 15 Minuten Zeit nehmen, um den Fragebogen auszufüllen.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe

Ihr KWI-Team

**Erklärung zum Datenschutz:** Ihre Angaben und die Ergebnisse der Befragung werden ausschließlich in anonymisierter Form für Zwecke der Forschung ausgewertet und dargestellt. Wir verpflichten uns, Ihre Angaben mit absoluter Vertraulichkeit zu behandeln. Ihre Daten und Angaben werden in keinem Fall an Dritte weitergeleitet.



**Block I: Allgemeine Fragen zu Ihrer Person:**

---

**1. Sind Sie Teilnehmer/in des Runden Tisches?**

Ja

Nein

**2. Geschlecht:**

Weiblich

Männlich

**3. Wie alt sind Sie?**

Bis 20 Jahre

21-35 Jahre

36-50 Jahre

51-63 Jahre

63-70 Jahre

70+

**4. Welcher beruflichen Tätigkeit gehen Sie nach?**

Angestellte/r

Ausführende Tätigkeit

Qualifizierte Tätigkeit

Leitende Tätigkeit

Management/Führungskraft

Beamte/r

Einfacher Dienst

Mittlerer Dienst

Gehobener Dienst

Höherer Dienst

Arbeiter/in

Ungelernter/angelernter Arbeiter/in

Facharbeiter/in

Vorarbeiter/Meister

Selbstständige/r

1 bis 10 Mitarbeiter/innen

Mehr als 10 Mitarbeiter/innen

Sonstige Tätigkeit

- Student/in
- Auszubildende/r
- Rentner/in
- Pensionär/in
- Arbeitslose/r

**5. In welchem Ortsteil von Schwäbisch Gmünd bzw. in welchem Ort in der Umgebung wohnen Sie?**

Schwäbisch Gmünd:

- Bargau
- Bettringen
- Degenfeld
- Großendeinbach
- Herlikofen
- Lindach
- Rechberg
- Schwäbisch Gmünd (Stadt)
- Straßdorf
- Weiler
- Wetzgau-Rehenhof

Umgebung:

- Alfdorf
- Göggingen
- Iggingen
- Mutlangen
- Außerhalb
- Sonstiges \_\_\_\_\_

**6. Sind Sie in Deutschland geboren?**

- Ja  Nein

**7. Sind Ihre Eltern in Deutschland geboren?**

- Ja  Nein

**8. Wie sehr interessieren Sie sich – ganz allgemein gesprochen – für Politik?**

- sehr stark  stark  mittel  wenig  überhaupt nicht

**9. An welchen Treffen zum Tunneldialog haben Sie teilgenommen?**

1. Treffen (27.04.2012)

- 2. Treffen (25.05.2012)
- 3. Treffen (25.06.2012)
- 4. Treffen (19.07.2012)

***Block II: Kenntnisstand Tunnelfilter***

---

**10. Was würden Sie sagen, inwieweit haben sich Ihre Kenntnisse über den Nutzen eines Tunnelfilters in Schwäbisch Gmünd durch das Beteiligungsverfahren verbessert?**

- sehr stark     stark     mittel     wenig     überhaupt nicht

**11. Wie würden Sie ganz allgemein Ihren Kenntnisstand zur Frage des Tunnelfilters und dessen Nutzen für Schwäbisch Gmünd einschätzen?**

- sehr gut     gut     befriedigend     ausreichend     schlecht

**12. Wenn sich Ihre Kenntnisse verbessert haben: Zu welchen Themen fühlen Sie sich nun besser informiert als vor dem Tunneldialog? (Mehrfachantworten möglich)**

Tunnelfiltertechnologien

Gesundheitliche Relevanz des Tunnelfilters

Wirtschaftliche Relevanz des Tunnelfilters

Ausbreitung der Schadgase und Feinstäuben in Schwäbisch Gmünd und Umgebung

Alternative Maßnahmen zur Reduktion von Schadgasen und Feinstäuben wie z. B. die Umweltzone

Sonstiges \_\_\_\_\_

**13. Während des Tunneldialogs wurde der mögliche Nutzen eines Tunnelfilters für Schwäbisch Gmünd diskutiert. Bitte teilen Sie uns mit, welche Argumente für Sie für oder gegen einen Tunnelfilter sprechen.**

**13a. Welche Argumente sprechen Ihrer Ansicht nach für den Einbau eines Filters? Bitte nennen Sie diese stichpunktartig.**

1. \_\_\_\_\_

- 2. \_\_\_\_\_
- 3. \_\_\_\_\_
- 4. \_\_\_\_\_
- 5. \_\_\_\_\_
- 6. \_\_\_\_\_
- 7. \_\_\_\_\_
- 8. \_\_\_\_\_

**13b. Welche Argumente sprechen Ihrer Ansicht nach *gegen* den Einbau eines Tunnelfilters? Bitte nennen Sie diese stichpunktartig.**

- 1. \_\_\_\_\_
- 2. \_\_\_\_\_
- 3. \_\_\_\_\_
- 4. \_\_\_\_\_
- 5. \_\_\_\_\_
- 6. \_\_\_\_\_
- 7. \_\_\_\_\_
- 8. \_\_\_\_\_

***Block III: Positionen zum Filter***

---

**14. Haben Sie im Verlauf des Tunneldialoges Ihre Meinung über den Einbau eines Tunnelfilters geändert?**

- Ja  Nein

**15. Wie würden Sie Ihre grundsätzliche Position zur Frage des Einbaus eines Tunnelfilters nun beschreiben?**

- Ich unterstütze den Einbau voll und ganz.

- Ich unterstütze den Einbau, habe aber dennoch Zweifel.
- Ich bin gegen den Einbau.
- Ich bin gegen den Einbau, habe aber dennoch Zweifel.
- Ich habe mich nicht festlegen können

**16. Wie beurteilen Sie die folgenden Aussagen:**

<b>Bewertung:</b>	5	4	3	2	1
<b>Bereich:</b>	Stimme voll und ganz zu	Stimme eher zu	Stimme eher nicht zu	Stimme überhaupt nicht zu	Kann ich nicht beurteilen
Die anfallenden Kosten für den Tunnelfilter übersteigen dessen Nutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tunnelfilter sind innovative und zukunfts-trächtige Produkte, die sich für einen weltweiten Export eignen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ohne den Einbau eines Tunnelfilters kommt es zu Verletzungen der Schadstoffgrenzwerte in Teilorten um den Abluftkamin herum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durch den Tunnelfilter werden große Teile der Schadstoffe und Feinstäube die in Schwäbisch Gmünd anfallen, nicht mehr freigesetzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Einbau eines Tunnelfilters macht die Umweltzone in Schwäbisch Gmünd überflüssig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Block IV: Bewertung des Verfahrens und der Ergebnisse

**17. Welche Erfahrungen haben Sie persönlich beim Tunneldialog gemacht? (Mehrfachantworten möglich)**

**Ich hatte die Möglichkeit....**

- mich dafür einzusetzen, dass Schwäbisch Gmünd einen Tunnelfilter bekommt.
- mich dafür einzusetzen, dass Schwäbisch Gmünd *keinen* Tunnelfilter bekommt.
- mehr über die Tunnelfilter-Technik zu erfahren.
- mehr über die Auswirkungen von Feinstäuben und Schadgasen zu erfahren.
- mein Wissen in die Beratungen einzubringen.
- die Chance auf politische Mitgestaltung zu nutzen.
- mich als Bürger/in für die Belange der Stadt Schwäbisch Gmünd zu engagieren.
- Sonstiges \_\_\_\_\_

**18. Welche der folgenden Aspekte wurden Ihrer Meinung nach zufriedenstellend behandelt?**

Bewertung	ja	nein
Bereich		
Entwicklung des Verkehrsaufkommens in Schwäbisch Gmünd nach dem Tunnelbau.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Windverhältnisse in Schwäbisch Gmünd.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abbauprozesse von Schadgasen und Feinstäuben nach dem Ausstoß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beitrag eines Tunnelfilters zur Schadgas- und Feinstaubreduktion.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verletzung von Schadstoffgrenzwerten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lärmbelastung in der Nähe des Abluftkamins.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Investitions- und Unterhaltskosten des Filters.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entwicklung des Wirtschaftsstandorts Schwäbisch Gmünd durch die Förderung einer Zukunftstechnologie.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Alternativen zum Tunnelfilter wie die Umweltzone, um die Schadstoffbelastung in Schwäbisch Gmünd zu verringern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesundheitliche Risiken durch Feinstäube und Schadgase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige (bitte nennen):	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**19. Wie würden Sie das Verfahren des Tunneldialogs bewerten? (Mehrfachantworten möglich)**

**Beim Tunneldialog...**

- wurden fachlich fundierte und ausgewogene Informationen über Kosten und Nutzen des Tunnelfilters vermittelt.
- wurden Fragen zur Wirkung von Schadgasen und Feinstäuben auf Mensch und Natur nach dem neuesten Stand des Wissens beantwortet.
- wurden einseitige und/oder falsche Informationen über den Filter geliefert.
- handelte es sich um eine „Scheinveranstaltung“, weil die Entscheidung über den Einbau des Filters längst getroffen war.
- Sonstiges \_\_\_\_\_

**20. Wie bewerten Sie auf einer Skala von 1 bis 5 die folgenden Aspekte des Beteiligungsverfahrens?**

Als Teilnehmer des Runden Tisches beziehen Sie sich bitte bei Ihrer Bewertung vor allem auf den Runden Tisch. Als Teilnehmer des Bürgerteils beziehen Sie sich bitte bei Ihrer Bewertung auf den Bürgerdialog.

<b>Bewertung:</b>	1	2	3	4	5
	Sehr gut	Eher gut	mittel	Eher schlecht	Schlecht
Verständlichkeit der Gutachter-vorträge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Zweiteilung des Verfahrens in Runden Tisch und Bürgerdialog.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konstruktive Beratungsatmosphäre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fachliche Kompetenzen der Gutachter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Neutralität der Moderation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bereitschaft der Gutachter, auf Fragen/Anregungen einzugehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zugang zu den Ergebnissen und Protokollen der Sitzungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Möglichkeit auf die Ergebnisse der Beratungen einzuwirken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ergebnisoffenheit des Prozesses	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualität der erzielten Ergebnisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unabhängigkeit der Gutachter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Einhaltung der Zeit- und Ablaufpläne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zusammenfassung der Ergebnisse durch die Moderatoren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zufriedenheit mit der Moderation insgesamt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**21. Was hat Ihnen am Tunneldialog besonders gefallen oder nicht gefallen?**

---



---



---



---

---

---

---

---

**Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme an der Befragung !**

**Ihr KWI-Team**

Kulturwissenschaftliches Institut Essen  
Goethestraße 31  
45128 Essen

## A2.5 Leitfaden Interviews

- Wie lange sind Sie schon im Amt und welche Position haben Sie persönlich zur Frage des Tunnelfilters?
- Welche zentralen Gründe sprechen aus ihrer Sicht für oder gegen den Einbau des Filters?

### Geschichte des Konfliktes

- Wie, wann und durch wen ist der Konflikt über den Einbau eines Filters entstanden. Skizzieren sie kurz die Hintergründe des Konfliktes?
- Was waren die Meilensteine in der Debatte um den Filter?
- Welche Rolle hat der Wahlkampf im Lande für die Entwicklungen in der Filterfrage gehabt?
- Wie hat sich die Landesregierung vor der Wahl und danach in der Sache positioniert und wie haben Sie die Positionen der beteiligten Bundesministerien wahrgenommen?

### Positionen der Beteiligten/ Politische Konflikte

- Welche Akteure in der Bundes- und Landespolitik beteiligen sich einflussreich an der Debatte über den Filter?
- Wie kam es zum überparteilichen Schulterschluss zwischen Grünen, SPD, CDU, Liberalen etc. und der BI etc.?
- Wo verlaufen die Konfliktlinien innerhalb der Stadt/Gemeinden?
- Welche Rolle spielen die Interessen z. B. von Weleda, Ecovac und der Stauferklinik in Bezug auf den Tunnelfilter?
- Wo liegen vielleicht die Differenzen zwischen BI, Verwaltung und Politik auch mit Blick auf die Landesregierung und die Vertreter des Bundes vor Ort?
- Welchen Einfluss hatte die Einführung der Umweltzone in Gmünd auf den öffentlichen Diskurs?

### Netzwerk

- Welche Koalitionen haben sich während der Debatten um den Tunnelfilter gebildet/neu gebildet?
- Welche Rolle haben die lokalen Medien in der Kommunikation des Themas gespielt?
- Welche Personen und Akteure halten Sie für die fünf einflussreichsten in der Debatte um den Tunnelfilter?
- Gibt es Personen und Akteure, die außerhalb des allgemeinen Konsenses vor Ort verorten würden (Lasermann etc.)?

### **Erwartungen an das Beteiligungsverfahren**

- Welche Ziele verbinden Sie mit dem Beteiligungsverfahren?
- Gibt es bereits Erfahrungen mit Bürgerbeteiligungsverfahren in Schwäbisch Gmünd und wie sahen die aus?
- Welche Erwartungen haben Sie hinsichtlich des Verfahrens z. B. in Bezug auf die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger, den Verlauf und Ablauf des Verfahrens und die Ergebnisse?
- Sehen Sie noch eine realistische Chance für den Einbau eines Tunnelfilters in Schwäb. Gmünd? Wenn nein, warum ist ein BBV trotzdem sinnvoll?
- Was kann die Kommune respektive das Land dazu beitragen, dass es vielleicht doch eine Lösung gibt?

### **Schluss**

- Kennen Sie noch Personen aus dem Bereich der Parteien, die sehr aktiv in der Frage des Tunnelfilters waren?

## A2.6 Screenshots der Konflikt- und Netzwerkanalyse

**Denken Sie bitte für einen Moment über Personen nach mit denen Sie im Rahmen Ihres Engagements für oder gegen den Tunnelfilter in Kontakt standen. Dazu zählen beispielsweise gemeinsame Aktionen aber auch Diskussionen über das Thema. Woher kennen Sie diese Personen? Mehrfachnennungen möglich durch Ankreuzen. \***

- Beruf
- Privat
- Nachbarschaft
- Kontakt über mein Engagement zum Thema Tunnelbau und Tunnelfilter
- Politisches Engagement, z.B. Stadtrat oder Lokalpolitik
- Ehrenamtliches Engagement in anderen Organisation, z.B. Sportverein, Chor, Schulen, Kindergärten
- Familie oder Lebenspartner
- Sonstiges:

**In welchen Stadtteilen von Schwäbisch Gmünd/in welchem Dorf in der Umgebung leben diese Personen? Mehrfachnennungen möglich durch Ankreuzen. \***

- Alfdorf
- Bargau
- Bettringen
- Degenfeld
- Göggingen

**Was schätzen Sie, wie oft haben Sie sich für Ihr Engagement für oder gegen den Tunnelfilter Zeit genommen? Wir bitten Sie, Angaben zu allen aufgelisteten Jahren zu machen. \***

	Mindestens einmal pro Woche	Mindestens einmal pro Monat	Mindestens einmal pro Quartal	Seltener als einmal pro Quartal	Gar nicht
Vor 2005	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2005	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2006	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2007	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2008	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2009	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2010	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2011	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2012	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Was schätzen Sie, mit wie vielen Personen standen Sie in diesen Jahren diesbezüglich in Kontakt? \***

	Kein Kontakt	1-4	5-9	10-15	Mehr als 15
Vor 2005	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2005	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2006	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2007	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2008	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2009	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2010	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2011	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2012	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Verwendete Literatur:**

[BW, 2007] Landtag von Baden-Württemberg: Kleine Anfrage des Abg. Werner Wölfle GRÜNE und Antwort des Innenministeriums, Abluftkonzept für den B 29-Tunnel in Schwäbisch Gmünd. (Drucksache 14 / 2096). Stuttgart 2007

- [Flick, 2010] Flick, Uwe: Handbuch qualitative Sozialforschung. Rowohlt Taschenbuch, Reinbek bei Hamburg 2010
- [Gillham, 2005] Gillham, Bill: Research interviewing: the range of techniques. Maidenhead; Open University Press, New York 2005
- [Hopf, 2000] Hopf, Cristel: Qualitative Interviews – ein Überblick. In: Qualitative Forschung: Ein Handbuch. Rowohlt Taschenbuch Verlag, (pp. 349–360), Reinbek bei Hamburg 2000
- [Kardorff, 2000] Kardorff, Ernst von: Qualitative Evaluationsforschung. In: Qualitative Forschung. Ein Handbuch. (pp. 238–250). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt 2000
- [Kromrey, 2001] Kromrey, Helmut: Evaluation – ein vielschichtiges Konzept. Begriff und Methodik von Evaluierung und Evaluationsforschung. Empfehlungen für die Praxis. Sozialwissenschaften und Berufspraxis, 24(2), 105–131. 2001
- [Lamnek, 1995] Lamnek, Siegfried: Qualitative Sozialforschung (4th ed.), Beltz, Weinheim 1995
- [Porst, 2011] Porst, Rolf: Fragebogen: Ein Arbeitsbuch. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden 2011
- [Rainbow et al., 2006] Rainbow, E.; Warburton, D.; Wilson, R.: Making a Difference: A guide to evaluating public participation in central government. 2006
- [Remszeitung, 2012] Remszeitung: 16 000 Unterschriften: Endspurt der Tunnelfilter-Aktion, Remszeitung. <http://remszeitung.de/2012/4/2/16000-unterschriften-endspurt-der-tunnelfilter-aktion/> Letzter Zugriff am 20.08.2012

## A 3 Ergänzungen zur ökologischen Bewertung

Folgende drei Szenarien wurden ökobilanziell betrachtet:

- Szenario 1: Tunnel mit Tunnelkamin und Reduzierdüse ohne Tunnelfilter
- Szenario 2: Tunnel mit Elektrostatischem Abscheider (ESP) und Aktivkohlefilter (AKF)
- Szenario 3: Tunnel mit Faserfilter (FF) und Fallfilmabsorber (FFA)

Zur Berechnung der ökologischen Wirkungen wurden in einem ersten Schritt im Lebenszyklus relevante Stoff- und Energieströme erfasst. Als Datengrundlage dafür dienten zum einen Angaben von Filterherstellern als auch Daten aus Ökobilanzdatenbanken wie GaBi, ecoinvent und GEMIS. Die Strombedarfe der Ventilatoren zum Betrieb der Filtersysteme wurde auf Basis der Druckverluste durch den Filter anhand der Formel 1, wie in Kapitel 11.3.1 beschrieben, berechnet. Da sich die Herstellerangaben zum Teil deutlich unterschieden, wurden Minimal- und Maximalwerte verwendet. Diese werden in den folgenden Tabellen und Abbildungen mit den Abkürzungen »Min« und »Max« abgekürzt. Dem ersten Szenario liegen folgende Daten und Annahmen zugrunde:

**Tabelle A3-1: Annahmen zum Szenario 1**

Größe	Wert (pro Jahr)	Kommentar
Druckverlust durch Blende	144 Pa	Die erforderliche Ausblashöhe ist berücksichtigt
Notwendige Ventilationsleistung	31 KW	Wirkungsgrad des Ventilators: 70 %
Jährlicher Stromverbrauch	168 943 kWh	geplante Betriebsstunden pro Jahr: 5 475

Das Szenario 2 umfasst den Einsatz eines Elektrostatischen Abscheiders (ESP) zum Abscheiden von Feinstaub als auch einen Aktivkohlefilter (AKF) zum Abscheiden von Stickoxiden (insbesondere NO<sub>2</sub>). Für die Filtergeräte ESP und AKF wird eine Lebensdauer von 20 Jahren angenommen. Da für die Herstellung der Filtergeräte der Einsatz von Sekundärstahl angenommen wird, wird mit keiner zusätzlichen Gutschrift für die Entsorgung des Altmetalls gerechnet. Folgende weitere Daten und Annahmen liegen der Bilanzierung des ESP zugrunde:

**Tabelle A3-2: Annahmen zum ESP (Szenario 2)**

Größe	Wert	Kommentar
V4a Stahl	6 400 kg	Edelstahl mit 16 % Chrom, 12 % Nickel, 2,5 % Molybdän legiert; gegläht und gebeizt, Klasse 316, austenitisch, Elektrolichtbogenofen-Route

Größe	Wert	Kommentar
V2 Stahl	3 200	Edelstahl mit 18 % Chrom und 10 % Nickel legiert; gegläht und gebeizt, Klasse 304, austenitisch, Elektrolichtbogenofen-Route
Schweißnähte	50 m	geplante Betriebsstunden pro Jahr: 5 475
Transport mit Sattelzug	500 km	Europäischer Durchschnitts-Lkw mit 40 t Gesamtgewicht und 27 t max. Nutzlast
Druckverlust durch Filter	Min: 65 Pa [Aigner, 2012a] Max: 250 Pa [Deux & Markmann, 2012a]	Herstellerangaben
Energieverbrauch ESP	Min: 141 007 kWh/a (berechnet nach [Aigner, 2012a]) Max: 311 442 kWh/a (Berechnet nach [Deux & Markmann, 2012a], [Deux & Markmann, 2012b])	Herstellerangaben; Energiebedarf Ionisierung, Ventilatoren, Nebenaggregate
Spülwasser	52 500 kg/a	Zur Entfernung der Stäube
Abwasser	52 500 kg/a	Entsprechend der Nutzwassermenge
Fester Abfall	540 kg/a	80 Massenprozent des anfallenden PM <sub>10</sub>

Für den Aktivkohlefilter werden folgende Daten und Annahmen zugrunde gelegt:

**Tabelle A3-3: Annahmen zum AKF (Szenario 2)**

Größe	Wert (pro Jahr)	Kommentar
V2 Stahl	30 000 kg	Edelstahl mit 18 % Chrom und 10 % Nickel legiert; gegläht und gebeizt, Klasse 304, austenitisch, Elektrolichtbogenofen-Route
Schweißnähte	50 m	geplante Betriebsstunden pro Jahr: 5 475
Transport mit Sattelzug	500 km	Europäischer Durchschnitts Lkw mit 40 t Gesamtgewicht und 27 t max. Nutzlast
Aktivkohle	Min: 18 200 kg/a [Aigner, 2012b] Max: 120 000 kg/a	Minimalwert: Erfahrungen der Firma Aigner Maximalwert: bei 50 % Umwandlung NO zu NO <sub>2</sub> durch ESP und einer Speicherkapazität in Höhe von 5 Gewichtsprozent an NO <sub>2</sub> in der Aktivkohle
Druckverlust durch Filter	Min: 382 Pa [Aigner, 2012b] Max: 900 Pa [Deux & Markmann, 2012a]	Herstellerangaben



Größe	Wert (pro Jahr)	Kommentar
	Markmann, 2012b]	
Energieverbrauch AKF	Min: 448 168 kWh/a (berechnet nach [Aigner, 2012b]) Max: 1 055 893 kWh/a (Berechnet nach [Deux & Markmann, 2012a], [Deux & Markmann, 2012b])	Energiebedarf Ventilatoren

Für die Herstellung der Aktivkohle wird angenommen, dass diese auf Basis von Steinkohle produziert wird und durch ein Gasaktivierungsverfahren, welches Wasserdampf nutzt, aktiviert wird. Der Energiebedarf zur thermischen Aktivierung wurde auf 560 kJ Wasserdampf pro 100 g Aktivkohle geschätzt. Es wird angenommen, dass der Prozessdampf in Deutschland auf Basis von Erdgas und einem Wirkungsgrad von 90 % bereitgestellt wird. Da die Aktivkohle nach ihrem Gebrauch noch einen Heizwert besitzt, wird für die Entsorgung mit einer Gutschrift gerechnet.

Das Szenario 3 umfasst den Einsatz eines Faserfilters (FF) zum Abscheiden von Feinstaub als auch einen Fallfilmabsorber (FFA) zum Abscheiden von Stickoxiden (insbesondere NO<sub>2</sub>). Für den FF und FFA wird mit einer Lebensdauer von 20 Jahren gerechnet. Der FF besteht aus einem Edelstahlgehäuse und aus ca. 600 Filterpatronen. Die Patronen bestehen aus inneren und äußeren verzinkten Metallstreckgittern sowie beschichtetem Zelluloseträgermaterial. Für die Filterpatronen wird eine Lebensdauer von zwei Jahren angenommen. Folgende weitere Daten und Annahmen liegen der Bilanzierung des FF zugrunde:

**Tabelle A3-4: Annahmen zum FF (Szenario 3)**

Größe	Wert	Kommentar
V2 Stahl für Rahmen	70 000 kg	Edelstahl mit 18 % Chrom und 10 % Nickel legiert; gegläht und gebeizt, Klasse 304, austenitisch, Elektrolichtbogenofen-Route
V2 Stahl für Patronen	4 200 kg/a	Edelstahl mit 18 % Chrom und 10 % Nickel legiert; gegläht und gebeizt, Klasse 304, austenitisch, Elektrolichtbogenofen-Route
Zellulosefilter für Patronen	300 kg/a	
Schweißnähte	25 m	geplante Betriebsstunden pro Jahr: 5 475
Transport mit Sattelzug	500 km	Europäischer Durchschnitts-Lkw mit 40 t Gesamtgewicht und 27 t max. Nutzlast
Druckverlust durch Filter	Min: 200 Pa Max: 300 Pa	Herstellerangaben [Müller, 2012c]
Energieverbrauch Ventilatoren	Min: 234 643 kWh/a Max: 351 964 kWh/a	Energiebedarf Ventilatoren (Wirkungsgrad 70 %)

Größe	Wert	Kommentar
Energieverbrauch Kompressor	16 425 kWh	Annahme: der Kompressor läuft 1,5 Stunden pro Tag bei einer Leistung von 30 kW

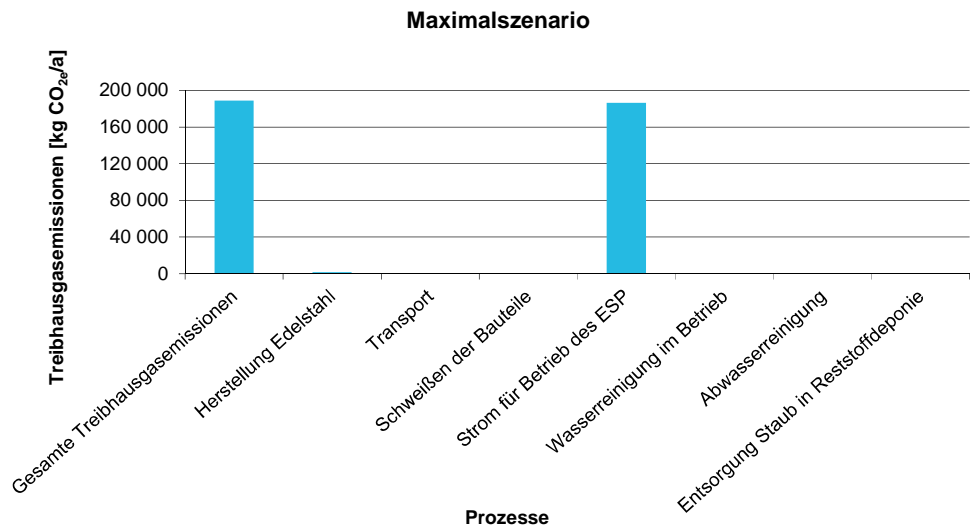
Für den FFA wird angenommen, dass dieser sich aus einer oder zwei Stufen zusammensetzt. Die Installation einer zweiten Stufe erhöht entsprechend der Herstellerangaben (Tabelle 11-2) den Abscheidegrad an Stickoxiden. Entsprechend des Volumenstroms werden pro Stufe 70 Module benötigt. Da der FFA im Wesentlichen NO<sub>2</sub> abscheidet, sollten im Vorfeld die durch den Verkehr freigesetzten NO-Emissionen zu NO<sub>2</sub> umgewandelt werden. Dies ist möglich durch die Reaktion von NO und Ozon zu NO<sub>2</sub> und Sauerstoff. Ozon kann durch einen Ozongenerator bereitgestellt werden, dessen Installation im Szenario 3 angenommen wird. Es wird von einer 100 %-igen Umwandlung von NO zu NO<sub>2</sub> ausgegangen. Die reale Umwandlungseffizienz ist dennoch unbekannt. Zusätzlich wird Wasser zum Reinigen (Entfernen von Natriumnitrat und Natriumnitrit) des FFA benötigt. Aufgrund von mangelnden Daten zum Wasserverbrauch wurde dieser in der Bilanz nicht berücksichtigt. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass der Wasserverbrauch sowie die Entsorgung des Wassers (Neutralisation und Aufbereitung in einer Kläranlage) keinen signifikanten Einfluss auf die Endergebnisse haben. Tabelle A5 fasst die Annahmen zum FFA zusammen.

**Tabelle A3-5: Annahmen zum FFA (Szenario 3)**

Größe	Wert	Kommentar
V2 Stahl für 70 Module	189 kg/a	Edelstahl mit 18 % Chrom und 10 % Nickel legiert; gegläht und gebeizt, Klasse 304, austenitisch, Elektrolichtbogenofen-Route
V2 Stahl für 140 Module	378 kg/a	Edelstahl mit 18 % Chrom und 10 % Nickel legiert; gegläht und gebeizt, Klasse 304, austenitisch, Elektrolichtbogenofen-Route
Polyethylen-Kunststoffröhrchen für 70 Module	56 kg/a	Polyethylen-Rohr (PE-HD), Datensatz von Plastics Europe
Polyethylen-Kunststoffröhrchen für 140 Module	112 kg/a	Polyethylen-Rohr (PE-HD), Datensatz von Plastics Europe
Transport mit Sattelzug	500 km	Europäischer Durchschnitts-Lkw mit 40 t Gesamtgewicht und 27 t max. Nutzlast
Druckverlust durch Filter	Min: 200 Pa Max: 400 Pa	Herstellerangaben
Energieverbrauch Ventilatoren	Min: 234 643 kWh/a Max: 469 286 kWh/a	Energiebedarf Ventilatoren (Wirkungsgrad 70 %)
Energieverbrauch Ozongenerator	76 650 kWh/a	Annahme: Bedarf Ozon ca. 0,8 kg/h, Leistung: 7 kW für Ozonisator und 7 kW für Sauerstoffbereitstellung, 5 475 Betriebsstunden pro Jahr

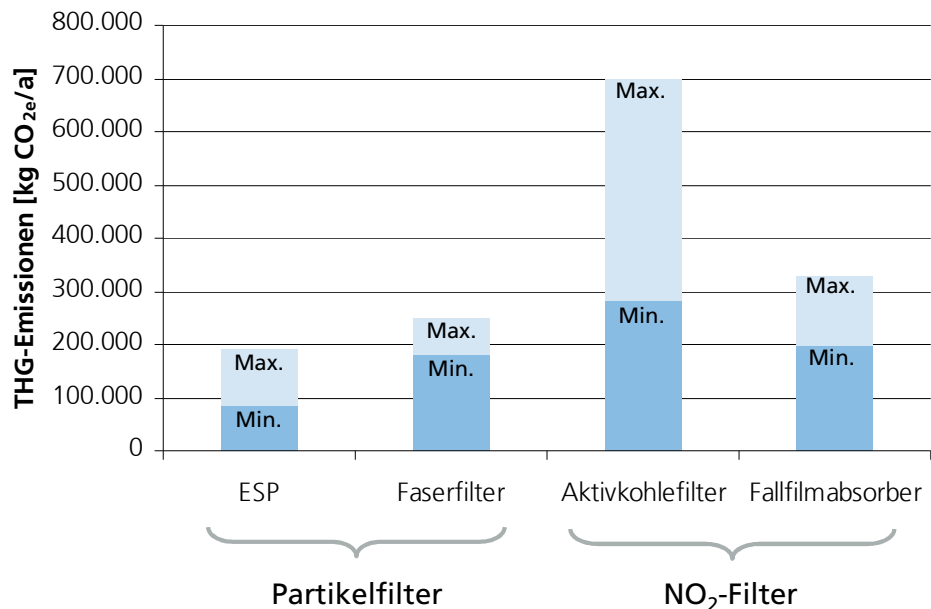


Abbildung A3-2:  
Jährliche Treibhausgasemissionen, die durch die untersuchten Filtersysteme freigesetzt werden



Die durch die Filtersysteme bedingten jährlichen Treibhausgasemissionen sind in Abbildung A3-3 dargestellt. Auf Basis der Herstellerangaben sind für die untersuchten Filtertechnologien Minimal- und Maximalwerte ausgewiesen. Die Analyse zeigt, dass der Einsatz von Filtertechnologien zur Abscheidung von Feinstäuben (ESP, FF) mit geringeren Treibhausgasemissionen pro Jahr verbunden ist als der Einsatz von Filtertechnologien zum Abscheiden von Stickoxiden (AKF, FFA). Einen eindeutigen Vorteil einer Technologie gegenüber einer anderen im Hinblick auf Treibhausgasemissionen ist aufgrund der Unsicherheiten (Spannweite zwischen Minimal- und Maximalwert) nicht möglich.

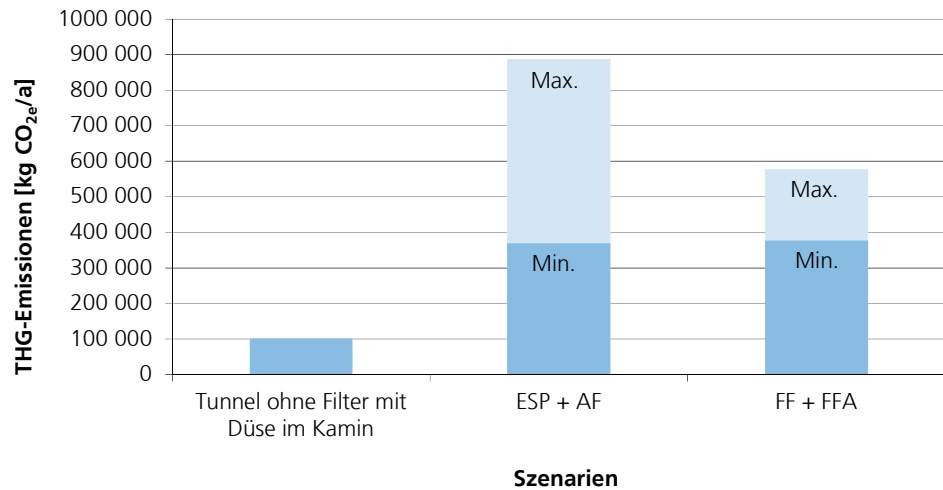
Abbildung A3-3:  
Jährliche Treibhausgasemissionen, die durch die untersuchten Filtersysteme freigesetzt werden



Der Vergleich der drei Szenarien im Hinblick auf die Emission von Treibhausgasen ist in Abbildung A3-4 dargestellt. Die geringsten Treibhausgasemissionen entstehen in Szenario 1, in dem kein Filteransatz angenommen wird. Im Szenario 2 entstehen jährlich durch den Einsatz eines ESP zur Feinstaubabscheidung und eines AF zur Stickoxidabscheidung zwischen 370 und 890 Tonnen Treib-

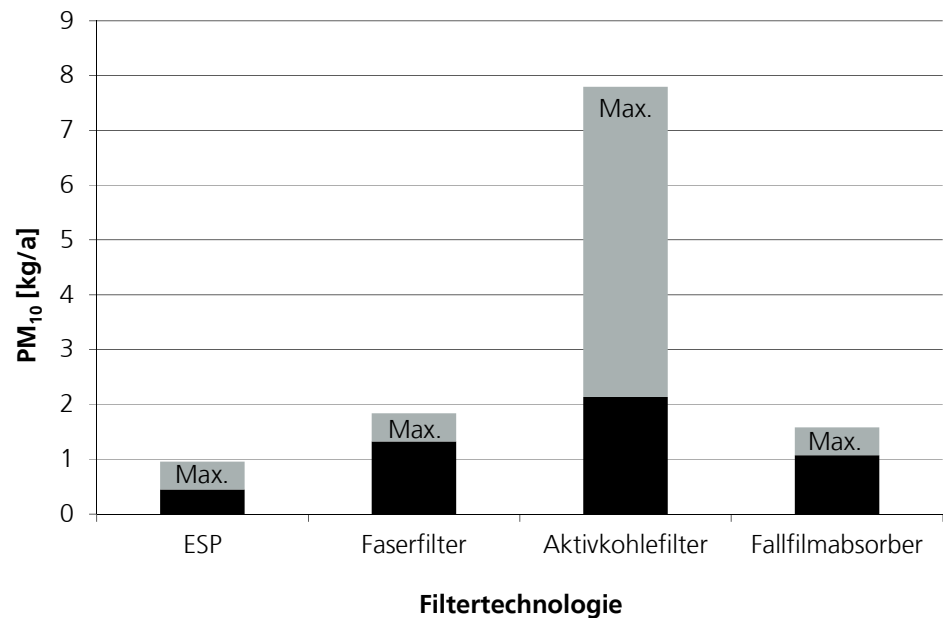
hausgase. Im dritten Szenario werden jährlich durch den Einsatz eines FF zur Feinstaubabscheidung und eines FFA zur Stickoxidabscheidung zwischen 380 und 580 Tonnen Treibhausgase freigesetzt. Das eindeutige Präferieren eines Systems ist auch hier nicht möglich.

Abbildung A3-4:  
Jährliche Treibhausgasemissionen in den drei Szenarien



Wie in Abbildung A3-5 dargestellt, werden durch den Betrieb der Feinstaubfilter (ESP oder FF) weniger Feinstaubemissionen (PM<sub>10</sub>) freigesetzt als durch den Betrieb von Stickoxidabscheidern (AF oder FFA). Der größere Beitrag des Aktivkohlefilters zu den PM<sub>10</sub>-Emissionen resultiert neben dem hohen Stromverbrauch in der Betriebsphase insbesondere aus dem Herstellungsprozess der Aktivkohle.

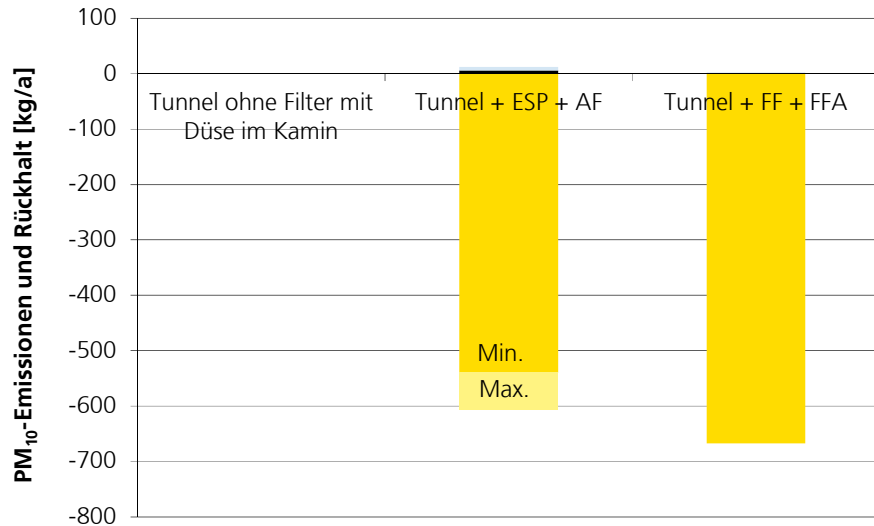
Abbildung A3-5:  
Feinstaubemissionen (PM<sub>10</sub>) in den drei Szenarien, die durch die untersuchten Filtersysteme freigesetzt werden



Wie Abbildung A3-6 zeigt ist dennoch die Masse der verursachten Feinstaubemission PM<sub>10</sub>) im Vergleich zu der Menge der durch die Filter zurückgehaltenen Feinstaubemissionen sehr gering. Für das Szenario wurde angenommen,

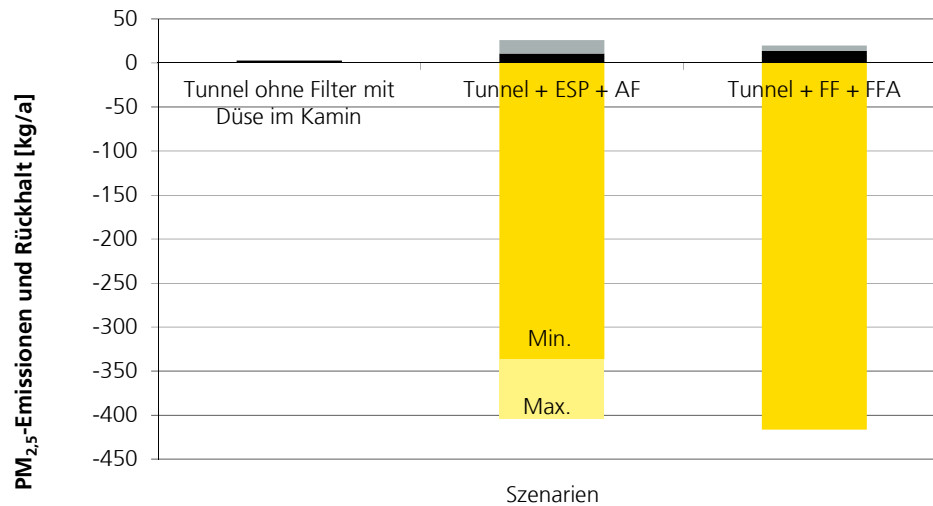
dass durch den ESP minimal 80 und maximal 90 % der Feinstaubemissionen zurückgehalten werden. Für den Faserfilter wird von einer Abscheideeffizienz von 99 % ausgegangen.

Abbildung A3-6:  
Feinstaubbilanz (PM<sub>10</sub>)  
in den drei Szenarien  
(die gelben Balken  
symbolisieren den  
Rückhalt an PM<sub>10</sub>)



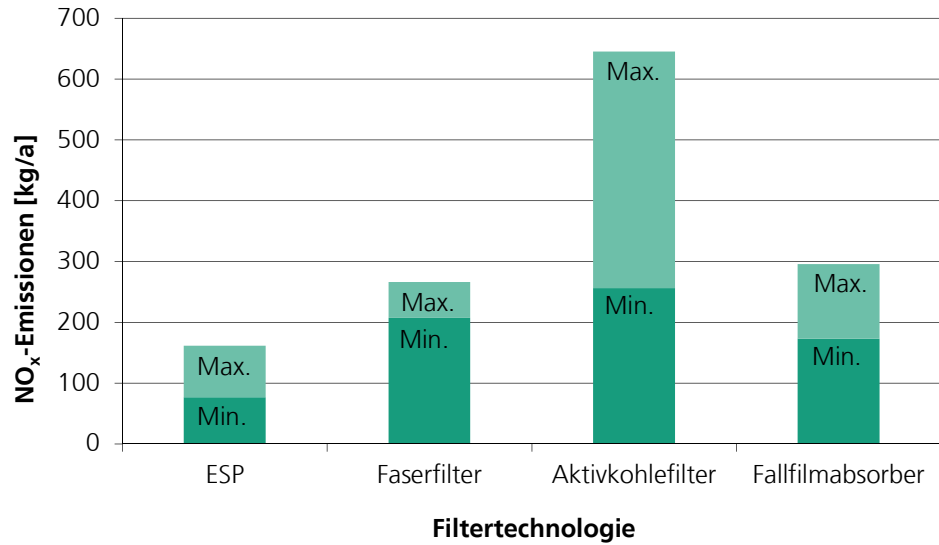
Ähnliche Verhältnisse ergeben sich für die Feinstaubfraktion mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>) (siehe Abbildung A3-7).

Abbildung A3-7:  
Feinstaubbilanz (PM<sub>2,5</sub>)  
in den drei Szenarien  
(die gelben Balken  
symbolisieren den  
Rückhalt an PM<sub>2,5</sub>)



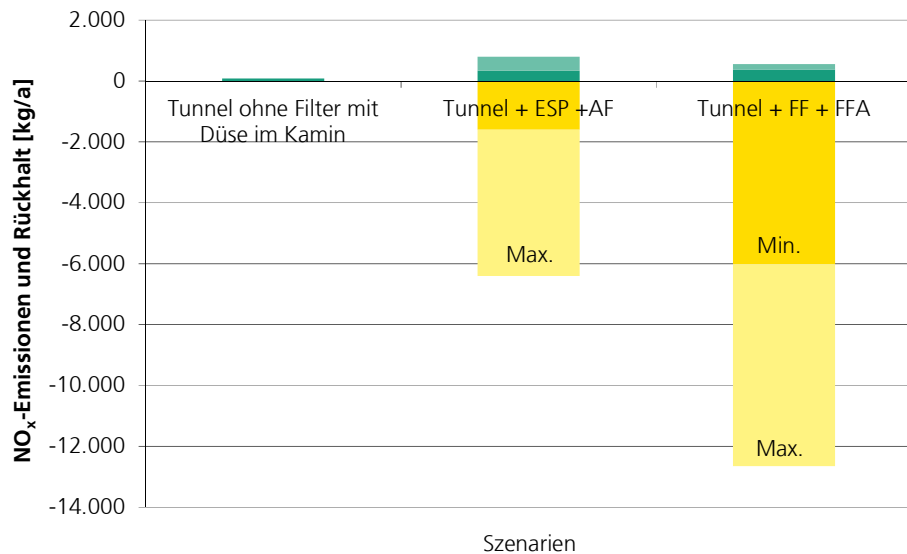
Auch im Hinblick auf die Stickoxidemissionen (NO<sub>x</sub>) zeigt sich, dass die Feinstaubfilter geringere Stickoxidemissionen verursachen als der Betrieb der Stickoxidabscheider (siehe Abbildung A3-8).

Abbildung A3-8:  
Stickoxidemissionen (NO<sub>x</sub>) in den drei Szenarien (die gelben Balken symbolisieren den Rückhalt an PM<sub>2,5</sub>)



Dennoch werden in den Szenarien zwei und drei durch die Stickoxidabscheider mehr Stickoxide abgeschieden als an anderer Stelle emittiert werden (siehe Bild A3-9). Für den Aktivkohlefilter wird eine Abscheideeffizienz von 85 % angenommen und im Minimalszenario keine Umwandlung von NO zu NO<sub>2</sub> durch den ESP. Im Maximalszenario wird ebenfalls ein Wirkungsgrad von 85 % angenommen, aber hier im Gegensatz zum Minimalszenario die Umwandlung von 50 % des NO zu NO<sub>2</sub>. Für das Szenario 3 werden beim Einsatz eines einstufigen Fallfilmabsorbers ein Abscheidewirkungsgrad von 80 % und keine Umwandlung von NO zu NO<sub>2</sub> angenommen (ohne Ozongenerator). Im Maximalszenario wird von dem Einsatz eines zweistufigen Fallfilmabsorbers ausgegangen sowie von einer 100 %-igen Umwandlung des NO zu NO<sub>2</sub> durch Ozon.

Abbildung A3-9:  
Stickoxidemissionen (NO<sub>x</sub>) in den drei Szenarien (die gelben Balken symbolisieren den Rückhalt an NO<sub>x</sub>)



Insgesamt lässt sich feststellen, dass potenziell durch den Einsatz von Tunnelnfiltern in Schwäbisch Gmünd lokal Feinstäube und Stickoxide reduziert werden

können. Das heißt, mehr Feinstaub bzw. Stickoxide werden durch Filter abgeschieden als im Lebenszyklus der Filter an anderer Stelle entstehen. Auf der anderen Seite erhöhen der Filtereinbau und Betrieb den Energieverbrauch des Tunnelbetriebs und erhöhen damit die Treibhausgasemissionen. Beide Wirkungen sind voneinander getrennt zu bewerten. Letztendlich ist aus ökologischer Sicht abzuwägen, ob lokale Schadstoffemissionen (potenziell gesundheitsgefährdend) reduziert oder Treibhausgasemissionen insgesamt vermieden werden sollten. Zudem zeigen die Daten, dass der Verbrauch an Strom den größten Einfluss auf die Umweltwirkung der Filter hat. Der umweltfreundlichste Filter ist demnach derjenige mit dem geringsten Stromverbrauch. Dennoch sollte im konkreten Fall die Wirkung eines Filtersystems auf die Umwelt vor ihrem Einsatz erneut und mit präziseren und detaillierten Daten sowie im Hinblick auf weitere Wirkungen wie Ressourcenverbrauch oder Humantoxizität geprüft werden.



## A 4 Weitere Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen

### Beurteilungswerte für Luftschadstoffe

#### Beurteilungswerte für Ruß

Für Ruß besteht derzeit kein verbindlicher Ziel- oder Grenzwert. Die 23. BImSchV (aufgehoben im Juli 2004) enthielt einen Maßnahmenwert von 8 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel.

#### Beurteilungswerte für CO

Gemäß der 39. BImSchV ist ein maximaler 8 h-Mittelwert pro Tag zu ermitteln. Tabelle A4-1 enthält eine Zusammenstellung der Immissionswerte.

Tabelle A4-1: Grenzwert für CO nach 39. BImSchV

Schadstoff	Literaturquelle	Immissionswert	Statistische Definition	Bedeutung / Verbindlichkeit / Zweck
CO	§8 39. BImSchV	10 mg/m <sup>3</sup>	maximaler 8 h-Mittelwert	Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit

#### Beurteilungswerte für Benzol

Gemäß der 39. BImSchV ist der Jahresmittelwert der Benzolkonzentration zu ermitteln. Tabelle A4-2 enthält eine Zusammenstellung der Immissionswerte.

Tabelle A4-2: Grenzwert für Benzol nach 39. BImSchV

Schadstoff	Literaturquelle	Immissionswert	Statistische Definition	Bedeutung / Verbindlichkeit / Zweck
Benzol	§7 39. BImSchV	5 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit

DTV und spezifische Emissionen

Abbildung A4-1:  
Lage der Emissions-  
quellen im Nullfall

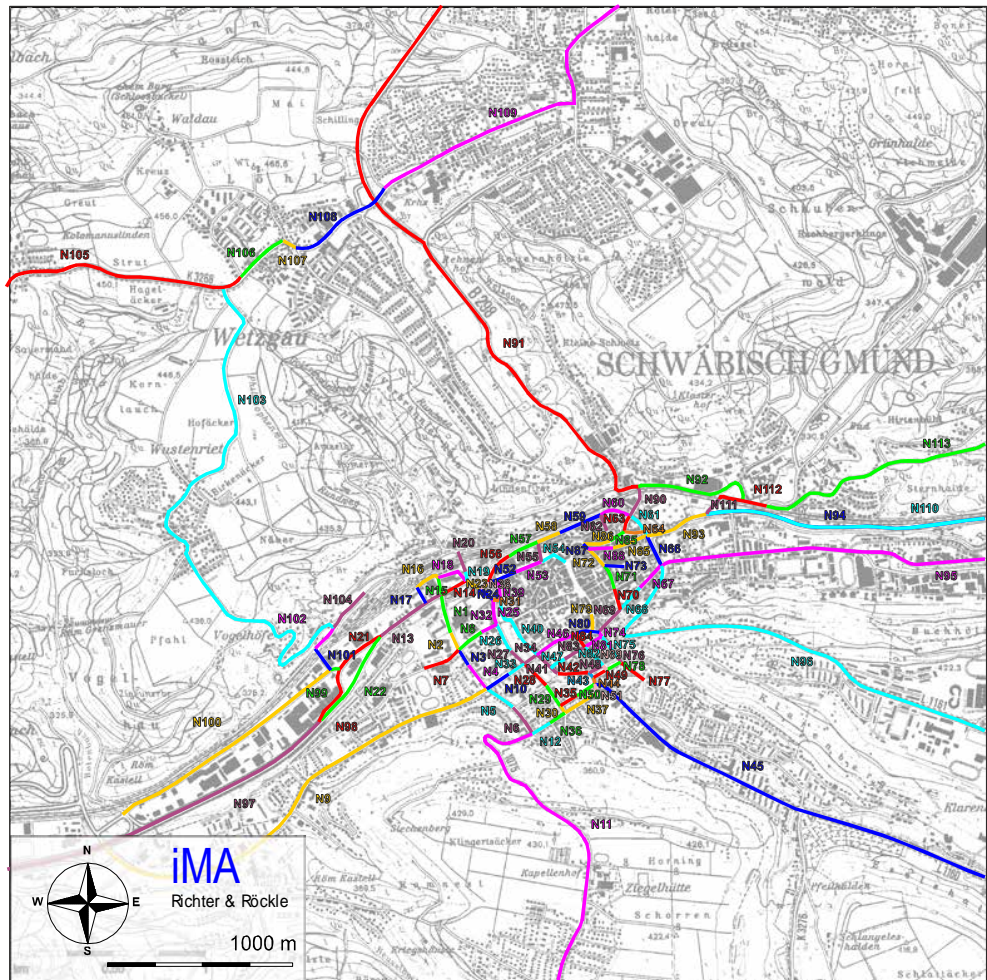


Abbildung A4-2:  
Lage der Emissions-  
quellen im Planfall

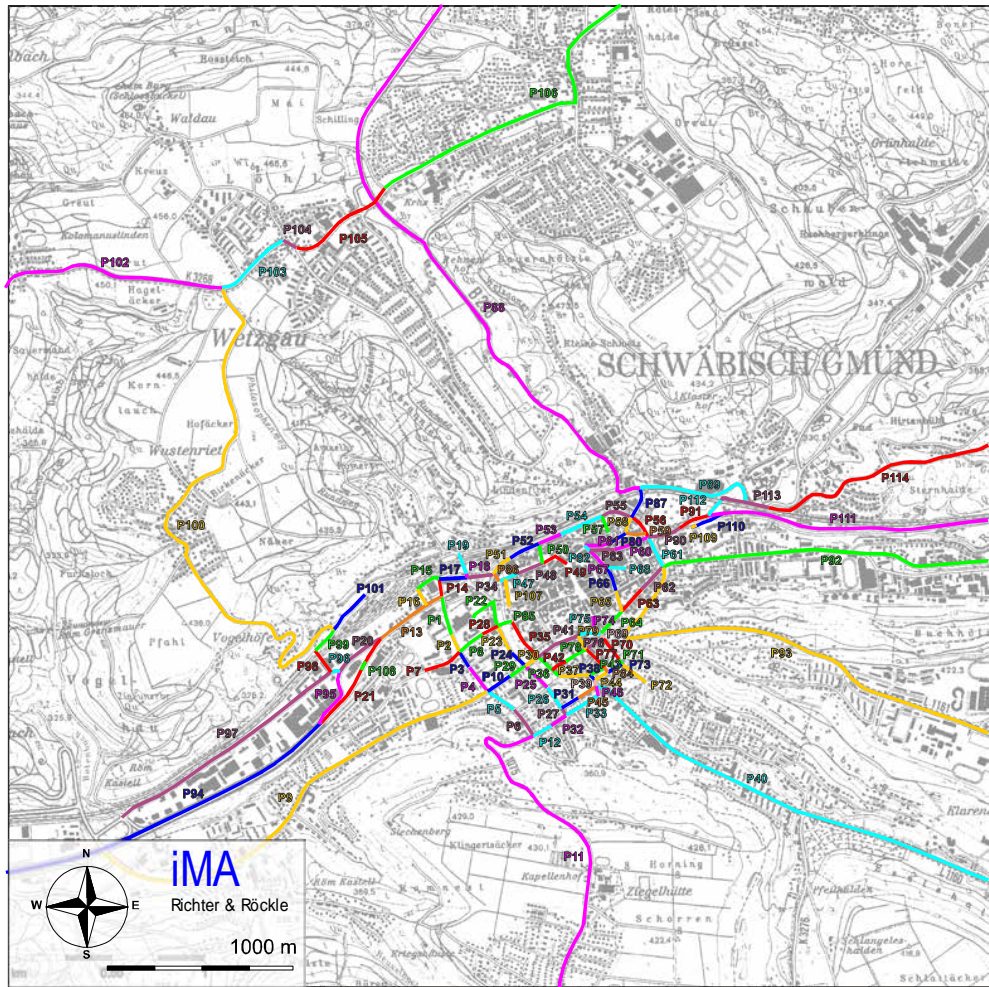


Tabelle A4-3: Angesetztes durchschnittliches tägliches Verkehrsaufkommen und spezifische Emissionen im Nullfall 2013

#	DTV	LNF	SNF	Straßentyp	Steigung	frei	dicht	gesättigt	Stop+Go	NOx	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	Benzol
	Kfz/24 h	%	%		%	h	h	h	h	h	µg/(m *s)					
N1	6 869	0,74	2,95	Agglo/HVS/50	0,0	9	15	0	0	40,27	9,39	3,34	1,87	1,66	10,67	67,77
N2	6 676	0,74	2,95	Agglo/HVS/50	0,0	9	15	0	0	39,14	9,12	3,25	1,82	1,61	10,39	65,98
N3	6 579	0,74	2,95	Agglo/HVS/50	0,0	9	15	0	0	38,58	8,99	3,20	1,79	1,59	10,25	65,08
N4	6 386	0,82	3,28	Agglo/HVS/50	±1,2	9	15	0	0	37,96	8,94	3,18	1,78	1,54	9,99	64,16
N5	6 773	0,74	2,95	Agglo/HVS/50	±2,7	9	15	0	0	38,83	9,59	3,31	1,86	1,64	10,60	69,57
N6	6 869	0,66	2,62	Agglo/HVS/50	±5,6	9	15	0	0	41,63	10,76	3,33	1,91	1,66	10,97	81,04
N7	4 547	0,41	1,64	Agglo/Sammel/50	0,0	10	14	0	0	23,53	5,99	2,56	1,16	1,11	7,32	45,67
N8	3 193	0,41	1,64	Agglo/Sammel/50	0,0	18	6	0	0	14,82	3,74	1,56	0,78	0,78	5,20	31,53
N9	13 642	0,66	2,62	Agglo/HVS/50	0,0	6	18	0	0	78,65	18,89	6,60	3,67	3,31	20,33	130,86
N10	12 965	0,74	2,95	Agglo/HVS/50	0,0	6	18	0	0	77,10	18,12	6,41	3,55	3,13	19,38	124,98
N11	14 900	0,82	3,28	Land/HVS-kurv./50	±5,6	8	16	0	0	90,86	21,74	7,46	4,15	1,51	18,20	133,88
N12	10 256	0,90	3,61	Agglo/HVS/50	±3,7	7	17	0	0	62,23	15,14	5,30	2,91	2,46	15,71	107,29
N13	26 703	2,05	8,20	Agglo/HVS/50	0,0	5	18	1	0	236,32	42,99	18,30	9,18	5,79	39,12	264,13
N14	28 058	2,30	9,18	Agglo/HVS/50	±0,6	5	14	5	0	256,04	45,43	21,80	9,91	4,99	41,48	280,53
N15	3 193	4,10	16,40	Agglo/Erschliessung/30	±1,0	12	12	0	0	51,26	6,84	3,85	1,63	0,25	7,66	47,66
N16	968	9,84	39,36	Agglo/Erschliessung/30	0,0	24	0	0	0	32,63	3,44	1,75	0,85	0,06	2,42	17,56
N17	1 258	3,28	13,12	Agglo/Erschliessung/30	0,0	24	0	0	0	18,49	2,72	1,11	0,59	0,10	3,32	20,45
N18	2 225	4,43	17,71	Agglo/Erschliessung/30	0,0	21	3	0	0	39,90	5,25	2,44	1,19	0,18	5,52	35,09
N19	5 418	0,38	1,51	Agglo/Erschliessung/30	0,0	9	15	0	0	30,29	7,19	3,15	1,46	0,49	12,50	68,78
N20	4 838	0,38	1,51	Agglo/Erschliessung/30	0,0	9	15	0	0	27,06	6,41	2,81	1,30	0,44	11,29	62,03
N21	9 578	1,16	4,66	Agglo/Sammel/50	0,0	8	16	0	0	66,32	14,06	6,69	2,84	2,27	14,62	95,09
N22	17 125	2,56	10,23	Agglo/HVS/50	0,0	8	16	0	0	169,33	28,72	12,50	6,35	3,80	25,41	173,35
N23	33 089	2,62	10,50	Agglo/HVS/50	0,0	5	7	10	2	371,09	60,21	34,81	12,65	3,99	51,49	345,94
N24	9 578	0,90	3,61	Agglo/HVS/50	±1,1	8	16	0	0	58,90	13,64	4,91	2,71	2,30	14,58	94,67
N25	8 224	0,71	2,82	Agglo/HVS/50	±1,5	8	16	0	0	47,16	11,53	4,01	2,25	1,99	12,65	81,66
N26	6 869	0,69	2,76	Agglo/HVS/50	0,0	9	15	0	0	39,56	9,34	3,30	1,85	1,66	10,67	67,67
N27	6 289	0,75	3,02	Agglo/HVS/50	0,0	9	15	0	0	37,12	8,61	3,07	1,72	1,52	9,83	62,41
N28	4 838	0,61	2,43	Agglo/HVS/50	0,0	10	14	0	0	26,77	6,43	2,25	1,28	1,18	7,72	48,38
N29	5 031	0,59	2,36	Agglo/HVS/50	±2,1	10	14	0	0	27,27	6,88	2,34	1,34	1,22	8,03	51,25
N30	4 160	0,62	2,49	Agglo/HVS/50	0,0	16	8	0	0	21,30	5,04	1,76	1,07	1,01	6,62	40,68
N31	5 418	0,49	1,97	Agglo/Erschliessung/30	0,0	9	15	0	0	32,18	7,33	3,26	1,50	0,49	12,50	69,04
N32	3 773	0,36	1,44	Agglo/Sammel/50	0,0	17	7	0	0	17,42	4,47	1,86	0,92	0,93	6,07	36,97
N33	12 384	0,75	3,02	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	73,85	17,26	6,13	3,39	2,99	18,55	119,45
N34	15 287	0,71	2,82	Agglo/HVS/50	0,0	6	18	0	0	89,80	21,30	7,50	4,15	3,70	22,66	146,28
N35	1 258	0,44	1,77	Agglo/Erschliessung/30	0,0	20	4	0	0	7,85	1,85	0,66	0,36	0,11	3,41	19,10
N36	9 965	0,92	3,67	Agglo/HVS/50	±2,1	7	17	0	0	60,91	14,46	5,17	2,84	2,39	15,18	99,73
N37	7 934	0,92	3,67	Agglo/HVS/50	±1,0	8	16	0	0	49,13	11,30	4,09	2,25	1,90	12,23	79,12
N38	33 282	2,56	10,23	Agglo/HVS/50	0,0	5	7	10	2	367,50	60,14	34,59	12,59	4,03	51,74	346,97
N39	5 418	0,49	1,97	Agglo/Sammel/50	±0,9	10	14	0	0	28,86	7,30	3,13	1,41	1,32	8,60	54,42
N40	7 740	0,34	1,38	Agglo/Sammel/50	±1,1	8	16	0	0	39,47	10,49	4,37	1,97	1,90	11,99	76,36
N41	9 869	0,69	2,76	Agglo/Sammel/50	0,0	8	16	0	0	57,89	13,73	6,12	2,68	2,39	15,01	96,26
N42	9 772	0,77	3,08	Agglo/Sammel/50	0,0	8	16	0	0	59,06	13,72	6,19	2,69	2,36	14,88	95,62
N43	13 835	0,87	3,48	Agglo/Sammel/50	0,0	6	16	2	0	86,87	19,60	9,50	3,88	2,97	20,81	134,46
N44	18 383	1,00	4,00	Agglo/Sammel/50	0,0	5	13	4	2	132,95	29,16	15,43	5,50	3,15	28,58	185,46

ANHANG - A 4 WEITERE ERGEBNISSE DER AUSBREITUNGSRECHNUNGEN

#	DTV	LNF	SNF	Straßentyp	Steigung	frei	dicht	gesättigt	Stop+Go	NOx	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	Benzol
	Kfz/24 h	%	%		%	h	h	h		h	µg/(m³·s)					
N45	14 900	0,98	3,94	Agglo/FernStr-City/50	±1,1	8	16	0	0	76,74	16,70	5,87	3,95	3,56	21,31	132,98
N46	11 804	0,67	2,69	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	68,26	16,29	5,71	3,18	2,86	17,72	113,76
N47	1 355	0,89	3,54	Agglo/Sammel/50	0,0	24	0	0	0	6,70	1,46	0,63	0,35	0,33	2,33	13,77
N48	5 515	0,84	3,35	Agglo/Erschliessung/50	0,0	7	17	0	0	33,99	7,27	3,58	1,55	0,54	12,47	72,96
N49	6 869	0,95	3,80	Agglo/Sammel/50	0,0	9	15	0	0	44,05	9,76	4,52	1,96	1,64	10,71	68,67
N50	1 258	0,77	3,08	Agglo/Erschliessung/30	0,0	20	4	0	0	9,05	1,94	0,72	0,38	0,11	3,40	19,22
N51	8 224	0,87	3,48	Agglo/HVS/50	0,0	8	16	0	0	50,91	11,52	4,17	2,30	1,97	12,63	80,97
N52	8 224	2,28	9,12	Agglo/HVS/50	±0,6	8	16	0	0	74,56	13,39	5,71	2,93	1,85	12,68	85,27
N53	7 547	2,72	10,89	Agglo/HVS/50	0,0	8	16	0	0	77,40	12,83	5,68	2,87	1,66	11,70	79,19
N54	3 677	5,18	20,73	Agglo/Erschliessung/50	±0,7	11	13	0	0	56,76	7,42	4,92	1,90	0,36	8,12	53,07
N55	5 999	0,41	1,64	Agglo/Sammel/50	±0,9	9	15	0	0	31,21	8,10	3,43	1,54	1,47	9,46	59,92
N56	30 283	2,05	8,20	Agglo/HVS/50	0,0	5	12	7	0	265,83	47,42	23,13	10,21	4,92	44,78	297,11
N57	30 089	2,07	8,27	Agglo/HVS/50	0,0	5	13	6	0	265,78	47,44	22,75	10,20	5,15	44,42	295,69
N58	35 798	1,79	7,15	Agglo/HVS/50	0,0	5	7	7	5	372,67	68,15	37,55	12,92	4,47	57,77	383,77
N59	36 185	1,75	7,02	Agglo/HVS/50	0,0	4	7	8	5	373,19	68,52	38,04	12,97	4,24	58,46	387,34
N60	34 443	1,85	7,41	Agglo/HVS/50	0,0	5	19	0	0	290,28	54,66	22,23	11,51	7,90	49,95	337,03
N61	35 507	2,07	8,27	Agglo/HVS/50	0,0	5	18	1	0	315,58	57,29	24,41	12,24	7,70	51,64	349,59
N62	2 419	0,16	0,66	Agglo/Sammel/50	0,0	24	0	0	0	8,92	2,38	0,93	0,54	0,60	3,97	23,20
N63	2 419	1,26	5,05	Agglo/Sammel/50	-1,1	10	14	0	0	14,42	2,98	1,66	0,69	0,57	4,04	24,32
N64	3 290	1,57	6,30	Agglo/Sammel/50	-1,0	9	15	0	0	21,94	4,31	2,45	0,99	0,76	5,35	32,86
N65	7 643	1,38	5,51	Agglo/Sammel/50	0,0	6	15	3	0	56,75	11,40	6,04	2,35	1,52	11,97	77,64
N66	23 220	1,18	4,72	Agglo/HVS/50	±1,6	7	17	0	0	154,32	34,45	12,83	6,94	5,49	33,96	226,27
N67	23 220	0,80	3,21	Agglo/HVS/50	±0,7	5	7	10	2	149,10	34,27	16,43	6,52	3,01	35,70	228,18
N68	23 123	0,80	3,21	Agglo/HVS/50	±1,2	5	7	11	1	141,22	32,68	15,46	6,38	3,00	35,06	224,83
N69	26 897	0,92	3,67	Agglo/HVS/50	±3,5	4	6	6	8	225,25	52,22	26,88	8,86	3,06	45,12	305,87
N70	9 288	0,98	3,94	Agglo/Sammel/50	±4,3	8	16	0	0	58,84	14,19	6,25	2,70	2,22	14,42	101,22
N71	8 321	1,07	4,26	Agglo/Sammel/50	±0,7	8	16	0	0	54,97	12,14	5,69	2,43	1,98	12,83	83,47
N72	6 095	1,38	5,51	Agglo/Sammel/50	±0,7	9	15	0	0	44,03	9,11	4,45	1,88	1,43	9,60	62,63
N73	3 483	0,11	0,46	Agglo/Sammel/50	0,0	18	6	0	0	14,20	3,93	1,57	0,81	0,86	5,63	33,93
N74	14 803	1,07	4,26	Agglo/HVS/50	0,0	6	18	0	0	98,68	21,48	7,97	4,31	3,52	22,01	143,62
N75	10 546	1,07	4,26	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	70,09	15,22	5,65	3,07	2,51	15,96	103,52
N76	10 159	1,08	4,33	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	67,91	14,68	5,47	2,97	2,41	15,41	99,95
N77	6 095	0,92	3,67	Agglo/HVS/50	±1,9	9	15	0	0	36,96	8,69	3,12	1,73	1,46	9,58	62,00
N78	8 514	1,16	4,66	Agglo/Sammel/50	0,0	8	16	0	0	58,96	12,50	5,95	2,53	2,02	13,10	85,00
N79	2 516	0,08	0,33	Agglo/Erschliessung/30	0,0	9	15	0	0	11,87	3,14	1,34	0,63	0,23	6,32	34,05
N80	12 578	0,71	2,82	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	73,63	17,43	6,14	3,41	3,04	18,82	121,03
N81	4 160	0,84	3,35	Agglo/Sammel/50	±1,0	12	12	0	0	24,50	5,68	2,56	1,15	1,00	6,72	42,64
N82	5 418	0,95	3,80	Agglo/Sammel/50	±0,7	10	14	0	0	34,05	7,67	3,54	1,54	1,30	8,60	55,11
N83	1 451	0,82	3,28	Agglo/Sammel/50	0,0	24	0	0	0	7,01	1,55	0,67	0,37	0,35	2,49	14,65
N84	2 129	1,03	4,13	Agglo/Sammel/50	0,0	24	0	0	0	11,06	2,34	1,03	0,56	0,51	3,51	20,97
N85	5 612	1,56	6,23	Agglo/Sammel/50	0,0	7	17	0	0	43,96	8,62	4,31	1,79	1,31	8,92	58,15
N86	5 612	1,56	6,23	Agglo/Sammel/50	0,0	7	17	0	0	43,96	8,62	4,31	1,79	1,31	8,92	58,15
N87	5 805	1,64	6,56	Agglo/Sammel/50	0,0	9	15	0	0	46,14	8,90	4,48	1,87	1,34	9,18	59,89
N88	3 386	2,12	8,46	Agglo/Sammel/50	0,0	9	15	0	0	30,51	5,44	2,88	1,18	0,77	5,60	36,61
N89	4 354	1,15	4,59	Agglo/Sammel/50	0,0	10	14	0	0	29,64	6,26	2,98	1,28	1,03	7,03	44,86
N90	26 413	1,28	5,12	Agglo/HVS/50	±0,6	5	18	1	0	185,96	39,38	15,36	8,00	5,94	38,58	255,76

ANHANG - A 4 WEITERE ERGEBNISSE DER AUSBREITUNGSRECHNUNGEN

#	DTV	LNF	SNF	Straßentyp	Steigung	frei	dicht	gesättigt	Stop+Go	NOx	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	Benzol
	Kfz/24 h	%	%		%	h	h	h		h	µg/(m •s)					
N91	24 962	1,28	5,12	Agglo/HVS/50	±5,2	5	19	0	0	176,62	41,17	14,41	7,77	5,88	37,33	282,26
N92	7 353	2,00	5,00	Agglo/HVS/50	0,0	8	16	0	0	51,95	10,83	4,13	2,25	1,72	11,36	73,56
N93	32 024	2,53	10,10	Agglo/HVS/50	0,0	5	19	0	0	317,50	54,31	23,55	11,87	7,11	46,71	321,33
N94	30 573	2,53	10,10	Agglo/HVS/50	0,0	5	19	0	0	303,12	51,84	22,48	11,33	6,79	44,64	307,01
N95	16 544	1,00	3,00	Agglo/HVS/50	0,0	5	19	0	0	99,41	23,33	8,27	4,57	3,98	24,44	158,28
N96	11 900	1,00	2,30	Agglo/FernStr-City/50	±3,5	9	15	0	0	55,97	13,93	4,30	3,01	2,88	17,37	111,56
N97	18 189	2,56	10,23	Agglo/FernStr-City/70	0,0	10	14	0	0	119,90	20,22	9,32	5,57	4,03	24,31	148,67
N98	1 064	2,00	5,00	Agglo/HVS/50	-0,9	24	0	0	0	5,12	1,02	0,43	0,28	0,25	1,84	10,46
N99	8 804	2,00	5,00	Agglo/HVS/50	0,0	8	16	0	0	62,19	12,98	4,95	2,69	2,06	13,44	87,27
N100	9 482	2,00	5,00	Agglo/HVS/50	0,0	8	16	0	0	66,97	13,98	5,33	2,90	2,22	14,40	93,67
N101	2 903	2,00	5,00	Agglo/Sammel/50	±1,4	20	4	0	0	16,88	3,64	1,67	0,83	0,68	4,71	29,52
N102	3 096	2,00	5,00	Agglo/Erschliessung/30	±0,6	17	7	0	0	25,86	5,00	2,09	1,04	0,27	7,56	43,54
N103	1 838	2,00	5,00	Land/Sammel-kurv,/50	±4,0	24	0	0	0	11,88	2,65	0,98	0,55	0,43	2,35	16,43
N104	2 322	2,00	5,00	Agglo/Erschliessung/30	0,0	22	2	0	0	20,24	3,96	1,45	0,79	0,20	5,86	34,26
N105	13 033	1,00	1,90	Land/HVS/70	±0,6	22	2	0	0	44,41	11,65	4,21	2,86	3,17	7,74	67,22
N106	13 858	1,00	1,90	Land/HVS/50	0,0	9	15	0	0	60,78	15,29	4,79	3,35	3,37	15,29	90,79
N107	15 403	1,00	1,90	Land/HVS/50	0,0	8	16	0	0	67,96	17,11	5,33	3,73	3,75	16,96	100,86
N108	12 518	1,00	1,90	Land/HVS/50	±0,8	9	15	0	0	54,22	13,85	4,34	3,04	3,05	13,88	83,38
N109	15 351	1,00	1,90	Land/HVS/50	±0,7	8	16	0	0	66,99	17,09	5,32	3,73	3,74	16,93	101,78
N110	20 608	2,53	10,10	Agglo/HVS/50	±0,7	5	8	11	0	196,30	33,33	18,50	7,39	2,65	31,16	208,48
N111	18 189	0,33	1,31	Agglo/FernStr-City/50	0,0	7	17	0	0	72,69	18,60	5,99	4,24	4,47	25,75	156,39
N112	18 770	0,33	1,31	Agglo/FernStr-City/50	±0,7	7	17	0	0	75,12	19,31	6,18	4,37	4,61	26,57	162,15
N113	11 610	0,33	1,31	Agglo/FernStr-City/50	±6,0	9	15	0	0	57,19	15,40	3,99	2,87	2,85	17,24	129,34

**Tabelle A4-4: Angesetztes durchschnittliches tägliches Verkehrsaufkommen und spezifische Emissionen im Planfall 2013**

#	DTV	LNF	SNF	Straßentyp	Steigung	frei	dicht	gesättigt	Stop+Go	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	Benzol
	Kfz/24 h	%	%		%	h	h	h								
P1	14 986	0,69	2,76	Agglo/HVS/50	0,0	6	18	0	0	87,54	20,84	7,32	4,06	3,63	143,43	1,37
P2	14 400	0,69	2,76	Agglo/HVS/50	0,0	6	18	0	0	84,12	20,02	7,03	3,90	3,48	138,02	1,32
P3	10 465	0,66	2,62	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	60,13	14,41	5,04	2,81	2,54	101,33	0,98
P4	10 549	0,66	2,62	Agglo/HVS/50	±1,2	7	17	0	0	59,92	14,76	5,10	2,85	2,56	103,26	0,99
P5	11 470	0,66	2,62	Agglo/HVS/50	±2,7	7	17	0	0	64,75	16,36	5,55	3,11	2,78	115,05	1,08
P6	10 884	0,66	2,62	Agglo/HVS/50	±5,6	7	17	0	0	66,44	17,24	5,35	3,03	2,64	126,44	1,08
P7	4 102	0,41	1,64	Agglo/Sammel/50	0,0	12	12	0	0	20,76	5,27	2,25	1,04	1,01	41,10	0,41
P8	4 437	0,57	2,30	Agglo/Sammel/50	0,0	11	13	0	0	24,29	5,89	2,58	1,17	1,08	44,65	0,44
P9	11 302	0,67	2,69	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	65,36	15,59	5,47	3,05	2,74	109,12	1,05
P10	11 135	0,62	2,49	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	63,17	15,27	5,32	2,97	2,70	107,40	1,04
P11	14 735	0,90	3,61	Land/HVS-kurv./50	±5,6	8	16	0	0	92,31	21,71	7,54	4,18	1,49	133,11	1,10
P12	9 795	0,98	3,94	Agglo/HVS/50	±3,7	7	17	0	0	60,77	14,56	5,17	2,83	2,34	102,96	0,93
P13	9 126	1,75	7,02	Agglo/HVS/50	0,0	9	15	0	0	73,81	13,99	5,66	2,98	2,10	91,74	0,83
P14	15 070	1,23	4,92	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	105,57	22,17	8,40	4,52	3,56	146,69	1,36
P15	837	9,84	39,36	Agglo/Erschliessung/30	0,0	24	0	0	0	28,22	2,97	1,51	0,74	0,05	15,26	0,10
P16	1 088	3,28	13,12	Agglo/Erschliessung/30	0,0	24	0	0	0	15,99	2,35	0,96	0,51	0,09	17,86	0,17
P17	15 153	1,67	6,69	Agglo/HVS/50	±0,7	7	17	0	0	118,25	23,43	9,35	4,92	3,50	150,79	1,35
P18	3 349	0,30	1,18	Agglo/Erschliessung/30	0,0	16	8	0	0	18,76	4,66	1,77	0,90	0,30	45,54	0,51
P19	2 512	0,38	1,51	Agglo/Erschliessung/30	0,0	20	4	0	0	15,14	3,69	1,29	0,70	0,23	35,83	0,39
P20	6 614	1,75	7,02	Agglo/FernStr-City/50	0,0	16	8	0	0	41,16	7,68	3,05	1,95	1,52	60,33	0,58
P21	2 428	1,75	7,02	Agglo/HVS/50	0,0	24	0	0	0	15,75	2,86	1,12	0,72	0,56	24,00	0,24
P22	1 256	1,64	6,56	Agglo/HVS/50	±1,5	24	0	0	0	7,50	1,48	0,57	0,37	0,29	13,18	0,13
P23	586	4,69	18,76	Agglo/HVS/50	0,0	24	0	0	0	6,91	0,92	0,43	0,25	0,12	6,59	0,06
P24	1 005	2,72	10,89	Agglo/HVS/50	0,0	24	0	0	0	8,28	1,31	0,56	0,34	0,22	10,72	0,10
P25	753	0,57	2,30	Agglo/HVS/50	0,0	24	0	0	0	3,30	0,76	0,27	0,18	0,18	7,89	0,08
P26	670	0,62	2,49	Agglo/HVS/50	±2,1	24	0	0	0	2,97	0,72	0,24	0,17	0,16	7,24	0,08
P27	670	0,62	2,49	Agglo/HVS/50	0,0	24	0	0	0	2,99	0,68	0,24	0,16	0,16	7,07	0,08
P28	4 353	0,59	2,36	Agglo/Sammel/50	0,0	11	13	0	0	23,98	5,79	2,54	1,15	1,06	43,88	0,44
P29	11 470	0,61	2,43	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	64,69	15,71	5,45	3,05	2,79	110,42	1,07
P30	12 391	0,77	3,08	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	74,30	17,30	6,16	3,41	2,99	119,58	1,14
P31	670	0,49	1,97	Agglo/Erschliessung/30	0,0	24	0	0	0	4,44	1,05	0,33	0,20	0,06	10,87	0,12
P32	9 879	0,97	3,87	Agglo/HVS/50	±2,1	7	17	0	0	61,28	14,40	5,19	2,85	2,36	99,07	0,93
P33	9 963	0,82	3,28	Agglo/HVS/50	±1,0	7	17	0	0	60,00	14,14	5,03	2,78	2,40	98,16	0,93
P34	16 493	1,57	6,30	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	128,03	25,19	9,95	5,25	3,83	162,01	1,46
P35	6 447	0,43	1,71	Agglo/Sammel/50	±1,1	9	15	0	0	33,74	8,75	3,70	1,66	1,58	64,28	0,63
P36	5 860	0,74	2,95	Agglo/Sammel/50	0,0	9	15	0	0	34,82	8,12	3,66	1,60	1,42	58,72	0,57
P37	4 772	1,03	4,13	Agglo/Sammel/50	0,0	10	14	0	0	31,26	6,77	3,18	1,38	1,14	48,70	0,47
P38	9 209	1,10	4,40	Agglo/Sammel/50	0,0	8	16	0	0	62,44	13,42	6,34	2,70	2,19	91,39	0,86
P39	17 330	1,05	4,20	Agglo/Sammel/50	0,0	5	13	4	2	127,51	27,64	14,72	5,23	2,96	175,49	1,64
P40	13 647	1,07	4,26	Agglo/FernStr-City/50	±1,1	8	16	0	0	72,21	15,45	5,48	3,67	3,25	122,55	1,18
P41	11 386	0,71	2,82	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	66,66	15,77	5,56	3,09	2,75	110,02	1,06
P42	1 256	0,82	3,28	Agglo/Sammel/50	0,0	24	0	0	0	6,07	1,34	0,58	0,32	0,30	12,81	0,13
P43	5 777	1,82	7,28	Agglo/Erschliessung/50	0,0	6	16	2	0	49,09	8,68	5,05	1,94	0,53	77,01	0,78
P44	8 540	1,23	4,92	Agglo/Sammel/50	0,0	8	16	0	0	60,38	12,63	6,06	2,57	2,02	85,43	0,80

ANHANG - A 4 WEITERE ERGEBNISSE DER AUSBREITUNGSRECHNUNGEN

#	DTV	LNF	SNF	Straßentyp	Steigung	frei	dicht	gesättigt	Stop+Go	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	Benzol
	Kfz/24 h	%	%		%	h	h	h		h	µg/(m <sup>3</sup> •s)					
P45	670	0,49	1,97	Agglo/Erschliessung/30	0,0	24	0	0	0	4,44	1,05	0,33	0,20	0,06	10,87	0,12
P46	10 130	0,80	3,21	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	61,48	14,18	5,08	2,80	2,44	98,73	0,94
P47	3 433	4,40	17,58	Agglo/HVS/50	±0,6	16	8	0	0	42,37	6,07	2,96	1,53	0,69	37,69	0,30
P48	4 186	3,94	15,74	Agglo/HVS/50	0,0	11	13	0	0	53,17	7,72	3,73	1,85	0,87	46,32	0,38
P49	3 181	5,18	20,73	Agglo/Erschliessung/50	±0,7	11	13	0	0	49,12	6,41	4,26	1,65	0,31	46,37	0,40
P50	6 530	0,31	1,25	Agglo/Sammel/50	±0,9	9	15	0	0	32,66	8,72	3,62	1,64	1,61	64,68	0,64
P51	13 981	0,93	3,74	Agglo/HVS/50	0,0	8	16	0	0	88,48	19,78	7,21	3,96	3,35	134,73	1,27
P52	13 981	0,93	3,74	Agglo/HVS/50	0,0	8	16	0	0	88,48	19,78	7,21	3,96	3,35	134,73	1,27
P53	16 242	0,89	3,54	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	101,47	23,00	8,31	4,56	3,90	155,79	1,47
P54	16 409	0,89	3,54	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	102,51	23,23	8,40	4,61	3,94	157,34	1,49
P55	14 819	0,97	3,87	Agglo/HVS/50	0,0	8	16	0	0	94,84	21,04	7,71	4,22	3,54	142,66	1,34
P56	25 284	0,82	3,28	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	154,28	35,57	12,72	7,01	6,08	238,90	2,25
P57	3 349	0,25	0,98	Agglo/Sammel/50	0,0	18	6	0	0	14,49	3,85	1,56	0,80	0,83	32,82	0,34
P58	2 093	1,31	5,25	Agglo/Sammel/50	-1,1	12	12	0	0	12,36	2,52	1,41	0,59	0,49	21,08	0,21
P59	2 930	1,54	6,17	Agglo/Sammel/50	-1,0	9	15	0	0	19,37	3,82	2,17	0,88	0,68	29,49	0,29
P60	7 367	1,30	5,18	Agglo/Sammel/50	0,0	6	15	3	0	53,33	10,88	5,72	2,23	1,47	74,77	0,70
P61	27 544	1,02	4,07	Agglo/HVS/50	±1,6	6	18	0	0	175,18	40,42	14,69	8,00	6,57	266,24	2,45
P62	21 767	0,92	3,67	Agglo/HVS/50	±0,7	5	11	8	0	133,91	30,01	13,16	6,04	3,52	208,14	1,98
P63	21 767	0,92	3,67	Agglo/HVS/50	±1,2	5	11	8	0	132,78	30,18	13,18	6,06	3,52	209,46	1,99
P64	24 698	1,03	4,13	Agglo/HVS/50	±3,5	4	7	8	5	193,56	44,14	22,20	7,89	2,98	272,07	2,44
P65	8 121	1,02	4,07	Agglo/Sammel/50	±4,3	8	16	0	0	51,90	12,44	5,51	2,38	1,94	89,13	0,79
P66	6 865	1,16	4,66	Agglo/Sammel/50	±0,7	9	15	0	0	46,54	10,04	4,77	2,04	1,63	69,60	0,65
P67	5 609	1,34	5,38	Agglo/Sammel/50	±0,7	9	15	0	0	40,14	8,36	4,06	1,72	1,32	57,86	0,54
P68	3 181	0,08	0,33	Agglo/Sammel/50	0,0	18	6	0	0	12,77	3,58	1,42	0,73	0,79	31,18	0,33
P69	16 326	1,10	4,40	Agglo/HVS/50	0,0	5	19	0	0	110,51	23,88	8,90	4,79	3,88	158,35	1,47
P70	11 553	1,15	4,59	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	78,87	16,83	6,32	3,41	2,74	113,28	1,06
P71	11 553	1,15	4,59	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	78,87	16,83	6,32	3,41	2,74	113,28	1,06
P72	6 530	0,95	3,80	Agglo/HVS/50	±1,9	9	15	0	0	39,98	9,34	3,37	1,87	1,56	66,24	0,63
P73	8 372	1,51	6,04	Agglo/Sammel/50	0,0	8	16	0	0	64,42	12,76	6,33	2,64	1,95	84,61	0,78
P74	2 177	0,08	0,33	Agglo/Erschliessung/30	0,0	10	14	0	0	10,35	2,73	1,15	0,55	0,20	29,98	0,35
P75	9 879	0,90	3,61	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	62,13	13,99	5,08	2,79	2,37	96,73	0,92
P76	4 772	0,82	3,28	Agglo/Sammel/50	±1,0	10	14	0	0	28,57	6,67	3,02	1,33	1,15	48,88	0,47
P77	8 121	0,77	3,08	Agglo/Sammel/50	±0,7	8	16	0	0	48,63	11,48	5,15	2,25	1,96	80,76	0,77
P78	1 256	0,82	3,28	Agglo/Sammel/50	0,0	24	0	0	0	6,07	1,34	0,58	0,32	0,30	12,81	0,13
P79	2 847	0,90	3,61	Agglo/Sammel/50	0,0	21	3	0	0	15,07	3,32	1,46	0,75	0,68	28,06	0,28
P80	4 856	1,56	6,23	Agglo/Sammel/50	0,0	8	16	0	0	37,91	7,42	3,71	1,55	1,13	50,65	0,47
P81	5 023	1,64	6,56	Agglo/Sammel/50	0,0	8	16	0	0	40,14	7,75	3,91	1,62	1,16	52,42	0,48
P82	5 023	1,77	7,08	Agglo/Sammel/50	0,0	10	14	0	0	41,11	7,73	3,95	1,65	1,16	52,27	0,48
P83	3 098	2,21	8,86	Agglo/Sammel/50	0,0	9	15	0	0	28,61	5,02	2,69	1,10	0,70	33,78	0,31
P84	4 353	2,41	9,64	Agglo/Sammel/50	0,0	10	14	0	0	41,80	7,15	3,88	1,58	0,97	46,57	0,41
P85	4 270	0,64	2,56	Agglo/Sammel/50	0,0	12	12	0	0	23,74	5,64	2,49	1,13	1,04	42,96	0,43
P86	2 512	6,00	24,01	Agglo/HVS/50	0,0	24	0	0	0	35,50	4,44	2,16	1,21	0,46	26,90	0,21
P87	23 693	1,28	5,12	Agglo/HVS/50	±0,6	5	19	0	0	167,27	35,53	13,50	7,20	5,58	230,19	2,10
P88	23 693	1,28	5,12	Agglo/HVS/50	±5,2	5	19	0	0	167,65	39,07	13,68	7,38	5,58	268,19	2,22
P89	6 447	2,00	5,00	Agglo/HVS/50	0,0	9	15	0	0	45,29	9,41	3,60	1,97	1,51	64,75	0,61
P90	26 874	2,53	10,10	Agglo/HVS/50	0,0	6	18	0	0	265,38	45,38	19,66	9,94	5,97	269,97	2,28



ANHANG - A 4 WEITERE ERGEBNISSE DER AUSBREITUNGSRECHNUNGEN

#	DTV	LNF	SNF	Straßentyp	Steigung	frei	dicht	gesättigt	Stop+Go	NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	Benzol
	Kfz/24 h	%	%		%	h	h	h								
P91	21 098	2,53	10,10	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	207,80	35,47	15,38	7,79	4,68	212,68	1,80
P92	15 572	1,00	3,00	Agglo/HVS/50	0,0	5	19	0	0	93,58	21,95	7,79	4,30	3,75	149,29	1,42
P93	10 800	1,00	2,30	Agglo/FernStr-City/50	±3,5	9	15	0	0	50,80	12,64	3,90	2,73	2,62	101,69	0,98
P94	20 847	2,56	10,23	Agglo/FernStr-City/70	0,0	9	15	0	0	137,52	23,15	10,68	6,38	4,62	169,07	1,60
P95	4 270	2,00	5,00	Agglo/HVS/50	-0,9	12	12	0	0	25,34	5,25	2,23	1,22	1,00	40,94	0,41
P96	11 200	2,00	5,00	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	79,43	16,62	6,33	3,43	2,62	110,09	1,02
P97	11 200	2,00	5,00	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	79,43	16,62	6,33	3,43	2,62	110,09	1,02
P98	3 684	2,00	5,00	Agglo/Sammel/50	±1,4	17	7	0	0	22,67	4,90	2,28	1,08	0,86	37,56	0,36
P99	3 684	2,00	5,00	Agglo/Erschliessung/30	±0,6	12	12	0	0	30,21	5,72	2,66	1,22	0,32	50,18	0,53
P100	2 500	2,00	5,00	Land/Sammel-kurv,/50	±4,0	22	2	0	0	16,09	3,57	1,41	0,75	0,53	21,88	0,19
P101	1 674	2,00	5,00	Agglo/Erschliessung/30	0,0	24	0	0	0	14,80	2,92	1,01	0,57	0,15	25,68	0,27
P102	11 180	1,00	1,90	Land/HVS/70	±0,6	24	0	0	0	36,28	9,47	3,58	2,42	2,72	56,32	0,40
P103	11 180	1,00	1,90	Land/HVS/50	0,0	9	15	0	0	49,04	12,33	3,86	2,71	2,72	73,68	0,74
P104	13 545	1,00	1,90	Land/HVS/50	0,0	9	15	0	0	59,41	14,95	4,68	3,28	3,30	88,79	0,89
P105	12 470	1,00	1,90	Land/HVS/50	±0,8	9	15	0	0	54,01	13,79	4,32	3,03	3,04	83,07	0,82
P106	12 040	1,00	1,90	Land/HVS/50	±0,7	9	15	0	0	52,24	13,31	4,17	2,92	2,93	80,15	0,79
P107	921	1,00	0,00	Agglo/Erschliessung/30	+1,3	24	0	0	0	5,66	1,64	0,42	0,27	0,08	14,91	0,17
P108	12 100	3,00	9,00	Agglo/HVS/50	0,0	24	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
P109	12 100	3,00	9,00	Agglo/HVS/50	0,0	24	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
P110	23 526	2,38	9,51	Agglo/HVS/50	0,0	7	17	0	0	224,07	39,00	16,69	8,50	5,26	235,36	2,01
P111	28 381	2,53	10,10	Agglo/HVS/50	±0,7	4	6	2	12	464,71	74,46	46,64	13,58	3,03	363,36	2,85
P112	18 921	0,33	1,31	Agglo/FernStr-City/50	0,0	7	17	0	0	75,61	19,35	6,23	4,41	4,65	162,46	1,64
P113	18 167	0,33	1,31	Agglo/FernStr-City/50	±0,7	7	17	0	0	72,71	18,69	5,98	4,23	4,47	157,12	1,58
P114	11 610	0,33	1,31	Agglo/FernStr-City/50	±6,0	9	15	0	0	57,19	15,40	3,99	2,87	2,85	129,34	1,09

## Ermittlung der Vorbelastung von Ruß, CO und Benzol

### Ruß

Rußmessungen wurden an den Luftmessstationen Aalen und Stuttgart-Bad Cannstatt durchgeführt. In Tabelle A4-5 sind die gemessenen Wert aufgeführt.

**Tabelle A4-5: Ruß – Immissionsmessungen der LUBW an den Hintergrundstationen Aalen und Stuttgart – Bad Cannstatt seit 2010 in µg/m³**

Ruß-Jahresmittelwert	Aalen	Stuttgart-Bad Cannstatt
2011	2,0	2,3
2010	2,1	2,3

Die Hintergrundbelastung durch Ruß wird mit 12,5 % der PM<sub>10</sub>-Hintergrundbelastung angesetzt.

### Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid-Konzentrationen (CO) wurden nur an den beiden Stationen Aalen und Stuttgart-Bad Cannstatt gemessen (siehe Tabelle A4-6). Im Jahr 2011 liegt kein Messwert an der Station Stuttgart-Bad Cannstatt vor. Ausgewiesen wird bei Kohlenmonoxid nicht der Jahresmittelwert, sondern der maximale 8 h-Mittelwert.

**Tabelle A4-6: CO – Immissionsmessungen der LUBW an den Hintergrundstationen Aalen und Stuttgart – Bad Cannstatt seit 2010 in mg/m³**

CO – max. 8 h-Mittelwert	Aalen	Stuttgart-Bad Cannstatt
2011	1,4	–
2010	1,4	1,5

### Benzol

Benzol-Messungen liegen ebenfalls nur an den beiden Stationen Aalen und Stuttgart-Bad Cannstatt vor (siehe Tabelle A4-7). Im Jahr 2011 liegt kein Messwert an der Station Stuttgart-Bad Cannstatt vor.

**Tabelle A4-7: Benzol – Immissionsmessungen der LUBW an den Hintergrundstationen Aalen und Stuttgart – Bad Cannstatt seit 2010 in µg/m³**

Benzol-Jahresmittelwert	Aalen	Stuttgart-Bad Cannstatt
2011	1,0	1,1
2010	1,3	1,4

Für Benzol werden die Messwerte der LUBW-Messung aus dem Jahr 2010 in Stuttgart Bad Cannstatt verwendet.

## Ergebnisabbildungen

### Stickstoffdioxid NO<sub>2</sub>

Abbildung A4-3:  
NO<sub>2</sub>-Zusatzbelastung in  
1,5 m ü. Gr. im Nullfall

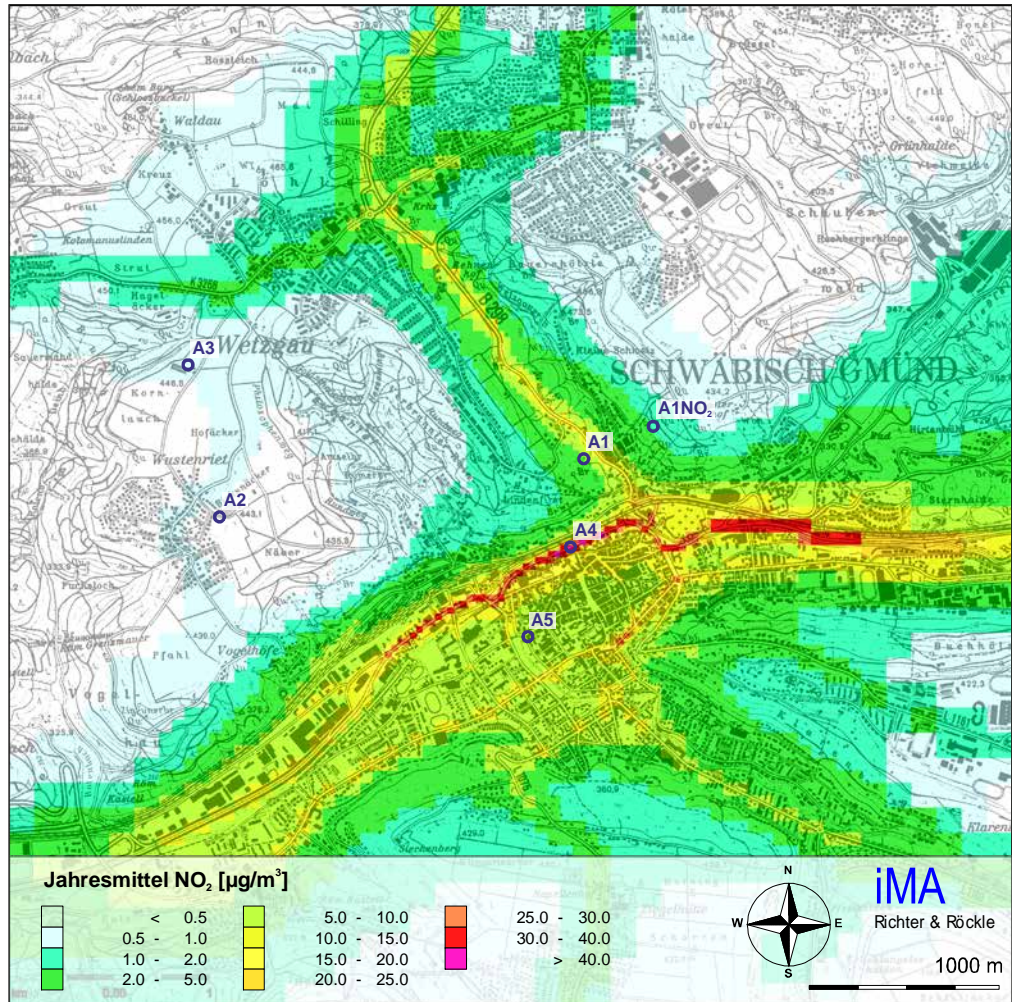


Abbildung A4-4:  
NO<sub>2</sub>-Zusatzbelastung in  
1,5 m ü. Gr. im Planfall  
– ohne Beitrag Kamin

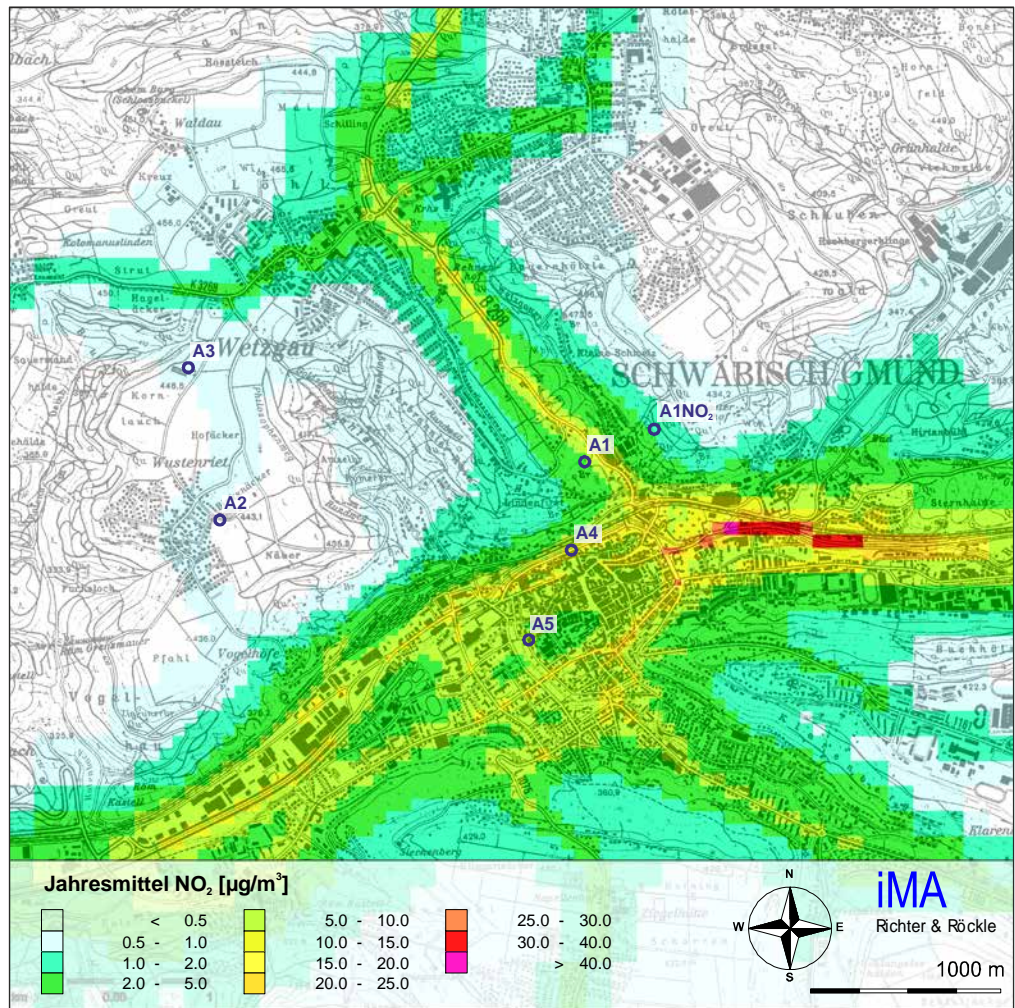
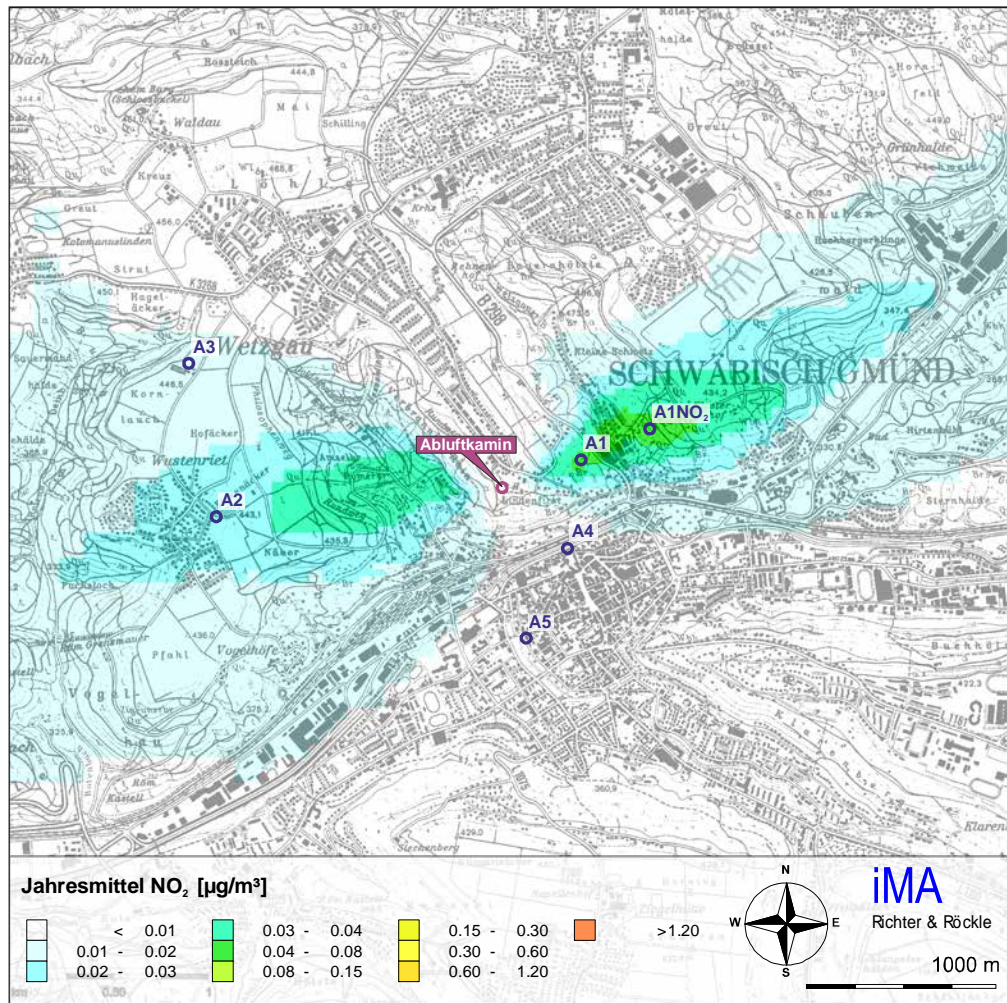


Abbildung A4-5:  
 NO<sub>2</sub>-Zusatzbelastung in  
 1,5 m ü. Gr. im Planfall  
 – Beitrag Kamin (ohne  
 Filter)



**Feinstaub PM<sub>10</sub>**

Abbildung A4-6:  
PM<sub>10</sub>-Zusatzbelastung  
in 1,5 m ü. Gr. im  
Nullfall

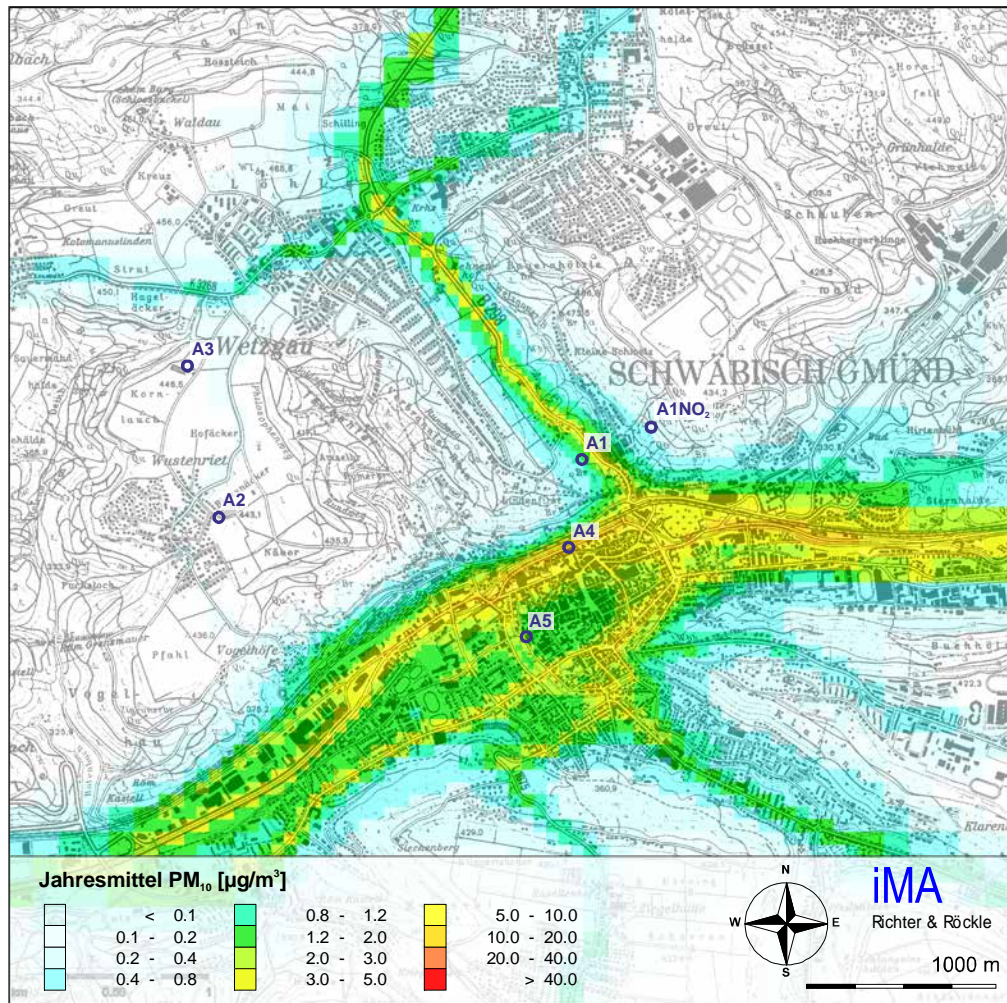


Abbildung A4-7:  
 PM<sub>10</sub>-Zusatzbelastung  
 in 1,5 m ü. Gr. im  
 Planfall – ohne Beitrag  
 Kamin

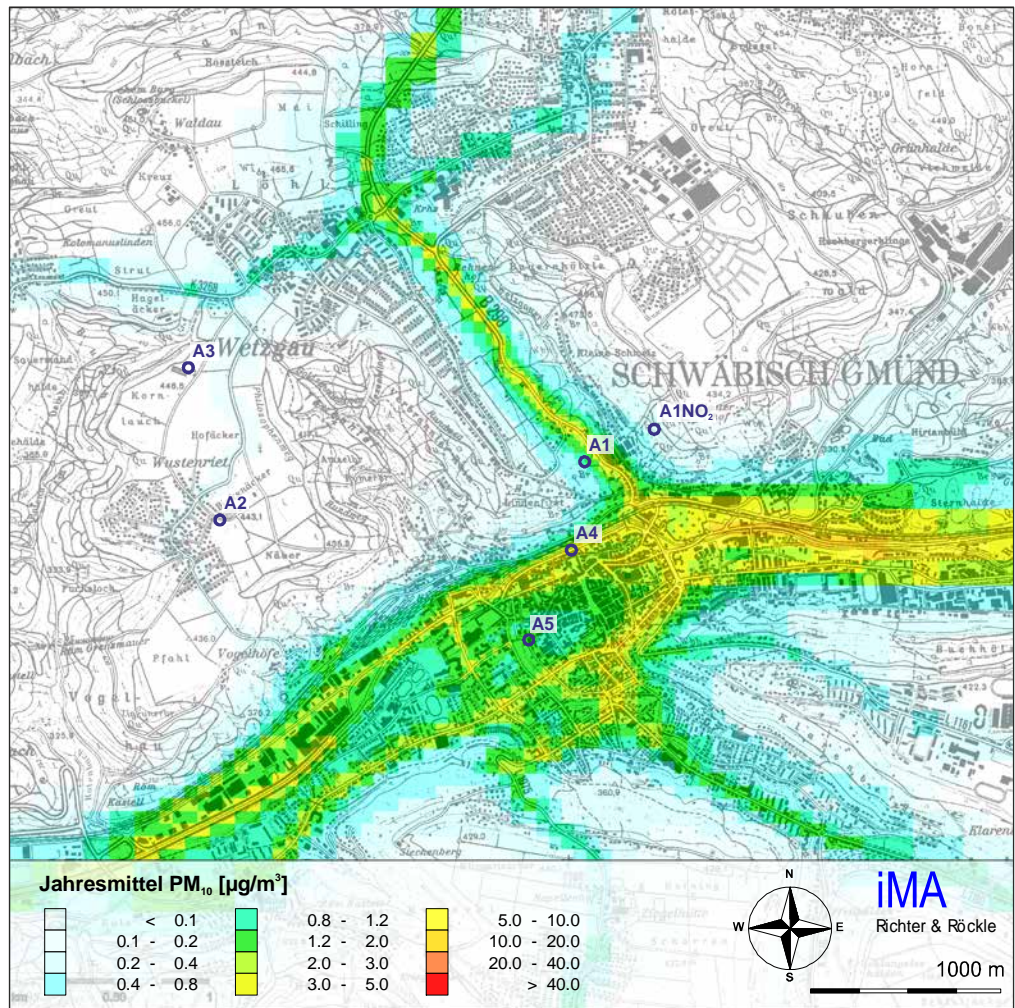
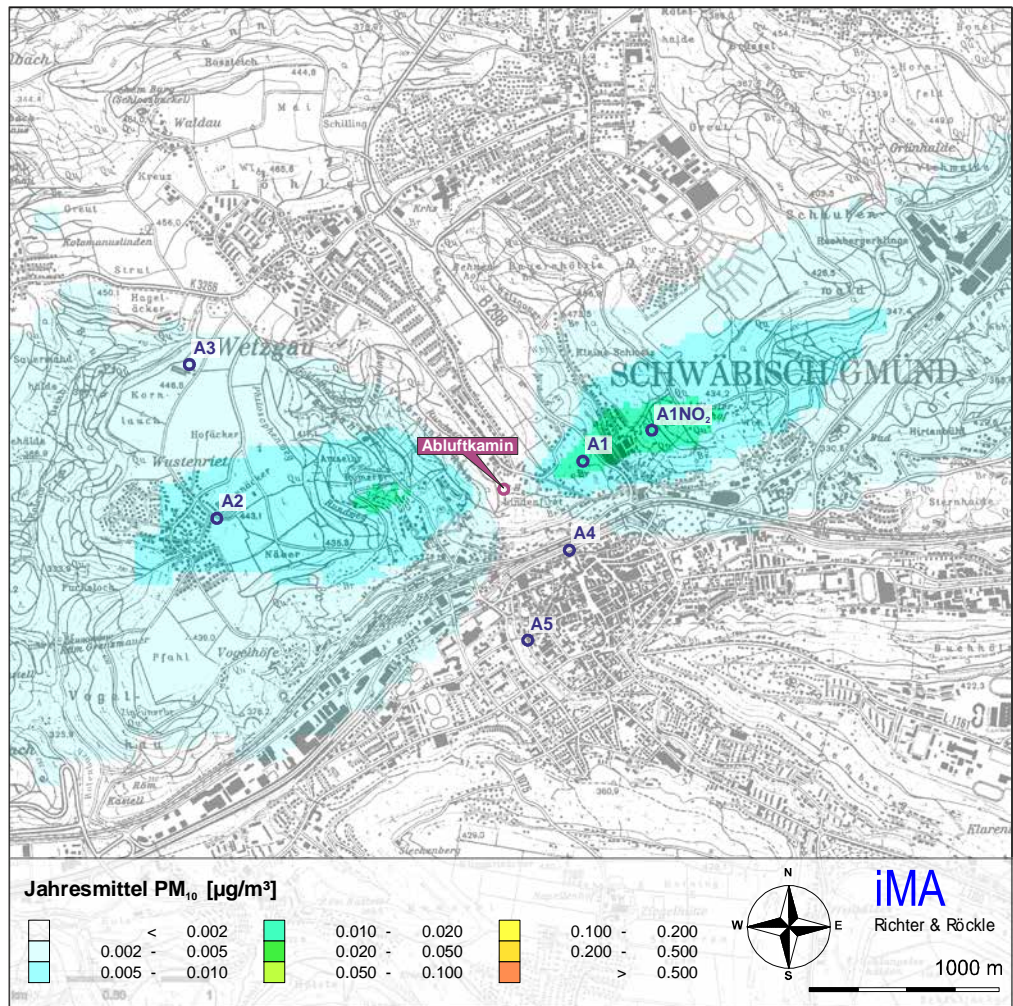


Abbildung A4-8:  
PM<sub>10</sub>-Zusatzbelastung  
in 1,5 m ü. Gr. im  
Planfall – Beitrag Ka-  
min (ohne Filter)





**Feinstaub PM<sub>2,5</sub>**

Abbildung A4-9:  
PM<sub>2,5</sub>-Zusatzbelastung  
in 1,5 m ü. Gr. im  
Nullfall

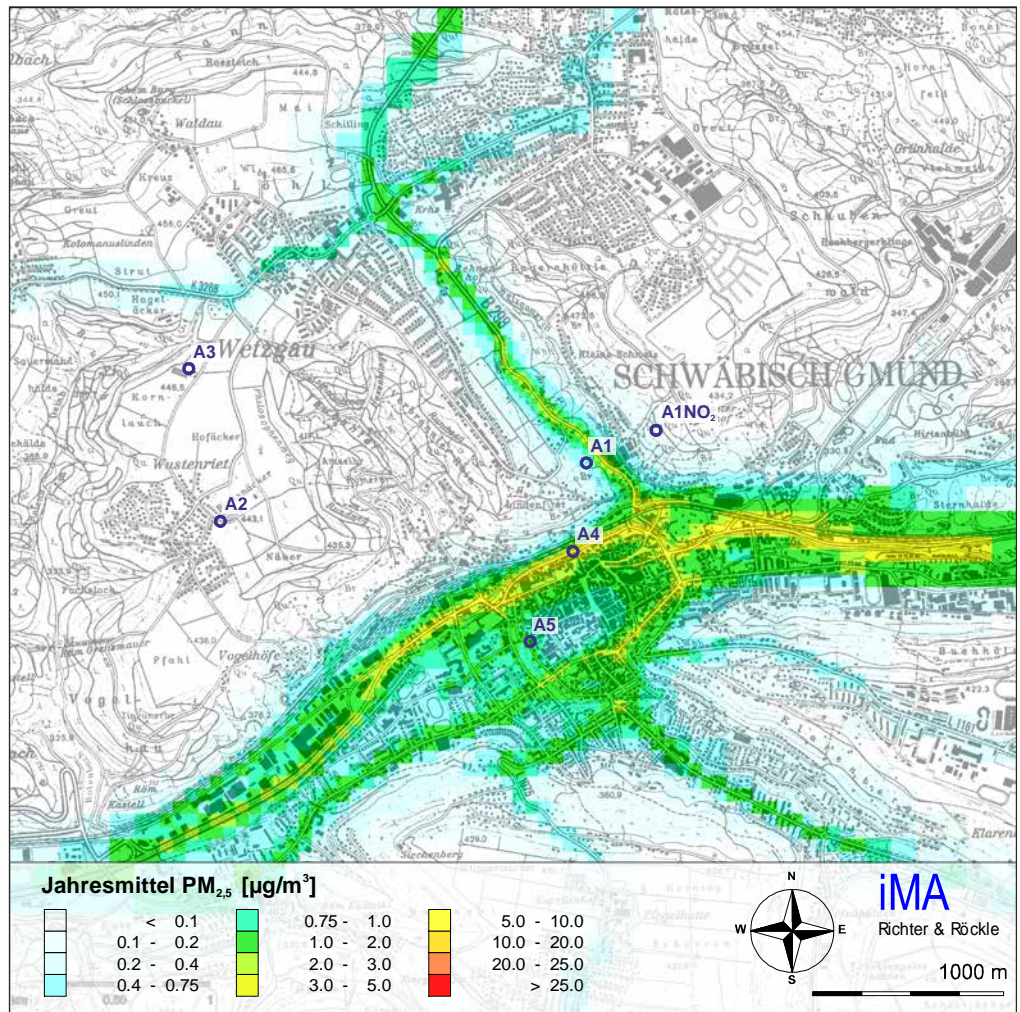


Abbildung A4-10:  
PM<sub>2,5</sub>-Zusatzbelastung  
in 1,5 m ü. Gr. im  
Planfall – ohne Beitrag  
Kamin

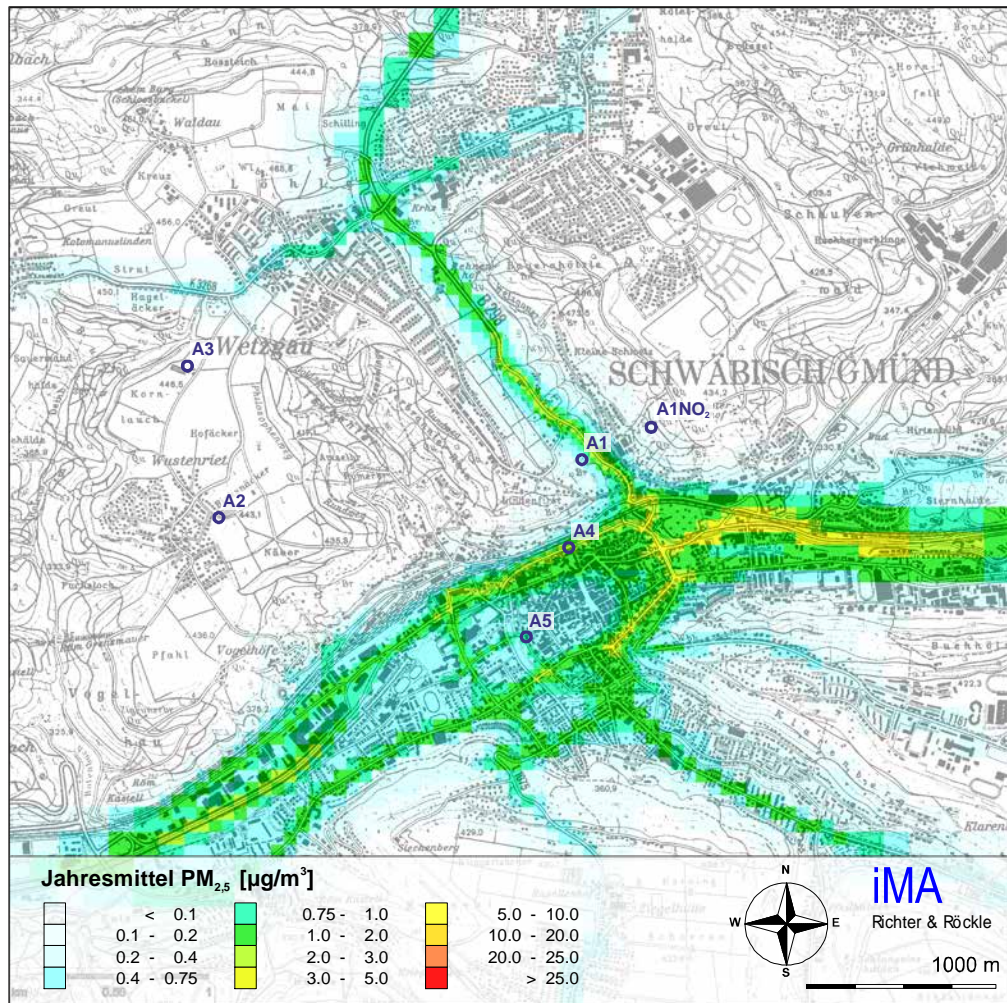
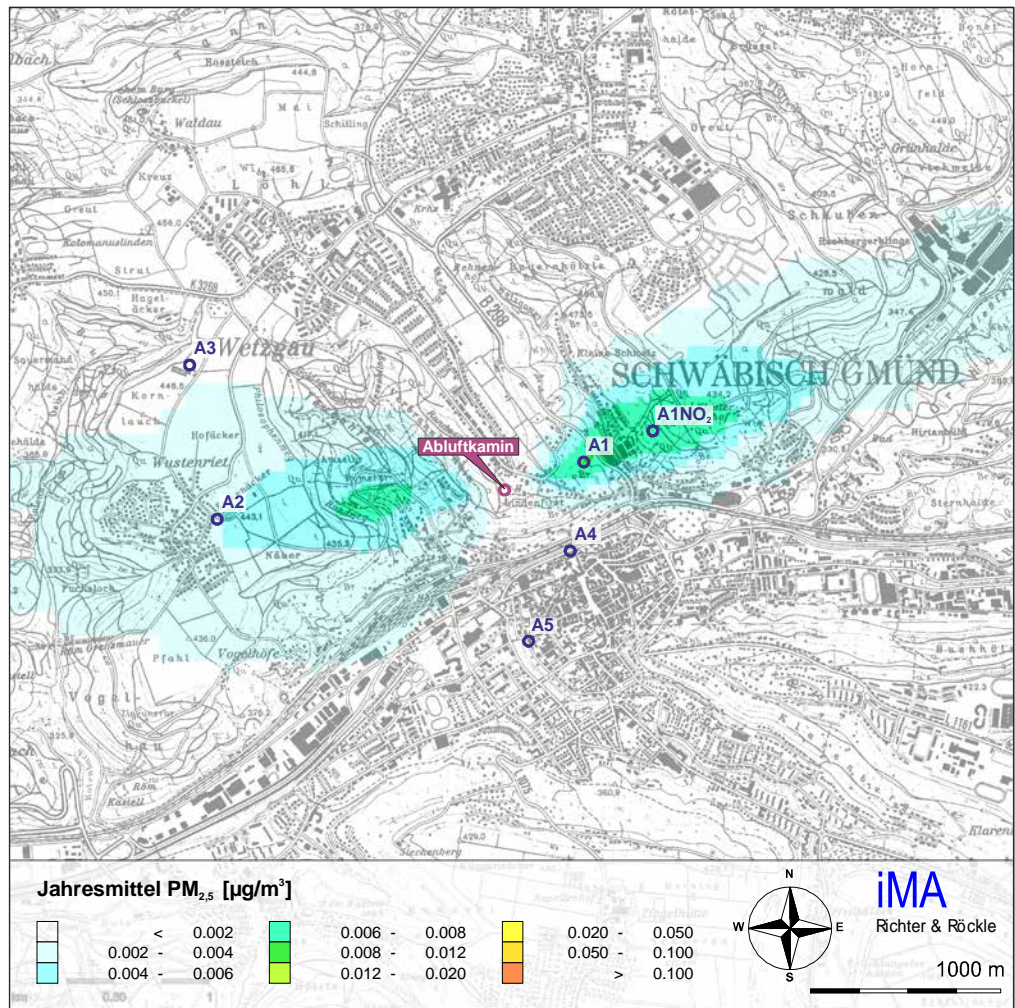


Abbildung A4-11:  
PM<sub>2,5</sub>-Zusatzbelastung  
in 1,5 m ü. Gr. im  
Planfall – Beitrag Ka-  
min (ohne Filter)



**Stickoxide NO<sub>x</sub>**

Abbildung A4-12:  
NO<sub>x</sub>-Zusatzbelastung in  
1,5 m ü. Gr. im Nullfall

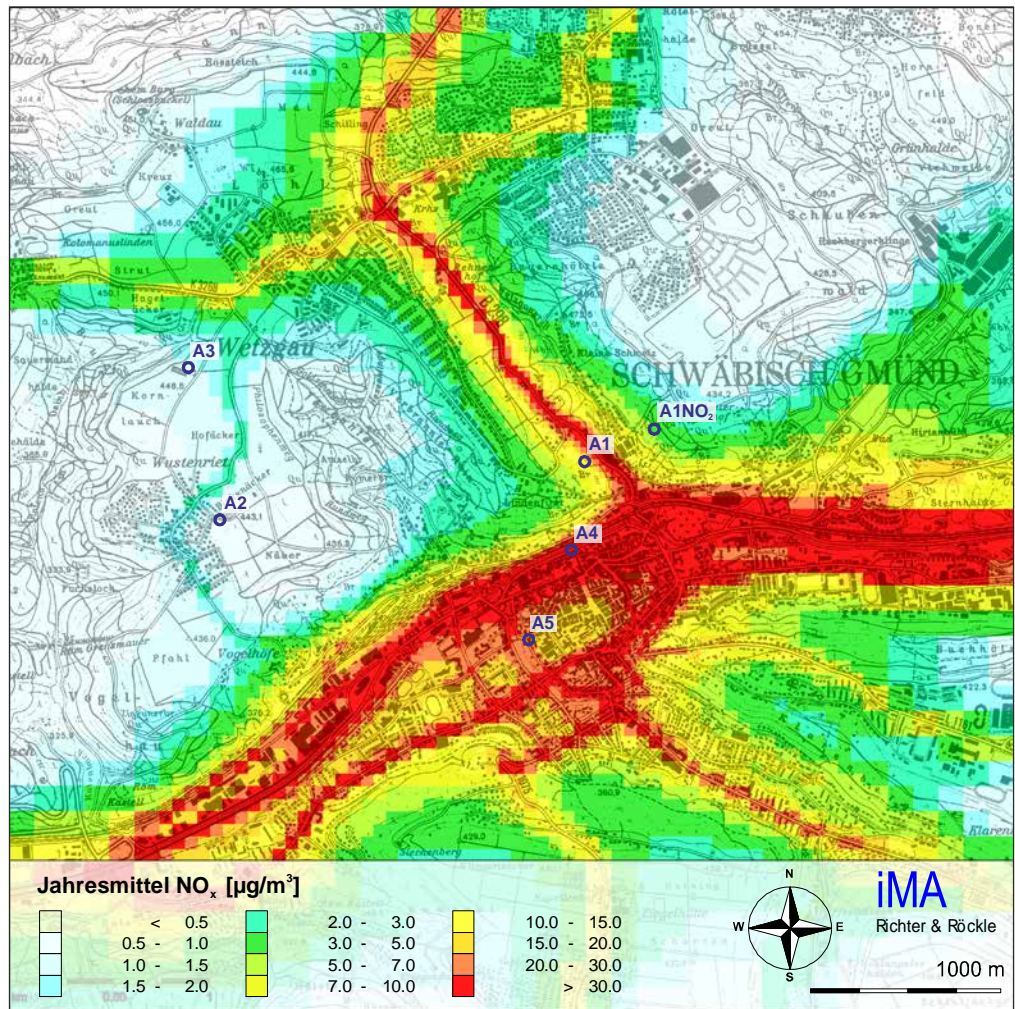


Abbildung A4-13:  
NO<sub>x</sub>-Zusatzbelastung  
in 1,5 m ü. Gr. im  
Planfall – ohne Beitrag  
Kamin

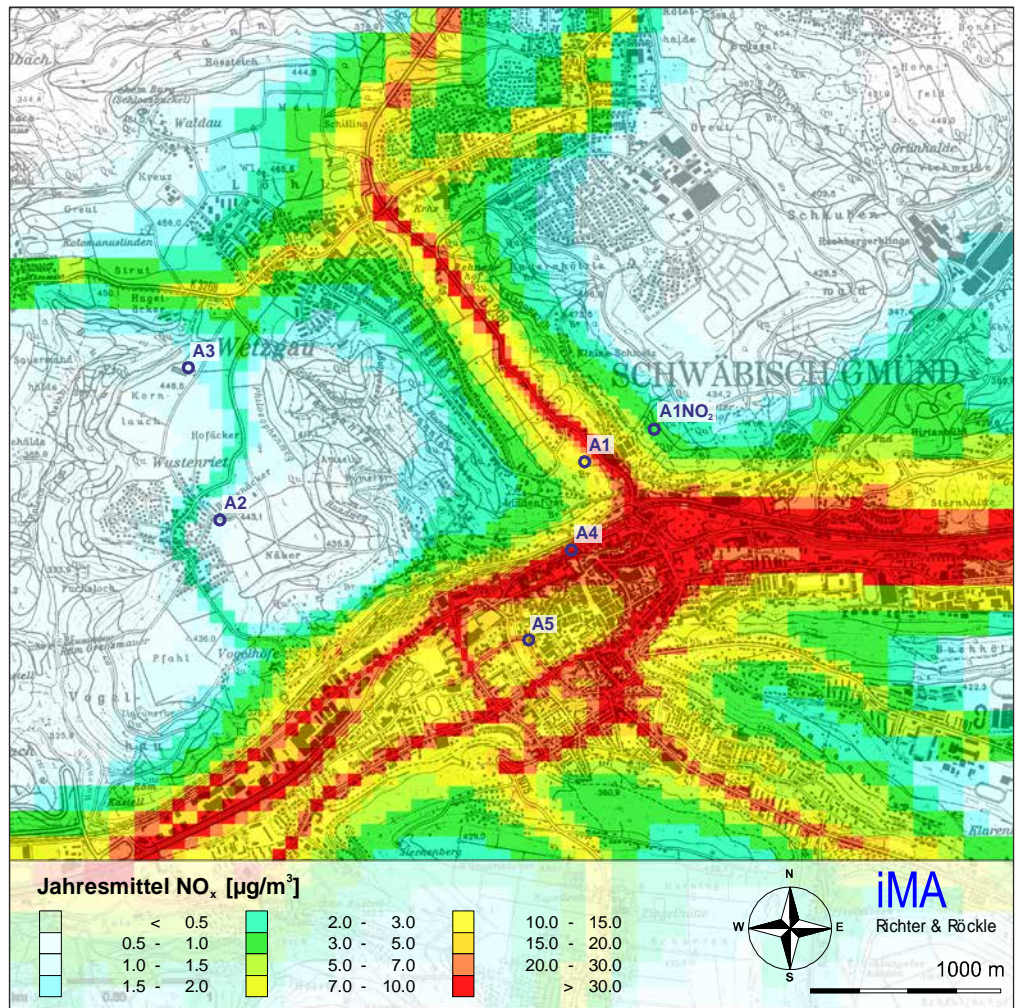
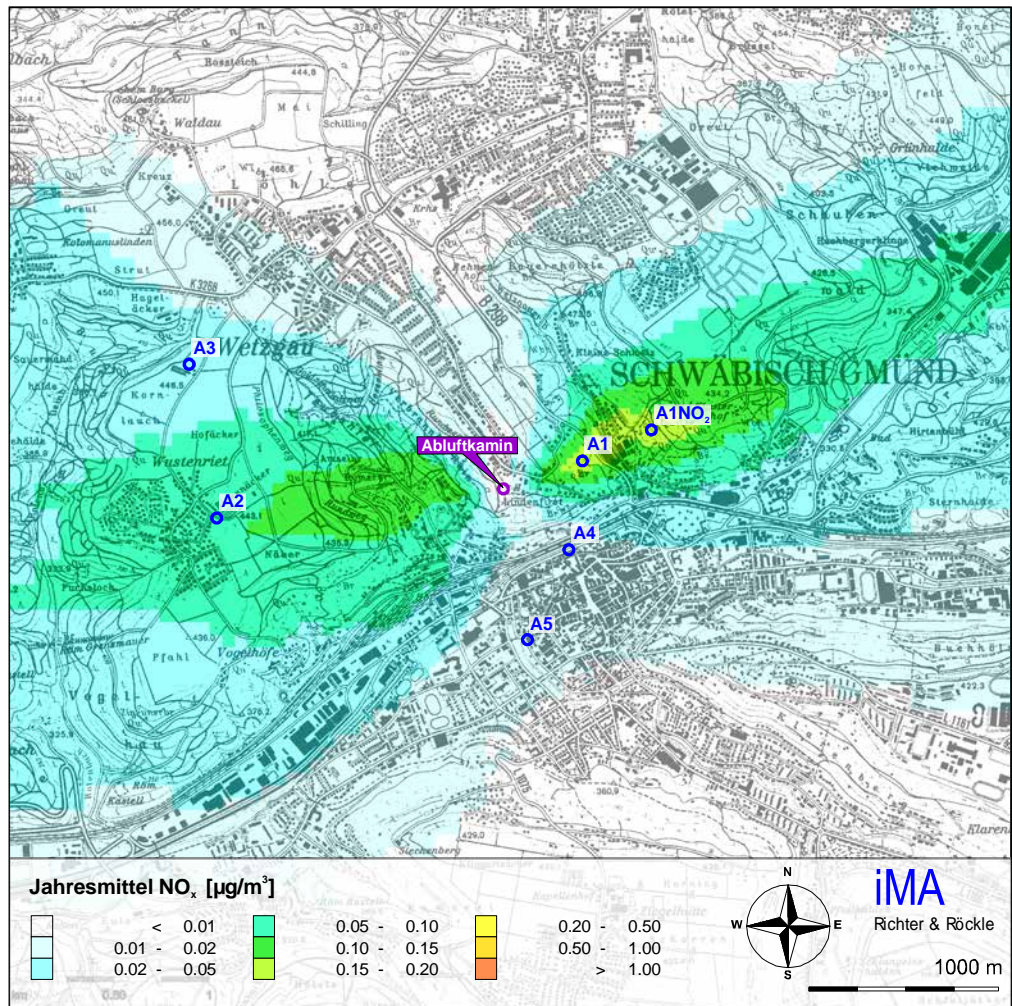


Abbildung A4-14:  
NO<sub>x</sub>-Zusatzbelastung  
in 1,5 m ü. Gr. im  
Planfall – Beitrag Ka-  
min (ohne Filter)



## Stickstoffdeposition

Abbildung A4-15:  
Zusatzbelastung Stickstoffdeposition im Nullfall

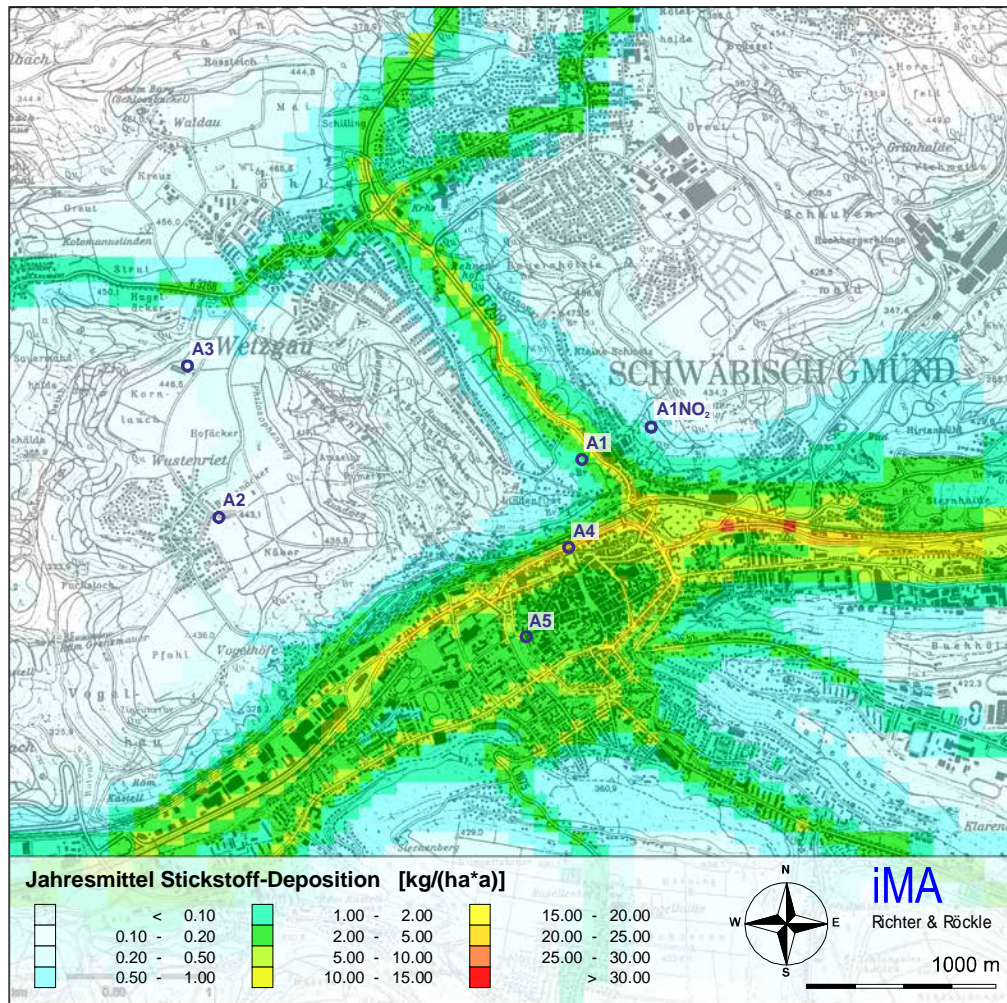
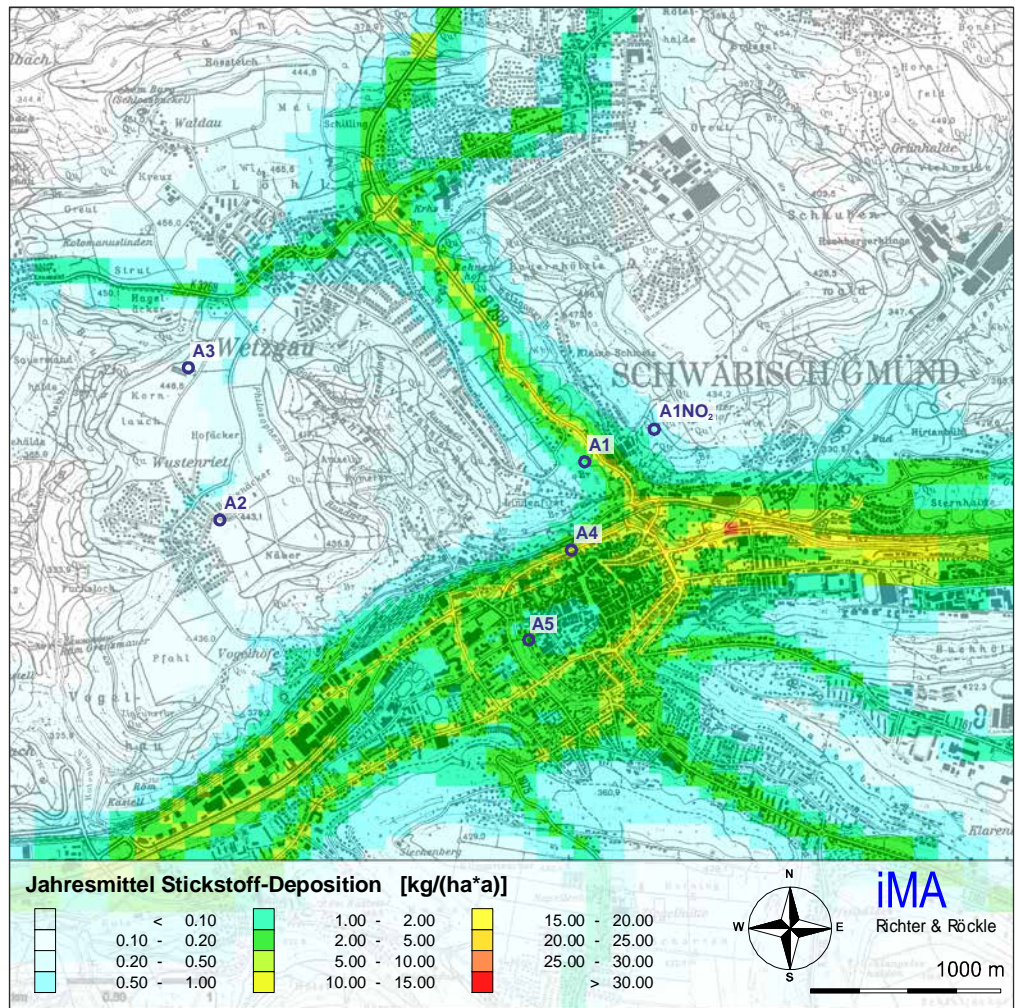


Abbildung A4-16:  
Zusatzbelastung Stickstoffdeposition im Planfall – ohne Beitrag Kamin





## Staubdeposition

Abbildung A4-17:  
Zusatzbelastung  
Staubdeposition im  
Nullfall

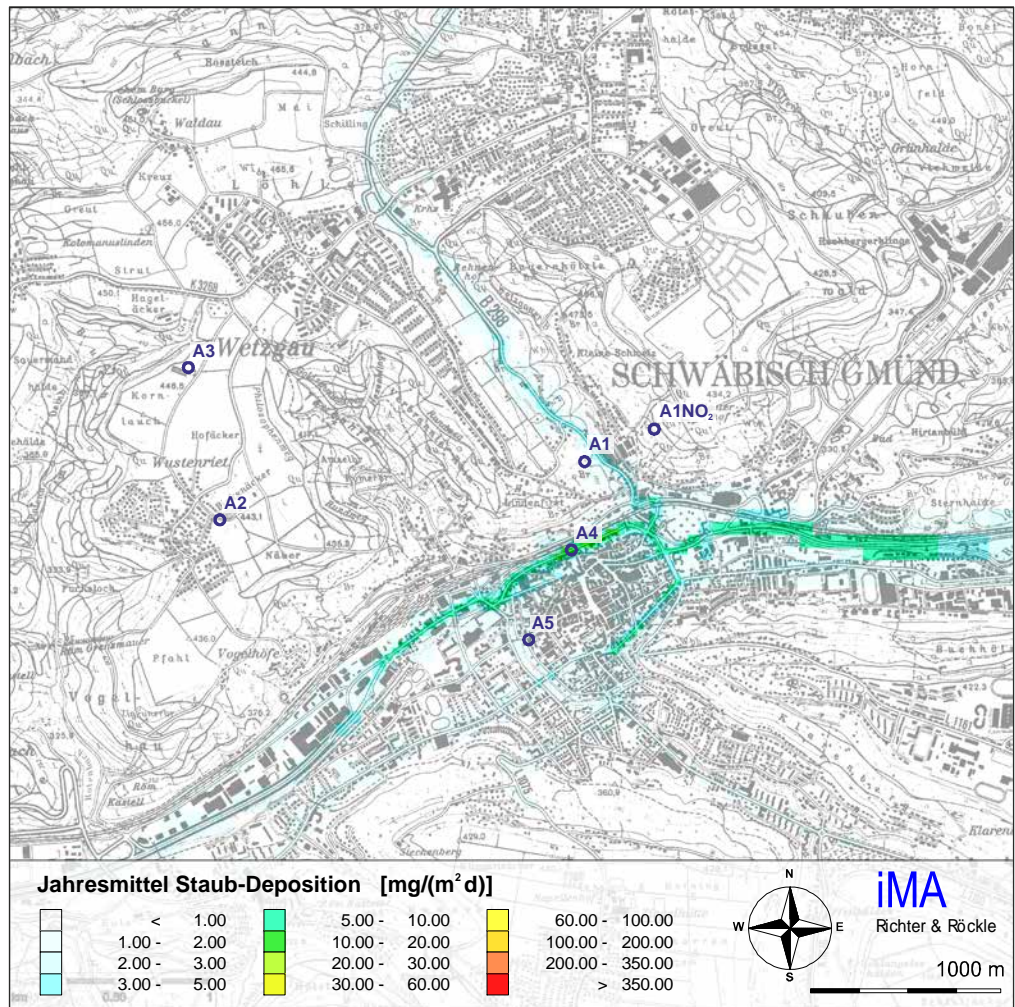
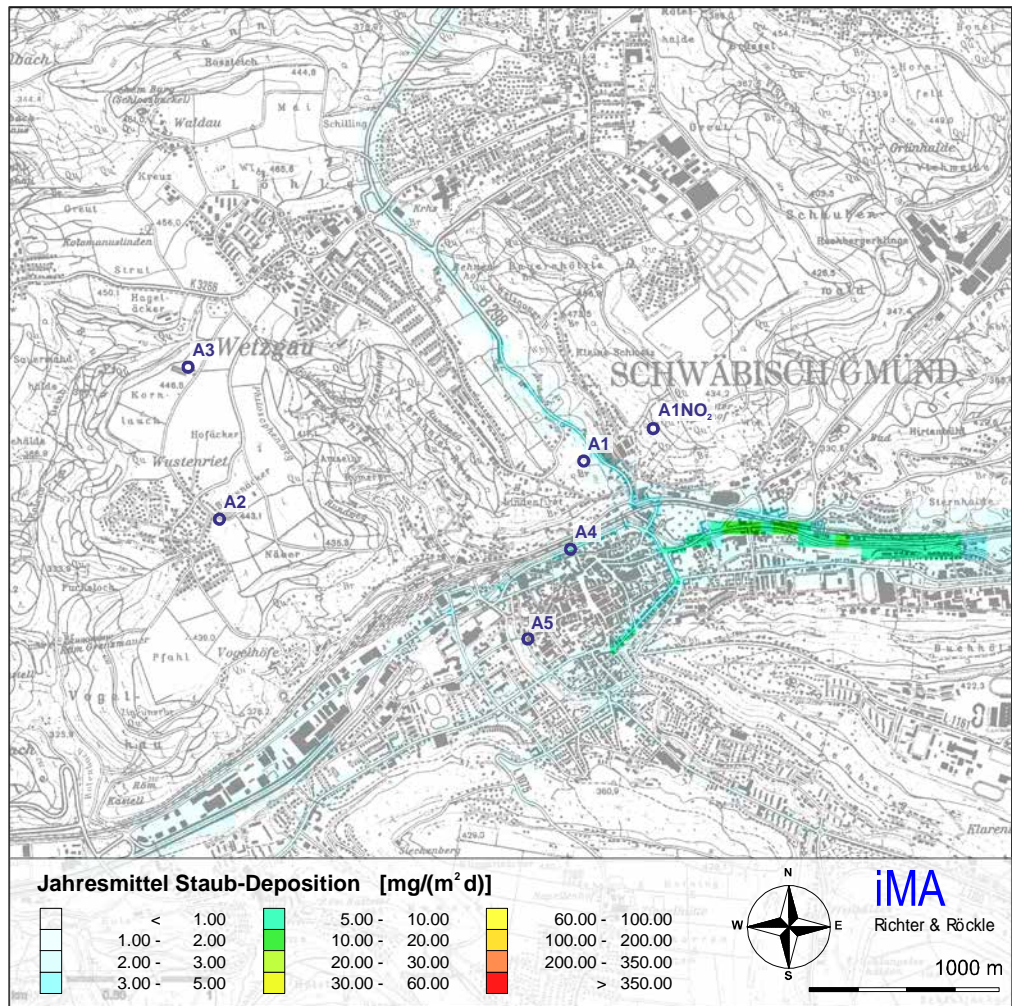


Abbildung A4-18:  
Zusatzbelastung  
Staubdeposition im  
Planfall – ohne Beitrag  
Kamin



### Zusatzbelastung Kohlenmonoxid

In Tabelle A4-8 sind die CO-Immissionsbeiträge an den Aufpunkten dargestellt.

Tabelle A4-8: CO-Immissionsbeiträge an den Aufpunkten in 1,5 m ü. Gr.

Aufpunkt	Nullfall	Planfall ohne Beitrag Kamin	Planfall Beitrag Kamin (ohne Fil- ter)	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	19,8	18,5	0,27	18,8
A2 – Wustenriet	1,5	1,6	0,12	1,7
A3 – Weleda	2,2	2,1	0,06	2,2
A4 – Verkehr B29	208,3	94,9	0,02	95,0
A5 – städtischer Hintergrund	40,2	31,4	0,02	31,4

### Zusatzbelastung Benzol

In Tabelle A4-9 sind die Benzol-Immissionsbeiträge an den Aufpunkten dargestellt.

**Tabelle A4-9: Benzol-Immissionsbeiträge an den Aufpunkten in 1,5 m ü. Gr.**

Aufpunkt	Nullfall	Planfall ohne Beitrag Kamin	Planfall Beitrag Kamin (ohne Filter)	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	0,2	0,2	0,00	0,2
A2 – Wustenriet	0,0	0,7	0,00	0,7
A3 – Weleda	0,0	0,0	0,00	0,0
A4 – Verkehr B29	1,8	0,9	0,00	0,9
A5 – städtischer Hintergrund	0,4	0,3	0,00	0,3

### Zusatzbelastung Ruß

In Tabelle A4-10 sind die Benzol-Immissionsbeiträge an den Aufpunkten dargestellt.

**Tabelle A4-10: Ruß-Immissionsbeiträge an den Aufpunkten in 1,5 m ü. Gr.**

Aufpunkt	Nullfall	Planfall ohne Beitrag Kamin	Planfall Beitrag Kamin (ohne Filter)	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	0,2	0,2	0,00	0,2
A2 – Wustenriet	0,0	0,0	0,00	0,0
A3 – Weleda	0,0	0,0	0,00	0,0
A4 – Verkehr B29	3,9	1,1	0,00	1,1
A5 – städtischer Hintergrund	0,5	0,4	0,00	0,4

## Gesamtbelastung Kohlenmonoxid

Tabelle A4-11 zeigt die Kohlenmonoxid-Gesamtbelastung an den Aufpunkten.

**Tabelle A4-11: CO-Gesamtbelastung an den Aufpunkten in 1,5 m ü. Gr.**

Aufpunkt	Nullfall	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	1,52	1,52
A2 – Wustenriet	1,50	1,50
A3 – Weleda	1,50	1,50
A4 – Verkehr B29	1,71	1,59
A5 – städtischer Hintergrund	1,54	1,53

## Gesamtbelastung Benzol

Tabelle A4-12 zeigt die Benzol-Gesamtbelastung an den Aufpunkten.

**Tabelle A4-12: Benzol-Gesamtbelastung an den Aufpunkten in 1,5 m ü. Gr.**

Aufpunkt	Nullfall	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	1,56	1,56
A2 – Wustenriet	1,41	1,41
A3 – Weleda	1,42	1,42
A4 – Verkehr B29	3,22	2,28
A5 – städtischer Hintergrund	1,78	1,70

## Gesamtbelastung Ruß

Tabelle A4-13 zeigt die Ruß-Gesamtbelastung an den Aufpunkten.

**Tabelle A4-13: Ruß-Gesamtbelastung an den Aufpunkten in 1,5 m ü. Gr.**

Aufpunkt	Nullfall	Planfall gesamt
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
A1 – Maximum Kamin	2,71	2,70
A2 – Wustenriet	2,52	2,52
A3 – Weleda	2,52	2,52
A4 – Verkehr B29	6,35	3,56
A5 – städtischer Hintergrund	2,99	2,88

## Verfahren zur Erstellung der Windfeldbibliothek

Ein Verfahren, das einen Einsatz in topographisch stark gegliedertem Gelände erlaubt, ist das Konzept einer »Prognostischen Windfeldbibliothek«. Es besteht aus einer Windfeldbibliothek, deren Windfelder mit einem prognostischen Strömungsmodell berechnet wurden und ersetzt damit die diagnostischen Windfelder, die von AUSTAL2000 bereitgestellt werden. Die eigentliche Ausbreitungsrechnung mit dem Lagrange'schen Partikelmodell nach Anhang 3 der TA Luft bleibt unverändert. Damit sind die Vorgaben des Anhangs 3 der TA Luft erfüllt und eine Ausbreitungsrechnung ist auch in steilem Gelände möglich.

Im diagnostischen Windfeldmodell des Programmsystems AUSTAL2000 besteht die Windfeldbibliothek für die Ausbreitungsrechnung aus Basiswindfeldern, aus deren Linearkombination die in der Immissionsprognose angewandten Windfelder in stündlicher Auflösung bestimmt werden können. Die Kombination erfolgt unter der Bedingung, dass der in der meteorologischen Zeitreihe hinterlegte gemessene Wind mit dem Wind des Lösungsfeldes am Anemometerstandort übereinstimmt.

Der Vorteil einer Windfeldbibliothek liegt darin, dass nicht vor jedem neuen Zeitschritt eine komplette Neuberechnung des benötigten Windfeldes erfolgen muss, sondern dieses aus der Kombination der vorhandenen Windfelder resultiert. Dieses Konzept, das bei diagnostischen Windfeldbibliothek des Programmsystems AUSTAL2000 gewählt wurde, wird bei der »prognostischen Windfeldbibliothek« beibehalten.

Während im diagnostischen Windfeldmodell von AUSTAL2000 nur die Massenerhaltung (Kontinuitätsgleichung) gelöst wird, werden in prognostischen Strömungsmodellen die vollständigen dreidimensionalen Bewegungsgleichungen (Impulserhaltung, Energieerhaltung, Massenerhaltung) für die Berechnung der Strömung gelöst. Der Aufbau der prognostischen Windfeldbibliothek erfolgt in 10°-Schritten der Windrichtung analog zum Standardverfahren von AUSTAL2000. Die resultierende prognostische Windfeldbibliothek besteht unter den genannten Voraussetzungen aus 36 Feldern in 10°-Schritten je Ausbreitungs-klasse, also insgesamt 216 Windfeldern je Gitter.

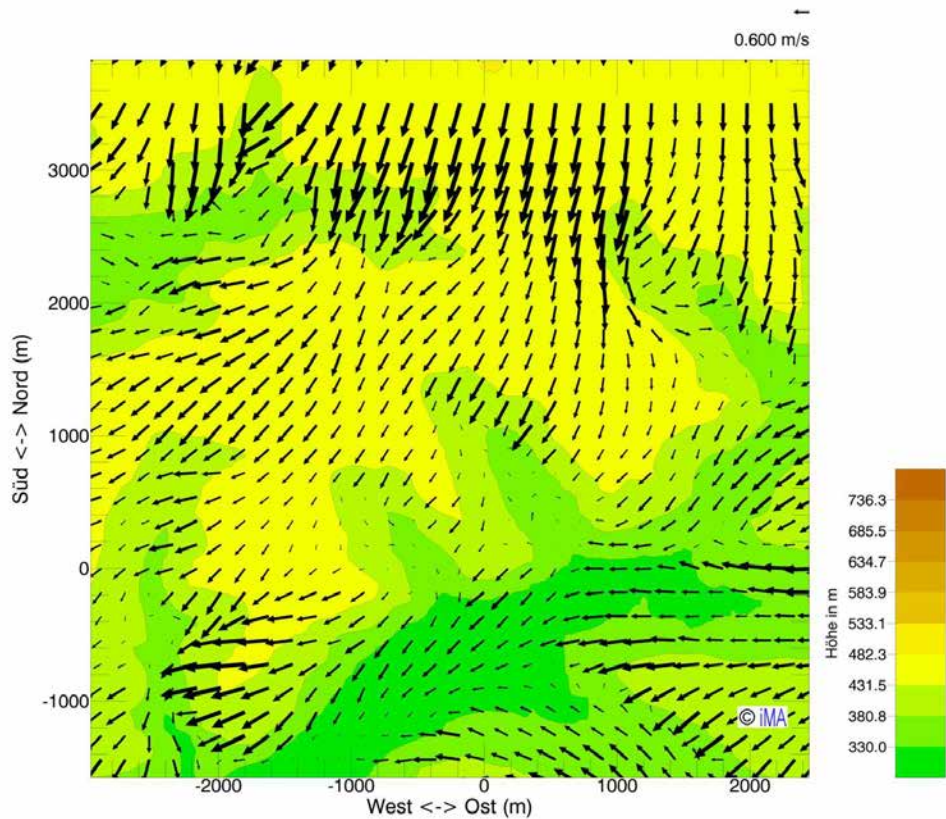
Zum Einsatz kommt das prognostische Modell METRAS-PC, das an der Universität Hamburg entwickelt und validiert wurde [Schlünzen et al., 1996]. Die prognostischen Windfelder werden für die Windfeldbibliothek auf die von der Ausbreitungsrechnung definierten Gitter interpoliert, um vom Ausbreitungsmodell (AUSTAL2000 bzw. LASAT) verwendet werden zu können. Im Folgenden wird das Programmsystem LASAT verwendet, das alle Anforderungen des Anhangs 3 der TA Luft erfüllt.

Weitere Details des Verfahrens sind in der Literatur geschildert [Bigalke & Rau, 2007], [Hasel et al., 2009].

Beispielhaft ist in Abbildung A 18 ein bodennahes Windfeld bei einer Anströmung aus Nord dargestellt. Während in den Höhenlagen nördliche bis nordöst-

liche Windrichtungen dominieren, stellt sich im Remstal eine talabwärts gerichtete Strömung ein.

Abbildung A4-19:  
Bodennahes Windfeld  
bei Anströmung aus  
Nord



### Beschreibung des Modells LASAT

Zur Simulation der Verteilung der Luftschadstoffe wird das Prinzip der Lagrange'schen Ausbreitungsrechnung umgesetzt. Bei diesem Ansatz werden der Transport und die Durchmischung (und damit Verdünnung) von Luftbeimengungen durch die Verlagerung von Teilchen dargestellt.

Jedes Teilchen repräsentiert eine bestimmte Menge einer Luftschadstoffkomponente. Die Verlagerung erfolgt zum einen mit der am jeweiligen Teilchenort herrschenden mittleren Strömungsgeschwindigkeit, zum anderen durch eine turbulente Zusatzbewegung.

Die turbulente Bewegung wird dabei durch einen Markov-Prozess erfasst. Der Markov-Prozess beschreibt die turbulenten Geschwindigkeitsanteile in alle drei Raumrichtungen durch eine reine Zufallsbewegung und einen Anteil, der - gewissermaßen als »Gedächtnis« des Teilchens - die vorherige turbulente Verlagerung beinhaltet. Bei letzterem erfolgt die Gewichtung in Abhängigkeit des Zeitschrittes. Bei großen Zeitschritten wird der »Gedächtnis«-Teil bedeutungslos, bei kleinen Zeitschritten gewinnt er an Bedeutung. In die Berechnung fließt zudem der Turbulenzzustand der Atmosphäre, dargestellt durch die turbulente kinetische Energie oder durch turbulente Diffusionskoeffizienten, ein.

Zur Konzentrationsberechnung wird das Modellgebiet mit einem dreidimensionalen Gitter überzogen. Nach jeder Verlagerung befindet sich das Teilchen in einem Gittervolumen und wird dort registriert. Das Teilchen wird durch die Strömung und die Turbulenz verlagert und registriert, bis es das Modellgebiet verlassen hat. Um eine Schadstoffwolke geeignet zu simulieren, wird die Bahn von üblicherweise einigen 10 000 Teilchen verfolgt.

Die Konzentration ergibt sich als zeitlicher und räumlicher Mittelwert für ein Gittervolumen. Für einen bestimmten (Mittelungs-) Zeitraum werden in jedem Gittervolumen die Aufenthaltszeiten der Teilchen in diesem Volumen addiert. Die Partikelkonzentration ergibt sich, indem diese aufsummierten Zeiten durch den Mittelungszeitraum und das Gittervolumen dividiert werden. Mit Hilfe der Schadstoffmenge, die jedes Teilchen repräsentiert, kann auf die Stoffkonzentration in diesem Gittervolumen geschlossen werden.

## Eingangsdateien von LASAT

### Nullfall Straßennetz

#### param.def

```
-- Datum: Mon May 07 14:22:06 2012
--
-- Input file created by iMAprobib
===== param.def
.
Kennung = "SG Verkehr Nullfall Fall06 Metras"
Seed = 11111
Intervall = 01:00:00
Start = 00:00:00
Ende = 365.00:00:00
Average = 8760
Flags = MNT+CHEM
Series = {variable.def zeitreihe.def}
===== grid.def
.
RefX = 3558250.0
RefY = 5407750.0
Sk = { 0.0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0
800.0 1000.0 1200.0 1500.0 }
Nzd = 1
FLAGS=+NESTED
```

!	Nm	Nl	Ni	Nt	Pt	Dd	Xmin	Ymin	Nx	Ny	Nz	Rf	Im	Ie
N	N1	1	1	3	3	132.0	-2640.0	-2640.0	40	40	19	0.5	200	1.0e-004
N	N2	2	1	3	3	66.0	-1980.0	-1980.0	60	60	19	1.0	200	1.0e-004
N	N3	3	1	3	3	33.0	-990.0	-990.0	60	60	19	1.0	200	1.0e-004

#### ===== stoffe.def

```
.
Name = gas
Einheit = g
Rate = 8.00000
Vsed = 0.0000
-
! Stoff | Vdep | Refc | Refd
-----+-----
K NOx | 0.000e+000 | 1.000e+000 | 1.000e+000
K NO2 | 0.000e+000 | 1.000e+000 | 1.000e+000
K PM10 | 0.000e+000 | 1.000e+000 | 1.000e+000
K PM2k5 | 0.000e+000 | 1.000e+000 | 1.000e+000
K NH3 | 0.000e+000 | 1.000e+000 | 1.000e+000
K HC | 0.000e+000 | 1.000e+000 | 1.000e+000
K CO | 0.000e+000 | 1.000e+000 | 1.000e+000
K Benzol | 0.000e+000 | 1.000e+000 | 1.000e+000
K NO | 0.000e+000 | 1.000e+000 | 1.000e+000
```

#### ===== chemie.def

```
.
! erzeugt\aus | gas.NO
-----+-----
C gas.NO2 | ?
C gas.NO | ?
```

#### ===== monitor.def

!	Nr.	Xp	Yp	Hp
M	MP1	379.5	247.5	1.50
M	MP2	-1534.5	-49.5	1.50
M	MP3	-1699.5	742.5	1.50
M	MP4	313.5	-214.5	1.50
M	MP5	82.5	-676.5	1.50
M	MP6	742.5	412.5	1.50



=====

**Ausschnitt Emissionsdatei**

===== emissions.def

.  
Fq.SG = ?

- Tabelle der Anteile der einzelnen Komponenten

! QUELLE	gas.CO	gas.Benzol	gas.NOx gas.NO	gas.PM10	gas.PM2k5	gas.NH3
E SG.N1#1	0.827E-03	0.525E-02	0.312E-02	0.728E-03	0.259E-03	0.145E-03
0.328E-03		0.509E-04	0.156E-02			0.129E-03
E SG.N1#2	0.328E-03	0.208E-02	0.124E-02	0.289E-03	0.103E-03	0.575E-04
0.767E-03		0.202E-04	0.620E-03			0.510E-04
E SG.N1#3	0.767E-03	0.488E-02	0.290E-02	0.675E-03	0.240E-03	0.135E-03
0.352E-03		0.473E-04	0.145E-02			0.119E-03
E SG.N1#4	0.352E-03	0.224E-02	0.133E-02	0.310E-03	0.110E-03	0.618E-04
0.107E-02		0.217E-04	0.665E-03			0.548E-04
E SG.N2#1	0.107E-02	0.677E-02	0.401E-02	0.936E-03	0.333E-03	0.186E-03
0.970E-03		0.657E-04	0.200E-02			0.165E-03
E SG.N3#1	0.970E-03	0.616E-02	0.365E-02	0.851E-03	0.303E-03	0.170E-03
0.161E-02		0.598E-04	0.183E-02			0.150E-03
E SG.N4#1	0.161E-02	0.103E-01	0.611E-02	0.144E-02	0.513E-03	0.286E-03
0.986E-03		0.991E-04	0.305E-02			0.247E-03
E SG.N5#1	0.986E-03	0.647E-02	0.361E-02	0.892E-03	0.308E-03	0.173E-03
0.427E-03		0.612E-04	0.177E-02			0.152E-03
E SG.N5#2	0.427E-03	0.280E-02	0.157E-02	0.387E-03	0.133E-03	0.750E-04
0.379E-03		0.265E-04	0.772E-03			0.659E-04
E SG.N5#3	0.379E-03	0.249E-02	0.139E-02	0.343E-03	0.118E-03	0.666E-04
0.565E-03		0.236E-04	0.683E-03			0.585E-04
E SG.N6#1	0.565E-03	0.418E-02	0.215E-02	0.554E-03	0.172E-03	0.982E-04
0.482E-03		0.361E-04	0.104E-02			0.858E-04
E SG.N6#2	0.482E-03	0.356E-02	0.183E-02	0.473E-03	0.147E-03	0.838E-04
0.884E-03		0.308E-04	0.885E-03			0.732E-04
E SG.N6#3	0.884E-03	0.653E-02	0.336E-02	0.867E-03	0.269E-03	0.154E-03
0.513E-03		0.565E-04	0.163E-02			0.134E-03
E SG.N7#1	0.513E-03	0.320E-02	0.165E-02	0.420E-03	0.180E-03	0.814E-04
0.272E-03		0.320E-04	0.802E-03			0.781E-04
E SG.N7#2	0.272E-03	0.170E-02	0.873E-03	0.222E-03	0.952E-04	0.431E-04
0.134E-03		0.169E-04	0.425E-03			0.413E-04
E SG.N7#3	0.134E-03	0.838E-03	0.432E-03	0.110E-03	0.470E-04	0.213E-04
0.197E-03		0.837E-05	0.210E-03			0.204E-04
E SG.N7#4	0.197E-03	0.123E-02	0.632E-03	0.161E-03	0.689E-04	0.312E-04
0.444E-03		0.123E-04	0.307E-03			0.299E-04
E SG.N7#5	0.444E-03	0.277E-02	0.143E-02	0.363E-03	0.155E-03	0.703E-04
0.446E-03		0.276E-04	0.696E-03			0.675E-04
E SG.N8#1	0.446E-03	0.271E-02	0.127E-02	0.321E-03	0.134E-03	0.672E-04
0.350E-03		0.277E-04	0.619E-03			0.671E-04
E SG.N8#2	0.350E-03	0.212E-02	0.998E-03	0.252E-03	0.105E-03	0.527E-04
0.212E-02		0.217E-04	0.487E-03			0.527E-04

**Ausschnitt Zeitreihendatei**

===== zeitreihe.def

!	T1	T2	Fq.SG
Z	00:00:00	01:00:00	3.306E-001
Z	01:00:00	02:00:00	1.653E-001
Z	02:00:00	03:00:00	1.033E-001
Z	03:00:00	04:00:00	8.266E-002
Z	04:00:00	05:00:00	6.199E-002
Z	05:00:00	06:00:00	8.266E-002
Z	06:00:00	07:00:00	2.480E-001
Z	07:00:00	08:00:00	9.299E-001
Z	08:00:00	09:00:00	1.529E+000
Z	09:00:00	10:00:00	1.364E+000
Z	10:00:00	11:00:00	1.075E+000
Z	11:00:00	12:00:00	1.033E+000

```

Z      12:00:00      13:00:00      1.033E+000
Z      13:00:00      14:00:00      1.075E+000
Z      14:00:00      15:00:00      1.095E+000
Z      15:00:00      16:00:00      1.157E+000
Z      16:00:00      17:00:00      1.384E+000
Z      17:00:00      18:00:00      1.736E+000
Z      18:00:00      19:00:00      1.756E+000
Z      19:00:00      20:00:00      1.529E+000
Z      20:00:00      21:00:00      1.033E+000
Z      21:00:00      22:00:00      8.059E-001
Z      22:00:00      23:00:00      6.199E-001
Z      23:00:00      1.00:00:00      4.339E-001
    
```

**Planfall Straßennetz**

**param.def**

```

-- Datum: Mon May 07 14:22:06 2012
--
-- Input file created by iMAprobib
===== param.def
    
```

```

.
Kennung = "SG Verkehr Planfall Fall06 Metras"
Seed = 11111
Intervall = 01:00:00
Start = 00:00:00
Ende = 365.00:00:00
Average = 8760
Flags = MNT+CHEM
Series = {variable.def zeitreihe.def}
    
```

===== grid.def

```

.
RefX = 3558250.0
RefY = 5407750.0
Sk = { 0.0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0
800.0 1000.0 1200.0 1500.0 }
Nzd = 1
FLAGS+=NESTED
    
```

!	Nm	Nl	Ni	Nt	Pt	Dd	Xmin	Ymin	Nx	Ny	Nz	Rf	Im	Ie
N	N1	1	1	3	3	132.0	-2640.0	-2640.0	40	40	19	0.5	200	1.0e-004
N	N2	2	1	3	3	66.0	-1980.0	-1980.0	60	60	19	1.0	200	1.0e-004
N	N3	3	1	3	3	33.0	-990.0	-990.0	60	60	19	1.0	200	1.0e-004

===== stoffe.def

```

.
Name = gas
Einheit = g
Rate = 8.00000
Vsed = 0.0000
    
```

!	Stoff	Vdep	Refc	Refd
K	NOx	0.000e+000	1.000e+000	1.000e+000
K	NO2	0.000e+000	1.000e+000	1.000e+000
K	PM10	0.000e+000	1.000e+000	1.000e+000
K	PM2k5	0.000e+000	1.000e+000	1.000e+000
K	NH3	0.000e+000	1.000e+000	1.000e+000
K	HC	0.000e+000	1.000e+000	1.000e+000
K	CO	0.000e+000	1.000e+000	1.000e+000
K	Benzol	0.000e+000	1.000e+000	1.000e+000
K	NO	0.000e+000	1.000e+000	1.000e+000

===== chemie.def

```

.
! erzeugt\aus | gas.NO
-----+-----
C gas.NO2 | ?
C gas.NO | ?
    
```

===== monitor.def

.

! Nr.	Xp	Yp	Hp
M MP1	379.5	247.5	1.50
M MP2	-1534.5	-49.5	1.50
M MP3	-1699.5	742.5	1.50
M MP4	313.5	-214.5	1.50
M MP5	82.5	-676.5	1.50
M MP6	742.5	412.5	1.50

**Ausschnitt Emissionsdatei**

```

===== emissions.def
.
Fq.SG = ?
Fq.ABL = ?
-
- Tabelle der Anteile der einzelnen Komponenten
-
! QUELLE
gas.CO gas.Benzol gas.NO gas.NOx gas.NO2 gas.PM10 gas.PM2k5 gas.NH3
-----
E SG.P1#1 0.111E-01 0.106E-03 0.337E-02 0.678E-02 0.162E-02 0.567E-03 0.315E-03 0.281E-03
E SG.P1#2 0.441E-02 0.422E-04 0.134E-02 0.269E-02 0.641E-03 0.225E-03 0.125E-03 0.111E-03
E SG.P1#3 0.103E-01 0.987E-04 0.313E-02 0.630E-02 0.150E-02 0.526E-03 0.292E-03 0.261E-03
E SG.P1#4 0.474E-02 0.453E-04 0.144E-02 0.289E-02 0.688E-03 0.242E-03 0.134E-03 0.120E-03
E SG.P2#1 0.142E-01 0.135E-03 0.429E-02 0.863E-02 0.205E-02 0.721E-03 0.400E-03 0.357E-03
E SG.P3#1 0.959E-02 0.925E-04 0.282E-02 0.569E-02 0.136E-02 0.477E-03 0.266E-03 0.240E-03
E SG.P4#1 0.166E-01 0.159E-03 0.474E-02 0.965E-02 0.238E-02 0.821E-03 0.459E-03 0.412E-03
E SG.P5#1 0.107E-01 0.101E-03 0.293E-02 0.602E-02 0.152E-02 0.516E-03 0.289E-03 0.259E-03
E SG.P5#2 0.464E-02 0.436E-04 0.127E-02 0.261E-02 0.660E-03 0.224E-03 0.125E-03 0.112E-03
E SG.P5#3 0.412E-02 0.387E-04 0.113E-02 0.232E-02 0.586E-03 0.199E-03 0.111E-03 0.995E-04
E SG.P6#1 0.652E-02 0.558E-04 0.165E-02 0.342E-02 0.888E-03 0.275E-03 0.156E-03 0.136E-03
E SG.P6#2 0.556E-02 0.476E-04 0.141E-02 0.292E-02 0.758E-03 0.235E-03 0.133E-03 0.116E-03
E SG.P6#3 0.102E-01 0.873E-04 0.259E-02 0.536E-02 0.139E-02 0.431E-03 0.244E-03 0.213E-03
E SG.P7#1 0.288E-02 0.290E-04 0.712E-03 0.146E-02 0.369E-03 0.158E-03 0.729E-04 0.705E-04
E SG.P7#2 0.153E-02 0.153E-04 0.376E-03 0.771E-03 0.195E-03 0.833E-04 0.386E-04 0.373E-04
E SG.P7#3 0.754E-03 0.758E-05 0.185E-03 0.381E-03 0.966E-04 0.412E-04 0.191E-04 0.184E-04
E SG.P7#4 0.110E-02 0.111E-04 0.272E-03 0.558E-03 0.141E-03 0.603E-04 0.279E-04 0.270E-04
E SG.P7#5 0.249E-02 0.250E-04 0.614E-03 0.126E-02 0.319E-03 0.136E-03 0.629E-04 0.609E-04
E SG.P8#1 0.383E-02 0.380E-04 0.103E-02 0.208E-02 0.505E-03 0.221E-03 0.100E-03 0.926E-04
E SG.P8#2 0.301E-02 0.298E-04 0.811E-03 0.164E-02 0.396E-03 0.174E-03 0.785E-04 0.726E-04
    
```

**Ausschnitt Zeitreihendatei**

```

===== zeitreihe.def
.
! T1 T2 Fq.SG Fq.ABL
Z 00:00:00 01:00:00 3.306E-001 1.968E-003
    
```

Z	01:00:00	02:00:00	1.653E-001	9.840E-004
Z	02:00:00	03:00:00	1.033E-001	6.150E-004
Z	03:00:00	04:00:00	8.266E-002	4.920E-004
Z	04:00:00	05:00:00	6.199E-002	3.690E-004
Z	05:00:00	06:00:00	8.266E-002	0.000E+000
Z	06:00:00	07:00:00	2.480E-001	0.000E+000
Z	07:00:00	08:00:00	9.299E-001	0.000E+000
Z	08:00:00	09:00:00	1.529E+000	0.000E+000
Z	09:00:00	10:00:00	1.364E+000	0.000E+000
Z	10:00:00	11:00:00	1.075E+000	0.000E+000
Z	11:00:00	12:00:00	1.033E+000	0.000E+000
Z	12:00:00	13:00:00	1.033E+000	0.000E+000
Z	13:00:00	14:00:00	1.075E+000	0.000E+000
Z	14:00:00	15:00:00	1.095E+000	0.000E+000
Z	15:00:00	16:00:00	1.157E+000	0.000E+000
Z	16:00:00	17:00:00	1.384E+000	0.000E+000
Z	17:00:00	18:00:00	1.736E+000	0.000E+000
Z	18:00:00	19:00:00	1.756E+000	0.000E+000
Z	19:00:00	20:00:00	1.529E+000	0.000E+000
Z	20:00:00	21:00:00	1.033E+000	0.000E+000
Z	21:00:00	22:00:00	8.059E-001	0.000E+000
Z	22:00:00	23:00:00	6.199E-001	3.690E-003
Z	23:00:00	1.00:00:00	4.339E-001	2.583E-003

**Planfall Kamin**

**param.def**

```
-- Datum: Mon May 07 14:22:06 2012
--
-- Input file created by iMAprobib
===== param.def
```

```
.
Kennung = "SG Fall15 Metras"
Seed = 11111
Intervall = 01:00:00
Start = 00:00:00
Ende = 365.00:00:00
Average = 8760
Flags = MNT+CHEM
Series = {variable.def zeitreihe.def}
===== grid.def
.
RefX = 3558250.0
RefY = 5407750.0
Sk = { 0.0 3.0 6.0 10.0 16.0 25.0 40.0 65.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0
800.0 1000.0 1200.0 1500.0 }
Nzd = 1
FLAGS=+NESTED
```

!	Nm	Nl	Ni	Nt	Pt	Dd	Xmin	Ymin	Nx	Ny	Nz	Rf	Im	Ie
N	N1	1	1	3	3	132.0	-2640.0	-2640.0	40	40	19	0.5	200	1.0e-004
N	N2	2	1	3	3	66.0	-1980.0	-1980.0	60	60	19	1.0	200	1.0e-004
N	N3	3	1	3	3	33.0	-990.0	-990.0	60	60	19	1.0	200	1.0e-004

===== quellen.def

```
.
Name = SG
.
! Nr. | Xq Yq Hq Aq Bq Cq Wq Dq Vq Qq Ts Lw Rh
Tt
-----+-----
Q Q1 | -40.0 87.0 33.0 0.0 0.0 0.0 0.0 3.8 12.0 0.000 -1.0 0.0000 0.0
0.0
-----+-----
```

===== substances.def

```
.
Name = gas
Einheit = g
Rate = 8.00000
```

```

Vsed = 0.0000
-
! Stoff      |      Vdep      Refc      Refd
-----+-----
K xx         | 0.000e+000 1.000e+000 1.000e+000
K no         | 0.000e+000 1.000e+000 1.000e+000
K no2        | 0.000e+000 1.000e+000 1.000e+000
K pm10       | 0.000e+000 1.000e+000 1.000e+000
K pm25       | 0.000e+000 1.000e+000 1.000e+000
K bz1        | 0.000e+000 1.000e+000 1.000e+000
-----+-----
===== emissions.def
.
-
Fq.SG = ?
-
! QUELLE     |      gas.xx      gas.no      gas.no2      gas.pm10      gas.pm25      gas.bz1
-----+-----
E SG.Q1     | 1.000e+000 1.693e-001 6.600e-002 2.376e-002 1.482e-002 3.516e-003
-----+-----
===== chemie.def
.
! erzeugt\aus |      gas.no
-----+-----
C gas.no2     |      ?
C gas.no      |      ?
-----+-----
===== monitor.def
.
! Nr.        |      Xp      Yp      Hp
-----+-----
M MP1       | 379.5 247.5 1.50
M MP2       | -1534.5 -49.5 1.50
M MP3       | -1699.5 742.5 1.50
M MP4       | 313.5 -214.5 1.50
M MP5       | 82.5 -676.5 1.50
M MP6       | 742.5 412.5 1.50
-----+-----
=====

```

**Ausschnitt Zeitreihendatei**

```

===== zeitreihe.def
.
-
-
!          T1          T2          Fq.SG
Z 0.00:00:00 0.01:00:00 0.000E+000
Z 0.01:00:00 0.02:00:00 0.000E+000
Z 0.02:00:00 0.03:00:00 0.000E+000
Z 0.03:00:00 0.04:00:00 0.000E+000
Z 0.04:00:00 0.05:00:00 0.000E+000
Z 0.05:00:00 0.06:00:00 8.266E-002
Z 0.06:00:00 0.07:00:00 2.480E-001
Z 0.07:00:00 0.08:00:00 9.299E-001
Z 0.08:00:00 0.09:00:00 1.529E+000
Z 0.09:00:00 0.10:00:00 1.364E+000
Z 0.10:00:00 0.11:00:00 1.075E+000
Z 0.11:00:00 0.12:00:00 1.033E+000
Z 0.12:00:00 0.13:00:00 1.033E+000
Z 0.13:00:00 0.14:00:00 1.075E+000
Z 0.14:00:00 0.15:00:00 1.095E+000
Z 0.15:00:00 0.16:00:00 1.157E+000
Z 0.16:00:00 0.17:00:00 1.384E+000
Z 0.17:00:00 0.18:00:00 1.736E+000
Z 0.18:00:00 0.19:00:00 1.756E+000
Z 0.19:00:00 0.20:00:00 1.529E+000
Z 0.20:00:00 0.21:00:00 1.033E+000
Z 0.21:00:00 0.22:00:00 8.059E-001
Z 0.22:00:00 0.23:00:00 0.000E+000
Z 0.23:00:00 0.24:00:00 0.000E+000

```



## A 5 Ergänzungen zur Bewertung der gesundheitlichen Risiken

Nachfolgend sind die gesundheitliche Risiken durch Partikel, NO<sub>2</sub>, CO, VOCs und Kanzerogene (Dieselruß, PAH etc.) für die Bevölkerung anhand des aktuellen toxikologischen und epidemiologischen Wissenstandes dargestellt. Übersichtsarbeiten finden sich in [Wichmann et al., 1992-2012]

### Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

Stickstoffdioxid bildet sich durch Oxidation in der Atmosphäre aus NO. Bei der Einatmung wird NO<sub>2</sub> zu 80 – 90 % im Atemtrakt adsorbiert. Die Adsorption erfolgt möglicherweise durch Bildung von salpetriger Säure bzw. Salpetersäure oder deren Salzen. NO<sub>2</sub> kann schon in relativ niedrigen Konzentrationen, beginnend ab etwa 380 µg/m<sup>3</sup>, biochemische Veränderungen auslösen. Eine ausführliche Darstellung der gesundheitlichen Wirkungen findet sich z. B. in [Mücke & Wagner, 1998].

Im Tierexperiment hat das »Infectivity Modell« NO<sub>2</sub>-Wirkungen nachgewiesen: Eine dosis- und zeitabhängige Empfänglichkeit für virale und bakterielle Infektionen konnte bei Konzentrationen ab 940 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> gezeigt werden. Diesen Untersuchungen zufolge kommt den Spitzenbelastungen eine größere Bedeutung zu als einer langfristigen niedrigen Belastung. Allerdings zeigten toxikologische Studien, dass langfristige Belastungen zu Veränderungen der Lungenstruktur führen können.

Neben den Tierversuchen liegen zahlreiche kontrollierte Laboruntersuchungen zur NO<sub>2</sub>-Wirkung auf die Lungenfunktion beim Menschen vor, in die auch sensible Gruppen wie Asthmatiker und Patienten mit chronischen obstruktiven Atemwegserkrankungen mit einbezogen waren. Nachteilige Wirkungen auf den Atemwegswiderstand oder andere Veränderungen, die auf eine gestörte Lungenfunktion hinweisen, wurden bei gesunden Personen erst bei Konzentrationen über 1 880 µg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> gefunden. Bei Asthmatikern wurden bereits ab Konzentrationen von 565 µg/m<sup>3</sup> Hinweise auf mögliche geringfügige Veränderungen der Lungenfunktion gefunden. Einige Studien haben bei Asthmatikern eine erhöhte Bereitschaft festgestellt, auf Medikamente zu reagieren, die zu einer Obstruktion der Lunge führen, bei NO<sub>2</sub>-Konzentrationen von 376 – 565 µg/m<sup>3</sup>.

Sollte ein Asthmatiker entweder gleichzeitig oder nacheinander gegenüber NO<sub>2</sub> und einem Aeroallergen exponiert werden, ist das Risiko einer überschießenden Immunreaktion auf das Allergen erhöht. Epidemiologische Studien haben außerdem qualitative Hinweise darauf gefunden, dass eine Exposition gegenüber NO<sub>2</sub> in der Außenluft mit vermehrten respiratorischen Symptomen und mit einer Beeinträchtigung der Lungenfunktion bei Kindern assoziiert ist.

Die Immissionswerte und WHO-Leitlinien für NO<sub>2</sub> sind in Tabelle A5-1 zusammengestellt.

### Kohlenmonoxid (CO)

Kohlenmonoxid spielt in Hinblick auf die Schadstoffsituation in Schwäbisch

Gmünd eine untergeordnete Rolle und wird daher nicht weiter behandelt. Eine ausführliche Darstellung der gesundheitlichen Wirkungen findet sich z. B. in [Denich et al., 1997].

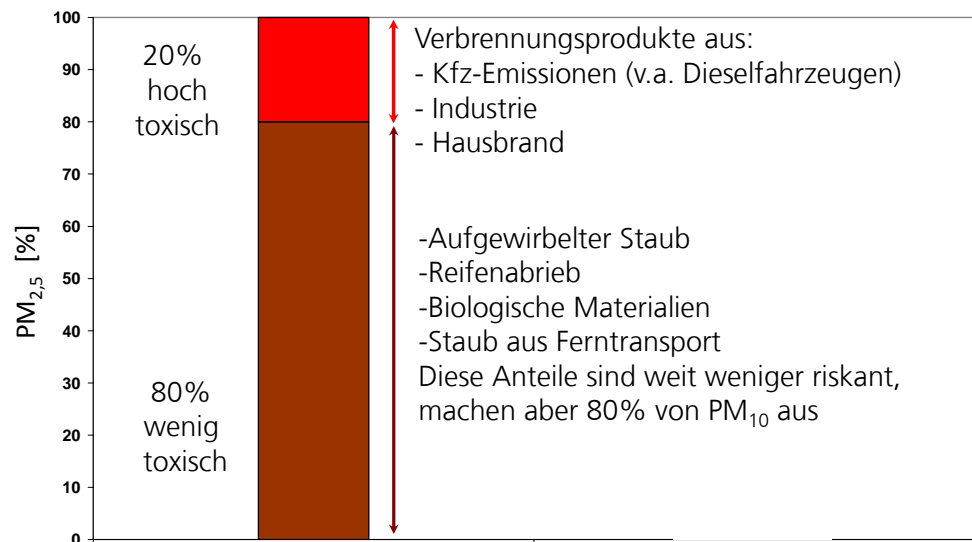
**Staub**

Im Folgenden wird die Bewertung von Feinstaub durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO 2003, 2005) dargestellt. Dabei wird zwischen PM<sub>10</sub>-Feinstaub (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner als 10 µm) und PM<sub>2,5</sub>-Feinstaub (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner als 2,5 µm) unterschieden.

**Feinstaub (PM<sub>10</sub>-Feinstaub und PM<sub>2,5</sub>-Feinstaub)**

**Quellen**

Abbildung A5-1:  
Quellen von Feinstaub  
und deren gesundheitliche Relevanz (vereinfachte Darstellung)



Die gesundheitlich bedeutsamsten Quellen für PM<sub>10</sub>-Feinstaub und PM<sub>2,5</sub>-Feinstaub sind Verbrennungsprozesse. Im städtischen Umfeld stehen hier Kfz-Emissionen (v.a. aus Dieselfahrzeugen) im Vordergrund, daneben sind der Hausbrand und in manchen Gegenden die Industrie zu nennen.

Als weitere (gesundheitlich aber weniger relevante) Quellen kommen aufgewirbelter Staub, Reifenabrieb, biologische Materialien und Staub aus dem Ferntransport hinzu. Diese Anteile sind weit weniger riskant, machen aber 80 % von PM<sub>2,5</sub> aus

**Wirkungen**

Die gesundheitlichen Risiken, die von Partikeln in der Umwelt ausgehen, wurden in den letzten Jahren gründlich untersucht (siehe [Wichmann et al., 2002], [Wichmann et al., 2005], [US-EPA, 2004], [Kappos et al., 2003, [LANUV NRW 2012])). Es ist belegt, dass die Exposition gegenüber Feinstaub vielfältige negative gesundheitliche Auswirkungen hat. Diese Einschätzung beruht sowohl auf



der Bewertung epidemiologischer Studien zur Kurzzeit- und Langzeitexposition als auch der Bewertung toxikologischer Studien.

Die Liste der dokumentierten Zusammenhänge mit der **Kurzzeitexposition** ist lang: Sie reicht von erhöhten Mortalitätsraten, vermehrten Krankenhausaufnahmen und Arztbesuchen wegen Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen bis hin zu Veränderungen des EKGs sowie anderer Funktionsparameter des Herz-Kreislauf-Systems und der Atemwege an Tagen mit hohen Partikelkonzentrationen.

Studien zur **Langzeitexposition** gegenüber Feinstaub ergeben bei Erwachsenen einen Zusammenhang zwischen der Sterblichkeit an Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Atemwegserkrankungen und Lungenkrebs. Zudem kann die Langzeitexposition mit Feinstaub bei Kindern zu chronischen Atemwegserkrankungen oder vermindertem Lungenwachstum führen.

Ältere Erwachsene, Kinder und Kranke sind als empfindliche Gruppen anzusehen. Neuere Studien weisen darauf hin, dass es auch genetisch vorbelastete Bevölkerungsgruppen geben könnte, die auf Feinstaubbelastungen stärker reagieren. Ferner sind Teile der Bevölkerung von Feinstaubwirkungen stärker betroffen, weil sie an stark befahrenen Straßen oder in der Nähe anderer Feinstaubquellen wohnen.

Es gibt keine Hinweise auf eine Schwelle bei den Expositions-Wirkungs-Beziehungen zwischen Feinstaubexposition und Mortalität im Konzentrationsbereich, der von diesen Studien abgedeckt wurde. Das bedeutet, dass bei den derzeit in der Umwelt vorkommenden Konzentrationen gesundheitliche Effekte auftreten.

In Hinblick auf die Partikelgröße zeigen die vorhandenen Studien, dass sowohl grobe als auch feine und ultrafeine Partikel Einfluss auf Mortalität und Krankheitsgeschehen nehmen.

Es gibt umfangreiche Hinweise dafür, dass die Exposition gegenüber **PM<sub>10</sub>-Feinstaub** Auswirkungen auf die Mortalität und das Krankheitsgeschehen hat. Hieraus ergibt sich, dass PM<sub>10</sub> (oder eine oder mehrere der PM<sub>10</sub>-Komponenten) einen Beitrag zu den Gesundheitseffekten beim Menschen leisten.

Eine zunehmende Zahl neuerer Studien zeigt Assoziationen zwischen der Exposition gegenüber **PM<sub>2,5</sub>-Feinstaub** und Gesundheitseffekten, woraus sich ergibt, dass PM<sub>2,5</sub> (oder eine oder mehrere PM<sub>2,5</sub>-Komponenten) einen stärkeren Beitrag als PM<sub>10</sub> zu den beobachteten Gesundheitseffekten leistet.

Eine begrenzte Zahl von Studien deutet darauf hin, dass **ultrafeine Partikel (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner als 0,1 µm)** zusätzlich zu feinen Partikeln gesundheitliche Auswirkungen in Hinblick auf Atemwegserkrankungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und die Sterblichkeit haben. Diese Daten zeigen, dass feine Partikel nicht als Indikatoren für ultrafeine Partikel verwendet werden können [Wichmann & Peters, 2000].

Weder die Partikelgrößenverteilung noch die chemische Zusammensetzung der Partikel werden derzeit bei der gesetzlichen Regelung der Luftreinhaltebe-

rücksichtigt. Die Bestandteile der Partikel haben aber durchaus nicht dieselbe gesundheitliche Relevanz. So wird die Gefährlichkeit inhalierter Partikel tatsächlich nicht durch ihre Masse sondern auch durch ihre Größe, Oberfläche oder chemische Zusammensetzung bestimmt. Zahlreiche epidemiologische und toxi-kologische Studien haben gezeigt, dass die Partikel, die aus Verbrennungsprozessen stammen, erheblich relevanter sind als Bodenpartikel oder Reifenabrieb. Hierbei stehen vor allem Partikel aus Kfz-Abgasen von Dieselfahrzeugen hinsichtlich der Wirkungen im Vordergrund, gefolgt vom Hausbrand und industriellen Quellen.

Die Immissionswerte und WHO-Leitlinien für  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$  sind in Tabelle A5-1 zusammengestellt.

### **Dieseluß**

Dieselmotoremissionen sind eine komplexe Mischung von hunderten von gasförmigen oder festen Bestandteilen. Dieseluß setzt sich aus einem Kern aus elementarem Kohlenstoff und adsorbierten organischen Komponenten zusammen. Diese umfassen polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs) und nitro-PAKs sowie kleine Mengen von Sulfaten, Nitraten, Metallen und anderen Spurenelementen. Dieseluß besteht aus Feinstaub und insbesondere einer großen Anzahl von ultrafeinen Partikeln. Diese Partikel sind in hohem Maß lungengängig und haben eine große Oberfläche, die organische Komponenten leicht adsorbieren kann. Die Exposition gegenüber Dieseluß kann zu akuten Irritationen der Atemwege führen, ferner zu neurophysiologischen, respiratorischen und asthma-ähnlichen Symptomen, und die allergische Reaktion auf bekannte Allergene kann verstärkt werden [US-EPA, 2002]. Bei Arbeitern in Berufen, in denen Dieselfahrzeuge verwendet wurden, trat vermehrt Lungenkrebs auf (z. B. [Brüske et al., 1999]). Ferner sind Dieselaabgase eine wichtige Komponente der feinen und ultrafeinen Partikel in der Umwelt, die zu Erkrankungen der Atemwege und des Herz-Kreislauf-Systems sowie Lungenkrebs führen können, s.o.. Hierbei stellt Dieseluß ein Krebsrisiko dar, das größer ist als das jeder anderen Komponente der Luftverschmutzung. Ein effektiver Weg, die Emission von Dieseluß zu verringern, sind Rußfilter. Durch deren consequenten Einsatz ließe sich die Zahl vorzeitiger Sterbefälle durch Verkehrsabgase deutlich senken [Wichmann, 2004], [Wichmann, 2006].

Aktuell wurde Dieseluß im Juni 2012 als krebserzeugend beim Menschen eingestuft (Kategorie 1, WHO/IARC 2012)

### **Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**

PAKs aus dem Kfz-Verkehr spielen vor allem als Bestandteile von Dieseluß eine Rolle; deshalb sei auf dieses Kapitel verwiesen. Ansonsten finden sich detaillierte Darstellungen der Gesundheitsrelevanz in der PAK-Monographie [WHO/IARC, 2010] und in [Pott et al., 1992].

### **Lösliche Organische Verbindungen incl. Benzol**

Volatile Organic Compounds (VOCs) entstehen aus sehr unterschiedlichen Quellen. Im städtischen Bereich sind vor allem Kraftverkehrsabgase zu nennen. Weitere Außenluftquellen sind technische Prozesse, in denen Stoffe aus unvollständiger Verbrennung freigesetzt werden, oder als flüchtige Nebenprodukte aus industriellen und gewerbemäßigen Vorgängen. Auch biologische Prozesse

können Außenluftquellen sein, zum Beispiel Pflanzenstoffwechsel-, Fäulnis- und Abbauprozesse.

Üblicherweise sind die Außenluftkonzentrationen der einzelnen VOCs gering und gesundheitliche Beeinträchtigungen nicht zu befürchten [UBA, 2008]. Besondere Beachtung verdient allerdings Benzol.

### **Benzol**

Die gesundheitlich relevanteste Substanz der VOCs ist Benzol. Benzoldämpfe sind beim Einatmen giftig [UBA, 2010], [Eikmann et al., 2000]. Die Giftwirkung ebenso wie die karzinogene Wirkung ist auf die Bildung eines karzinogenen Metaboliten zurückzuführen. Das entstehende hochreaktive Epoxid reagiert mit zahlreichen biologischen Verbindungen und kann auch das Erbgut schädigen. Eine längerfristige Aufnahme kleinerer Benzolmengen führt vor allem zu Schädigungen der inneren Organe und des Knochenmarks. Letzteres resultiert in einer Abnahme der Zahl der roten Blutkörperchen (Anämie), was sich in Herzklopfen, Augenflimmern, Müdigkeit, Schwindel, Blässe und Kopfschmerzen äußert. Benzol wird im Gehirn, Knochenmark und Fettgewebe gespeichert. Es wird nur langsam über die Niere ausgeschieden. Die wichtigsten Wirkungen sind Leukämien, Lymphome und die Beeinträchtigung der Blutbildung.

Hauptsächlich wird Benzol durch Abgase von Benzinmotoren freigesetzt. 75 % der Emissionen gehen auf Kraftfahrzeuge zurück. Auch beim Rauchen von Zigaretten werden kleine Mengen Benzoldampf freigesetzt.

Der Immissionswert nach TA Luft und EU-Richtlinie beträgt im Jahresmittel  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Benzol ist in der MAK-Kategorie 1<sup>30</sup> und der IARC-Gruppe 1<sup>31</sup> als krebserzeugend beim Menschen eingestuft. Das Unit Risk (Lebenszeitrisiko für Krebs bei Exposition gegenüber  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) beträgt nach LAI  $9 \times 10^{-6}$  und nach WHO/IARC  $6 \times 10^{-6}$ .

### **Lärm**

#### **Gesundheitliche Auswirkungen**

Das Wissen zu Belästigungen und gesundheitlichen Auswirkungen der Exposition gegenüber Lärm in der Umwelt und am Arbeitsplatz ist in Übersichtsarbeiten zusammengefasst (z. B. [Ising et al., 2001], [Schreckenber & Guski, 2005]). Auf neuere Ergebnisse zum Einfluss von Straßenverkehrslärm auf das Herzinfarkttrisiko in Berlin [Babisch, 2000, [Babisch, 2004], [Babisch et al., 2005], zum Einfluss des Fluglärms auf den Medikamentenverbrauch bei Anwohnern des Flughafens Köln-Bonn [Greiser et al., 2006] sowie zum Einfluss von Fluglärm auf den Blutdruck bei Personen in der Umgebung mehrerer großer europäischer Flughäfen [HYENA, 2001-2006], [Jarup et al., 2008], [Haralabidis et al., 2008] sei hingewiesen. Bei Schallpegeln unterhalb von 35 dB(A) sind derartige Auswirkungen nicht beobachtet worden.

Die Immissionsrichtwerte nach TA Lärm (1998) sind in Tabelle A5-3 zusammengestellt. Nachts ist in Wohngebieten und in sensiblen Bereichen der Immissionsrichtwert von 35 dB(A) einzuhalten.

<sup>30</sup> MAK: Maximale Arbeitsplatz-Konzentration

<sup>31</sup> IARC: International Agency for Research on Cancer

## **Aktuelle gesetzliche Bestimmungen zum Immissionsschutz**

### **Immissionswerte**

Seit 2010 gilt die neue Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft in Europa [EU, 2008], [39. BImSchV, 2010] für NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> (Tabelle A5-1).

Die NO<sub>2</sub>-Belastung der Luft darf im Jahresdurchschnitt nicht mehr als 40 µg/m<sup>3</sup> betragen und der über eine Stunde gemittelte NO<sub>2</sub>-Grenzwert von 200 µg/m<sup>3</sup> darf nicht mehr als 18 Mal im Jahr überschritten werden. Sofern der NO<sub>2</sub>-Jahresgrenzwert nicht eingehalten werden kann, haben die Kommunen die Möglichkeit, eine Verlängerung der Einhaltefrist der NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwerte vom 1.1.2010 an um höchstens fünf Jahre zu beantragen. Dies gilt jedoch nur unter der Voraussetzung, dass ein Luftreinhalteplan erstellt wurde und aufgezeigt wird, wie die Einhaltung der Grenzwerte vor Ablauf der neuen Frist erreicht werden soll.

Die PM<sub>10</sub>-Feinstaubbelastung der Luft darf im Jahresdurchschnitt nicht mehr als 40 µg/m<sup>3</sup> betragen und der PM<sub>10</sub>-Tagesgrenzwert von 50 µg/m<sup>3</sup> darf an nicht mehr als 35 Tagen im Jahr überschritten werden.

Es wurde ein PM<sub>2,5</sub>-Zielwert von 25 µg/m<sup>3</sup> ab 2010 als Jahresmittelwert eingeführt, der ab 2015 als Grenzwert gilt. Als Hinweis wurde aufgenommen, dass der PM<sub>2,5</sub>-Jahresgrenzwert ab 2020 auf 20 µg/m<sup>3</sup> verschärft werden soll.

Die EU-Kommission überprüft im Jahr 2013 die Regelungen der Richtlinie unter Auswertung der bis dahin vorliegenden Messergebnisse für die Luftschadstoffe, insbesondere hinsichtlich der Festlegungen für PM<sub>2,5</sub>, sowie hinsichtlich neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse.

### **WHO-Richtwerte**

In der Leitlinie zur Luftqualität der WHO sind Richtwerte empfohlen worden, die ebenfalls auf toxikologischen und epidemiologischen Befunden basieren und bei deren Einhaltung nachteilige Auswirkungen im allgemeinen nicht erwartet werden [WHO, 2003], [WHO, 2005].

Die WHO-Richtwerte sind nicht verbindlich; sie haben den Charakter von zu berücksichtigenden wissenschaftlichen Erkenntnissen zum Schutz des Menschen und seiner Umwelt.

Die aktuellen WHO-Richtwerte für PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> sind in Tabelle A5-1 zusammengestellt. Die WHO empfiehlt Jahresmittelwerte von 10 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> und 20 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub>. Als Tagesmittelwerte werden 25 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub> und 50 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> vorgeschlagen. Diese sollen als 99 Perzentilwerte eingehalten werden und dürfen daher nur 3-4 Mal im Jahr überschritten werden.

### **LAI- Bewertung von Schadstoffen ohne Immissionswerte**

Der Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) nimmt eine Bewertung von Schadstoffen vor, für die keine Immissionswerte festgelegt sind [LAI, 2004] (Tabelle A5-2). Hierbei stützt er sich auf unit-risk-Werte.

Im Rahmen der Aufstellung von Beurteilungsmaßstäben für kanzerogene Luftschadstoffe werden maximale Risiken definiert, die durch ein einzelnes Kanzerogen oder durch eine Kombination von verschiedenen Kanzerogenen nicht überschritten werden sollten. Welches zusätzliche Risiko und welche damit verbundene Immissionskonzentration dabei noch in Kauf zu nehmen sind, ist eine Konvention, die nicht naturwissenschaftlich begründet werden kann, sondern im Rahmen gesetzgeberischer Abstimmungsprozesse zu entscheiden ist.

Aus dem EU Recht ergibt sich, dass nach dem Prinzip des Gleichheitsgrundsatzes in der rechtlichen Beurteilung bei der Bewertung aller inhalativen Kanzerogene ein Risiko ähnlicher Größenordnung »hinzunehmen« ist. Die EU Kommission sieht ein Risiko von 1: 1 000 000 als gesellschaftlich akzeptiertes Risiko an. Dies ist jedoch als langfristig anzustrebendes Risikoniveau zu verstehen, das sich nicht in den in EU Richtlinien festgelegten Grenz- und Zielwerten widerspiegelt.

Die Bandbreite der Beurteilungsmaßstäbe bewegt sich zwischen dem EU-Ziel (1:1 000 000) und der heute erreichten realen Belastungssituation. Je nach krebserzeugendem Luftschadstoff können im konkreten Fall auch niedrigere Risiken als »hinzunehmend« betrachtet werden, wenn diese aus Gründen des Minimierungsgebotes in Verbindung mit der derzeitigen Belastungssituation als erreichbar eingeschätzt werden.

LAI-Beurteilungsmaßstäbe für kanzerogene Stoffe stellen somit Orientierungshilfen dar, die das Ziel verfolgen, die derzeitige Belastungssituation mit kanzerogenen Luftschadstoffen gemäß dem Minimierungsgebot weiter zu reduzieren.

**Tabelle A5-1: Immissionswerte, WHO-Richtwerte für Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) und NO<sub>2</sub>**

Schadstoff	Richtlinie	Grenzwert
		µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub> (Jahresmittel)	39. BImSchV	40
	WHO	20
PM <sub>2,5</sub> (Jahresmittel)	39. BImSchV	25
	WHO (Jahresmittel)	10
PM <sub>10</sub> (Tagesmittel)	39. BImSchV	50 (35 Überschr./Jahr)
	WHO	50
PM <sub>2,5</sub> (Tagesmittel)	39. BImSchV	
	WHO	25
NO <sub>2</sub> (Jahresmittel)	39. BImSchV	40
	WHO	40
NO <sub>2</sub> (Stundenmittel)	39. BImSchV	200 (18 Überschr./Jahr)
	WHO	200

**Tabelle A5-2: Einstufungen von Dieselruß und Benzol nach [DFG, 2012], [WHO, 2010], [WHO, 2012]**

Dieselruß	krebserzeugend beim Menschen (IARC: 1)
Benzol	krebserzeugend beim Menschen (MAK:1, IARC: 1)

**Tabelle A5-3: Immissionsrichtwerte für Lärm**

Immissionsrichtwerte Lärm (TA Lärm)	tagsüber	nachts
reine Wohngebiete	50 dB(A)	35 dB(A)
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45 dB(A)	35 dB(A)

**Zukünftig geplante Grenzwerte und deren Konsequenzen für den Tunnel in Schwäbisch Gmünd**

Wie bereits ausgeführt, gilt der derzeitige PM<sub>2,5</sub>-Zielwert von 25 µg/m<sup>3</sup> ab 2015 als Grenzwert. Daraus ergeben sich für den Tunnel keine Konsequenzen, denn der Zielwert wird schon durch den Nullfall (ohne Tunnel) und erst recht durch den Planfall (mit Tunnel) eingehalten.

Der PM<sub>2,5</sub>-Jahresgrenzwert wird möglicherweise ab 2020 auf 20 µg/m<sup>3</sup> verschärft. Auch dieser Grenzwert würde nach dem Bau des Tunnels eingehalten.

Die EU-Kommission überprüft im Jahr 2013 die Regelungen der Richtlinie unter Auswertung der bis dahin vorliegenden Messergebnisse für die Luftschadstoffe, insbesondere hinsichtlich der Festlegungen für PM<sub>2,5</sub>, sowie hinsichtlich neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse. Nach mündlicher Aussage eines Mitgliedes der hierfür zuständigen Arbeitsgruppe ist 2013 nicht mit einer Verschärfung der Grenzwerte zu rechnen.

Im Juni 2012 wurde Dieselruß als krebserzeugend beim Menschen eingestuft (Kategorie 1, WHO/IARC 2012). Dies hat keine unmittelbaren regulatorischen Konsequenzen für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz. Langfristig ist aber nicht auszuschließen, dass sich hieraus neue Anforderungen an bestehende partikelbezogene Immissionswerte (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) oder die Notwendigkeit für neue Immissionswerte (Ruß, ultrafeine Partikel) ergeben.

**Zuständigkeit für den Immissionsschutz und dessen Überwachung**

Gemäß **Bundesimmissionsschutzgesetz** (BImSchG 2002) kann die Bundesregierung zur Erfüllung von bindenden Rechtsakten der Europäischen Gemeinschaften oder der Europäischen Union mit Zustimmung des Bundesrates Rechtsverordnungen über die Festsetzung von Immissions- und Emissionswerten einschließlich der Verfahren zur Ermittlung sowie Maßnahmen zur Einhaltung dieser Werte und zur Überwachung und Messung erlassen. Diese Maßnahmen sind durch Anordnungen oder sonstige Entscheidungen der zuständigen Träger öffentlicher Verwaltung nach diesem Gesetz oder nach anderen Rechtsvorschriften durchzusetzen.

Eine Verordnung der Landesregierung und des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr regelt die **Zuständigkeiten für Angelegenheiten des Immissionsschutzes in Baden-Württemberg** (BW-ImSchZuVO 2012). Nach dieser Verordnung obliegt der Vollzug des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und der nach diesem Gesetz ergangenen Rechtsverordnungen, soweit nichts anderes bestimmt ist, den Immissionsschutzbehörden.

### **Immissionsschutzbehörden sind nach §1**

- das Umweltministerium und das Ministerium für Verkehr und Infrastruktur als oberste Immissionsschutzbehörden,
- die Regierungspräsidien als höhere Immissionsschutzbehörden,
- die unteren Verwaltungsbehörden als untere Immissionsschutzbehörden.

Die untere Verwaltungsbehörde ist sachlich zuständig, sofern nichts anderes bestimmt ist.

### **Die Grundsatzzuständigkeit für den Vollzug des Bundes-Immissionsschutzgesetzes ist in §2 folgendermaßen geregelt:**

Für den Vollzug der anlagenbezogenen Regelungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sowie der nach diesem Gesetz ergangenen Verordnungen zuständige Behörden sind, soweit nichts anderes bestimmt ist,

1. die Regierungspräsidien für Betriebsgelände, auf denen
  - a) mindestens eine Anlage nach Anhang I der Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung [ABl. L 257 vom 10. Oktober 1996, S. 26] in der jeweils geltenden Fassung oder
  - b) mindestens ein Betriebsbereich nach § 3 Abs. 5a BImSchG vorhanden ist oder errichtet werden soll,
2. die unteren Verwaltungsbehörden für sonstige Betriebsgelände.

### **Für die Überwachung und Verbesserung der Luftqualität, Luftreinhaltemaßnahmen, Verkehrsbeschränkungen, Lärminderungsmaßnahmen ist die Zuständigkeit in §6 geregelt:**

- Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg ist zuständige Behörde nach § 44 Absatz 1, § 46 und § 46a BImSchG sowie nach § 2 Absatz 3, § 3 Absatz 3, § 11, § 14, § 20 Absatz 1, § 24 Absatz 1, § 25 Absatz 1, § 30 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 und Absatz 2, 3 und 6, § 31 und § 32 der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstwerten (39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065). Die Übermittlung der Informationen nach § 24 Absatz 1, § 25 Absatz 1, § 31 und § 32 der 39. BImSchV erfolgt über das Ministerium für Verkehr und Infrastruktur.

- Die Regierungspräsidien sind zuständige Behörden nach § 40 Absatz 1 und 2, § 42 Absatz 3, § 47 Absatz 1 bis 5a BlmSchG sowie nach § 21 Absatz 2, § 22, § 25 Absatz 2, § 27 Absatz 1 und 4, § 28 Absatz 1, § 29, § 30 Absatz 1 Satz 1 Nummer 2 und 3 und Absatz 5 der 39. BlmSchV. Die Übermittlung der Informationen nach § 21 Absatz 2, § 22 und § 25 Absatz 2 der 39. BlmSchV erfolgt über das Ministerium für Verkehr und Infrastruktur.
- Das Regierungspräsidium Freiburg ist zuständige Behörde nach § 30 Absatz 4 der 39. BlmSchV.
- Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg ist zuständige Behörde für die Erstellung, Überprüfung und Überarbeitung von Lärmkarten nach § 47c BlmSchG für Hauptverkehrsstraßen
- Im Übrigen sind nach § 47 e Absatz 1 BlmSchG die Gemeinden zuständig.

**Insgesamt** ergibt sich somit eine komplexe Situation hinsichtlich des Immissions-schutzes und dessen Überwachung:

Für den Vollzug der anlagenbezogenen Regelungen, hier bezüglich des Tunnels, einschließlich der Einhaltung der immissionsseitigen Grenzwerte in der Umgebung des Tunnels ist das Regierungspräsidium Stuttgart zuständig.

Für die landesweite Schadstoffüberwachung und die Einhaltung der Grenzwerte gemäß Immissionsschutzrecht betreibt die LUBW (Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz) im Auftrag des Ministeriums für Verkehr und Infrastruktur die hierzu erforderlichen Luftmessstationen.

### **Methodik der Ermittlung von gesundheitlichen Folgekosten durch Umweltbelastungen**

Zur Abschätzung gesundheitlicher Folgekosten durch Umweltbelastungen gibt es zahlreiche gesundheitsökonomische Ansätze (Übersicht in [Haucke et al., 2009]). Diese gehen von etablierten Modellen zur quantitativen ökonomischen Bewertung der Krankheitslast aus (z. B. [Schöffski et al., 2007]) und verwenden typischerweise das Konzept der Quality-Adjusted Life Years (QALYs). Hierbei werden Kosten medizinischer Behandlung, Arbeitsausfälle etc. berücksichtigt (z. B. [Murray et al., 1996]).

Solche Methoden der allgemeinen Gesundheitsökonomie werden auf umweltbeeinflusste Gesundheitsstörungen angewandt. Grundlage sind hierbei Expositions-Wirkungs-Beziehungen zwischen Schadstoffimmissionen und der Morbidität und Mortalität (z. B. [Amann et al., 2005], [Pope et al., 2002]). Hierbei werden ggf. die Kosten durch Zusatzbelastungen in Beziehung zu entsprechenden Kosten aus der Vorbelastung gesetzt (z. B. [Melse et al., 2001], [Hutton, 2000], [Prüss-Üstün et al., 2007]).

Einige Arbeiten befassen sich explizit mit den Auswirkungen von Verkehrsschadstoffen auf die Gesundheit und den daraus abzuleitenden Folgekosten (z. B. [Schmid, 2005], [Sommer et al., 1999], [Seethaler et al., 2001]). Hierzu soll folgendes Beispiel aus [Haucke et al., 2009] zur Illustration der Methodik dargestellt werden.



**Beispiel: Quantifizierung der Kosten gesundheitlicher Wirkungen von Feinstaub**

Auf Grundlage der epidemiologischen Ergebnisse einer Studie in Frankreich, der Schweiz und Österreich wurden die Kosten der Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Feinstaub abgeschätzt [Künzli et al., 2000], [Sommer et al., 1999]. Basierend auf den ermittelten Expositions-Wirkungs-Beziehungen wurde die Häufigkeit spezifischer medizinischer Endpunkte, welche auf eine erhöhte Feinstaubbelastung zurückgeführt werden konnten, berechnet und diese anschließend mithilfe von Zahlungsbereitschaftswerten für die einzelnen Krankheitsindikatoren aus einem internationalen Literaturvergleich monetarisiert. Hinsichtlich Mortalitätseffekten (nur Langzeitsterblichkeit) wurde dabei ein Wert von 1,4 Mio. € je vorzeitigem Todesfall (value of a statistical life, VSL) zugrunde gelegt. Die Bewertung von Morbiditätseffekten (respiratorische und kardiovaskuläre Hospitalisation, chronische Bronchitis, Asthmaanfälle, Tage mit eingeschränkter Aktivität) basiert ebenfalls auf Zahlungsbereitschaftswerten. Darüber hinaus wurden die entsprechenden Ressourcenkosten in Form medizinischer Behandlungskosten und Produktions-, beziehungsweise Konsumausfallkosten ermittelt. Die Gesamtkosten durch Luftverschmutzung bedingter Gesundheitseffekte auf Basis von Zahlungsbereitschaftswerten belaufen sich für das Bezugsjahr 1996 in den drei Ländern auf rund 67 Mrd. €. Direkte und indirekte Kosten von Mortalität und Morbidität summieren sich zu insgesamt ca. 3,6 Mrd. €. Mehr als 50 % der Gesamtkosten sind auf Schadstoffemissionen aus dem Straßenverkehr zurückzuführen.

Auf dieser Grundlage lassen sich die Kosten der bestehenden Vorbelastung (Nullfall) sowie die Kostenersparnis für Gesundheitskosten durch den Bau des Tunnels (Planfall) und ferner durch den Bau des Tunnelfilters abschätzen.

## A 6 Ergänzungen zur wirtschaftlichen Relevanz von Tunnelfiltertechnologien

Mittels ausgesuchter Interviews sollte das Stimmungsbild in Schwäbisch Gmünd erfahren werden. Die Interviews wurden am 20. bzw. 21.06. telefonisch durchgeführt und Vertreter der Unternehmen Weleda AG, Schönblick Kongresszentrum, Stauferklinikum und Vertreter der Landesanstalt für landwirtschaftliche Entwicklung mittels Interviewleitfaden befragt. Es war anzunehmen, dass nicht alle genannten Kontakte erreicht werden konnten.

### Potentielle Interviewpartner/innen

**Tabelle A6-1: Liste der zu befragenden Organisationen**

Nr	Name	Kontakt	Internet
1	Weleda AG	Tobias Jakob	<a href="http://www.weleda.de/Unternehmen">http://www.weleda.de/Unternehmen</a>
	Weleda Naturals	Michael Straub	<a href="http://www.weleda.de/Unternehmen">http://www.weleda.de/Unternehmen</a>
2	Schönblick Kongresszentrum	Martin Scheuermann	<a href="http://www.schoenblick-info.de/">http://www.schoenblick-info.de/</a>
3	Stauferklinikum	Jochen Riedel, Manfred Wiedemann	<a href="http://www.klinikum-sgd.de/">http://www.klinikum-sgd.de/</a>
4	ZF Lenksysteme	Andreas Ziegele (Marketingleiter)	<a href="http://www.zf-lenksysteme.com/presse/kontakt.html">http://www.zf-lenksysteme.com/presse/kontakt.html</a>
5	Tourismus Stauferland e.V.	Markus Hermann (Stadt)	<a href="http://www.stauferland.de/index.php?article_id=15">http://www.stauferland.de/index.php?article_id=15</a> , <a href="http://www.schwaebisch-gmuend.de/166-Impressum.html">http://www.schwaebisch-gmuend.de/166-Impressum.html</a>
6	Edelmetallverband	Geschäftsführerin	<a href="http://www.goldundsilber-gmuend.de/">http://www.goldundsilber-gmuend.de/</a>
7	Umicore		<a href="http://www.umicore-galvano.com/de/contact-us">http://www.umicore-galvano.com/de/contact-us</a>
8	Julius Schüle Druckguss	Armin Stanko (Kundenbetreuer)	<a href="http://www.schuele.de/Kontakt.html">http://www.schuele.de/Kontakt.html</a>
9	Landesanstalt für landwirtschaftliche Entwicklung	Dr. Gerhard Faix Leitung Akademie Ländlicher Raum	<a href="https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1041234/index.html">https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1041234/index.html</a>
10	Schleich		<a href="http://www.schleichs.com/de/Kundenservice/Impressum/">http://www.schleichs.com/de/Kundenservice/Impressum/</a>

### **Interviewleitfaden**

1. Haben Sie den Tunnelbau befürwortet, abgelehnt oder standen Sie dem Bau neutral gegenüber? Bitte Gründe benennen.
2. Sehen Sie Ihren Geschäftsbetrieb durch den Betrieb des Tunnels mit Abluftkamin beeinflusst (Kunden, Image, Absatz, Produktqualität...) und wenn ja, wie?
3. Haben Sie Bedenken, falls der Tunnelfilter nicht eingebaut wird und wenn ja, welche?
4. Wie stehen Sie zu dem Einbau eines Tunnelfilters (positiv, neutral, negativ)?
5. Was erwarten Sie von einem möglicherweise eingebauten Tunnelfilter?
6. Gab es bereits Rückmeldungen von Kunden/Patienten/Projektpartnern zur Problematik der Tunnelabluft? Wenn ja, waren diese positiv oder negativ oder informativ?
7. Frage zum allgemeinen Image Schwäbisch Gmünds? Fühlen sie sich gut verankert, mitgenommen? Wie sieht die Zukunft aus, Image?
8. Haben Sie sich an dem jetzigen Tunneldialog beteiligt?
9. Wie erleben Sie die aktuelle Diskussion und den Tunneldialog?

ANHANG - A 6 ERGÄNZUNGEN ZUR WIRTSCHAFTLICHEN RELEVANZ VON TUNNELFILTERTECHNOLOGIEN

Tabelle A6-2: Liste von Standorten - Tunnel mit Tunnelfilter (kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Nr.	Name des Tunnels	Land	Stadt	Größe des Ortes EW	Art des Filter	Nutzung d. gefilterten Luft	ESP Typen	Washing Type	Baujahr	Länge des Tunnels	Effizienz der Filter	Gründe (engl.)	Verkehrsaufkommen / Tag	Klima/Wetterlage	Geomorphologie	Bemerkungen	Besiedlung am Tunnel	Quelle
1	<b>Burnley Tunnel</b>	Australien	Melbourne	3 371 888	ESP				2000	3,5 km			55 000	gemäßigte Zone, geringe Temperaturamplitude, wechselhaftes Wetter	Lage an einer Bucht 14 m über Meeresspiegel	Ausführliches Monitoring zur optimalen Belüftung des Tunnels schon vor seiner Öffnung	1 978 EW/qk m	[NHMRC, 2008]
2	<b>Domain Tunnel</b>	Australien	Melbourne	3 371 888	ESP				2000	1,6 km			45 000	gemäßigte Zone, geringe Temperaturamplitude, wechselhaftes Wetter	Lage an einer Bucht 14 m über Meeresspiegel	Ausführliches Monitoring zur optimalen Belüftung des Tunnels schon vor seiner Öffnung	1 978 EW/qk m	[NHMRC, 2008]
3	<b>East Link Tunnel</b>	Australien	Melbourne	3 371 888	ESP				2008	1,6 km				gemäßigte Zone, geringe Temperaturamplitude, wechselhaftes Wetter	Lage an einer Bucht 14 m über Meeresspiegel	Tunnel entstand zusammen mit einer neuen Straße, von Anfang an mit Tunnelfilter	1 978 EW/qk m	[EPA, 2006]
4	<b>Lane Cove Tunnel</b>	Australien	Sydney	3 641 422	ESP				2007	3,6 km				subtropische Klimazone		Es wurde eine Studie zum Gesundheitszustand der Anwohner durchgeführt. Man vermutete positive Effekte durch Tunnelbau.	2188 EW/qk m	[LANE, 2002]

## ANHANG - A 6 ERGÄNZUNGEN ZUR WIRTSCHAFTLICHEN RELEVANZ VON TUNNELFILTERTECHNOLOGIEN

Nr.	Name des Tunnels	Land	Stadt	Größe des Ortes EW	Art des Filter	Nutzung d. gefilterten Luft	ESP Typen	Washing Type	Baujahr	Länge des Tunnels	Effizienz der Filter	Gründe (engl.)	Verkehrsaufkommen / Tag	Klima/Wetterlage	Geomorphologie	Bemerkungen	Besiedlung am Tunnel	Quelle
5	<b>North South Bypass tunnel</b>	Australien	Brisbane	2 004 262	Bypass				2010	4,8 km			28 000	subtropisches Klima, warme feuchte Sommer, milde trockene Winter, ganzjährig Gewitter und Hagelstürme	Ebene zwischen Great Diving Range und der Küste, eigentlich flach, aber einige Hügel (bis 300 m), Überflutungsgefahr	Bei Stau sollten Autofenster geschlossen bleiben, Einfluss auf die Gesundheit der Anwohner sehr gering	1470 EW/qkm	[NHMRC, 2008]
6	<b>Elbtunnel</b>	Deutschland	Hamburg	1 799 144	ESP, stack system/exhaust				1975	3,3 km			113 300	warmgemäßigte Klimazone, maritim beeinflusst, Westwindzone	auf Geest und Marschböden		2382 EW/qkm	[KGD, 2012]
7	<b>Mont Blanc</b>	Frankreich	Chamonix Mont Blanc	9 054	Extraction-based particulate filter				1965	11,6 km			4 945	durch starken Wind auf Nordwestseite häufige Wetterstürze	herzynisch kristallines Grundgebirge		0 EW/qkm	[CETU, 2010a]
8	<b>Le Vigne Tunnel</b>	Italien	Cesena	97 484	ESP				2006					kalte Winter, heiße Sommer, hohe Luftfeuchtigkeit		Tunnel erhielt im ADAC-Test nur die Note »ausreichend«	390 EW/qkm	[Aigner, 2012c]
9	<b>Sorrentina</b>	Italien	Neapel	959 574	ESP, ECCO				2008	5,171 km				mediterranes Klima mit milden und regenreichen Wintern sowie heißen und trockenen Sommern, wobei die größte Sommerhitze durch die begünstigte Lage am Meer abgemildert wird				[Aigner, 2012c]
10	<b>Aioi-cho</b>	Japan	Aioi	30 956	ESP, SPM und NO <sub>x</sub> Beseitigungsan-				2006 (Fertigstellung des			Exhaust Air		durch Bergücken von den Meeren geschützt, relativ mildes Klima	am Binnenmeer Seto-Inlandsee		342 EW/qkm	[CETU, 2010a]

ANHANG - A 6 ERGÄNZUNGEN ZUR WIRTSCHAFTLICHEN RELEVANZ VON TUNNELFILTERTECHNOLOGIEN

Nr.	Name des Tunnels	Land	Stadt	Größe des Ortes EW	Art des Filter	Nutzung d. gefilterten Luft	ESP Typen	Washing Type	Baujahr	Länge des Tunnels	Effizienz der Filter	Gründe (engl.)	Verkehrsaufkommen / Tag	Klima/Wetterlage	Geomorphologie	Bemerkungen	Besiedlung am Tunnel	Quelle
					lage				Filters)									
11	<b>Asukayama Tunnel</b>	Japan	Tokio	8 965 589	ESP, Building	S		Wet	Dec 2002	0,74 km (for Adachi) 0,48 km (for Itabashi)	Über 80 %	Pollution, Exhaust Air		heiße, feuchte Sommer; trockene, sonnige Winter; schlechte Luftqualität	eine der aktivsten Erdbebenzonen der Welt		14 401 EW/qkm	[Panasonic, 2012]
12	<b>Chiyoda</b>	Japan			ESP				1964	3,761 km		Pollution						[CETU, 2010a]
13	<b>Chuo-kanjo-shinjuku</b>	Japan	Tokio	8 965 589	ESP													[CETU, 2010a]
14	<b>Enasan Tunnel</b>	Japan	Achi	7 075	Particle filtration system	R		Wet	April 1985	8,498 km /8,646 km (1991)	über 80 %	Visibility			bergiges Gebiet		33 EW/qkm	[Panasonic, 2012]
15	<b>Fujigawa Tunnel</b>	Japan	ka	ka	Denitrification System (combined with ESP System)	RS		Wet	Ordered Jul2009	ka								[Panasonic, 2012]
16	<b>Fukuchiyama Tunnel</b>	Japan	Fukuchiyama	79 597	Particle filtration system		DC	Wet	Sept. 1988	3,596 km		Ventilation, Visibility		maritim	liegt am Meer		144 EW/qkm	[CETU, 2010a]
17	<b>Gorigamine Tunnel</b>	Japan	Ueda	159 175	ESP, Bypass	R		Wet	Nov.1996 (Jul 2004-Up lane 2nd Tunnel)	4,518 km	über 80 %	Ventilation, Visibility			von Gebirgszügen bis zu 2000 m umgeben		288 EW/qkm	[Panasonic, 2012]
18	<b>Hachi-oujishi-ro Tunnel</b>	Japan	Chuo (östl. Bezirk in Tokyo)	127 907	ESP, Bypass	R		Wet	July 2006	2,368 km	Über 80 %							[Panasonic, 2012]

## ANHANG - A 6 ERGÄNZUNGEN ZUR WIRTSCHAFTLICHEN RELEVANZ VON TUNNELFILTERTECHNOLOGIEN

Nr.	Name des Tunnels	Land	Stadt	Größe des Ortes EW	Art des Filter	Nutzung d. gefilterten Luft	ESP Typen	Washing Type	Baujahr	Länge des Tunnels	Effizienz der Filter	Gründe (engl.)	Verkehrsaufkommen / Tag	Klima/Wetterlage	Geomorphologie	Bemerkungen	Besiedlung am Tunnel	Quelle
19	<b>Hakama-go(a)shi Tunnel</b>	Japan			ESP, Bypass	R		Wet	June 2000	5,932 km	über 80 %	Ventilation, Visibility						[Panasonic, 2012]
20	<b>Hanna Tunnel</b>	Japan			ESP, Bypass	R		Wet	March 1995	5,576 km	über 80 %	Ventilation & Pollution, Visibility						[Panasonic, 2012]
21	<b>Hanazonobashi</b>	Japan			ESP					2,6 km		Pollution, Exhaust Air						[CETU, 2010a]
22	<b>Hanwa Expressway (Down and Up Lane)</b>	Japan			ESP		AC		July 2010									[RTAM5, 2004]
23	<b>Happuzan Tunnel</b>	Japan	Gunma	1 999 150	ESP, Bypass	R		Wet	1992	3,997 km	über 80%	Ventilation		vergleichsweise kontinentales Klima für Japan, starke Winde	Gebirge		317 EW/qkm	[RTAM5, 2004]
24	<b>Hasumiya</b>	Japan			ESP							Exhaust Air						[Panasonic, 2012]
25	<b>Higashiya gashiya-ma Tunnel</b>	Japan	Nagoya	2 266 121	ESP, Building	S		Wet	Mar. 2003	3,438 km	über 80%	Pollution, Exhaust Air		warme feuchte Sommer, milde Winter mit weniger Niederschlag Winter, maritim	liegt in einer Bucht, auf Plateaus gebaut, um Überschwemmungen zu verhindern		6 900 EW/qkm	[CETU, 2010a]
26	<b>Higo</b>	Japan	Kumamoto	731 286	ESP, Bypass	R		Dry	1989	6,34 km	über 80%	Visibility		heiße sehr niederschlagsreiche Sommer, sehr milde vergleichsweise feuchte Winter	Gebiet tektonisch sehr aktiv		1 880 EW/qkm	[CETU, 2010a]

ANHANG - A 6 ERGÄNZUNGEN ZUR WIRTSCHAFTLICHEN RELEVANZ VON TUNNELFILTERTECHNOLOGIEN

Nr.	Name des Tunnels	Land	Stadt	Größe des Ortes EW	Art des Filter	Nutzung d. gefilterten Luft	ESP Typen	Washing Type	Baujahr	Länge des Tunnels	Effizienz der Filter	Gründe (engl.)	Verkehrsaufkommen / Tag	Klima/Wetterlage	Geomorphologie	Bemerkungen	Besiedlung am Tunnel	Quelle
27	<b>Hihonzaka</b>	Japan			ESP				1968	2 km		Pollution, Exhaust air						[RTAM5, 2004]
28	<b>Hiroshima Expressway No. 4</b>	Japan			ESP		DC		March 2001									[RTAM5, 2004]
29	<b>Hiroshimaseifu</b>	Japan	Hiroshima	1 173 980	ESP, Bypass					1,3 km				warme feuchte Sommer, milde Winter mit weniger Niederschlag Winter, maritim			1 297 EW/qkm	[RTAM5, 2004]
30	<b>Ichifuri</b>	Japan	Niigata	812 253	ESP, Bypass		DC		1988	3,4 km		Ventilation, Visibility		subtropisches Klima, milde Temperaturen, ganzjährig hohe Niederschläge	relativ nah am Meeresspiegel, zahlreiche Feuchtgebiete im Stadtgebiet		1106 EW/qkm	[CETU, 2010a]
31	<b>Itabashi-Aioi</b>	Japan					AC		May 2006									[RTAM5, 2004]
32	<b>JR Asahikawa Train Depot</b>	Japan			Denitrification System (combined with ESP System)	S		Wet	2003									[RTAM5, 2004]
33	<b>Kakuto</b>	Japan	Zwischen Ebino und Hitoyoshi		ESP, Bypass		DC		July 1995	6,3 km		Ventilation, Visibility		heiße sehr Niederschlagsreiche Sommer, sehr milde, vergleichsweise feuchte Winter	Gebiet tektonisch sehr aktiv		245 EW/qkm	[CETU, 2010a]



ANHANG - A 6 ERGÄNZUNGEN ZUR WIRTSCHAFTLICHEN RELEVANZ VON TUNNELFILTERTECHNOLOGIEN

Nr.	Name des Tunnels	Land	Stadt	Größe des Ortes EW	Art des Filter	Nutzung d. gefilterten Luft	ESP Typen	Washing Type	Baujahr	Länge des Tunnels	Effizienz der Filter	Gründe (engl.)	Verkehrsaufkommen / Tag	Klima/Wetterlage	Geomorphologie	Bemerkungen	Besiedlung am Tunnel	Quelle
34	<b>Kanetsu</b>	Japan	Mina kami	23 189	ESP		DC		March 1991	11 km		Ventilation		verhältnismäßig kontinental für Japan	von Gebirgen umringt		317 EW/qkm	[RTAM5, 2004]
35	<b>Kann-Mon tunnel</b>	Japan	Shimono-seki	279000	ESP, Building	S		Wet	1997	3,461 km	Über 80%	Ventilation, Pollution		die Berge der Region Chūgoku und Shikoku halten den Wind auf und führen zu einem ganzjährig milden Klima	verbindet die Inseln Honshu und Kyushu, verläuft teilweise unter Wasser		391 EW/qkm	[CETU, 2010a]
36	<b>Kanmon Tunnel (Shimono-seki station)</b>	Japan	Zwischen Yamaguchi und Fukuoka		ESP				Mar. 1999	3,461 km					Untersee Tunnel			[CETU, 2010a]
37	<b>Karasuyama</b>	Japan			ESP		DC					Ventilation, Pollution, Visibility, Exhaust air						[CETU, 2010a]
38	<b>Kasai(yama) Up and Down Lane</b>	Japan			ESP, Bypass		DC		Dec. 1993	3,2 km		Ventilation, Visibility						[CETU, 2010a]
39	<b>Keihinjima (Experimental Plant)</b>	Japan			Denitrification System (combined with ESP System)	S		Wet	2001 (2002~2004)		über 80 %	Pilot Study						[RTAM5, 2004]

ANHANG - A 6 ERGÄNZUNGEN ZUR WIRTSCHAFTLICHEN RELEVANZ VON TUNNELFILTERTECHNOLOGIEN

Nr.	Name des Tunnels	Land	Stadt	Größe des Ortes EW	Art des Filter	Nutzung d. gefilterten Luft	ESP Typen	Washing Type	Baujahr	Länge des Tunnels	Effizienz der Filter	Gründe (engl.)	Verkehrsaufkommen / Tag	Klima/Wetterlage	Geomorphologie	Bemerkungen	Besiedlung am Tunnel	Quelle
40	<b>Kitama-chi-Wakagi Tunnel</b>	Japan	Tokio	8 965 589	ESP, Building	S		Wet	Mar. 2006	0,6 km	über 80 %							[RTAM5, 2004]
41	<b>Kobuchi</b>	Japan			ESP													[RTAM5, 2004]
42	<b>Kongosan</b>	Japan			ESP, Bypass		DC		Sept. 1988			Ventilation, Visibility						[CETU, 2010a]
43	<b>Koshirazu</b>	Japan	Niigata	812 253	ESP, Bypass	R		Wet	1988	4,557 km	über 80%	Ventilation, Visibility		subtropisches Klima, milde Temperaturen, ganzjährig hohe Niederschläge	relativ nah am Meeresspiegel, zahlreiche Feuchtgebiete im Stadtgebiet		1 106 EW/qkm	[Panasonic, 2012]
44	<b>Maiko</b>	Japan	Hyo-go	5 582 978	ESP		DC		1997	3,4 km		Ventilation, Pollution, Visibility, Exhaust air		heiße, feuchte Sommer, im Winter manchmal Schnee			660 EW/qkm	[CETU, 2010a]
45	<b>Midori bashi</b>	Japan			ESP			Wet	2003	3,4 km		Pollution, Exhaust air						[CETU, 2010a]
46	<b>Nihonzaka</b>	Japan	Shizuoka	723 317	ESP		DC		March 1998- June 2000	2,2 km		Ventilation, Pollution, Exhaust air		feuchtes subtropisches Klima, viel Sonnenschein			507 EW/qkm	[CETU, 2010a]
47	<b>Nousei</b>	Japan			ESP, Bypass		DC		July 1988									[CETU, 2010a]
48	<b>Ryugatake</b>	Japan			ESP	R		Wet	May 1992	3,645 km	über 80%	Ventilation, Visibility						[CETU, 2010a]

## ANHANG - A 6 ERGÄNZUNGEN ZUR WIRTSCHAFTLICHEN RELEVANZ VON TUNNELFILTERTECHNOLOGIEN

Nr.	Name des Tunnels	Land	Stadt	Größe des Ortes EW	Art des Filter	Nutzung d. gefilterten Luft	ESP Typen	Washing Type	Baujahr	Länge des Tunnels	Effizienz der Filter	Gründe (engl.)	Verkehrsaufkommen / Tag	Klima/Wetterlage	Geomorphologie	Bemerkungen	Besiedlung am Tunnel	Quelle
49	<b>Ryuhzan</b>	Japan			ESP, Bypass	R		Wet	July 1993	1,531 km / 2 km	über 80%	Ventilation, Pollution, Visibility						[CETU, 2010a]
50	<b>Sekido</b>	Japan	Yamaguchi	198 971	ESP, Bypass	R		Dry	Mar. 1987	3,325 km	über 80%	Ventilation, Visibility		warme feuchte Sommer, milde Winter mit weniger Niederschlag Winter, maritim				[CETU, 2010a]
51	<b>Sekito</b>	Japan			ESP		DC		July 2006									[RTAM5, 2004]
52	<b>Shin-Juyo-Tori, Kyoto</b>	Japan	Hanshin (Im Gebiet von Kansai)		ESP, Building	S		Wet	May 2008	2,5 km	über 80%							[Panasonic, 2012]
53	<b>Shinjyuka Tunnel</b>	Japan	Tokio	8 965 589	Nitrogen oxides removal technology, Denitrification System (combined with ESP System)	S	AC	Wet	Dec. 2007 (2008-versch. Quellen)	ca. 10 km	über 80%			heiße, feuchte Sommer; trockene, sonnige Winter; schlechte Luftqualität	eine der aktivsten Erdbebenzonen der Welt		14 400 EW/qkm	[CETU, 2010a]
54	<b>Shintoshon</b>	Japan			ESP, Abluftkamin													[CETU, 2010a]
55	<b>Shintoshon Nishi</b>	Japan			ESP, Abluftkamin													[CETU, 2010a]
56	<b>Si-</b>	Japan			ESP,					4,1 km								[CETU,

## ANHANG - A 6 ERGÄNZUNGEN ZUR WIRTSCHAFTLICHEN RELEVANZ VON TUNNELFILTERTECHNOLOGIEN

Nr.	Name des Tunnels	Land	Stadt	Größe des Ortes EW	Art des Filter	Nutzung d. gefilterten Luft	ESP Typen	Washing Type	Baujahr	Länge des Tunnels	Effizienz der Filter	Gründe (engl.)	Verkehrsaufkommen / Tag	Klima/Wetterlage	Geomorphologie	Bemerkungen	Besiedlung am Tunnel	Quelle
57	rubachiya ma Suginami-ku	Japan	Tokio		Bypass			Dry	Feb. 1982		über 80%	Pollution, Exhaust air						2010a]
58	Suri-bachiya-ma	Japan			ESP		DC		Dec. 1992	4,099 km		Ventilation						[RTAM5, 2004]
59	Tachitoge	Japan			ESP, Bypass	R		Wet	Oct. 1992	3,598 km	über 80%	Ventilation, Visibility						[Panasonic, 2012]
60	Takanomine	Japan	Niigata	812 253	ESP, Bypass	R		Wet	1988	3,097 km	über 80%	Ventilation, Visibility		subtropisches Klima, milde Temperaturen, ganzjährig hohe Niederschläge	relativ nah am Meeresspiegel, zahlreiche Feuchtgebiete im Stadtgebiet		1 106 EW/qkm	[Panasonic, 2012]
61	Taroyama Tunnel	Japan	Nagano	387 146	ESP, Bypass, Side wall	R		Wet	1996 /2004	4,264 km	Über 80%	Ventilation, Visibility		da im Inland gelegen untypisch wenig Niederschlag für Japan	gebirgige Gegend		460 EW/qkm	[CETU, 2010a]
62	Tennozan Tunnel (East Portal)	Japan			ESP, Building	S		Wet	Sept. 1994	1,968 km	über 80%	Ventilation, Pollution						[RTAM5, 2004]
63	Tennozan Tunnel (West Portal)	Japan			ESP, Building	S		Wet	Feb. 1998	1,718 km	über 80%	Ventilation, Pollution						[RTAM5, 2004]
64	Trans Tokyo Bay (TTB) Tunnel	Japan	Tokio	8 965 589	ESP, Ceiling-based precipitators	R		Wet	Sept. 1997	9,6 km	über 80%			heiße, feuchte Sommer; trockene, sonnige Winter; schlechte Luftqualität			14 400 EW/qkm	[CETU, 2010a]

## ANHANG - A 6 ERGÄNZUNGEN ZUR WIRTSCHAFTLICHEN RELEVANZ VON TUNNELFILTERTECHNOLOGIEN

Nr.	Name des Tunnels	Land	Stadt	Größe des Ortes EW	Art des Filter	Nutzung d. gefilterten Luft	ESP Typen	Washing Type	Baujahr	Länge des Tunnels	Effizienz der Filter	Gründe (engl.)	Verkehrsaufkommen / Tag	Klima/Wetterlage	Geomorphologie	Bemerkungen	Besiedlung am Tunnel	Quelle
65	<b>Tokyo Bay Aqua-line (Up and Down Lane)</b>	Japan	Tokyo		ESP		DC	Wet	Dec. 1997	9,583		Visibility						[CETU, 2010a]
66	<b>Tsuruga Tunnel</b>	Japan	Tsuruga	67876	ESP, Bypass	R	DC	Dry	Dec. 1979	2,925 km	über 80%	Ventilation, Visibility						[CETU, 2010a]
67	<b>Uji</b>	Japan			ESP, Bypass	R		Dry	1988	4,304 km	über 80%	Ventilation, Visibility						[Panasonic, 2012]
68	<b>Yumesima Tunnel</b>	Japan	Verbindung der Sakishima-Inseln		ESP, Building	S		Wet	Mar 2009	2,1 km	über 80%							[Panasonic, 2012]
69	<b>Gyungju Tunnel</b>	Korea	Gyungju	269 343	ESP, Bypass									heiße Sommer kalte Winter, Monsunregion	liegt in einem Becken am Meer		212 EW/qkm	[Fuji, 2012c]
70	<b>Kwang-Jang</b>	Korea			ESP		AC		Aug 08									[Fuji, 2012c]
71	<b>Safesan</b>	Korea			ESP		AC		Dec. 2007									[Fuji, 2012c]
72	<b>Saritjae</b>	Korea			ESP		DC		Oct. 2004									[Fuji, 2012c]
73	<b>Soojungsan</b>	Korea			ESP		DC		Nov 01									[Fuji, 2012c]
74		Korea	Seoul	10924870	Bypass system									sehr warme und feuchte Sommer, sehr kalte Winter	von Bergen umgeben, von mehreren Flüssen durchzogen		18 042 EW/qkm	[CETU, 2010]
75	<b>Woo-Myun-san</b>	Korea					DC		Oct. 2003									

ANHANG - A 6 ERGÄNZUNGEN ZUR WIRTSCHAFTLICHEN RELEVANZ VON TUNNELFILTERTECHNOLOGIEN

Nr.	Name des Tunnels	Land	Stadt	Größe des Ortes EW	Art des Filter	Nutzung d. gefilterten Luft	ESP Typen	Washing Type	Baujahr	Länge des Tunnels	Effizienz der Filter	Gründe (engl.)	Verkehrsaufkommen / Tag	Klima/Wetterlage	Geomorphologie	Bemerkungen	Besiedlung am Tunnel	Quelle
76	<b>Yong Pyong Tunnel</b>	Korea	Yong Pyong Expressway	6 162	Bypass system									feucht kontinentales Klima	bergiges Gebiet		30 EW/qkm	[CETU, 2010a]
77	<b>Bragerneztunneln</b>	Norwegen	Drammen	64 597	ESP				2002	2,7 km, Tunnel geht Spiralförmig durch einen Berg			13 872	kalt und feucht mit warmen Sommern	Untergrund: Granit, Porphy, Kalkstein; am Ende eines Fjordes	Tunnel von Bevölkerung gefordert, später Bedenken, weil Verkehrsstärke dadurch gestiegen	470 EW/qkm	[CETU, 2010a]
78	<b>Ekeberg-tunneln</b>	Norwegen	Oslo	613 285	ESP, lateral bypass passage (CTA)				1994	1,4 km			75 000	kontinental geprägt	innere Fjordlage	Filter nur zu Stoßzeiten in Betrieb, hatte positiven Effekt auf die Gesundheit der Anwohner	1 351 EW/qkm	[CETU, 2010a]
79	<b>Festning tunnel</b>	Norwegen	Oslo	613 285	ESP, externe Luftreinhaltung (nicht mehr in Betrieb); Extraction (CTA)				1990	1,8 km			80 930	kontinental geprägt	innere Fjordlage		1 351 EW/qkm	[CETU, 2010a]
80	<b>Granfosstunneln</b>	Norwegen	Oslo	613 285	ESP, lateral bypass passage (CTA) (nicht in Betrieb)				1992	2,3 km			15 000	kontinental geprägt	innere Fjordlage		1 351 EW/qkm	[CETU, 2010a]

## ANHANG - A 6 ERGÄNZUNGEN ZUR WIRTSCHAFTLICHEN RELEVANZ VON TUNNELFILTERTECHNOLOGIEN

Nr.	Name des Tunnels	Land	Stadt	Größe des Ortes EW	Art des Filter	Nutzung d. gefilterten Luft	ESP Typen	Washing Type	Baujahr	Länge des Tunnels	Effizienz der Filter	Gründe (engl.)	Verkehrsaufkommen / Tag	Klima/Wetterlage	Geomorphologie	Bemerkungen	Besiedlung am Tunnel	Quelle
81	<b>Helltunneln</b>	Norwegen	Trondheim	176 348	ESP, bypass passage in ceiling (nicht in Betrieb)				1995	3,9 km			10 000	vergleichsweise mildes, feuchtes Klima, von zwei Klimazonen beeinflusst, daher Wetter instabil	an der Mündung eines Flusses, auf Halbinsel, in Süden, Osten und Westen von Gebirge umringt, im Norden flaches Land		515 EW/qkm	[CETU, 2010a]
82	<b>Laerdal tunnel</b>	Norwegen	Laerdal	2 205	ESP, Nitrogen oxides removal technik (speziell für lange Tunnel)				2000	24,5 km			1807 (2010)	außerordentlich trocken, im Winter Schnee	am Ende eines Fjordes, felsiger Grund, Tunnel ist unter einem Berg gebaut		2 EW/qkm	[CETU, 2010a]
83	<b>Nygards-tunneln</b>	Norwegen	Bergen	263 762	Bypass passage in ceiling (CTA)				1999	0,95 km			28 000	regenreichste Großstadt Europas, stark maritim beeinflusst, sehr milde Temperaturen im Vergleich zu restlichem Norwegen	liegt zwischen Küste und Fjällkette		567 EW/qkm	[CETU, 2010a]
84	<b>Stromsastunneln</b>	Norwegen	Drammen	64 597	ESP, bypass passage in ceiling				2001	3,7 km			12 500	kalt und feucht mit warmen Sommern	Untergrund: Granit, Porphyry, Kalkstein; am Ende eines Fjordes	Filter nur zu Stoßzeiten in Betrieb, hatte positiven Effekt auf die Gesundheit der Anwohner	470 EW/qkm	[RTAM5, 2004]
85	<b>Svardals</b>	Norwegen	Oslo	613 285	ESP				2000	1,4 km				kontinental geprägt	innere Fjordlage	hatte positiven Effekt auf Gesundheit der Anwohner		[CETU, 2010a]
86	<b>Vålerenga</b>	Norwegen	Oslo	613 285	ESP				1989	0,7 km			64 908	kontinental geprägt	innere Fjordlage	hatte positiven Effekt auf Gesundheit der		[CETU, 2010a]

ANHANG - A 6 ERGÄNZUNGEN ZUR WIRTSCHAFTLICHEN RELEVANZ VON TUNNELFILTERTECHNOLOGIEN

Nr.	Name des Tunnels	Land	Stadt	Größe des Ortes EW	Art des Filter	Nutzung d. gefilterten Luft	ESP Typen	Washing Type	Baujahr	Länge des Tunnels	Effizienz der Filter	Gründe (engl.)	Verkehrsaufkommen / Tag	Klima/Wetterlage	Geomorphologie	Bemerkungen	Besiedlung am Tunnel	Quelle
87	<b>Wienerwaldtunnel Ost</b>	Österreich	Wienerwald		ECCO-Dust				2005	13,350 km				Im Wesentlichen wird der Wienerwald vom atlantisch geprägten Übergangsklima bestimmt. Im gebirgigen Süden teilweise schon alpines Klima		Anwohner		[Aigner, 2012c]
88	<b>Madrid M30 River Side, M30 Ring Road (mehrere)</b>	Spanien	Madrid	3 265 038	22 different filtration systems; Ceiling	S		Wet	1990, May 2007	along about 6 km (not continuous tunnel)	über 80 %			kontinental geprägt, trockene heiße Sommer für den Mittelmeerraum vergleichsweise kalte Winter	667 ü NN, auf Hochebene	wurden installiert, um die lokale Luftqualität zu verbessern	5 389,9 Einw./km <sup>2</sup>	[Panasonic, 2012]
89	<b>Hai Van Pass Tunnel</b>	Vietnam	Danang	887,069	ESP System overseas, Bypass	R		Wet	June 2005	6,280 km	über 80 %			tropisches Monsunklima, hohe Jahresdurchschnittstemperatur, heiß und feucht	Topographie vom Truong Son Gebirge bestimmt, am Rand einer Gesteinsauflattung gelegen		599 EW/qkm	[CETU, 2010a]

**Legende:** AC: wechselnde Spannung an den Kollektorplatten  
 DC: Konstante Spannung an den Kollektorplatten  
 R: Gereinigte Luft wird wieder in den Tunnel geblasen (Verbesserung der Sichtbarkeit)  
 S: Gereinigte Luft geht über einen Kamin nach außen (Verbesserung der Umgebungsluft)  
 ESP: Elektrostatischer Abscheider



## A 7 Während der Projektlaufzeit erarbeitete und in Schwäbisch Gmünd veröffentlichte Unterlagen

Die Unterlagen liegen im separat gebunden bzw. digital vor.

### **A6-1 1. Sitzung Tunneldialog**

- Agenda 1. Sitzung
- Präsentationen
  - TOP 1 – Eggert: Begrüßung und Vorstellung
  - TOP 2 – Eggert: Einführung in den Dialogprozess
  - TOP 3 – Leggewie: Vorstellung der sozialwissenschaftlichen Begleitforschung
  - TOP 4 – Stahl: Aktueller Stand Tunnelfilter
  - TOP 5
    - Deerberg: Wissenschaftliche Vorgehensweise
    - Stahl: Technologiebewertung Tunnelfilter
    - Röckle: Untersuchung der ökologischen Auswirkungen
- Protokoll 1. Sitzung

### **A6-2: 2. Sitzung Tunneldialog**

- Agenda 2. Sitzung
- Präsentationen
  - TOP 1 – Begrüßung und Stand des Prozesses
  - TOP 2 – Wichmann: Gesundheitliche Relevanz von Tunnelfiltern
  - TOP 3 – Pflaum: Wirtschaftliche Relevanz von Tunnelfiltern
  - TOP 4
    - Deerberg: Luftmengen
    - Deerberg: Lärmimmissionen
  - TOP 5 – Stahl: Technologiebewertung
  - TOP 6 – Röckle: Ergebnisse der ersten Analyse
- Protokoll 2. Sitzung

### **A6-2: 3. Sitzung TunnelDialog**

- Agenda 3. Sitzung
- Präsentationen
  - TOP 1 – Begrüßung und Stand des Prozesses
  - TOP 2 – Deerberg: Offene Fragen aus vorhergehenden Sitzungen
  - TOP 3 – Stahl: Ergebnisse der Analyse der Tunnelfiltertechnologien
  - TOP 4 – Pflaum: Ergebnisse der Analyse der wirtschaftlichen Relevanz eines Tunnelfilters
  - TOP 5 – Röckle: Ergebnisse der Analyse der ökologischen Relevanz eines Tunnelfilters
  - TOP 6 – Wichmann: Ergebnisse der Analyse der gesundheitlichen Relevanz eines Tunnelfilters
  - TOP 7 – Weiteres Vorgehen
- Protokoll 3. Sitzung

### **A6-2: 4. Sitzung TunnelDialog**

- Agenda 4. Sitzung
- Präsentationen
  - Zusammenfassende Präsentation Bürgerveranstaltung
  - Pflaum: Innovationscluster für Schwäbisch Gmünd

## A 8 Abschlussdokument und Informationsflyer

Das Abschlussdokument sowie der Flyer liegen ebenfalls separat vor.