Stadt
Villingen-Schwenningen

Begründung zum Bebauungsplan

"Änderung Deutenberg, südlicher Teil, 2. Änderung"

(Nr. S - F II / 2021)

im Stadtbezirk Schwenningen

vom 22.09.2021

Der Stadt Villingen-Schwenningen vorgelegt durch:

Stadtplanungsamt

Inhaltsverzeichnis

1. **Verfahren**
2. **Planungsanlass und –erfordernis**
3. **Ziele und Zwecke der Planung**
4. **Abgrenzung und Beschreibung des Geltungsbereichs**
5. **Planerische Rahmenbedingungen**
6. **Planungsrechtliche Festsetzungen**
7. **Begründung**
8. **Anlage**

1. Verfahren

Die Aufstellung des Bebauungsplanes erfolgt gem. §§ 2, 3(2), 4(2), 4a und 10 BauGB.
Das Bebauungsplanverfahren wird im Vereinfachten Verfahren nach § 13 BauGB durchgeführt, da

- durch die Änderung des Bebauungsplanes die Grundzüge der Planung nicht berührt werden (§ 13 Abs. 1 Satz 1 BauGB),
- keine Pflichten zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung vorliegen (§ 13 Abs. 1 Pkt. 1 BauGB),
- keine Anhaltspunkte für die Beeinträchtigung der in § 1 Abs. 6 Nr. 7 Buchstabe b genannten Schutzgüter bestehen (§ 13 Abs. 1 Pkt. 2 BauGB),
- keine Anhaltspunkte dafür bestehen, dass bei der Planung Pflichten zur Vermeidung oder Begrenzung der Auswirkungen von schweren Unfällen nach § 50 Satz 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes zu beachten sind (§ 13 Abs. 1 Pkt. 2 BauGB).

Mit der Durchführung der Planung im Vereinfachten Verfahren gem. § 13 BauGB wird abgesehen von der

- Umweltprüfung nach § 2 Abs. 4 BauGB,
- vom Umweltbericht nach § 2a BauGB,
- von den Angaben nach § 3 Abs. 2 Satz 2 BauGB, welche Arten umweltbezogener Informationen verfügbar sind,
- von der zusammenfassenden Erklärung nach § 6a Abs. 1 und § 10a Absatz 1 BauGB.

2. Planungsanlass und –erfordernis

Der Technische Ausschuss der Stadt Villingen-Schwenningen fasste in seiner öffentlichen Sitzung am 24.10.2018 für die Bebauungsplanbereiche in den Stadtquartieren "Deutenberg" im Stbz. Schwenningen sowie "Hammerhalde" und "Kopsbühl" im Stadtbezirk Villingen den Beschluss,*"die bisher geltenden Verbrennungsverbote zu ändern und den Ausschluss fester Stoffe einzuschränken. Stattdessen soll im Bebauungsplan künftig die Verbrennung fester Stoffe zu Heizzwecken untersagt werden, bis auf die Verbrennung von handelsüblichen Holzpellets und Holz."*
Für das Stadtquartier "Wöschhalde" im Stbz. Villingen wurde diese Entscheidungen später nachgeholt.

Intention der Planänderungen ist eine seit Jahren bestehende kommunalpolitische Diskussion über die Notwendigkeit der bestehenden Verbrennungsverbote in gültigen Bebauungsplänen: Ein Teil der in den Plangebieten betroffenen Eigentümer und Wohnenden fordern, insbesondere offene Kamine und Kaminöfen mit Stückholz zu befeuern, andere Eigentümer fordern die Beibehaltung der Bebauungsplanfestsetzungen als Status quo und machen Immissionsschutzansprüche geltend.

3. Ziele und Zwecke der Planung

Vor dem Hintergrund des technologischen Fortschritts und der Weiterentwicklung der 1. BImSchV hat der Gemeinderat in seiner Sitzung am 24.10.2018 bzw. am 20.05.2020 entschieden, die bisher in Bebauungsplanfestsetzungen geregelten Verbrennungsverbote mit dem Ziel einer Öffnung für gesundheitlich unbedenkliche Brennstoffe zu ändern. Insbesondere die Verbrennung von handelsüblichen Holzpellets und Holz soll nach Möglichkeit zugelassen werden.

Die bestehenden Regelungen zu Verbrennungsverboten in Bebauungsplänen in der Stadt Villingen-Schwenningen sind für die städtebauliche Entwicklung und Ordnung erforderlich im

Sinne des § 1 Abs. 3 BauGB. Das Vorliegen vernünftiger Gründe für die bestehenden umfangreichen Festsetzungen im Bebauungsplan waren gegeben, sie zwingen die Gemeinde jedoch nicht zur Beibehaltung dieser Regelungen, sofern eine Lockerung dieser planungsrechtlichen Festsetzungen nicht zu Rechtsverstößen führt.

Mit der Lockerung der Verbrennungsverbote und der bestehenden bauplanungsrechtlichen Festsetzungen soll ein Interessenausgleich divergierender Bewohnerinteressen im betroffenen Plangebiet herbeigeführt werden, auch deshalb, weil es kein Optimierungsgebot, sondern im Rahmen der Abwägung unterschiedlicher Belange nur ein Berücksichtigungsgebot der bestmöglichen Luftqualität gibt.

Mit der Änderung der textlichen Festsetzung des Bebauungsplanes "Änderung Hammerhalde" wird das grundsätzliche Verbrennungsverbot von festen und flüssigen Brennstoffen aufrechterhalten: Die bestehende Festsetzung wird ergänzt um ausnahmsweise Zulässigkeiten bestimmter fester und flüssiger Brennstoffe durch die konkrete Benennung der entsprechenden Stofflichkeiten (Positivliste).

Die sonstigen Festsetzungen des geänderten Ursprungsbebauungsplanes bleiben uneingeschränkt bestehen und behalten ihre Gültigkeit.

4. Abgrenzung und Beschreibung des Geltungsbereichs

Der Geltungsbereich der Planänderung umfasst den gesamten Geltungsbereich des Bebauungsplanes "Änderung Hammerhalde" vom 10.11.1978.

5. Planerische Rahmenbedingungen

Die planerischen Rahmenbedingungen des zu ändernden Bebauungsplanes bestehen fort.

6. Planungsrechtliche Festsetzungen

Im Bebauungsplan "Änderung Hammerhalde" (festgesetzt am 10.11.1978) ist gem. § 9 Abs. 1 Nr. 23 a BauGB die Verbrennung von festen und flüssigen Brennstoffen und die Beheizung mit diesen nicht zugelassen.

Die Festsetzung im Bebauungsplan lautet:

> *"2.4 Verbrennen von flüssigen und festen Brennstoffen*
> *(§ 111 Abs. 2 Nr. 3 LBO)*
> *Im Planungsgebiet ist die Verbrennung von flüssigen und festen Brennstoffen und die Beheizung mit diesen nicht zugelassen."*

Diese textlichen Festsetzungen des Bebauungsplanes werden wie folgt geändert:

"Im Plangebiet ist die Verbrennung von festen und flüssigen Brennstoffen und die Beheizung mit diesen nicht zugelassen.
Ausnahmsweise sind zulässig

- *als fester Brennstoff Presslinge aus naturbelassenem Holz in Form vom Holzpellets, wenn diese die brennstofftechnischen Anforderungen des DINplus-Zertifizierungsprogramms "Holzpellets zur Verwendung in Kleinfeuerungsstätten nach DIN 51731-HP 5" erfüllen,*
- *als flüssiger Brennstoff leichtes Heizöl (Heizöl EL), wenn es die Voraussetzungen nach DIN 51603 nach § 3 Abs. 1 Nr. 9 der 1. BImSchV (2010) erfüllt,*

- *als fester Brennstoff naturbelassenes stückiges Holz einschließlich anhaftender Rinde in Form von Scheitholz, wenn es die Voraussetzungen nach § 3 Abs. 1 Nr. 4 der 1. BImSchV (2010) erfüllt und nur solche Verbrennungsvorgänge erfasst, die nicht der Dauer-Beheizung von Gebäuden, sondern nur der zeitweisen Erwärmung einzelner Räume durch ergänzende Feuerstätten (Zusatzheizungen z.B. Kamine, Kaminöfen) dient."*

Hinweis: *Die sonstigen Festsetzungen des Bebauungsplanes bleiben durch diese textliche Änderung unberührt und haben weiterhin Gültigkeit.*

7. Begründung

Vor dem Hintergrund des technologischen Fortschritts und der Weiterentwicklung der 1. BImSchV hat der Gemeinderat in seiner Sitzung am 24.10.2018 bzw. am 20.05.2020 entschieden, die bisher in Bebauungsplanfestsetzungen geregelten Verbrennungsverbote mit dem Ziel einer Öffnung für gesundheitlich unbedenkliche Brennstoffe zu ändern. Insbesondere die Verbrennung von handelsüblichen Holzpellets und Holz soll nach Möglichkeit zugelassen werden.

Urteil des VGH Mannheim

Grundlage für eine aktualisierte gutachterliche Betrachtung und städtebaurechtliche Bewertung mit dem Ziel der Aufhebung/Anpassung der Verbrennungsverbote in den jeweiligen Bebauungsplänen ist das Urteil des Verwaltungsgerichtshofs Mannheim 5 S 2690/11 vom 07.02.2013.
Nach der Rechtsprechung des VGH Mannheim ist auf Basis einer gutachterlichen Beurteilung einzelner Gebiete eine Lockerung von bestehenden Verbrennungsverboten zulässig.
Das Urteil hat damit festgestellt, dass mittels einer gebietsbezogenen und einzelstofferhebenden "Schwellenbetrachtung" einzuhaltender Immissionsgrenzwerte und Zielwerte (bzw. der Schädlichkeit von Umwelteinwirkungen) eine brennstoff- und produktbezogene (Neu-) Festlegung rechtmäßig erfolgen kann.
Dabei war eine gutachterliche Stellungnahme eingeholt worden zu den Auswirkungen, die die Verwendung verschiedener, bislang nicht zugelassener Brennstoffe mit sich bringt, und sich auf diese Weise die für eine ordnungsgemäße Abwägung erforderlichen Erkenntnisse zu verschaffen und diese zu bewerten.
Der VGH kam zu dem Ergebnis, dass der geänderte Bebauungsplan rechtmäßig ist. Das Vertrauen der Antragsteller in den Fortbestand des bisherigen Verbrennungsverbots hat die beklagte Stadt ordnungsgemäß im Rahmen der Abwägung berücksichtigt, musste dieses jedoch nicht als Planungsschranke verstehen. Denn ebenso wie es nach § 1 Abs. 3 S. 2 BauGB keinen Anspruch auf Planung gibt, kann ein Planunterworfener nicht verlangen, dass eine bestimmte planungsrechtliche Situation beibehalten wird, wenn dafür keine zwingenden Gründe vorliegen. Ein Änderungsverbot bestünde nur, wenn eine Lockerung zu Rechtsverstößen führen würde. Dies ist jedoch nicht der Fall, denn wie ausgeführt sind – wie durch Gutachten nachgewiesen - schädliche Umwelteinwirkungen durch die Verwendung der neuerdings zugelassenen Brennstoffe nicht zu befürchten.

Gutachterliche Emmissionsbetrachtung der iMA

Um eine verantwortliche Entscheidung zu "Lockerungen" der bestehenden Verbrennungsverbote im Rahmen der Bauleitplanung treffen zu können wurde - den Grundannahmen des Urteils des VGH Mannheim vom 07.02.2013 als Kriterien- und Bewertungshilfe folgend - für die bezeichneten Bebauungsplangebiete in Villingen-Schwenningen eine individuelle Prüfung der vier nach Wohnquartieren

zusammengefassten Plangebiete 'Hammerhalde', 'Kopsbühl' und 'Wöschhalde' im Stadtbezirk Villingen und 'Deutenberg' im Stadtbezirk Schwenningen für tragfähige Richtungsaussagen bezüglich der im Einzelnen zulassungsfähigen Brennstoffe vorgenommen.

Die gutachterliche Emissionsbetrachtung erfolgte im Auftrag der Stadt Villingen-Schwenningen durch das Sachverständigenbüro "Immissionen Meteorologie Akustik, iMA, Richter & Röckle" (Niederlassung Freiburg), das auch akkreditiert ist als Messinstitut und für Ausbreitungsberechnungen nach TA Luft und Geruchsimmissions-Richtlinie.

Die "Gutachterliche Stellungnahme zur Verbrennung fester und flüssiger Brennstoffe" der imA Richter&Röckle (Endbericht vom 30.09.2019) trifft im Wesentlichen folgende Aussagen:

Die Emissions- und Immissionsbetrachtung erfolgte vorrangig für die Brennstoffe

- Presslinge aus naturbelassenem Holz in Form von Holzpeletts (Pellets)
- Naturbelassenes stückiges Holz (Stückholz)

Drei Schadstoffe sind bei der Verbrennung fester und flüssiger Brennstoffe von Bedeutung und werden betrachtet:

- Staub (PM_{10})
- Stickoxide (NO_X)
- Gerüche

Das Gutachten kommt zu dem Ergebnis, dass die für Wohngebiete einzuhaltenden und gesetzlich vorgegeben Immissionswerte, die bei Gerichten wie Grenzwerte behandelt werden, für die Schadstoffe

- Staub (PM_{10})
- Stickoxide (NO_X)

bei Verwendung der o.g. Brennstoffe (aber auch bei Stückholz) nicht überschritten werden.

Hingegen werden bei der Verwendung von Stückholz die Werte für Geruchsschadstoffe nach der Geruchs-Immissionsrichtlinie (GIRL) überschritten; Geruchsstoffe sind ebenfalls in der 1. BImSchG ebenfalls den luftverunreinigenden Stoffen zugeordnet.

Schädliche Umwelteinwirkungen iSd § 9 Nr. 23 a BauGB sind „Immissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder für die Nachbarschaft herbeizuführen“ (§ 3 Abs. 1 BImSchG). Luftverunreinigende Stoffe sind gem. § 3 Abs. 4 BImSchG „Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe oder Geruchsstoffe“.

Die Einstufung von Gerüchen als schädliche Umwelteinwirkungen nach den oben genannten Vorschriften hat zur Folge, dass es sich bei den zugrunde gelegten Grenzwerten nicht lediglich um Empfehlungen handelt, deren Überschreitung zu bloßen Geruchsbelästigungen führt. Vielmehr handelt es sich um gerichtlich überprüfbare Grenzwerte, die einzuhalten sind und deren Überschreitung im Rahmen eines Bebauungsplanverfahren zur Rechtsunwirksamkeit führen kann.

Das Gutachten der iMA kommt zum Ergebnis, das für alle vier untersuchten Gebiete (Hammerhalde, Kopsbühl, Deutenberg, Wöschhalde) die bestehenden Verbrennungs-verbote für feste und flüssige Brennstoffe gelockert werden können zugunsten

- fester Brennstoffe in Form von Presslingen aus naturbelassenem Holz in Form vom Holzpellets, wenn diese die brennstofftechnischen Anforderungen des DINplus-Zertifizierungsprogramms "Holzpellets zur Verwendung in Kleinfeuerungsstätten nach DIN 51731-HP 5" erfüllen,
- flüssiger Brennstoffe in Form von leichtem Heizöl (Heizöl EL), wenn es die Voraussetzungen nach DIN 51603 nach § 3 Abs. 1 Nr. 9 der 1. BImSchV (2010) erfüllt.

Das Gutachten der iMA vom 30.09.2019 ist der Begründung beigefügt.

Abwägung der gutachterlichen Empfehlungen der iMA durch den Gemeinderat
Der Gemeinderat wog die "Gutachterliche Stellungnahme zur Verbrennung fester und flüssiger Brennstoffe" der imA Richter&Röckle (Endbericht vom 30.09.2019) hinsichtlich der "Lockerung" der bestehenden Verbrennungsverbote in den zusammengefassten Plangebiete Hammerhalde, Kopsbühl und Wöschhalde im Stadtbezirk Villingen und Deutenberg im Stadtbezirk Schwenningen ab und folgt für die Änderung der Bebauungspläne mit Verbrennungsverbotsregelungen den gutachterlichen Aussagen zu festen und flüssigen Brennstoffen für die Hauptheizungen.

In Abweichung der gutachterlichen Betrachtung eröffnet die Stadt darüber hinaus die Verwendungsmöglichkeit von Stückholz in Einzelfeuerungsanlagen (z.B. Komfortöfen, Kaminöfen) als Zusatzfeuerungsanlagen, die nicht den Zweck haben, die Wärmeversorgung hauptsächlich zu ermöglichen.

Die Stadt begründet ihre Abwägung, in diesem Punkt der gutachterlichen Empfehlung nicht zu folgen, damit, dass hier der Worst-Case-Ansatz (flächendeckende Verwendung von Zusatzfeuerungsanlagen mit Stückholz) nicht durchgängig realistisch ist:

- So ist in mehrgeschossigen Mehrfamilienhäusern der bereits großteils aufgesiedelten Wohngebiete schon aufgrund technisch fehlender Voraussetzungen (wie einzelne Kaminzüge pro Zusatzheizungen) nicht davon auszugehen, dass die Immissionsgrenzwerte der GIRL hier überschritten werden.
- Auch werden Einzelfeuerungsanlagen (Kaminöfen) als Nebenheizungen nur zeitlich eingeschränkt zur Raumheizung genutzt.
- Die Worst-Case-Betrachtung im Gutachten der iMA zum Brennstoff "Stückholz" ist in diesem Kontext damit als Szenario nicht realistisch. Bei einer Beschränkung der Verfeuerung von Stückholz auf Zusatzfeuerungen wird ein Immissionswert bezogen auf die Geruchsstundenhäufigkeit der Jahresstunden von 12% erreicht. Der Grenzwert für Wohngebiete liegt bei 10% (nach GIRL). Da davon auszugehen ist, dass nicht jedes Gebäude über eine solche Zusatzfeuerungsanlage verfügt und diese als Nebenheizung, auch nur zeitlich eingeschränkt zur Raumheizung genutzt werden, liegt der tatsächliche Geruchsimmissionswert bei realistischer Betrachtung unter 10%. Daher kann die eingeschränkte Verwendung von Stückholz in Zusatzfeuerungen zugelassen werden.

In seiner Abwägung erweitert der Gemeinderat daher die "ausnahmsweisen Zulässigkeiten" auf "Stückholz" und dessen beschränkte Verwendungsmöglichkeit für Feuerungsstätten, die nicht als Hauptheizungen fungieren. Die Verwendung ist daher beschränkt auf Verbrennungsvorgänge, die nicht der Dauerbeheizung von Gebäuden, sondern nur der gelegentlichen Erwärmung einzelner Räume durch ergänzende Feuerstätte (Kamine, Kaminöfen) dienen.

Diese Möglichkeit der Festsetzung einer eingeschränkten Verwendungsmöglichkeit von Brennstoffen ist durch den § 9 Abs. 1 Nr. 23 a BauGB gegeben:
"(1) Im Bebauungsplan können aus städtebaulichen Gründen festgesetzt werden:
23. Gebiete, in denen
a) zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bestimmte luftverunreinigende Stoffe nicht oder nur beschränkt verwendet werden dürfen;"

Eine unterschiedliche Betrachtung von Dauer-Beheizungen im Gegensatz zu einer gelegentlichen Nutzung von Kaminen in Bezug auf den Festsetzungsgehalt des § 9 Abs. 1 Nr. 23 a BauGB wird auch durch die Rechtsprechung getragen.
So urteilte das Oberverwaltungsgericht für das Land Mecklenburg-Vorpommern, Beschluss vom 24. März 2005 – 3 M 11/05 – zu Verbrennungsverboten für feste und flüssige Brennstoffe:

"Die strikte Wortauslegung genügt für das rechtliche Verständnis einer Norm in aller Regel nicht. Normen sind auch nach ihrem Sinn und Zweck auszulegen, wobei ihre systematische Stellung im Normengeflecht und ergänzend ihre Entstehungsgeschichte heranzuziehen sind. Bei der Anwendung dieser Auslegungstopoi ergibt sich…, dass damit nur die Dauer-Beheizung des gesamten Gebäudes der Vorgabe des Nichtverwendens von festen und flüssigen Brennstoffen unterworfen ist. Sinn und Zweck der Festsetzung ist die Vermeidung der Belastung der Luft mit Schadstoffen, wie sie beim Verbrennen von festen und flüssigen Brennstoffen entstehen. Dabei muss die Luftverunreinigung städtebauliche Relevanz haben. Eine nur gelegentliche oder verschwindend geringe Luftverunreinigung hat eine solche Qualität und Quantität regelmäßig nicht. Daher ist es naheliegend, dass die Festsetzung nur solche Verbrennungsvorgänge erfasst, bei denen Räume regelmäßig oder auf Dauer mit festen oder flüssigen Brennstoffen beheizt werden und/oder auf diese Weise Warmwasser erzeugt wird. Die gelegentliche Verwendung solcher Brennstoffe in einem einzelnen Kamin oder Kaminofen im Laufe eines Jahres fällt dagegen kaum ins Gewicht."

8. Anlage

- Gutachten der iMA vom 30.09.2019

iMA

Richter & Röckle

Immissionen
Meteorologie
Akustik

Messstelle § 29b
BImSchG

Auftraggeber **Stadt Villingen-Schwenningen**
Stadtplanungsamt
Winkelstraße 9
78056 Villingen-Schwenningen

Stellungnahme zur Verbrennung fester und flüssiger Brennstoffe in vier Wohngebieten der Stadt Villingen-Schwenningen

Datum: **30.09.2019**

Projekt-Nr.: **19-01-03-FR**

Bearbeiter: **Claus-Jürgen Richter, Diplom-Meteorologe**
Katharina Knapp, Diplom-Mathematikerin

iMA Richter & Röckle GmbH & Co.KG
Eisenbahnstraße 43
79098 Freiburg
Tel.: 0761/ 202 1661
Fax.: 0761/ 202 1671
E-mail: richter@ima-umwelt.de

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14202-01-00

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren

INHALT

1 SITUATION UND AUFGABENSTELLUNG 9

2 ÖRTLICHE VERHÄLTNISSE 10

2.1 HAMMERHALDE 10

2.2 KOPSBÜHL 11

2.3 WÖSCHHALDE 14

2.4 DEUTENBERG 17

3 GRUNDLAGEN ZUR BEURTEILUNG DER IMMISSIONEN 19

3.1 ALLGEMEINES 19

3.2 IMMISSIONSWERTE ZUR BEURTEILUNG VON STAUB UND STICKSTOFFDIOXID 19

3.3 GERUCHSIMMISSIONEN 20

3.3.1 Immissionsbeurteilungswerte 20

3.3.2 Beurteilungsflächen 20

4 EMISSIONSMODELLIERUNG 21

4.1 VORGEHENSWEISE 21

4.2 ENERGIEVERBRAUCH 23

4.3 JAHRESVERLAUF DES WÄRMEENERGIEVERBRAUCHS 26

4.4 TAGESGÄNGE DES ENERGIEVERBRAUCHS 31

4.4.1 Verfeuerung von Pellets 31

4.4.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher 31

4.4.3 Tagesgänge bei der Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen 32

5 EMISSIONSMASSENSTRÖME 32

5.1 STAUB 32

5.1.1 Staub-Emissionen bei stationärem Betrieb 32

5.1.2 Staub-Emissionen bei instationärem Betrieb 33

5.2 STICKSTOFFOXIDE 34

5.3 GERÜCHE 34

5.3.1 Verfeuerung von Holzpellets 34

5.3.2 Verfeuerung von Stückholz in Stückholzkesseln 35

5.3.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen 36

6 METEOROLOGISCHE EINGANGSDATEN 37

6.1 ALLGEMEINES 37
6.2 METEOROLOGISCHE DATENGRUNDLAGE DER LUBW 38
6.3 ERMITTLUNG DES REPRÄSENTATIVEN JAHRES UND DER AUSBREITUNGSKLASSEN 39
6.4 KALTLUFTABFLÜSSE 43
7 AUSBREITUNGSRECHNUNGEN 44
7.1 VERWENDETES AUSBREITUNGSMODELL 44
7.2 QUELLEN 45
7.2.1 Hammerhalde 45
7.2.2 Kopsbühl 46
7.2.3 Wöschhalde 46
7.2.4 Deutenberg 49
7.3 RECHENGEBIET 49
7.4 GELÄNDEEINFLUSS 49
8 IMMISSIONEN IM WOHNGEBIET „HAMMERHALDE“ 50
8.1 ÜBERBLICK 50
8.2 PM_{10}- UND $PM_{2,5}$ -IMMISSIONEN 50
8.2.1 Verfeuerung von Pellets 50
8.2.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher 52
8.2.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen 53
8.2.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen . 53
8.2.5 PM_{10}-Vorbelastung 56
8.2.6 PM_{10}-Gesamtbelastung 56
8.3 NO_2-IMMISSIONEN 58
8.3.1 Verfeuerung von Pellets 58
8.3.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher 58
8.3.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen 61
8.3.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen . 62
8.3.5 NO_2-Vorbelastung 64
8.3.6 NO_2-Gesamtbelastung 64
8.4 GERUCHSIMMISSIONEN 65
8.4.1 Verfeuerung von Pellets 65

8.4.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher 66
8.4.3 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen ..67
9 IMMISSIONEN IM WOHNGEBIET „KOPSBÜHL“ 68
9.1 ÜBERBLICK 68
9.2 PM_{10}- UND $PM_{2,5}$-IMMISSIONEN 69
9.2.1 Verfeuerung von Pellets 69
9.2.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher 69
9.2.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen 69
9.2.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen ..69
9.2.5 PM_{10}-Vorbelastung 69
9.2.6 PM_{10}-Gesamtbelastung 70
9.3 NO_2-IMMISSIONEN 75
9.3.1 Verfeuerung von Pellets 75
9.3.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher 75
9.3.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen 75
9.3.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen ..75
9.3.5 NO_2-Vorbelastung 75
9.3.6 NO_2-Gesamtbelastung 76
9.4 GERUCHSIMMISSIONEN 81
9.4.1 Verfeuerung von Pellets 81
9.4.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher 81
9.4.3 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen ..81
10 IMMISSIONEN IM WOHNGEBIET „WÖSCHHALDE“ 85
10.1 ÜBERBLICK 85
10.2 PM_{10}- UND $PM_{2,5}$-IMMISSIONEN 85
10.2.1 Verfeuerung von Pellets 85
10.2.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher 85
10.2.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen 85
10.2.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen ..85
10.2.5 PM_{10}-Vorbelastung 90
10.2.6 PM_{10}-Gesamtbelastung 90

10.3 NO_2-IMMISSIONEN 90
10.3.1 Verfeuerung von Pellets 90
10.3.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher 91
10.3.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen 91
10.3.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen . 91
10.3.5 NO_2-Vorbelastung 91
10.3.6 NO_2-Gesamtbelastung 91
10.4 GERUCHSIMMISSIONEN 97
10.4.1 Verfeuerung von Pellets 97
10.4.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher 97
10.4.3 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen . 97
11 IMMISSIONEN IM WOHNGEBIET „DEUTENBERG“ 101
11.1 ÜBERBLICK 101
11.2 PM_{10}- UND $PM_{2,5}$-IMMISSIONEN 101
11.2.1 Verfeuerung von Pellets 101
11.2.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher 101
11.2.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen 101
11.2.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen 101
11.2.5 PM_{10}-Vorbelastung 105
11.2.6 PM_{10}-Gesamtbelastung 106
11.3 NO_2-IMMISSIONEN 107
11.3.1 Verfeuerung von Pellets 107
11.3.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher 107
11.3.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen 107
11.3.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen 108
11.3.5 NO_2-Vorbelastung 111
11.3.6 NO_2-Gesamtbelastung 112
11.4 GERUCHSIMMISSIONEN 113
11.4.1 Verfeuerung von Pellets 113
11.4.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher 113
11.4.3 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen 113

12 ZWISCHENFAZIT 115
12.1 VERFEUERUNG VON PELLETS 115
12.2 VERFEUERUNG VON STÜCKHOLZ 116
13 DISKUSSION ANDERER BRENNSTOFFE 116
13.1 VORBEMERKUNG 116
13.2 ZULÄSSIGE BRENNSTOFFE NACH 1. BIMSCHV § 3 117
13.2.1 Auszuschließende Brennstoffe aufgrund der 1. BImSchV § 5 118
13.2.2 Kohle nach § 3 Abs. 1 Nr. 1 und 2 119
13.2.3 Brenntorf nach § 3 Abs. 1 Nr. 3 120
13.2.4 Grill-Holzkohlen nach § 3 Abs. 1 Nr. 3a 121
13.2.5 Naturbelassenes stückiges Holz nach § 3 Abs. 1 Nr. 4 122
13.2.6 Reisig und Zapfen nach § 3 Abs. 1 Nr. 4 122
13.2.7 Naturbelassenes nicht stückiges Holz nach § 3 Abs. 1 Nr. 5 122
13.2.8 Presslinge aus naturbelassenem Holz nach § 3 Abs. 1 Nr. 5a 123
13.2.9 Stroh nach § 3 Abs. 1 Nr. 8 123
13.2.10 Heizöl leicht (Heizöl EL) nach DIN 51603 nach § 3 Abs. 1 Nr. 9 123
13.2.11 Brenngase nach § 3 Abs. 1 Nr. 10 124
13.2.12 Brenngase nach § 3 Abs. 1 Nr. 11 125
13.2.13 Brenngase nach § 3 Abs. 1 Nr. 12 126
13.3 NACHWACHSENDE ROHSTOFFE § 3 ABS. 1 NR. 13 127
14 ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN 129
LITERATUR 131
ANHANG 1: TAGESGÄNGE 133
A1.1 TAGESGÄNGE BEI DER VERFEUERUNG VON PELLETS 133
Kalter Wintertag 133
Milder Wintertag 134
Milder Tag 135
A1.2 TAGESGÄNGE BEI DER VERFEUERUNG VON STÜCKHOLZ IN KESSELN MIT PUFFERSPEICHER 137
Kalter Wintertag 137
Milder Wintertag 137
Milder Tag 139

A1.3 TAGESGÄNGE BEI DER VERFEUERUNG VON STÜCKHOLZ IN ZUSATZFEUERUNGEN 140
Kalter Wintertag *140*
Milder Wintertag *142*
Milder Tag *143*
ANHANG 2: ERMITTLUNG DES REPRÄSENTATIVEN JAHRES 145
ANHANG 3: RECHENGEBIET 146
A3.1 HAMMERHALDE 146
A3.2 KOPSBÜHL 146
A3.3 WÖSCHHALDE 146
A3.4 DEUTENBERG 146
ANHANG 4: GELÄNDEEINFLUSS 147

1 Situation und Aufgabenstellung

Im Stadtgebiet der Stadt Villingen-Schwenningen besteht für mehrere Bebauungsgebiete ein Verbrennungsverbot für feste und flüssige Brennstoffe. Vor dem Hintergrund des technologischen Fortschritts und der Weiterentwicklung der 1. BImSchV hat der Gemeinderat in seiner Sitzung am 24.10.2018 entschieden, die bisher in Bebauungsplanfestsetzungen geregelten Verbrennungsverbote mit dem Ziel der Öffnung für gesundheitlich unbedenkliche Brennstoffe zu ändern. Insbesondere die Verbrennung von Holzpellets und naturbelassenem Holz (Stückholz) soll nach Möglichkeit zugelassen werden.

Um eine Grundlage für eine Entscheidung zu erhalten, sollen die Emissionen und Immissionen, die bei der Verbrennung der o.g. Brennstoffe entstehen, ermittelt werden. Derzeit stehen 16 Bebauungspläne an, von denen beispielhaft folgende Gebiete betrachtet werden sollen:

- Hammerhalde,
- Kopsbühl,
- Wöschhalde,
- Deutenberg.

Es wird geprüft, welche Immissionen in den vier Gebieten zu erwarten sind, falls das Verbrennungsverbot aufgehoben wird. Die Berechnungen werden für die Leitkomponenten Staub, Stickstoffdioxid und Gerüche durchgeführt.

Ferner soll auch für andere Brennstoffe wie Kohle, Brenntorf, Grill-Holzkohle eine Abwägungsgrundlage erstellt werden. Diese Brennstoffe werden diskutiert.

2 Örtliche Verhältnisse

Die Doppelstadt Villingen-Schwenningen liegt zwischen dem Ostrand des Schwarzwalds und der Hochmulde der Baar. Die Entfernung zwischen den beiden Stadtzentren beträgt ca. 8 km. Die Stadtregion erstreckt sich über Höhenlagen von 658 m bis 969 m ü. NN.

2.1 Hammerhalde

Das Wohngebiet „Hammerhalde“ befindet sich am westlichen Stadtrand des Stadtteils Villingen in einer Höhenlage von ca. 760 m ü. NN. Im Westen grenzen die Ausläufer des Schwarzwalds an das Gebiet an. Im Norden und Osten befinden sich weitere Stadtteile. Im Südosten verläuft die L181.

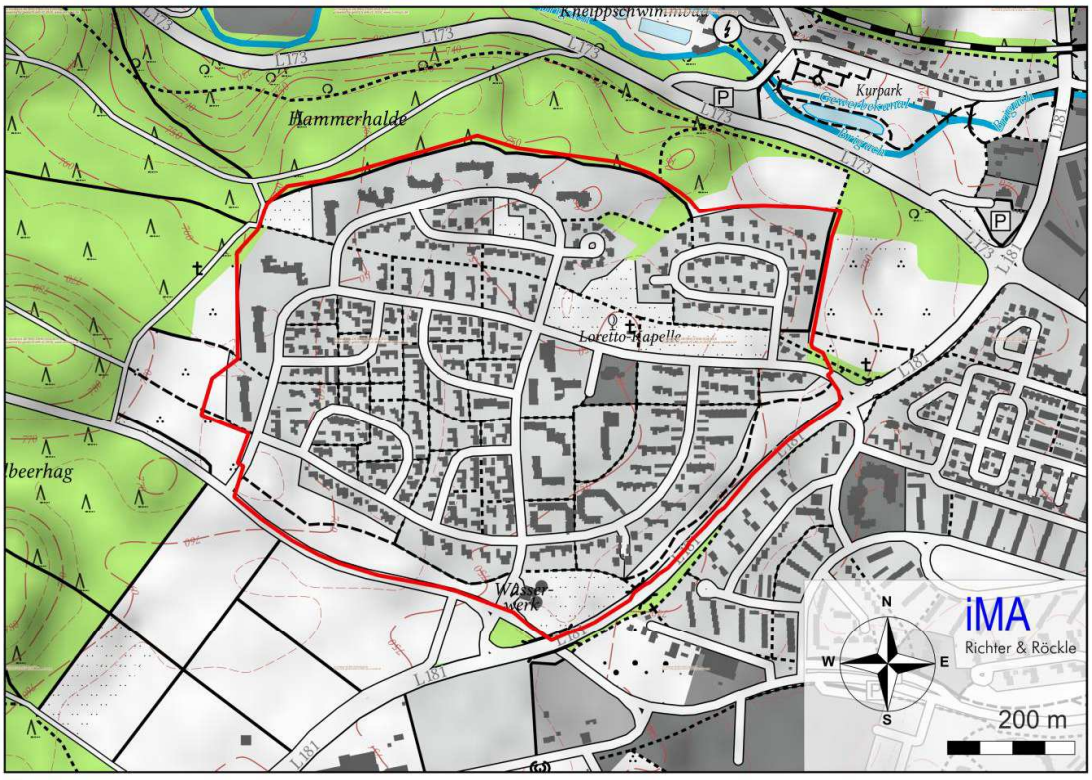


Abbildung 2-1: Topographische Karte mit Schummerung. Das Wohngebiet „Hammerhalde“ ist rot umrandet. (Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2019)



Abbildung 2-2: Auszug aus dem Luftbild. Das Wohngebiet „Hammerhalde“ ist rot umrandet. (Kartengrundlage: LUBW Daten- und Kartendienst)

2.2 Kopsbühl

Das Wohngebiet „Kopsbühl“ befindet sich am östlichen Stadtrand des Stadtteils Villingen in Hanglage. Das Gelände steigt von ca. 720 m ü. NN im Westen auf ca. 760 m ü. NN im östlichen Teil des Gebiets an.

Im Norden und Osten grenzen landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Im Süden verläuft die B33, im Osten grenzen weitere Stadtteile der Stadt Villingen an. Die Bahntrasse verläuft in einer Entfernung von ca. 350 m.

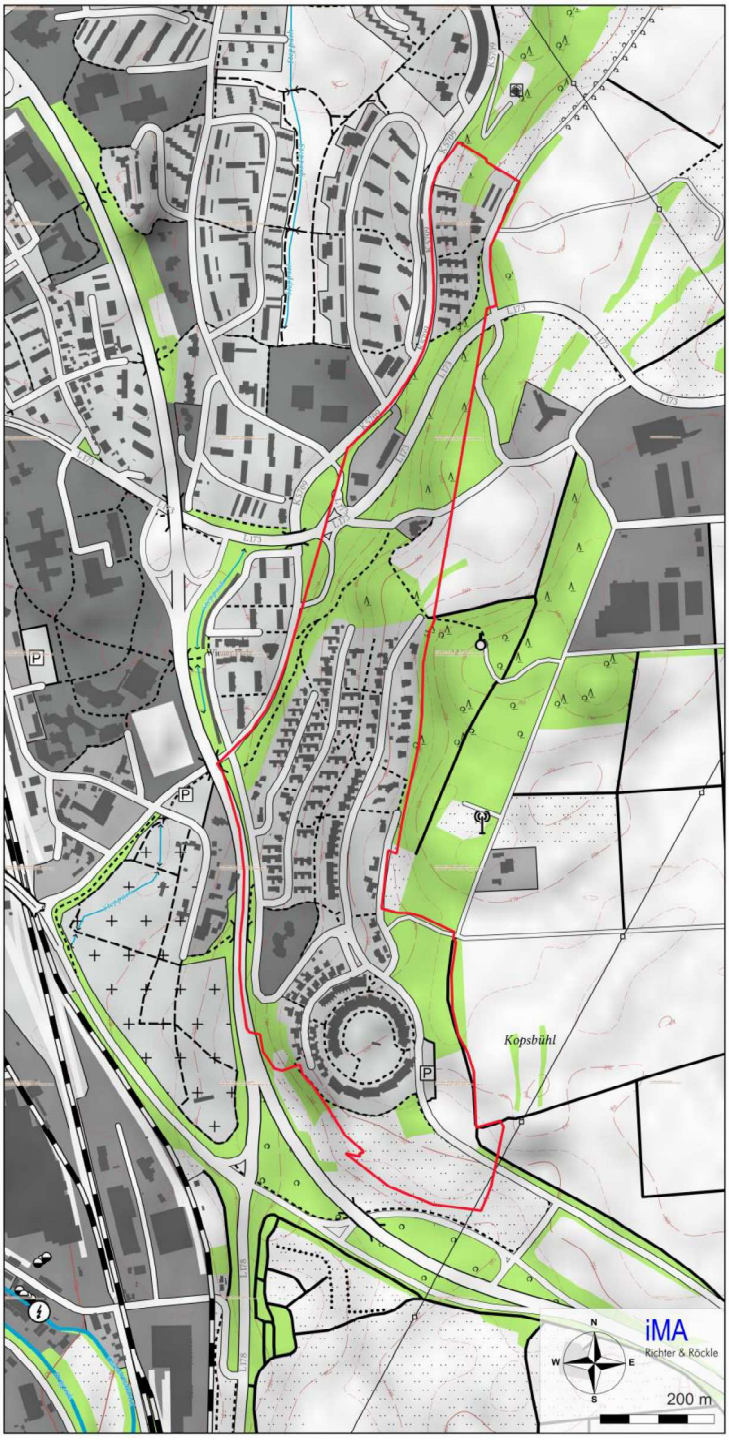


Abbildung 2-3: Topographische Karte mit Schummerung. Das Wohngebiet „Kopsbühl“ ist rot umrandet. (Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2019)

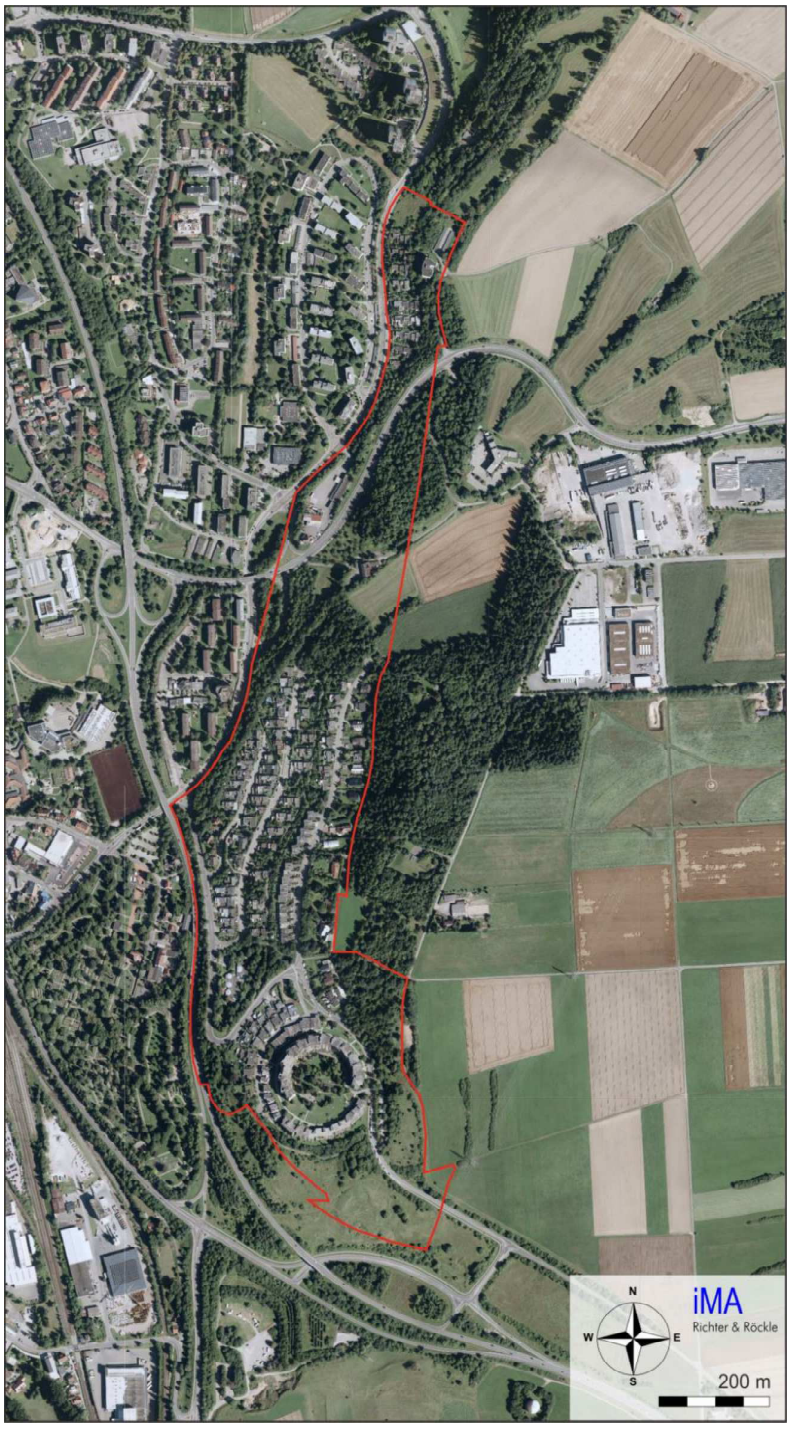


Abbildung 2-4: Auszug aus dem Luftbild. Das Wohngebiet „Kopsbühl“ ist rot umrandet. (Kartengrundlage: LUBW Daten- und Kartendienst)

2.3 Wöschhalde

Das Wohngebiet „Wöschhalde“ befindet sich am nördlichen Stadtrand des Stadtteils Villingen in Hanglage. Das Gelände steigt von Südwesten nach Nordosten von ca. 730 m ü. NN auf 765 m ü. NN an.

Westlich des Wohngebiets „Wöschhalde“ befindet sich in einer Entfernung von ca. 600 m das Gewerbegebiet Vockenhausen der Stadt Villingen-Schwenningen.

Im Südwesten wird das Wohngebiet durch den Außenring Villingen begrenzt, im Osten und Norden schließen landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Direkt westlich schließt ein weiteres Wohngebiet an.

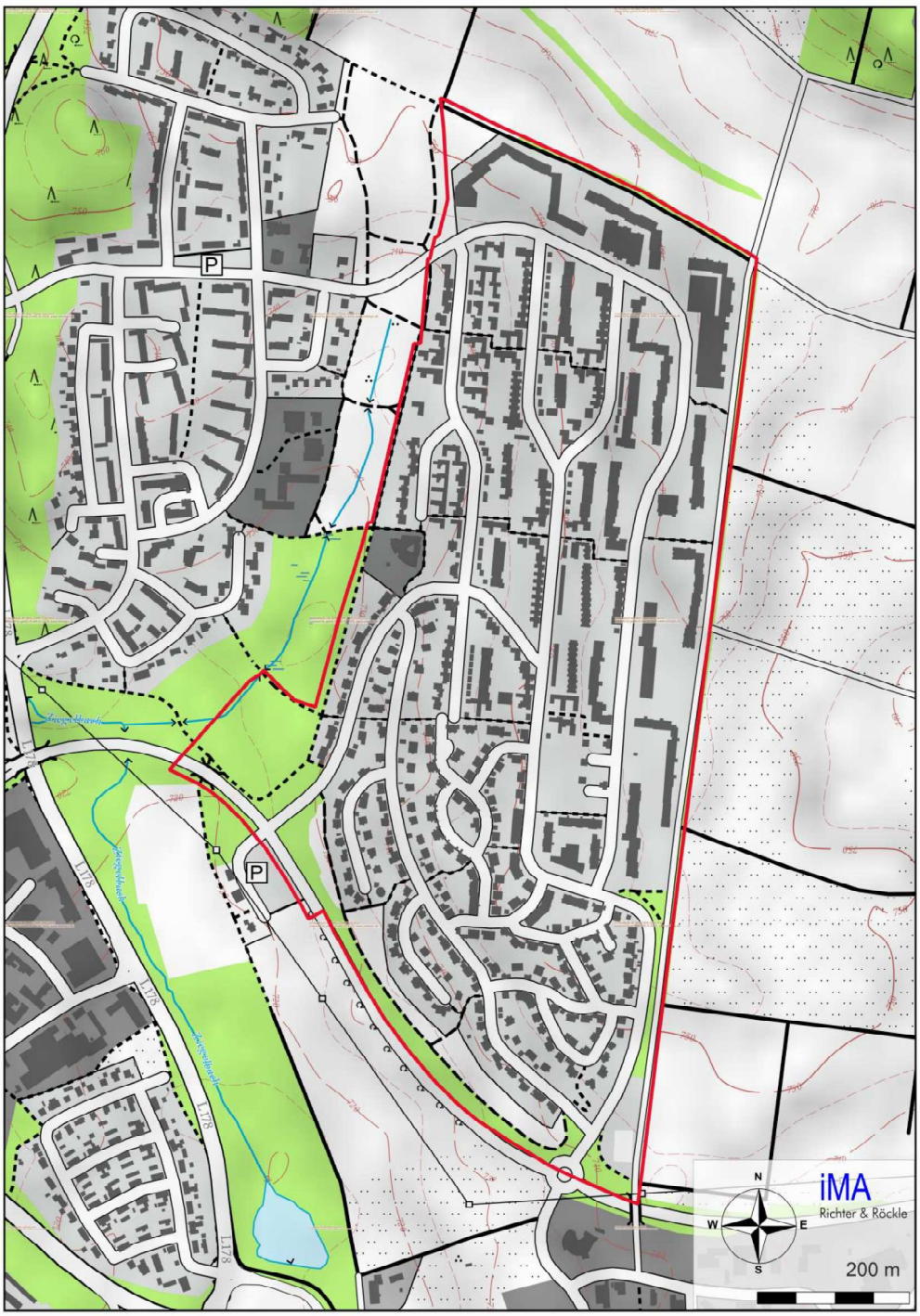


Abbildung 2-5: Topographische Karte mit Schummerung. Das Wohngebiet „Wöschhalde“ ist rot umrandet. (Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2019)



Abbildung 2-6: Auszug aus dem Luftbild. Das Wohngebiet „Wöschhaldel“ ist rot umrandet. (Kartengrundlage: LUBW Daten- und Kartendienst)

2.4 Deutenberg

Das Wohngebiet „Deutenberg“ liegt am nördlichen Stadtrand des Stadtteils Schwenningen. Das Gelände steigt leicht vom südwestlichen Rand des Wohngebiets von ca. 705 m ü. NN auf ca. 715 m ü. NN in der Mitte des Wohngebiets an.

Nördlich und östlich grenzen an das Wohngebiet „Deutenberg“ landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Südlich und westlich befinden sich weitere Wohgebiete des Stadtteils Schwenningen.



Abbildung 2-7: Topographische Karte mit Schummerung. Das Wohngebiet „Deutenberg“ ist rot umrandet. (Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2019)

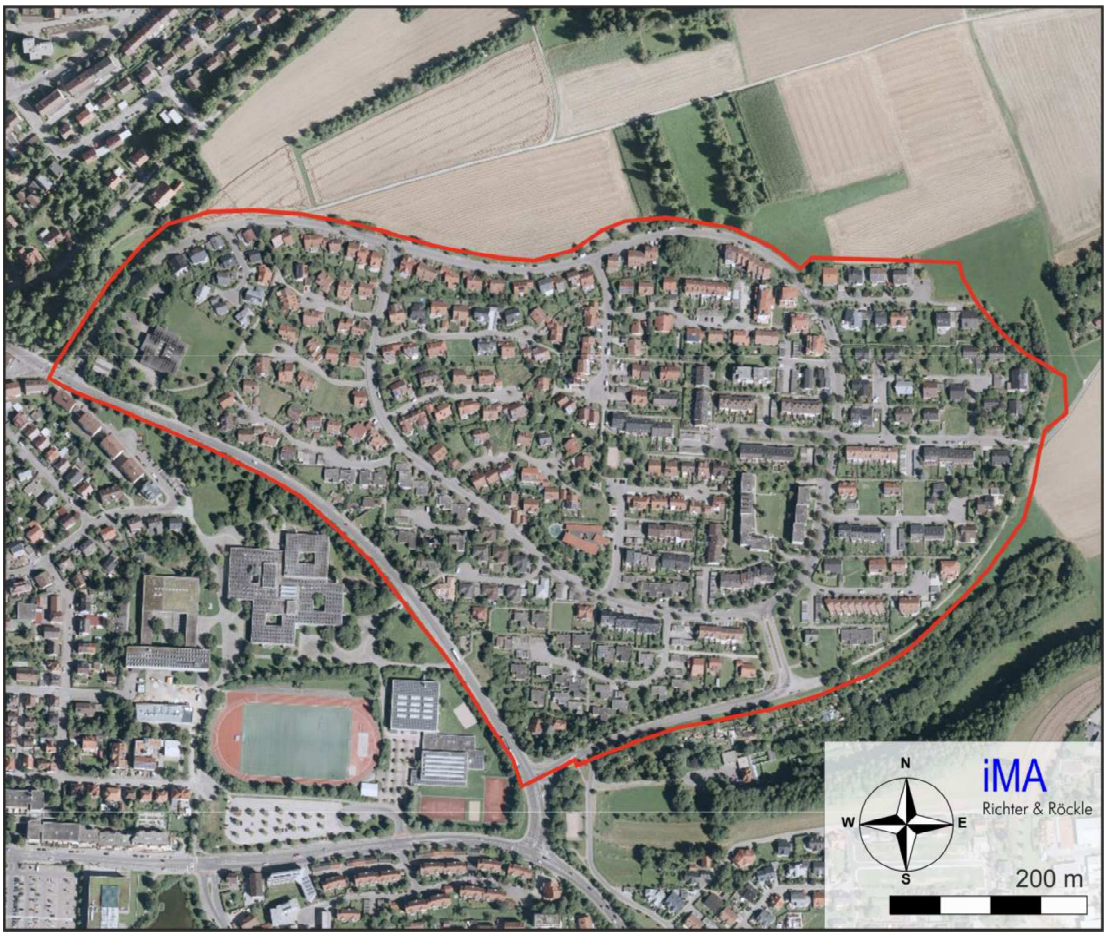


Abbildung 2-8: Auszug aus dem Luftbild. Das Wohngebiet „Deutenberg“ ist rot umrandet. (Kartengrundlage: LUBW Daten- und Kartendienst)

3 Grundlagen zur Beurteilung der Immissionen

3.1 Allgemeines

Beim Betrieb der Feuerungsanlagen sind vor allem folgende Schadstoffe von Bedeutung:

- Staub (PM_{10})[1],
- Stickstoffoxide (NO_x)[2],
- Gerüche.

Andere Schadstoffe sind demgegenüber von untergeordneter Bedeutung. Sofern andere Schadstoffe in nennenswertem Umfang emittiert werden, wird im jeweiligen Kapitel darauf eingegangen.

3.2 Immissionswerte zur Beurteilung von Staub und Stickstoffdioxid

Zur Beurteilung der Immissionen wird auf die 39. BImSchV (2010) zurückgegriffen. Die gleichen Werte sind in der TA Luft (2002) aufgeführt. Die 39. BImSchV unterscheidet zwischen folgenden zeitlichen Bezugsgrößen:

- Grenzwerte für den Jahresmittelwert (diese dürfen nicht überschritten werden),
- Grenzwerte für Kurzzeitbelastungen. Diese dürfen von einer vorgegebenen Anzahl von Einzelwerten überschritten werden.

Tabelle 3-1 enthält eine Zusammenstellung der verwendeten Immissionsbeurteilungswerte.

Tabelle 3-1: Immissionsgrenzwerte nach 39. BImSchV.

Stoff	Immissionswert	Erläuterung, statistische Definition
Feinstaub (PM_{10})	40 µg/m³	Jahresmittelwert
	50 µg/m³	Grenzwert, der von maximal 35 Tagesmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf
Feinstaub ($PM_{2,5}$)	25 µg/m³	Jahresmittelwert
Stickstoffdioxid (NO_2)	40 µg/m³	Jahresmittelwert
	200 µg/m³	Grenzwert, der von maximal 18 Stundenmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf

[1] Staub wird in Abhängigkeit der Größe in verschiedene Fraktionen eingeteilt. Dabei wird Feinstaub (PM_{10}) durch den PM-Standard als die Partikel definiert, welche einen aerodynamischen Durchmesser von weniger als 10 µm besitzen.

[2] Stickstoffoxide (NO_x) sind gasförmige Verbindungen, welche aus Stickstoff und Sauerstoff zusammengesetzt sind.

Maßgebend für die Beurteilung der Immissionen ist die Gesamtbelastung, die sich durch Addition der Vorbelastung und des Immissionsbeitrags der Gebiete „Hammerhalde“ und „Kopsbühl“ ergibt.

3.3 Geruchsimmissionen

3.3.1 Immissionsbeurteilungswerte

Zur Beurteilung der Geruchsimmission wird die Geruchsimmissions-Richtlinie GIRL (2008) herangezogen. Der Belästigungsgrad durch Gerüche wird gemäß GIRL anhand der mittleren jährlichen Häufigkeit von "Geruchsstunden" beurteilt. Die Belästigung ist umso höher, je häufiger es riecht.

Eine „Geruchsstunde“ liegt bereits dann vor, wenn anlagen-typischer Geruch während mindestens 6 Minuten innerhalb der Stunde wahrgenommen wird.

Auf den Beurteilungsflächen sind die in Tabelle 3-2 aufgeführten Immissionswerte einzuhalten:

Tabelle 3-2: Immissionswerte für Geruch entsprechend Geruchsimmissions-Richtlinie (GIRL): Relative Häufigkeiten von Geruchsstunden pro Jahr

Gebietsausweisung	Geruchsstunden-Häufigkeit
Wohn-/Mischgebiete	10 %
Gewerbe-/Industriegebiete	15 %

Wenn die in Tabelle 3-2 aufgeführten Werte unterschritten werden, ist üblicherweise von keinen erheblichen und somit keinen schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes auszugehen. Dies bedeutet allerdings nicht, dass Beschwerden damit ausgeschlossen werden.

3.3.2 Beurteilungsflächen

„Beurteilungsflächen“ sind gemäß GIRL solche Flächen, in denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten. Waldgebiete, Flüsse und ähnliches werden nicht betrachtet. Bei niedrigen Quellen oder bei geringem Abstand zur beurteilungsrelevanten Nutzung soll die übliche Flächengröße von 250 m x 250 m verkleinert werden, um die inhomogene Geruchsstoffverteilung innerhalb der Flächen zu berücksichtigen.

Zur Beurteilung der Geruchsimmissionen werden die Beurteilungsflächen auf eine Größe von 100 m x 100 m verkleinert. Damit wird die flächenhafte Verteilung der Geruchsimmissionen höher aufgelöst.

4 Emissionsmodellierung

4.1 Vorgehensweise

Zur Berechnung der Immissionen in den Wohngebieten sind zunächst die Emissions-Massenströme der Stoffe

- Staub (PM_{10}),
- Stickstoffoxide (NO_x) und
- Geruch

zu ermitteln.

Im vorliegenden Bericht werden Emissionen und Immissionen für folgende Brennstoffe berechnet:

- Presslinge aus naturbelassenem Holz in Form von Holzpellets (im Folgenden: Pellets),
- naturbelassenes stückiges Holz (im Folgenden: Stückholz).

Es wird davon ausgegangen, dass diese Brennstoffe ausschließlich in dafür zugelassenen Feuerungsanlagen verbrannt werden. Ferner wird davon ausgegangen, dass die gesamte Wärmeversorgung der Gebäude mit diesen Brennstoffen erfolgt.

Zusätzlich wird untersucht, welche Emissionen durch Zusatzfeuerungen (z.B. Kaminöfen) entstehen. Diese decken üblicherweise nicht den gesamten Wärmebedarf ab, sondern werden als Ergänzung genutzt. Falls Stückholz als Brennstoff zugelassen wird, ist auch der Betrieb von Zusatzfeuerungen unter Verwendung von Stückholz erlaubt. Werden Holzpellets als Brennstoff zugelassen, ist auch die Verfeuerung der Pellets in Pelletöfen als Zusatzfeuerung möglich.

Andere Brennstoffe wie Kohle, Grill-Holzkohle, Brenntorf, Rinde, Reisig, Tannenzapfen, Stroh usw. werden in Kapitel 9 diskutiert.

In Abbildung 4-1 ist das methodische Vorgehen zur Erstellung einer stundenfeinen Emissions-Zeitreihe für jede Quelle in den vier Untersuchungsgebieten als Fließbild dargestellt.

In den folgenden Kapiteln werden das vorliegende Datenmaterial und die Emissionsmodellierung für die beiden o.g. Brennstoffe beschrieben. In Kapitel 5 ist die Berechnung der Emissionsmassenströme dargestellt.

Die Emissionen anderer Brennstoffe werden in Kapitel 13 diskutiert.

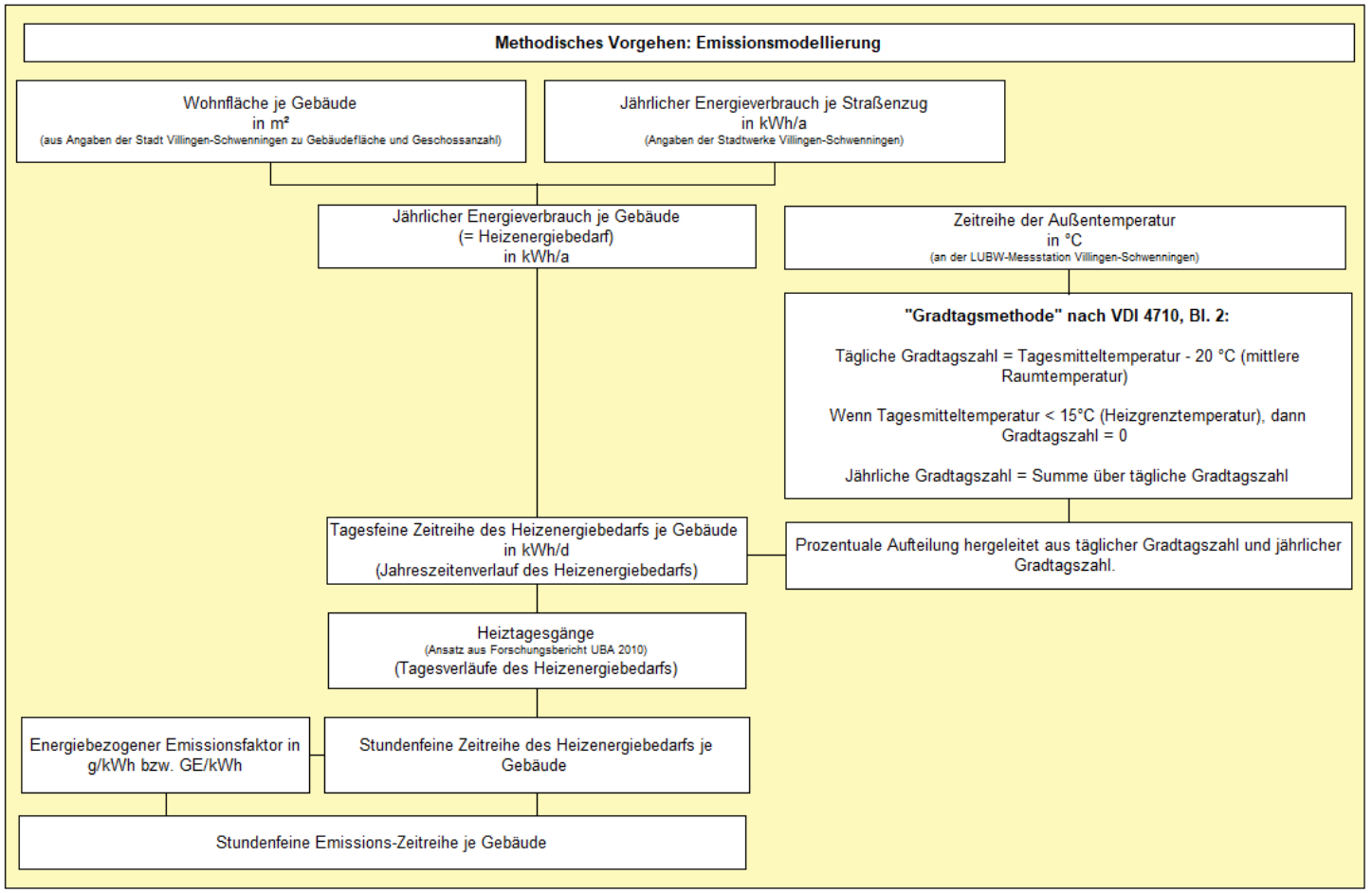


Abbildung 4-1: Fließbild zur Vorgehensweise bei der Emissionsmodellierung.

4.2 Energieverbrauch

Von den Stadtwerken Villingen-Schwenningen wurden uns die jährlichen Energieverbräuche der Jahre 2016 bis 2018 für alle vier Wohngebiete zur Verfügung gestellt. Die Angaben erfolgten aus Datenschutzgründen nur für die Straßenzüge unter Angabe der Anzahl an Abnahmestellen je Straße. Die Energieverbräuche sind in Tabelle 4-1 bis Tabelle 4-4 dargestellt.

Tabelle 4-1: Jährliche Energieverbräuche der Jahre 2016 bis 2018 im Wohngebiet „Hammerhalde".

Straßenname	Anzahl Abnahme-stellen	Energie-verbrauch 2016	Energie-verbrauch 2017	Energie-verbrauch 2018
		kWh/a	kWh/a	kWh/a
Am Affenberg	77	3.059.715	3.180.476	3.267.883
Am Lorettowäldchen	22	649.109	702.880	645.045
An der Hammerhalde	47	2.555.605	2.810.768	2.617.286
An der Kapelle	2	1.195.522	1.212.930	1.155.730
Bürgerwehrstraße	27	953.811	979.551	966.553
Johann-Jacob-Riegger-Straße	17	446.647	477.006	485.790
Leopoldstraße	21	842.547	916.715	874.449
Schanzenweg	40	1.348.047	1.377.630	1.329.073
Tallardstraße	19	2.231.197	2.426.046	2.269.613
Türkenlouisstraße	18	552.962	555.171	543.850
Wilstorfstraße	29	3.772.495	3.918.088	3.775.242
Summe	**319**	**17.607.657**	**18.557.261**	**17.930.515**

Tabelle 4-2: Jährliche Energieverbräuche der Jahre 2016 bis 2018 im Wohngebiet „Kopsbühl".

Straßenname	Anzahl Abnahme-stellen	Energie-verbrauch 2016	Energie-verbrauch 2017	Energie-verbrauch 2018
		kWh/a	kWh/a	kWh/a
Altstadtsteig	5	88.679	95.548	97.538
Am Blutrain	23	754.107	772.973	802.923
Auf der Höhe	30	909.671	991.743	973.713
Auf der Wanne	48	1.667.269	1.779.847	1.783.208

Straßenname	Anzahl Abnahme-stellen	Energie-verbrauch 2016	Energie-verbrauch 2017	Energie-verbrauch 2018
		kWh/a	kWh/a	kWh/a
Beim Hohenstein	10	397.506	430.871	414.894
Habsburgerring	2	489.886	507.889	493.358
Kopsbühl		4.202.862	4.166.985	3.897.392
Schäfersteig	46	1.737.403	1.749.510	1.703.698
Schwenninger Str.	11	2.682.574	2.652.569	2.763.694
Sonnhalde		1.347.022	1.386.517	1.315.895
Summe	**175**	**14.276.979**	**14.534.451**	**14.246.313**

Tabelle 4-3: Jährliche Energieverbräuche der Jahre 2016 bis 2018 im Wohngebiet „Wöschhalde“.

Straßenname	Anzahl Abnahme-stellen	Energie-verbrauch 2016	Energie-verbrauch 2017	Energie-verbrauch 2018
		kWh/a	kWh/a	kWh/a
Bozener Straße	21	471.788	479.195	455.604
Bregenzer Straße	5	155.108	146.760	145.870
Egerstraße	22	1.127.650	1.059.942	1.077.692
Innsbrucker Straße	15	322.541	315.261	311.087
Kremser Straße	13	380.382	397.405	398.250
Kufsteiner Straße	15	531.724	553.017	544.026
Memelstraße	6	316.187	321.019	296.210
Meraner Straße	38	968.701	993.481	963.902
Neißestraße	12	322.278	332.589	320.221
Oderstraße	124	3.902.650	3.942.143	4.083.955
Raiffeisenstraße	14	481.782	472.281	465.196
Severin-Kern-Straße	48	1.419.552	1.368.581	1.358.322
Sudetenstraße	16	499.502	503.562	476.454
Tiroler Straße	26	950.361	1.041.503	996.664
Vintlweg	12	348.914	345.527	327.163
Weichselstraße	66	2.157.083	2.184.542	2.217.658
Wöschhalde	44	10.383.768	9.566.368	10.054.602
Summe	**497**	**24.739.971**	**24.023.176**	**24.492.876**

Tabelle 4-4: Jährliche Energieverbräuche der Jahre 2016 bis 2018 im Wohngebiet „Deutenberg“.

Straßenname	Anzahl Abnahme-stellen	Energie-verbrauch 2016	Energie-verbrauch 2017	Energie-verbrauch 2018
		kWh/a	kWh/a	kWh/a
Dahlemer Weg	9	258 055	261 997	263 689
Deutenbergring	88	2 623 946	2 911 193	2 703 448
Friedenauer Weg	6	148 960	162 006	157 943
Hallerhöhe	9	133 079	148 411	145 013
Heubergweg	10	261 984	270 939	277 534
Hunsrückweg		132 260	142 916	181 338
Köpenicker Weg	8	358 246	360 989	378 847
Lichtenberger Weg	30	780 860	832 198	795 389
Neuköllner Weg	18	443 700	445 642	442 883
Odenwaldweg	14	298 690	307 804	309 816
Reinickendorfer Weg	10	256 399	277 423	280 241
Rhönweg	31	648 771	665 184	650 713
Schöneberger Weg	13	410 557	399 658	391 812
Spandauer Weg	23	715 290	743 312	738 804
Spessartweg	30	592 268	620 617	619 098
Steglitzer Weg	4	151 764	161 328	152 575
Taunusweg	17	377 079	376 535	365 240
Tempelhofer Weg	13	349 230	371 396	369 657
Vogesenweg	17	365 384	397 938	379 433
Weddinger Weg	8	291 915	257 099	275 975
Wilmersdorfer Weg	7	148 444	187 924	189 984
Summe	**365**	**9.746.881**	**10.302.509**	**10.069.432**

Weiterhin wurden uns von der Stadt Villingen-Schwenningen Übersichten zu den bestehenden und geplanten Gebäuden in den vier Gebieten übermittelt, die unter anderem die Gebäudeflächen und Geschossanzahlen beinhalten.

Anhand dieser Angaben konnte der Energieverbrauch pro Straße prozentual auf die „Wohnquadratmeter“ je Straße aufgeteilt werden. Hieraus wurde ein Energieverbrauch in

kWh/a je Haus in den Gebieten „Hammerhalde“, „Kopsbühl“, „Wöschhalde“ und „Deutenberg“ ermittelt.

Der von den Stadtwerken angegebene Energieverbrauch bezieht sich auf Gasheizungen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass nicht ausschließlich mit Gas geheizt wird, sondern dass bereits andere Energiequellen wie beispielsweise erneuerbare Energien verwendet werden. Der Wärmebedarf je Haus liegt also voraussichtlich höher als der von den Stadtwerken übermittelte Energieverbrauch nahe legt. Um dies zu berücksichtigen, wird im Folgenden angenommen, dass der angegebene Energieverbrauch des Brennstoffs Gas nur ca. 90% des tatsächlichen Energieverbrauchs abdeckt. Der jährliche Energieverbrauch wird für die folgenden Berechnungen dementsprechend hochskaliert.

Da die Ausbreitungsrechnungen für jede Stunde eines ganzen Jahres durchgeführt werden müssen, um die Immissionskenngrößen ableiten zu können, ist eine Aufteilung des jährlichen Energieverbrauchs pro Haus in eine stündliche Zeitreihe notwendig. In der Zeitreihe spiegeln sich die Jahreszeitenverläufe (im Sommer nur geringer Wärmeverbrauch außer zur Warmwasseraufbereitung, im Winter je nach Temperatur z.T. hoher Heizenergiebedarf) und auch Tagesverläufe wider.

4.3 Jahresverlauf des Wärmeenergieverbrauchs

Mit Hilfe der „Gradtagmethode“ nach VDI-Richtlinie 4710, Blatt 2 (2007) kann in einem ersten Schritt eine Aufteilung des Energieverbrauchs pro Haus und pro Tag vorgenommen werden. In einem zweiten Schritt wird der tägliche Energieverbrauch über die Anwendung von Heiztagesgängen ermittelt (siehe Kapitel 4.4 bis 4.4.3).

Die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) betreibt in Villingen eine Messstation, die neben der Windrichtung und Windgeschwindigkeit auch die Lufttemperatur als Halbstundenmittelwerte aufzeichnet. Die Lage der Messstation kann Abbildung 4-2 entnommen werden.

Aus den Halbstundenmittelwerten der Temperatur an der Messstation wurden Temperatur-Tagesmittelwerte für das repräsentative Jahr 2016 (Auswahl siehe Kapitel 6) gebildet. Die Zeitreihe der Temperatur-Tagesmittelwerte ist in Abbildung 4-4 dargestellt.

Aus der Zeitreihe der Tagesmitteltemperaturen kann die Anzahl der Heizgradtage gemäß VDI-Richtlinie 4710, Blatt 2 (2007) ermittelt werden.

Ein Heizgradtag ist definiert als Differenz zwischen der Außentemperatur im Tagesmittel und einer mittleren Raumtemperatur von 20°C. Diese Differenz wird dabei nur gebildet, wenn die Tagesmitteltemperatur unter der Heizgrenztemperatur von 15 °C liegt. Die Gradtagszahl des Jahres 2016 ist definiert als die Summe aller Heizgradtage des Jahres 2016. Für die Messstation Villingen-Schwenningen errechnet sich im Jahr 2016 eine Gradtagszahl von 4.288 K · d.

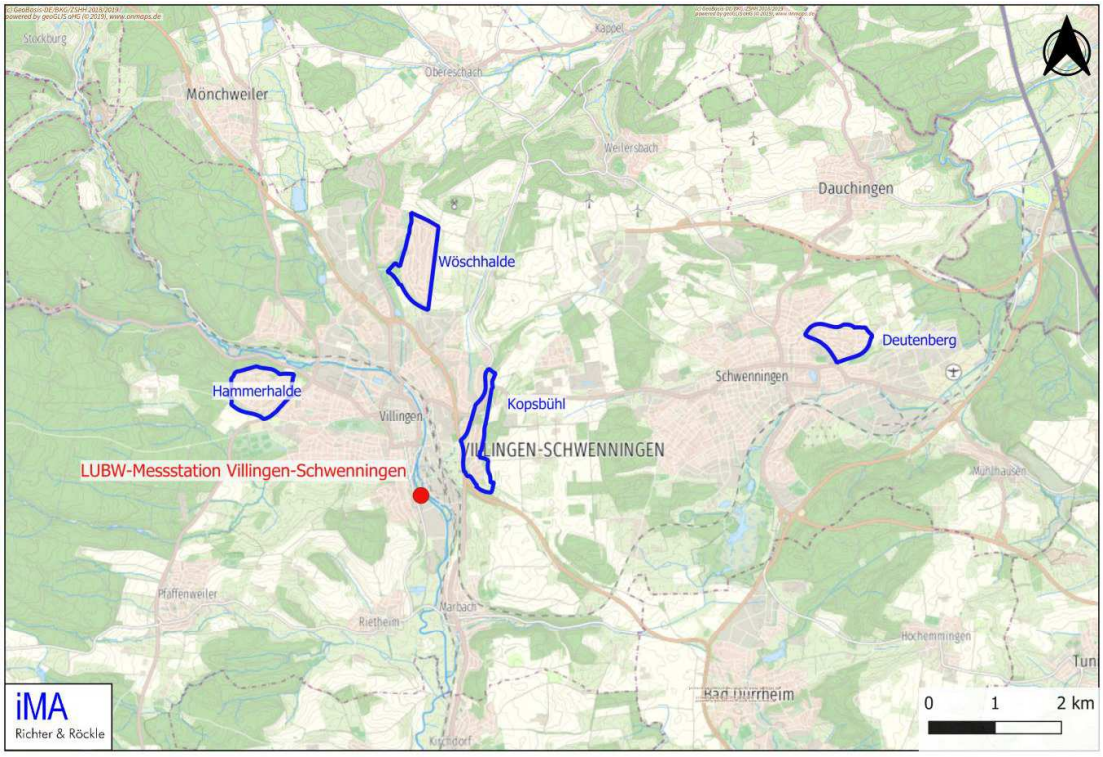


Abbildung 4-2: Lage der LUBW-Messstation Villingen-Schwenningen (Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2019)

Der zeitliche Verlauf der Tagesmitteltemperaturen 2016 und der Heizgradtage 2016 kann Abbildung 4-4 und Abbildung 4-5 entnommen werden. Die Kurve der Heizgradtage verläuft entgegengesetzt zur Kurve der Außentemperatur, d.h. je geringer die Außentemperatur im Tagesmittel, desto größer die Gradtagszahl.

Aus der Summen-Gradtagszahl für 2016 und den täglichen Gradtagszahlen kann eine prozentuale Aufteilung abgeleitet und auf den ermittelten jährlichen Energieverbrauch pro Haus angewendet werden. Damit erhält man eine tagesfeine Zeitreihe des Energieverbrauchs für jedes Haus in den Wohngebieten.

Es muss berücksichtigt werden, dass der von den Stadtwerken Villingen-Schwenningen übermittelte Energieverbrauch neben dem Heizenergieverbrauch auch den Energieverbrauch zur Warmwasseraufbereitung beinhaltet. Während der Jahresverlauf des Heizenergieverbrauchs von der Außentemperatur abhängig ist, kann der spezifische Warm-

wasserendenergiebedarf als konstant mit 23 kWh/(m² a) angenommen werden, vgl. Baumbach et al. (2010), 48[3]. Dieser wird als Offset bei der Berechnung berücksichtigt.

Mittels der Gradtagsmethode kann aus dem jährlichen Energieverbrauch pro Haus eine tagesfeine Zeitreihe des Energieverbrauchs pro Haus berechnet werden und daraus eine tagesfeine Emissionszeitreihe.

In Abbildung 4-3 ist beispielhaft der tagesfeine Energieverbrauch eines Hauses mit 200 m² Wohnfläche dargestellt. In den Sommermonaten ist der Energieverbrauch gering, während in den Wintermonaten der Hauptteil an Wärmeenergie benötigt wird.

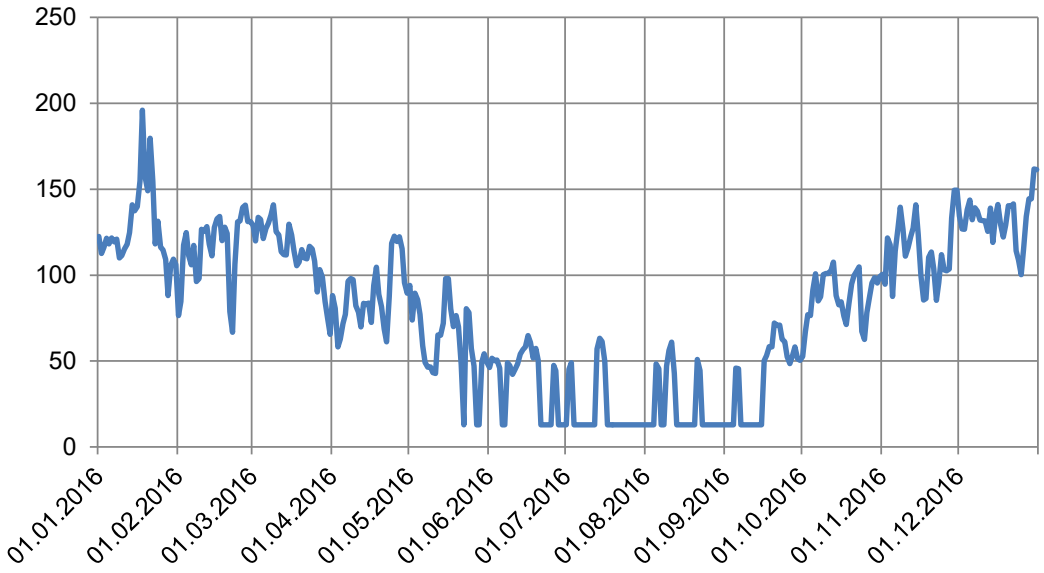


Abbildung 4-3: Exemplarische Zeitreihe des Wärmeenergieverbrauchs eines Hauses mit einer Wohnfläche von ca. 200 m².

Zusätzlich muss der Tagesverlauf des Energieverbrauchs berücksichtigt werden, der wiederum von der Jahreszeit bzw. der Tagesmitteltemperatur abhängt.

Im Folgenden werden für die

- Verfeuerung von Pellets in Pelletfeuerungsanlagen,
- Verfeuerung von Stückholz in Stückholzkesseln mit Pufferspeicher und
- Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungsanlagen.

jeweils drei Tagesverläufe für

[3] Die Zahl am Ende des Zitats ist die Seitenzahl der zitierten Literaturstelle, im vorliegenden Fall Seite 48.

- kalte Wintertage (mittlere Außentemperatur kleiner -3,4°C),
- milde Wintertage (mittlere Außentemperatur zwischen -3,4°C und 8,2°C) und
- milde Tage (mittlere Außentemperatur zwischen 8,2°C und 15°C)

definiert, vgl. Baumbach et al. (2010), 63 ff. Die Unterteilung in kalte und milde Wintertage sowie in milde Tage erfolgt in Anlehnung an Baumbach et al. (2010), 53. Dort ist für einen kalten Wintertag eine mittlere Außentemperatur von -8,4°C, für einen milden Wintertag eine mittlere Außentemperatur von 2,4°C und für einen milden Tag eine mittlere Außentemperatur von 14°C angegeben. Diese Angaben wurden von uns auf Intervalle um diese Temperaturen erweitert.

Tage mit einer mittleren Außentemperatur ab 15°C liegen über der Heizgrenze, sodass für diese Tage kein Heizenergiebedarf angenommen wird.

Bei dieser Aufteilung ergeben sich für das Jahr 2016 10 kalte Wintertage, 244 milde Wintertage, 38 milde Tage und 74 Tage ohne Heizenergiebedarf.

Die in der Ausbreitungsrechnung angesetzten Tagesgänge werden in den Kapiteln 4.4.2, 4.4.2 und 4.4.3 behandelt.

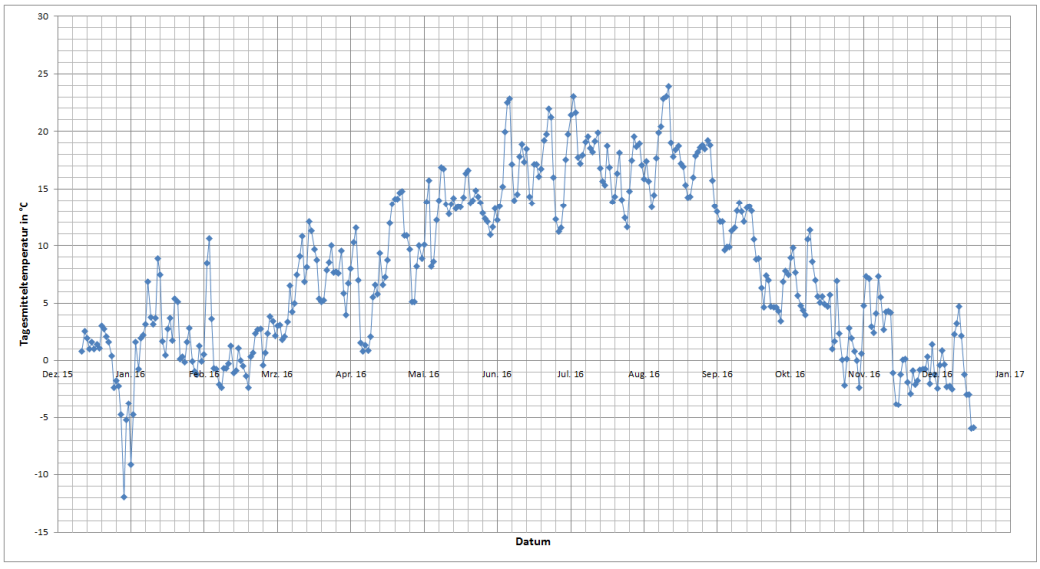


Abbildung 4-4: Zeitreihe der Außentemperatur-Tagesmittelwerte 2016 an der LUBW-Messstation Villingen-Schwenningen.

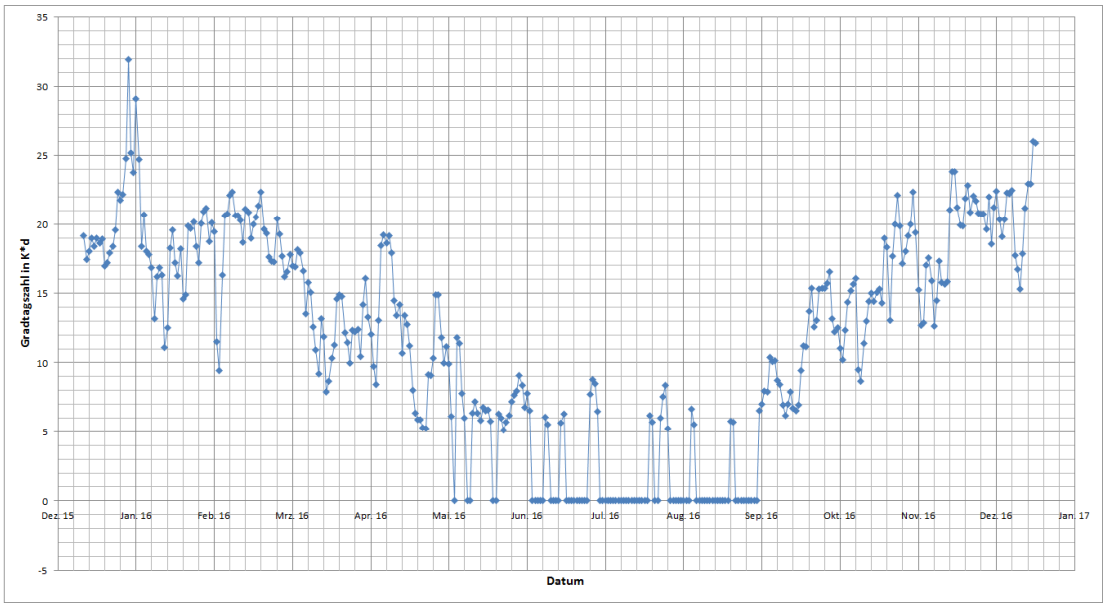


Abbildung 4-5: Zeitreihe der Heizgradtage 2016 (Grundlage Temperaturmessung der LUBW-Station Villingen-Schwenningen 2016).

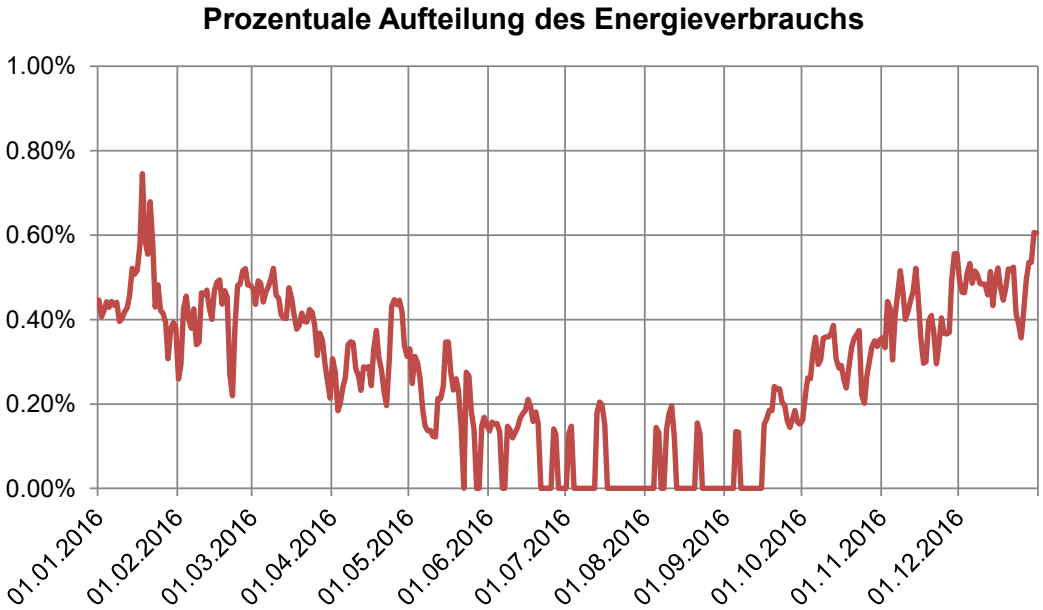


Abbildung 4-6: Prozentualen Aufteilung des täglichen Wärmeenergieverbrauchs (Summe über das Jahr = 100 %).

4.4 Tagesgänge des Energieverbrauchs

4.4.1 Verfeuerung von Pellets

Pellets werden üblicherweise in automatisch beschickten Feuerungsanlagen verbrannt. Diese verfügen über einen Regelbereich, innerhalb dessen sie ihre Wärmeerzeugung dem momentanen Energiebedarf anpassen, (Baumbach et al. (2010), 53). Sinkt die relative Kesselauslastung eines Pelletkessels unter die Modulationsgrenze[4] von 15%, beginnt die Feuerung zu takten, d.h. es treten vermehrt Start- und Stopp-Vorgänge auf, die mit einer Mehremission von Staub durch unvollständige Verbrennung verbunden sind (Baumbach et al. (2010)).

Zwar wird in der 1. BImSchV (2010) ein Staub-Grenzwert im Abgas vorgegeben, jedoch gilt dieser nur bei Messungen im ungestörten Dauerbetrieb und bei Nennwärmeleistung[5]. Nicht abgedeckt sind Mehremissionen bei instationären Vorgängen wie Start- und Stopp-Vorgängen. Hierauf wird weiter unten eingegangen.

Für Stickstoffoxide treten bei unvollständiger Verbrennung keine erhöhten Emissionen auf, sodass die NO_x-Emissionen nur vom Energieverbrauch bzw. dem Abgasvolumenstrom abhängen.

Pro Haus, auch bei Mehrfamilienhäusern, wird von einer zentralen Pellet-Feuerungsanlage ausgegangen.

Die angesetzten Tagesgänge der Kesselauslastungen können Kapitel A1.1 ab S. 133 im Anhang entnommen werden.

Aus den in Anhang A1.1 hergeleiteten Tagesgängen werden Faktoren gebildet, mit denen die Emission pro Tag, die in Kapitel 5 hergeleitet wird, multipliziert wird. Die Faktoren können dabei für „kalte Wintertage“, „milde Wintertage“ und „milde Tage“ unterschiedlich sein.

Da Gerüche bei der Verfeuerung von Pellets in der Regel nicht auftreten, sind auch die Tagesgänge nicht anzuwenden. Konservativ wird dennoch eine Geruchsemission berücksichtigt. Hierzu wird jeweils für 1 Stunde des Tages eine Geruchsemission an Tagen angesetzt, die eine mittlere Außentemperatur unter der Heizgrenze von 15°C aufweisen.

4.4.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Sofern der Gesamtwärmebedarf eines Hauses mit Stückholz abgedeckt wird, werden üblicherweise Stückholzkessel mit Pufferspeicher eingesetzt.

---

[4] Grenze, unter der die Brennerleistung nicht mehr im laufenden Heizungsbetrieb Heizungsbetriebs an die tatsächlich benötigte Wärmeleistung angepasst werden kann.

[5] Die Nennwärmeleistung ist die Leistung, die von einer Feuerungsanlage abgegeben wird.

Stückholzkessel zählen zu den diskontinuierlich beschickten Feuerungsanlagen. Der Energiebedarf wird von den Kesseln in definierten Betriebszeitfenstern zur Verfügung gestellt, vgl. Baumbach et al. (2010), 64.

Instationäre Emissionen wie Anbrand- und Ausbrandvorgänge sowie Regelvorgänge werden beim Stückholzkessel gemäß Baumbach et al. (2010), 65 immer in der ersten Stunde eines Betriebszeitfensters berücksichtigt. Die maximale Abbrandzeit je Betriebszeitfester beträgt im Mittel mit 5 Stunden, vgl. Baumbach et al. (2010), 65.

Aus den in Anhang A1.2 ab S. 137 dargestellten Tagesverläufen werden Faktoren gebildet, mit denen die Tagesemissionen jeder Quelle multipliziert werden. Damit erhält man eine Verteilung der Emissionen nach Tageszeit.

Für Gerüche wird angesetzt, dass in der ersten Stunde jedes Betriebszeitfensters durch den Anbrand eine erhöhte Emission vorliegt. Für die restlichen Stunden des Betriebszeitfensters, die durch die Hauptverbrennungsphase und den Ausbrand charakterisiert ist, ist der Geruchsstoffstrom deutlich geringer. Die Geruchsemissionen werden in Kapitel 5.3 hergeleitet.

4.4.3 Tagesgänge bei der Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen

Zusatzfeuerungen können in der Regel nur einen Raum beheizen und dienen nicht zur Deckung des Wärmeenergiebedarfs eines ganzen Hauses.

Eine Zusatzfeuerung kann ca. 60% des Endenergiebedarfs in den Abendstunden decken, vgl. Baumbach et al. (2010), 92. Sie sind somit als zusätzliche Einzelfeuerstätten zu interpretieren, die hauptsächlich in den Abendstunden betrieben werden.

Nach Baumbach et al. (2010), 48 tragen Zusatzfeuerungen im Mittel 22% zum Jahreswärmebedarf bei.

5 Emissionsmassenströme

5.1 Staub

5.1.1 Staub-Emissionen bei stationärem Betrieb

Derzeit besteht in den Wohngebieten „Hammerhalde“ und „Kopsbühl“ ein Verbrennungsverbot für feste und flüssige Brennstoffe. Bei einer Aufhebung des Verbrennungsverbots dürfen somit nur Neuanlagen installiert werden, die dem Stand der Technik entsprechen.

In der 1. BImSchV (2010) ist für Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe, die nach dem 31.12.2014 errichtet werden, in Abschnitt 2, § 5 für Staub ein

Emissionsgrenzwert von 0,02 g/m³

(bezogen auf einen Volumengehalt an Sauerstoff im Abgas von 13%) angegeben. Aufgrund der Rundungsregel gilt der Emissionsgrenzwert auch dann als eingehalten, wenn eine Staubkonzentration von knapp 0,025 g/m³ vorliegt. Diese Konzentration muss für die Emissionsberechnungen angesetzt werden.

Die o.g. Staubkonzentration ist bei Messungen im ungestörten Dauerbetrieb der Feuerungsanlagen bei Nennwärmeleistung einzuhalten. Nicht abgedeckt sind Mehremissionen bei instationären Vorgängen wie Start- und Stopp-Vorgänge (siehe Ausführungen in Kapitel 4).

Bei der Verfeuerung von Pellets und Stückholz kann für eine Feuerungsleistung von 10 kW ein Volumenstrom von 25 m³/h (trockenes Abgas im Normzustand bei 13% Sauerstoffgehalt) abgeschätzt werden.

Daraus errechnet sich bei einer Feuerungswärmeleistung von 10 kW ein Staub-Emissionsmassenstrom von 0,62 g/h bzw. ein Emissionsfaktor von **0,062 (g / kWh)** für Pellet- und Stückholzkessel.

Da Zusatzfeuerungen in der Regel als Einzelraumfeuerungsanlagen betrieben werden, sind diese in § 5 (1) der 1. BImSchV (2010) explizit herausgenommen. Für diese gilt nach Anlage 4 der 1. BImSchV (2010) ein Emissionsgrenzwert von 0,04 g/m³.

Tabelle 5-1: Emissionsmassenstrom für Staub bei einer Feuerungsleistung von 100 kW.

Brennstoff	**Emissionsgrenzwert 1. BImSchV**	**Staub-Emissionsfaktor**
	g/m³	**g/kWh**
Pellets	0,02	0,0625
Stückholz in Stückholzkesseln	0,02	0,0625
Stückholz in Zusatzfeuerungen	0,04	0,1125

5.1.2 Staub-Emissionen bei instationärem Betrieb

Bei instationärem Betrieb wie Start-Stopp-Vorgängen findet teilweise eine unvollständige Verbrennung statt, so dass Mehremissionen berücksichtigt werden müssen. Da sich der Zeitbereich, in dem eine unvollständige Verbrennung stattfindet, in der Regel nur auf wenige Minuten innerhalb einer Stunde erstreckt, sind die Zeiten erhöhter Emission mit den darauffolgenden Zeiten niedrigerer Emissionen in einem Stundenmittel zu verrechnen.

Um die Mehremissionen an Staub bei instationären Vorgängen abzudecken, werden die Staubemissionen pauschal um 10% erhöht.

5.2 Stickstoffoxide

Für Stickstoffoxide sind in der 1. BImSchV (2010) für die Verbrennung fester Brennstoffe keine Emissionsgrenzwerte angegeben.

Die NO_x-Emissionen sind direkt an den Abgasmassenstrom bzw. den Energiebedarf gekoppelt, vgl. Baumbach et al. (2010), 77. Instationäre Vorgänge wie Start- und Stopp-Vorgänge führen zu keiner Mehremission, da NO_x-Emissionen typischerweise nur bei vollständiger Verbrennung entstehen, vgl. Baumbach et al. (2010), 20.

In der Anleitung für das Arbeitsblatt BIOMIS in Baumbach et al. (2009) sind für NOx energiebezogene Emissionsfaktoren in Abhängigkeit vom Stand der Anlagentechnik angegeben. In Tabelle 5-2 sind die Emissionsfaktoren aufgeführt, die zum Zeitpunkt der Erstellung des Arbeitsblatts BIOMIS, Baumbach et al. (2009) im Bestand ermittelt wurden. Bei Neuanlagen ist von geringfügig niedrigeren Werten auszugehen. Für unsere Berechnungen setzen wir die Werte in Tabelle 5-2 an.

Tabelle 5-2: Energiebezogene NO_x-Emissionsfaktoren in kg/TJ (aus Baumbach et al. (2009).

Brennstoff	**NO_x-Emissionsfaktor**
	g/kWh
Pellets	0,266
Stückholz in Stückholzkesseln	0,317
Stückholz in Zusatzfeuerungen	0,331

Der Anteil an NO_2, der primär emittiert wird, beträgt etwa 10% der NO_x-Emission. Weiteres NO_2 entsteht bei der Ausbreitung durch Reaktion von NO mit Ozon.

5.3 Gerüche

5.3.1 Verfeuerung von Holzpellets

In der Regel ist davon auszugehen, dass bei der Verfeuerung von Pellets nur geringe Geruchsemissionen auftreten, da es sich um eine geregelte Verbrennung eines genormten Brennstoffs handelt. Da zeitweilige Geruchsemissionen nicht auszuschließen sind, wird konservativ ein Geruchsstoffstrom von 1,63 MGE/h je Haus während 1 Stunde an Tagen, an denen ein Heizbedarf besteht (Tagesmittelwert der Außentemperatur < 15°C), angesetzt. Der Geruchsstoffstrom von 1,6 MGE/h wird von Messungen an Stückholzfeuerungen abgeleitet (siehe Kapitel 5.3.2). Auf Grund der automatischen Betriebsweise der Pelletfeuerungen ist dieser Geruchsstoffstrom sehr konservativ.

Es wird davon ausgegangen, dass jedes Haus über eine zentrale Pelletfeuerungsanlage verfügt, auch wenn es sich um ein Mehrfamilienwohnhaus handelt.

Neben Pelletkesseln, die als Zentralheizung genutzt werden, können Holzpellets auch in Pelletöfen verfeuert werden. Diese dienen in der Regel als Zusatzfeuerung bzw. Einzelraumfeuerungsanlage.

Pelletöfen sind von ihrer Betriebsweise und Regelfunktion ähnlich automatisiert wie Pellet-Zentralheizungen. Bei Pelletöfen können Brenndauern bis zu 100 Stunden erreicht werden, während derer die Öfen automatisch beschickt werden. Geruchsemissionen treten demnach bei Pelletöfen in Analogie zu Pellet-Zentralheizungen nur kurzzeitig beim Anfeuern auf.

Die Geruchsemission wird statistisch in den Morgenstunden zwischen 5 Uhr und 7 Uhr verteilt, da in dieser Zeit ein Startvorgang des Pelletkessels angenommen wird.

Da dieser Ansatz bereits hinreichend konservativ ist, ist dabei ebenfalls die Lieferung des Wärmebedarfs durch Einzelfeuerungen anstelle von Zentralheizungen abgedeckt. Die Lieferung des Wärmebedarfs durch Einzelfeuerungen anstelle von Zentralheizungen führt somit zu keiner relevanten Änderung der Geruchsimmissionen.

5.3.2 Verfeuerung von Stückholz in Stückholzkesseln

Zur Ermittlung der Geruchsemissionen werden Messungen an Zusatzfeuerungen herangezogen, die von Struschka et al. (2013) durchgeführt wurden. Die Emissionsfaktoren wurden für verschiedene Betriebszustände (gute, schlechte und sehr schlechte Verbrennung) und für verschiedene Verbrennungsphasen ermittelt.

In Abbildung 5-1 sind Mittelwerte der gemessenen Geruchsstoffströme in GE/Probenahmeintervall dargestellt.

Die zeitliche Aufteilung der drei Verbrennungsphasen kann folgendermaßen festgelegt werden, vgl. Struschka et al. (2013):

- Anbrennphase: 4 - 10%,
- Hauptverbrennungsphase: 30 - 40%,
- Ausbrandphase: 50 - 70%.

Geht man von einer 1,5-stündigen Abbranddauer aus, so ergibt sich unter Berücksichtigung der oben genannten Verteilungen für die erste Stunde des Abbrandes, in der neben der Hauptverbrennung auch die Anbrennphase stattfindet, ein spezifischer Geruchsemissionsfaktor von ca. 0,23 MGE/kWh.

Für die restlichen Stunden wird eine Geruchsstoffkonzentration von 1.000 GE/m³ im Abgas angesetzt. Diese Konzentration wurde von uns bei Messungen an einer Biomassefeuerungsanlage bei kontinuierlichem Betrieb ermittelt. Aus dem Abgasvolumen von 2,5 m³ pro kWh errechnet sich ein Emissionsfaktor von 0,0025 MGE/kWh.

Zur Ermittlung der Geruchsemissionen des Stückholzkessels werden die Tagesgänge aus Kapitel 4.4.2 übernommen. Dabei wird jeweils für die 1. Stunde der Beschickung ein erhöhter Geruchsstoffstrom von 1,6 MGE/h, der den Anbrennvorgang abdeckt, und für die restlichen Stunden ein geringerer Geruchsstoffstrom von 0,0025 GE/kWh angesetzt.

Die Betriebszeitfenster werden dabei statistisch zufällig über 3 Stunden gleitend verteilt, d.h. die Betriebszeiten der Feuerungen starten statistisch zufällig zwischen z.B. 5 und 7 Uhr.

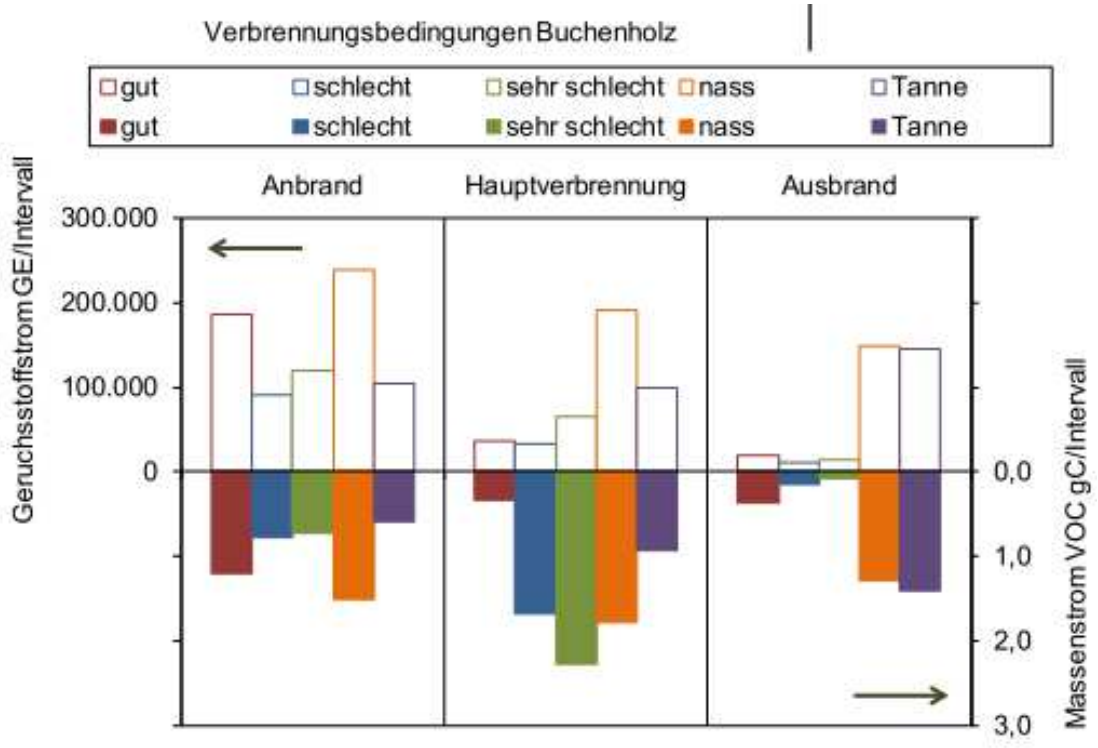


Abbildung 5-1: Mittelwerte (arithmetisch) der Massenströme für Geruch und VOC, unterschieden nach Anbrand (Intervall 3 Minuten), Hauptverbrennung (Intervall 6 Minuten) und Ausbrand (Intervall 6 Minuten) (aus: Struschka et al. (2013), Abbildung 4.15, S. 46).

5.3.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen

Zusatzfeuerungen decken im Mittel 22% der Energieerzeugung ab und sind in der Regel nur in den Abendstunden in Betrieb.

Beträgt der Tagesenergiebedarf beispielsweise 100 kWh, so kann die Zusatzfeuerung ca. 22 % dieses Energiebedarfs, also 22 kWh, abdecken, wobei sie nur in den Abendstunden betrieben wird. Geht man von einer 6-stündigen Betriebsphase am Abend aus, werden in diesem Beispiel pro Stunde 22/6 = 3,67 kWh der Energie von der Zusatzfeuerung geliefert.

Die in Struschka et al. (2013) hergeleiteten Geruchsstoffströme beziehen sich auf eine Nennwärmeleistung des Kaminofens von 8 kW. Für die Zusatzfeuerung wird für jede Stunde ein Geruchsstoffstrom von 1,6 MGE/h freigesetzt, um Phasen, in denen Holz nachgelegt und damit wieder eine Anbrandphase entsteht, zu berücksichtigen. Bei einer Wärmeleistung von 3,67 kW errechnet sich in diesem Beispiel ein Geruchsstoffstrom von ca. 0,92 MGE/h.

Da eine tagesfeine Zeitreihe des Energieverbrauchs je Haus vorliegt (siehe Kapitel 4.2, S. 23f.), kann mit diesem Zusammenhang der Geruchsstoffstrom der Zusatzfeuerung in den Betriebszeitfenstern angesetzt werden.

Die Energie, die von einem Pelletkessel bzw. einem Stückholzkessel mit Pufferspeicher bereitgestellt wird, muss in den Abendstunden durch Subtraktion der Energie, die von der Zusatzfeuerung bereitgestellt wird, bereinigt werden.

6 Meteorologische Eingangsdaten

6.1 Allgemeines

Die Ausbreitung der Stäube, Gase und Gerüche und die damit verbundenen Immissionen hängen wesentlich von den meteorologischen Parametern Windrichtung, Windgeschwindigkeit und dem Turbulenzzustand der Atmosphäre ab. Der Turbulenzzustand der Atmosphäre wird durch „Ausbreitungsklassen“ beschrieben, die ein Maß für das Verdünnungsvermögen der Atmosphäre sind. Beispielsweise ist das Verdünnungsvermögen bei Inversionslagen stark herabgesetzt. Dies wird von den Ausbreitungsklassen berücksichtigt.

Eine Beschreibung der Ausbreitungsklassen ist in Tabelle 6-1 dargestellt.

Tabelle 6-1: Eigenschaften der Ausbreitungsklassen.

Ausbreitungsklasse	Atmosphärischer Zustand, Turbulenz
I	sehr stabile atmosphärische Schichtung, ausgeprägte Inversion, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
II	stabile atmosphärische Schichtung, Inversion, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
III_1	stabile bis neutrale atmosphärische Schichtung, zumeist windiges Wetter
III_2	leicht labile atmosphärische Schichtung
IV	mäßig labile atmosphärische Schichtung
V	sehr labile atmosphärische Schichtung, starke vertikale Durchmischung der Atmosphäre

6.2 Meteorologische Datengrundlage der LUBW

Im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) wurden in einem 500-Meter-Raster meteorologische Zeitreihen berechnet (synthetische repräsentative Ausbreitungsklassenzeitreihen).

Für die Gebiete „Hammerhalde“, „Kopsbühl“, „Deutenberg“ und „Wöschhalde“ sind die Windrichtungsverteilungen der synthetischen Ausbreitungsklassenzeitreihen (AKTerm) der LUBW in Abbildung 6-1 dargestellt. Sie gelten für die übergeordneten Windverhältnisse oberhalb der Bebauung.

In allen vier Gebieten treten hauptsächlich Südwinde, gefolgt von Nordwinden auf. Dies ist auf die Kanalisierung der Windrichtungen durch den Verlauf der Baar-Hochebene und den westlich gelegenen Schwarzwald zurückzuführen.

Im Wohngebiet „Hammerhalde“ treten zusätzlich Winde aus westlicher und nordwestlicher Richtung auf, während östliche Winde kaum vorhanden sind. Im Wohngebiet „Kopsbühl“ ist die Nord-Süd-Kanalisierung ausgeprägter. Die Windrichtungsverteilung in den Gebieten „Kopsbühl“ und „Wöschhalde“ sind vergleichbar. Im Gebiet „Deutenberg“ im Stadtteil Schwenningen sind neben Süd- und Nordwinden auch Südwest- und Nordostwinde häufig vertreten.

Da der Wärmebedarf und die damit verbundenen Emissionen von der Lufttemperatur abhängig sind, ist die Anwendung der synthetischen Ausbreitungsklassenzeitreihen nicht ohne weiteres möglich, da diesen keine Zeitreihe der Lufttemperatur zugewiesen werden kann.

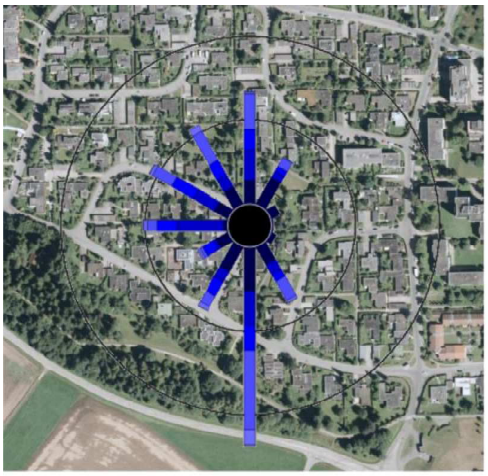
Um auch die Lufttemperatur zu berücksichtigen, wird auf Daten einer Messstation zurückgegriffen, die von der LUBW in Villingen-Schwenningen betrieben wird. An der Station werden die meteorologischen Größen Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Außentemperatur als 30-Minuten-Mittelwerte aufzeichnet. Die Messstation befindet sich in der Straße „Unterer Dammweg“ mit den folgenden Koordinaten (in UTM32-N):

Rechtswert: 460026,

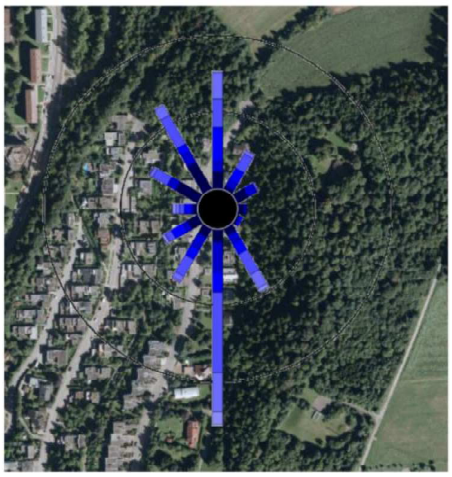
Hochwert: 5321846,

Höhe ü. NN: 705 m.

Die Messung der Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen erfolgt in einer Höhe von 10 m, die Messung der Lufttemperatur in einer Höhe von 4 m über Grund. Die Messstation wird kontinuierlich seit dem 01.06.1987 betrieben.



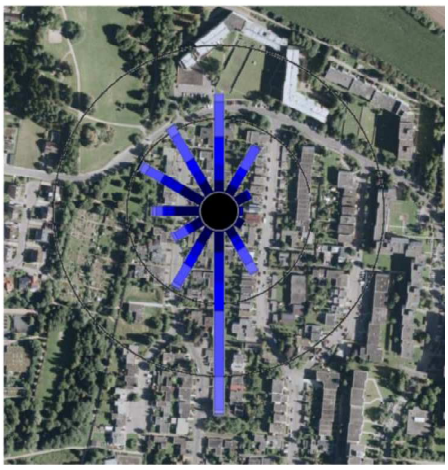
Hammerhalde



Kopsbühl



Deutenbergring



Wöschhalde

Abbildung 6-1: Windrichtungsverteilung der synthetischen repräsentativen Ausbreitungsklassenzeitreihen der LUBW für die vier zu untersuchenden Gebiete. Auswertung in 30-Grad-Sektoren. (Quelle: Daten- und Kartendienst der LUBW)

6.3 Ermittlung des repräsentativen Jahres und der Ausbreitungsklassen

Ein für mehrjährige Verhältnisse repräsentatives Jahr wurde entsprechend den Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 (2017) ermittelt. Hierzu wurde der vorliegende Zeitraum 2009 bis 2018 herangezogen. Um eine Zuordnung zwischen dem von den Stadtwerken gelieferten Energieverbrauch 2016 bis 2018 und den Witterungsverhältnissen

zu erhalten, wurde das Jahr mit der geringsten Abweichung zum langjährigen Mittel ausgewählt.

Die geringste Abweichung zum langjährigen Mittel weist das Jahr 2016 auf, so dass dieses Jahr für die Ausbreitungsrechnung verwendet wird.

Das Jahr 2016 ist auch bzgl. der Lufttemperaturen als repräsentativ anzusehen, wie Auswertungen der Temperaturen und Gradtagszahlen zeigen (siehe Tabelle A2-1, S. 145 im Anhang).

Die Ausbreitungsklassen wurden gemäß VDI-Richtlinie 3782, Blatt 6 (2017) anhand der Bedeckungsdaten der Station des Deutschen Wetterdienstes an der Station ‚Klippeneck' ermittelt.

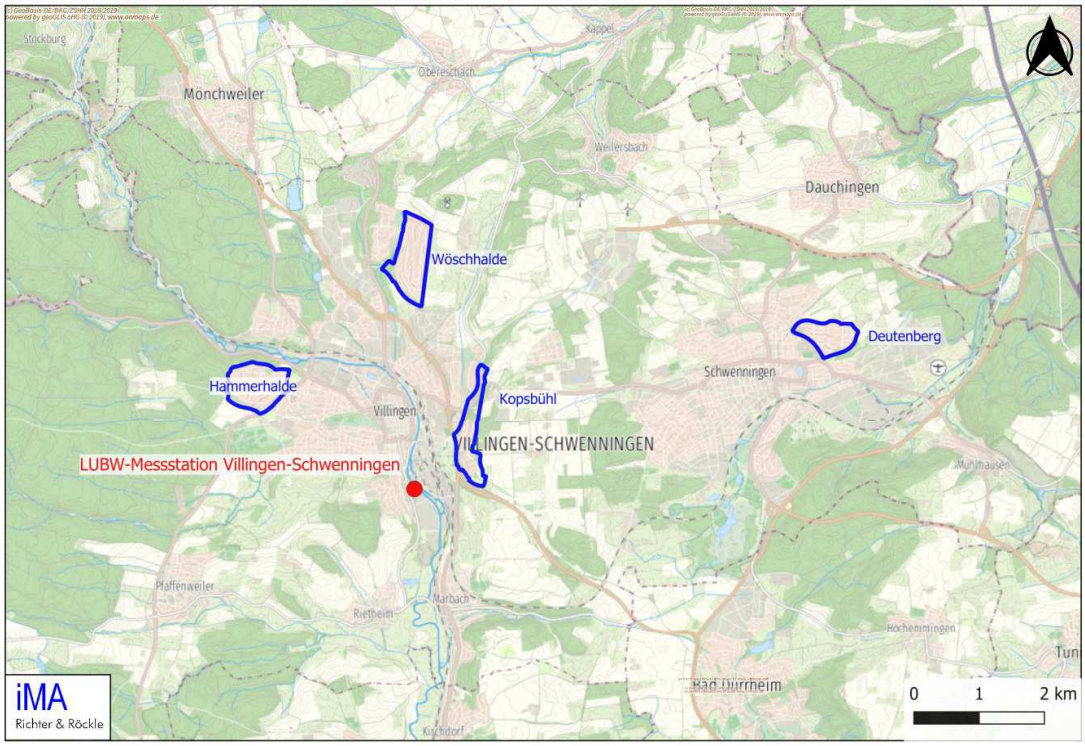


Abbildung 6-2: Lage der Windmessstation der LUBW in Villingen-Schwenningen (Kartengrundlage: onmaps.de (c) GeoBasis-DE/BKG/ZSHH 2019).

Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen an der LUBW-Station ‚Villingen' ist in Abbildung 6-3 in 10-Grad-Sektoren dargestellt. Die Länge der Strahlen zeigt an, wie häufig der Wind aus der jeweiligen Richtung weht. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 1,2 m/s.

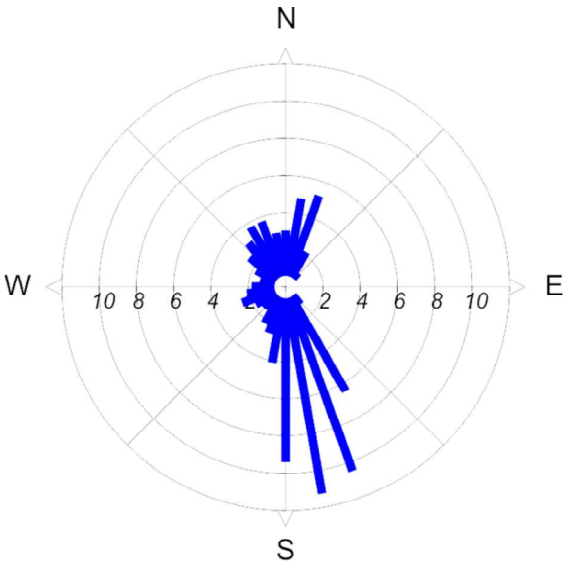


Abbildung 6-3: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen an der LUBW-Messstation Villingen-Schwenningen für das Jahr 2016. Auswertung in 10-Grad-Sektoren.

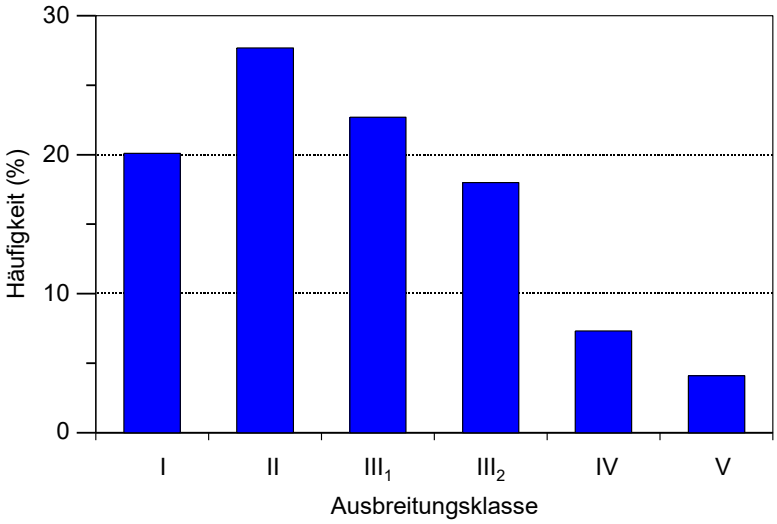


Abbildung 6-4: Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen.

Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen zeigt, dass die stabilen Ausbreitungsklassen (I + II) mit ca. 55 % am stärksten vertreten sind, gefolgt von den neutralen Ausbreitungsklassen (III/1 + III/2), deren Häufigkeit etwa 31 % beträgt. Labile atmosphärische Verhältnisse (IV + V) kommen mit knapp 14 % am seltensten vor.

Die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen an der LUBW-Station unterscheidet sich etwas von den Verteilungen in den Wohngebieten „Hammerhalde“ und „Kopsbühl“, da die

Windrichtungen an der LUBW-Station vom Brigachtal kanalisiert werden. Aus diesem Grund erfolgte eine Anpassung der Windrichtungen an die Verteilungen in den Wohngebieten „Hammerhalde“, „Kopsbühl“, „Deutenberg“ und „Wöschhalde“ mit einer von Kolb (1975) beschriebenen Methode.

Die folgenden Abbildungen zeigen die resultierenden Windrichtungsverteilungen in 10-Grad-Sektoren und Häufigkeitsverteilungen der Ausbreitungsklassen.

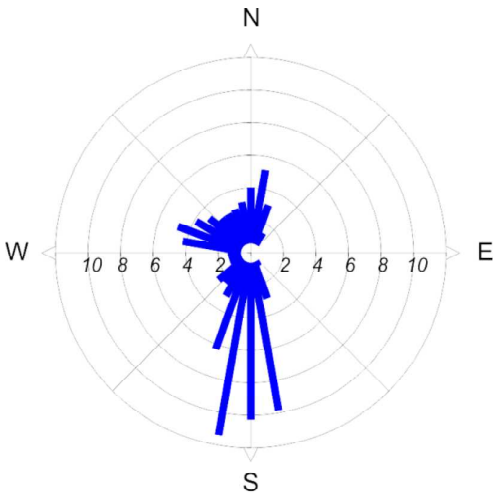


Abbildung 6-5: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen im Bebauungsplangbiet **„Hammerhalde“** für das Jahr 2016. Auswertung in 10-Grad-Sektoren.

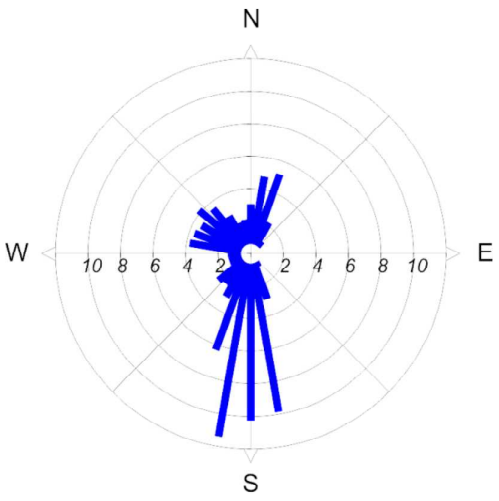


Abbildung 6-6: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen in den Bebauungsplangbieten **„Kopsbühl“** und **„Wöschhalde“** für das Jahr 2016. Auswertung in 10-Grad-Sektoren.

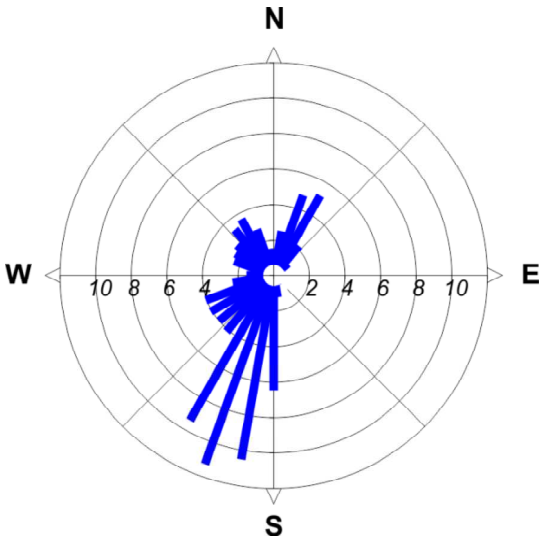


Abbildung 6-7: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen im Bebauungsplangebiet **„Deutenberg“** für das Jahr 2016. Auswertung in 10-Grad-Sektoren.

6.4 Kaltluftabflüsse

Für die Ausbreitung von Gerüchen können lokale Windsysteme, insbesondere Kaltluftabflüsse, von besonderer Bedeutung sein. Kaltluftabflüsse bilden sich in klaren, windschwachen Abenden, Nächten und Morgenstunden aus, wenn die Energieabgabe der Boden- und Pflanzenoberflächen aufgrund der Wärmeausstrahlung größer als die Gegenstrahlung der Luft ist. Dieser Energieverlust verursacht eine Abkühlung der Boden- und Pflanzenoberfläche, sodass die Bodentemperatur niedriger als die Lufttemperatur ist. Durch den Kontakt zwischen dem Boden und der Umgebungsluft bildet sich eine bodennahe Kaltluftschicht.

In ebenem Gelände bleibt die bodennahe Kaltlufthaut an Ort und Stelle liegen. In geneigtem Gelände setzt sie sich infolge von horizontalen Dichteunterschieden (kalte Luft besitzt eine höhere Dichte als warme Luft) hangabwärts in Bewegung. Es bilden sich dann flache, oftmals nur wenige Meter mächtige Windströmungen aus, die aufgrund ihrer vertikalen Temperaturverteilung eine geringe vertikale Durchmischung aufweisen. Gerüche können so, bei nur schwachem Intensitätsrückgang, über größere Strecken transportiert werden.

Zur Untersuchung der Kaltluftabflüsse wurden Simulationen mit dem Kaltluftabfluss-Modell GAK („Geruchsausbreitung in Kaltluftabflüssen“) durchgeführt. Dieses Modell wurde von uns im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württem-berg entwickelt und wird in mehreren Bundesländern eingesetzt (Röckle & Richter, 2000; Röckle & Richter, 2005; Röckle et al., 2012).

Die Simulationen zeigen, dass die Fließrichtung der Kaltluft zu Beginn der Nacht am Standort „Kopsbühl“ von Ostsüdosten nach Westnordwest gerichtet ist. Die Strömungsgeschwindigkeiten sind sehr gering, so dass die Kaltluftabflüsse bereits durch geringe übergeordnete Strömungen aufgelöst werden. Etwa zwei Stunden später dreht die Kaltluft und strömt von Nordwest nach Südost. Die Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft bleibt jedoch auch im weiteren Verlauf der Nacht sehr gering.

Am Standort „Wöschhalde“ fließt die Kaltluft zu Beginn der Nacht von Osten nach Westen. Die Strömungsgeschwindigkeiten sind sehr gering, so dass die Kaltluftabflüsse bereits durch geringe übergeordnete Strömungen aufgelöst werden. Etwa drei Stunden später dreht die Fließrichtung der Kaltluft auf westliche Windrichtungen. Die Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft bleibt jedoch auch im weiteren Verlauf der Nacht sehr gering.

Am Standort „Deutenberg“ fließt die Kaltluft zu Beginn der Nacht von Nordnordost nach Südsüdwest und dreht zwei Stunden später auf westliche Windrichtungen. Die Strömungsgeschwindigkeit ist sehr gering, sodass die Kaltluftabflüsse bereits durch geringe übergeordnete Strömungen aufgelöst werden.

Am Standort “Hammerhalde“ zeigen die Untersuchungen, dass die Fließrichtung der Kaltluft während der gesamten Nacht von Nordwesten nach Südosten gerichtet ist. Zu Beginn der Nacht ist die Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft gering. Ca. 1,5 Stunden nach Einsetzen des Kaltluftabflusses nimmt die Strömungsgeschwindigkeit etwas zu, bleibt jedoch mäßig.

Eine Auswertung der Ausbreitungsklassen in der meteorologischen Zeitreihe zeigt, dass bei Ausbreitungsklasse I relativ häufig Windrichtungen aus Nordwest auftreten. Da sich Kaltluftabflüsse vornehmlich bei Ausbreitungsklasse I ausbilden, korrespondieren die nordwestlichen Windrichtungen mit den Kaltluftabflüssen. Eine gesonderte Berücksichtigung der Kaltluftabflüsse erfolgt daher am Standort „Hammerhalde“ nicht.

In den anderen drei Wohngebieten ist die Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft so gering, dass diese ebenfalls nicht berücksichtigt werden muss.

7 Ausbreitungsrechnungen

7.1 Verwendetes Ausbreitungsmodell

Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit dem Ausbreitungsmodell „LASAT“ (Janicke (2000); Janicke & Janicke (2000)), Version 3.4.16 vom 03.01.2019 durchgeführt. Dieses Modell entspricht den Anforderungen des Anhangs 3 der TA Luft. Die Modelleinstellungen wurden konform zu AUSTAL2000 getroffen. Eine Beschreibung des Modells kann Anhang 3 entnommen werden.

Das Ausbreitungsmodell wurde mit der Partikelrate ‚8 Teilchen/s' betrieben. Dies entspricht der Qualitätsstufe '+2' des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000.

Eingangsdaten für das Ausbreitungsmodell sind:

- Die von den Quellen ausgehenden Emissionen (vgl. Kapitel 5).
- Die meteorologischen Randbedingungen (vgl. Kapitel 6).
- Die Lage der Quellen und die Quellhöhen (vgl. Kapitel 7.2).

7.2 Quellen

Für jedes Haus in den vier Wohngebieten wird eine Emissionsquelle angenommen.

Entsprechend der Empfehlung des LANUV NRW (LANUV, 2006) werden die Emissionen über eine Höhe verteilt, die vom Erdboden bis zur Gebäudehöhe reicht. Die Gebäudehöhe wird mit 3 m je Geschoss abgeschätzt. Ein Aufstieg der Abgasfahnen wird nicht berücksichtigt, da eine Ableitung in die freie Luftströmung aufgrund der teilweise dichten Bebauung nicht sicher gewährleistet ist. Mit dieser Vorgehensweise werden die Immissionen auch in den höheren Stockwerken ausreichend konservativ ermittelt.

In der Berechnung werden nur die derzeit vorhandenen Gebäude berücksichtigt. Baulücken werden nicht berücksichtigt.

7.2.1 Hammerhalde

Für das Wohngebiet „Hammerhalde" ergeben sich insgesamt 351 Quellen mit Höhen bis zu 21 m. Die Lage der Emissionsquellen kann Abbildung 7-1 entnommen werden. Bei größeren Gebäudekomplexen wird jeweils eine zentrale Wärmeversorgung angenommen.

Größere Betriebe sind im Gebiet „Hammerhalde" nicht angesiedelt. Neben einigen Mehrfamilienhäusern am nördlichen und westlichen Rand des Gebiets sowie entlang der Tallardstraße und „An der Kapelle" besteht die Wohnbebauung überwiegend aus 2-geschossigen Häusern. Neben der Wohnbebauung befindet sich „An der Kapelle" noch der Katholische Kindergarten Loretto.

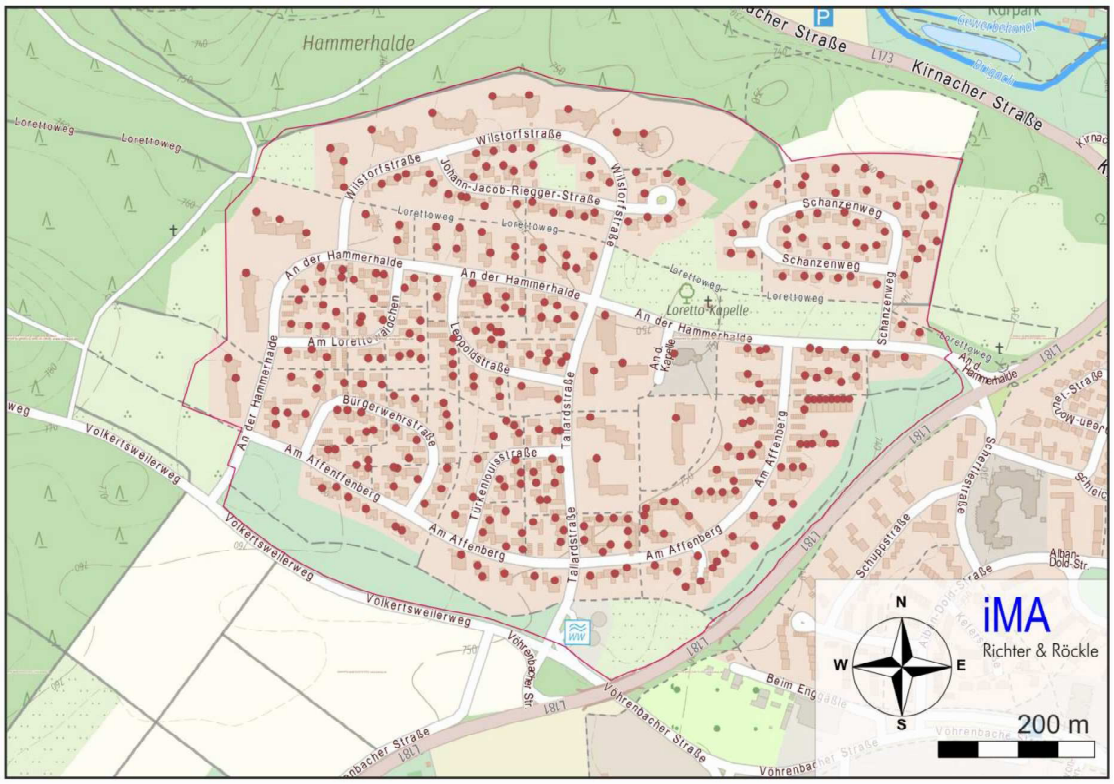


Abbildung 7-1: Lage der Quellen im Gebiet „Hammerhalde“.

7.2.2 Kopsbühl

Für das Wohngebiet „Kopsbühl“ ergeben sich insgesamt 221 Quellen mit Höhen bis zu 24 m. Die Lage der Quellen kann Abbildung 7-2 entnommen werden.

Neben der Wohnbebauung befindet sich am Schäfersteig die Städtische Kindertagesstätte „Am Kopsbühl“. An der Schwenninger Straße ist ein Fahrzeughandel (Gewerbebetrieb) angesiedelt.

7.2.3 Wöschhalde

Für das Wohngebiet „Wöschhalde“ ergeben sich 558 Quellen mit Höhen bis zu 24 m. Die Lage der Emissionsquellen kann Abbildung 7-3 entnommen werden. Bei größeren Gebäudekomplexen wird jeweils eine zentrale Wärmeversorgung angenommen.

Größere Betriebe sind im Gebiet „Wöschhalde“ nicht angesiedelt. Neben einigen Mehrfamilienhäusern am nördlichen und östlichen Rand des Gebiets besteht die Wohnbebauung überwiegend aus 2-geschossigen Häusern oder 3-geschossigen Reihenhäusern. Neben

der Wohnbebauung befindet sich in der „Tiroler Straße“ noch die Kindertagesstätte „Am Ziegelbach“.

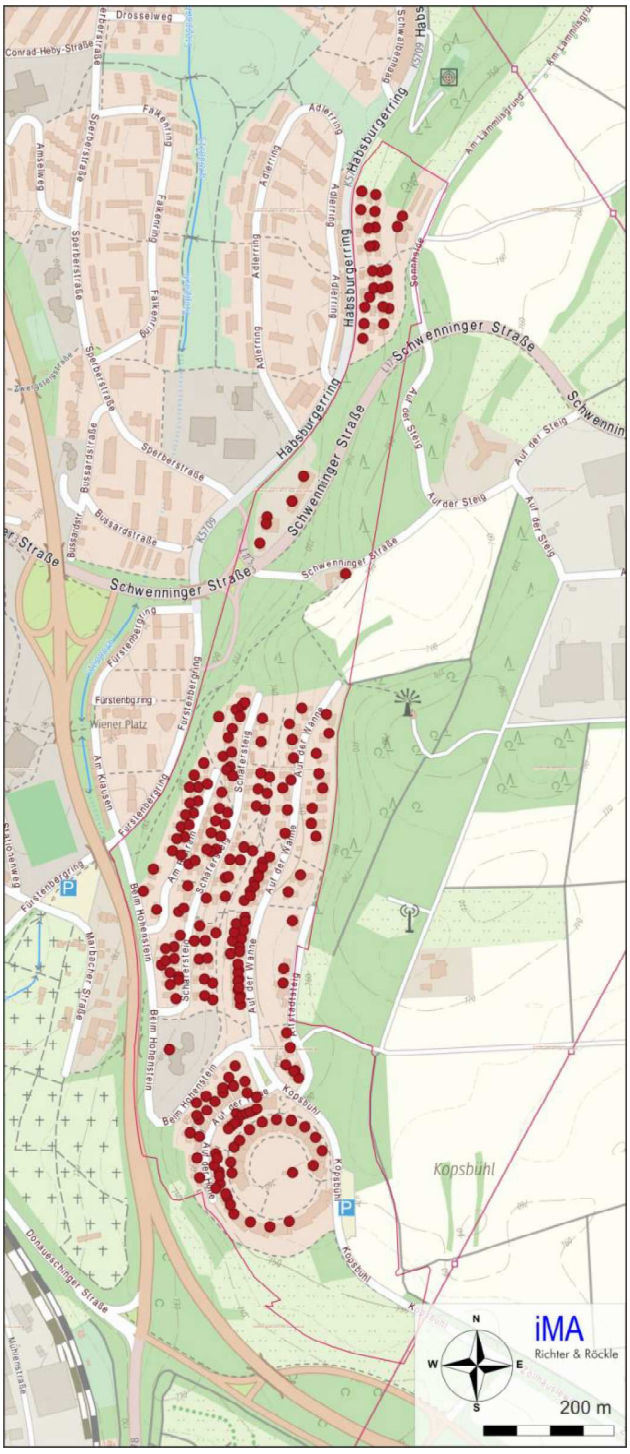


Abbildung 7-2: Lage der Quellen im Gebiet „Kopsbühl“.

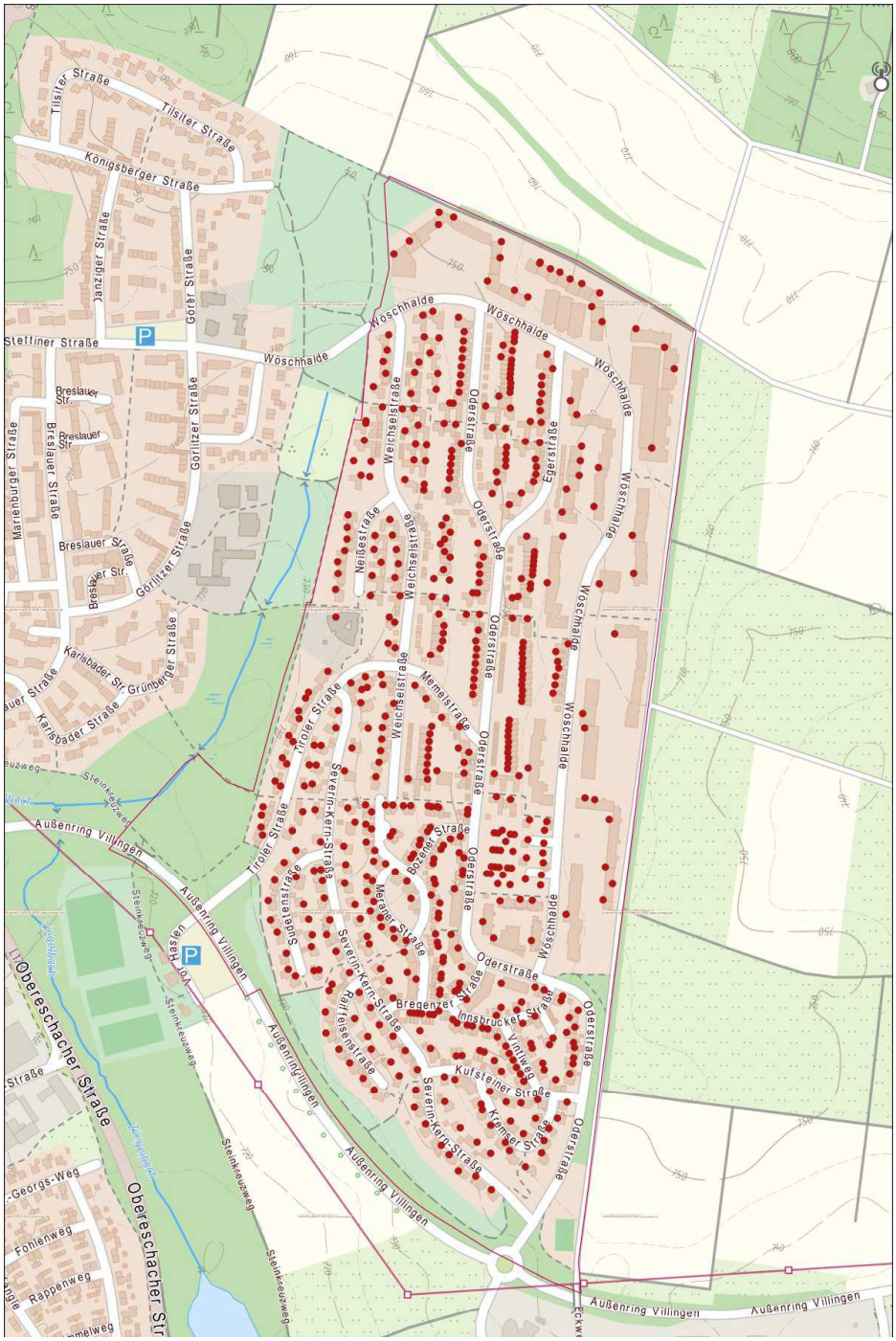


Abbildung 7-3: Lage der Quellen im Gebiet „Wöschhalde“.

7.2.4 Deutenberg

Für das Wohngebiet „Deutenberg“ ergeben sich 394 Quellen mit Höhen bis zu 12 m. Die Lage der Emissionsquellen kann Abbildung 7-3 entnommen werden. Bei größeren Gebäudekomplexen wird jeweils eine zentrale Wärmeversorgung angenommen.

Am westlichen Rand des Wohngebiets befindet sich das Gymnasium am Deutenberg. Dieses wird nicht als Emissionsquelle angesetzt.

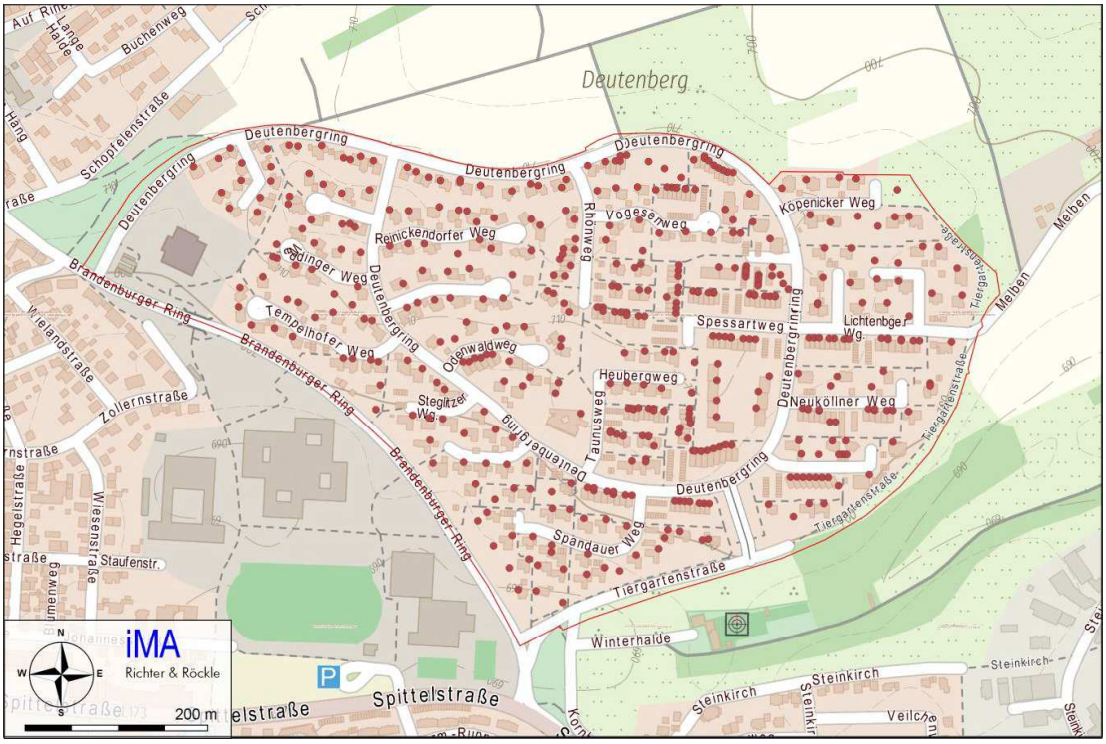


Abbildung 7-4: Lage der Quellen im Gebiet „Deutenberg“.

7.3 Rechengebiet

Detaillierte Angaben zum Rechengebiet sind in Anhang 3 aufgeführt.

7.4 Geländeeinfluss

Das unebene Gelände wirkt sich auf die Strömungsverhältnisse aus, so dass es zu berücksichtigen ist. Detaillierte Angaben können Anhang 4 entnommen werden.

8 Immissionen im Wohngebiet „Hammerhalde“

8.1 Überblick

In den folgenden Kapiteln werden die Staub-, NO_2- und Geruchsimmissionen, die durch die Feuerungsanlagen des Wohngebiets „Hammerhalde“ erzeugt werden, dargestellt. Zu diesen Immissionen wird eine Vorbelastung addiert, die als großräumige Hintergrundbelastung vorliegt. Die so ermittelte Gesamtbelastung wird mit den Immissionswerten in Kapitel 3 verglichen.

Die Auflösung der Immissionskonzentrationen beträgt 10 × 10 m, die dargestellten Verteilungen beziehen sich auf ein Höhenniveau von 1,5 m über Grund.

8.2 PM_{10}- und $PM_{2,5}$ -Immissionen

Da für die Ausbreitungsrechnung nur Stäube in der Korngrößenklasse 0 bis 2,5 µm freigesetzt werden, entsprechen die dargestellten Ergebnisse sowohl der PM_{10}- als auch der $PM_{2,5}$-Konzentration.

8.2.1 Verfeuerung von Pellets

Die flächenhafte Verteilung der PM_{10}-Immissionen kann Abbildung 8-1 entnommen werden. Es handelt es sich um den Beitrag der Feuerungsanlagen im Wohngebiet Hammerhalde. Dies gilt auch für alle folgenden Abbildungen.

In direkter Nähe der Emissionsquellen treten Konzentrationen bis maximal 15,8 µg/m³ auf. Diese erhöhten Konzentrationen sind auf den modelltechnischen Ansatz der Verteilung der Emission vom Erdboden bis zur Quellhöhe zurückzuführen und sind für die Beurteilung nicht relevant. Außerhalb der Zellen, in denen Emissionsquellen liegen, beträgt die PM_{10}-Konzentration maximal 10 µg/m³.

Zu diesen Konzentrationen ist die Vorbelastung zu addieren. Diese wird in Kapitel 8.2.5 hergeleitet. Die Gesamtbelastung, die mit den Grenzwerten zu vergleichen ist, wird in Kapitel 8.2.6 dargestellt.

Entsprechend der Windrichtungsverteilung (vgl. Abbildung 6-5 auf S. 42) mit überwiegenden Südwinden werden die Emissionen hauptsächlich in Richtung Norden transportiert.

Bei der Emissionsmodellierung wurde angenommen, dass alle Feuerungen den Emissionsgrenzwert der 1. BImSchV von 0,02 g/m³ ausschöpfen. Zusätzlich wurden instationäre Vorgänge über eine Mehremission von 10% berücksichtigt. In der Regel dürfte der Grenzwert der 1. BImSchV bei Neuanlagen und korrekter Betriebsweise unterschritten werden, sodass die dargestellten Immissionen auf der sicheren Seite liegen.

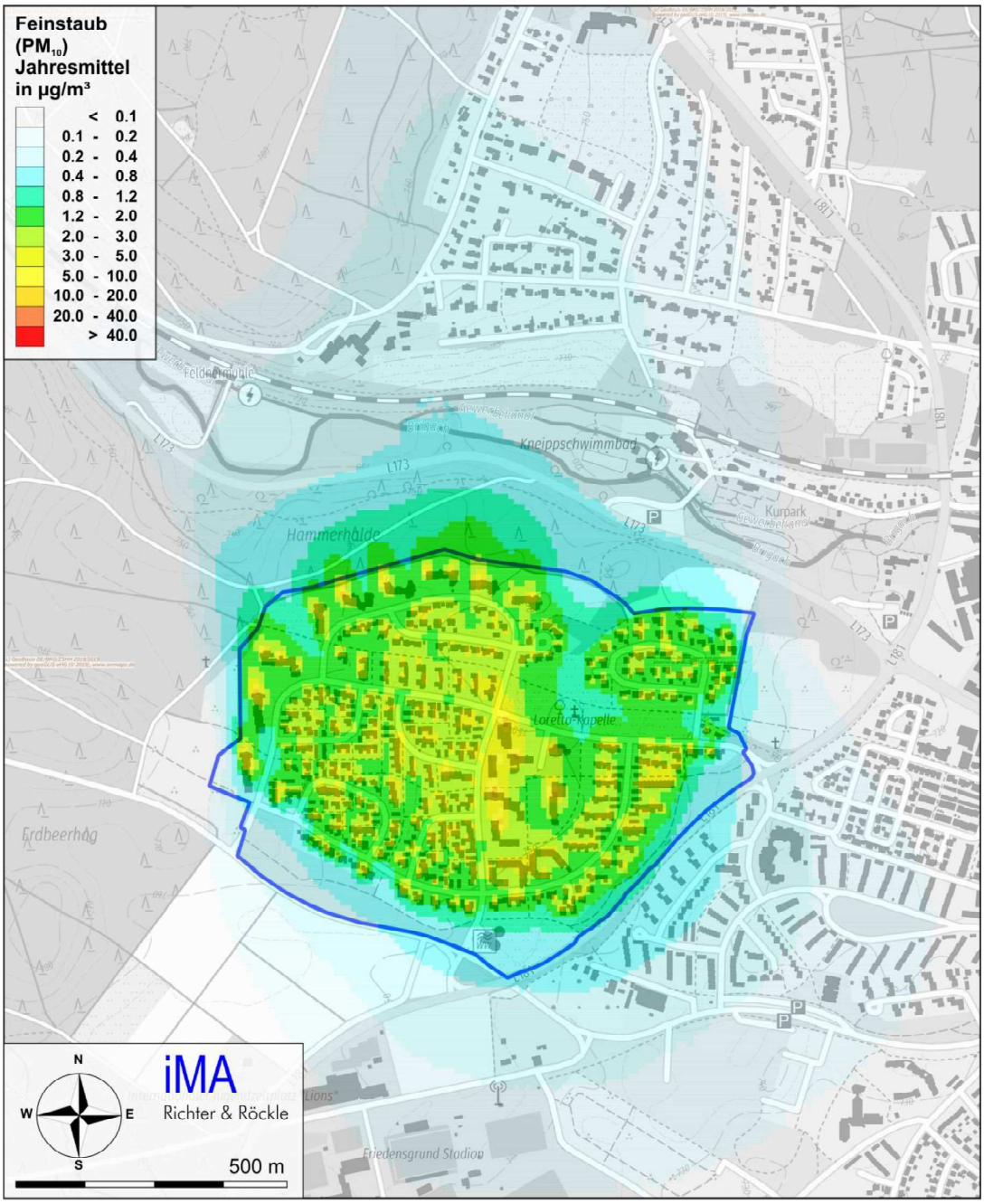


Abbildung 8-1: Berechnete PM_{10}-Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Pellets. Grenzwert 40 µg/m³.

8.2.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Die flächenhafte Verteilung der PM_{10}-Immissionen bei der Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeichern kann Abbildung 8-2 entnommen werden.

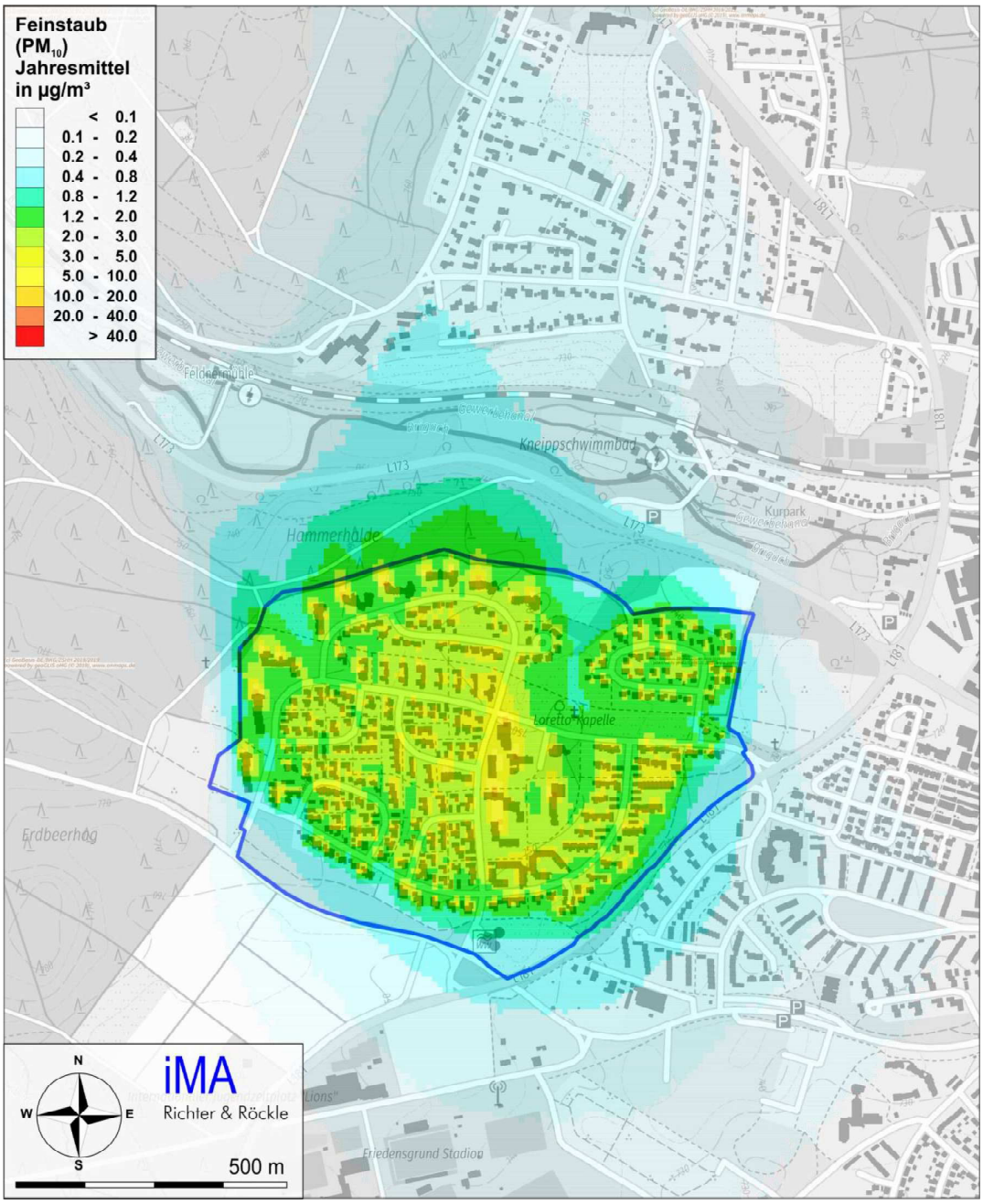


Abbildung 8-2: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher. Grenzwert 40 µg/m³.

Im Bereich der Emissionsquellen treten Immissionen bis zu maximal 17,2 µg/m³ auf. Außerhalb der Zellen, in denen Emissionsquellen liegen, beträgt die beurteilungsrelevante PM_{10}-Konzentration maximal 10 µg/m³.

Die Ergebnisse sind denen der Pelletfeuerung ähnlich, da für beide Feuerungen angenommen wurde, dass der Emissionsgrenzwert der 1. BImSchV ausgeschöpft wird.

Auch bei den Stückholzkesseln werden instationäre Vorgänge mit einer pauschalen Mehremission von 10 % berücksichtigt. Der Wirkungsgrad der Stückholzkessel ist gegenüber der Pelletfeuerung geringer, sodass etwas höhere Staubimmissionen im Vergleich zur Verfeuerung von Pellets berechnet werden.

8.2.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen

Sofern Stückholz als Brennstoff zugelassen wird, ist auch der Einsatz von Zusatzfeuerungen (Einzelraumfeuerstätten) erlaubt.

Die flächenhafte Verteilung der PM_{10}-Immissionen bei der Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen ist in Abbildung 8-3 dargestellt.

Hierbei wurde angesetzt, dass die Zusatzfeuerungen etwa 22% des Energiebedarfs abdecken und nur in den Abendstunden in Betrieb sind. Hieraus resultiert der geringer Immissionsbeitrag im Vergleich zur Verfeuerung von Pellets und der Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher.

Im Bereich der Emissionsquellen treten Immissionen bis zu maximal 7,3 µg/m³ auf. Außerhalb der Zellen, in denen Emissionsquellen liegen, beträgt die PM_{10}-Konzentration maximal 5 µg/m³.

8.2.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen

Da bei einer Aufhebung des Verbrennungsverbots für Stückholz auch Zusatzfeuerungen mit Stückholz betrieben werden dürfen, ist die Summe der PM_{10}-Immissionen beim Betrieb von Stückholzkesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen zu beurteilen.

Für die Berechnungen wird davon ausgegangen, dass 22% des Energiebedarfs von Zusatzfeuerungen und 78 % von Stückholzkesseln mit Pufferspeicher abgedeckt wird. Die unterschiedlichen Wirkungsgrade der beiden Feuerungsanlagen werden berücksichtigt.

Das Ergebnis dieser Überlagerung ist in Abbildung 8-4 dargestellt. Im Maximum wird eine PM_{10}-Konzentration von 20,7 µg/m³ ausgewiesen. Auch außerhalb der Zellen mit Emissionsquellen treten PM_{10}-Konzentrationen bis zu 20 µg/m³ auf. An den beurteilungsrelevanten Punkten (Gebäudefassaden) werden jedoch nur maximal 10 µg/m³ berechnet.

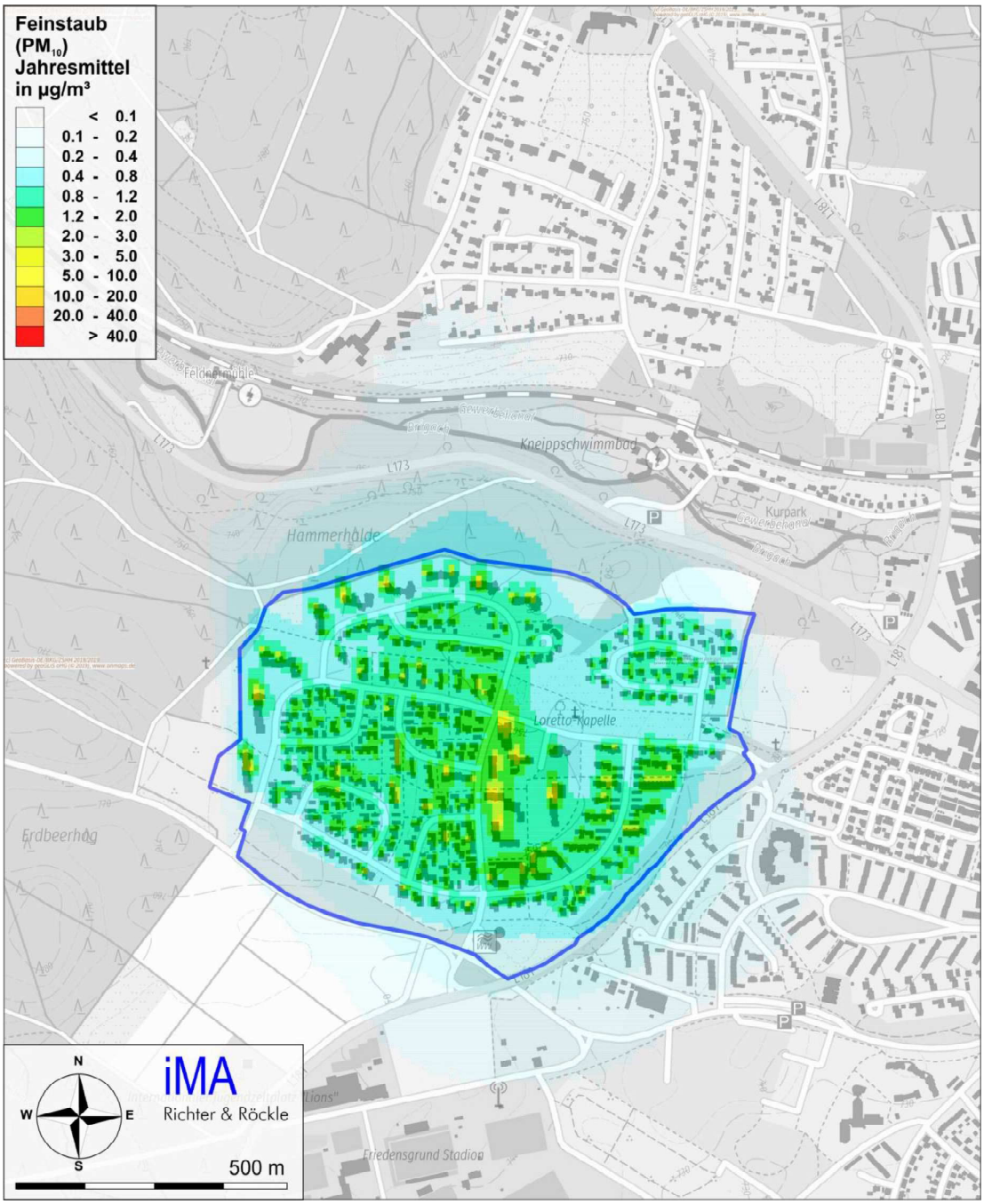


Abbildung 8-3: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen. Es wird davon ausgegangen, dass 22 % des Jahreswärmebedarfs von den Zusatzfeuerungen abgedeckt wird. Grenzwert 40 µg/m³.

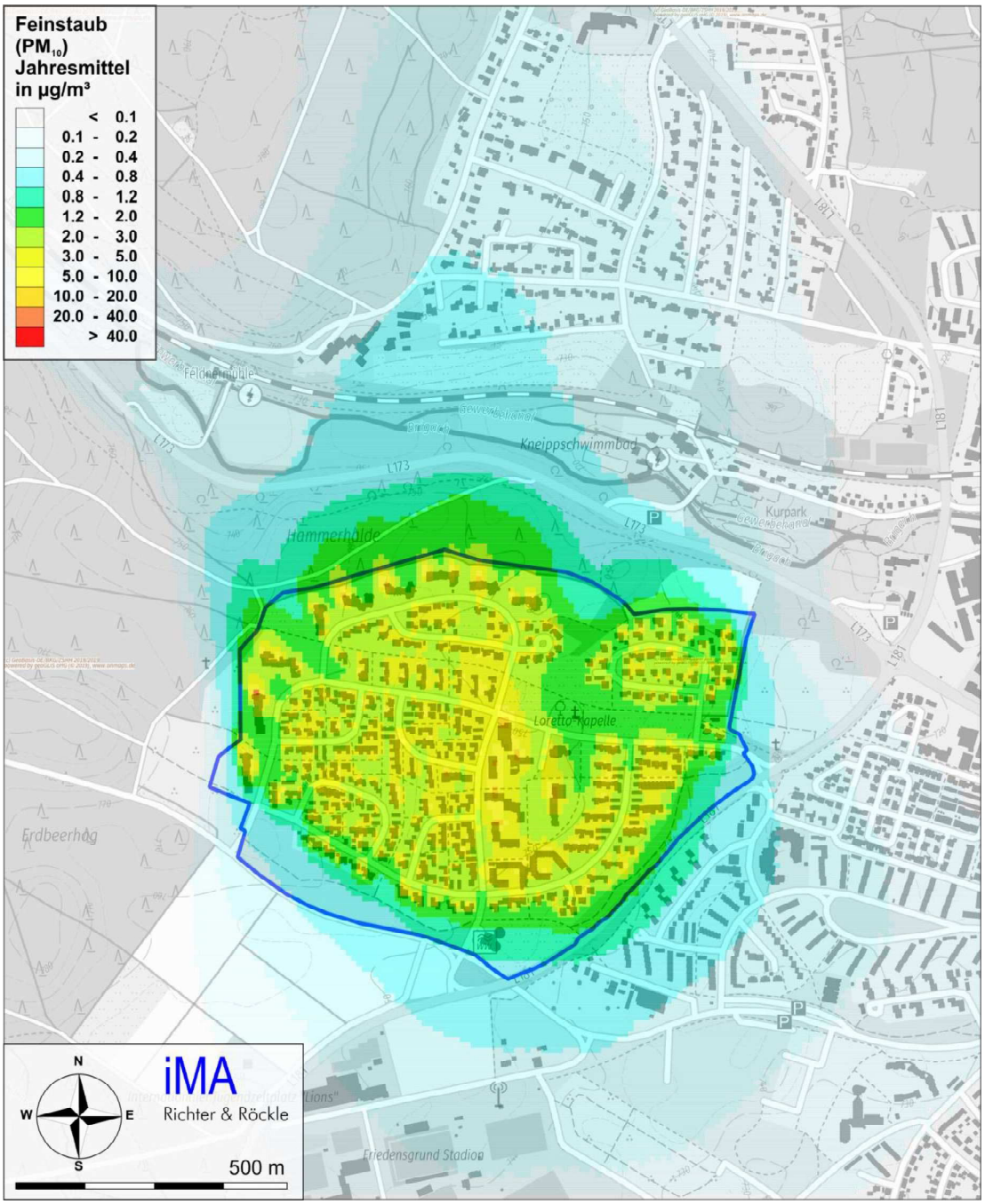


Abbildung 8-4: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und in Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

8.2.5 PM_{10}-Vorbelastung

Die PM_{10}-Vorbelastung wird anhand von Messungen der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) in Villingen-Schwenningen abgeschätzt. Weiterhin werden Karten der LUBW herangezogen, in denen die PM_{10}-Konzentrationen für das Jahr 2020 flächendeckend dargestellt sind.

Die nächstgelegene LUBW-Messstelle, an der Staub gemessen wird, befindet sich in Villingen an der Straße „Unterer Dammweg“. Es handelt sich um die Station, an der auch die Außentemperatur und die Windrichtungen gemessen werden. Die Station ist als „städtischer Hintergrund“ charakterisiert.

Die aktuellen Messwerte der LUBW-Station sind in Tabelle 8-1 angegeben. In Anlehnung an Nr. 4.6.2.1 TA Luft ('Kriterien für die Ermittlung der Vorbelastung') wird die Vorbelastung als Mittelwert der letzten drei Jahre (hier: 2015 bis 2017) angesetzt.

Tabelle 8-1: PM_{10}-Messwerte an der LUBW-Station Villingen-Schwenningen der Jahre 2015 bis 2017.[6]

Statistische Definition	Einheit	2015	2016	2017	2016 - 2018
Jahresmittelwert PM_{10}	µg/m³	15	13	13	**14**

Daraus ergibt sich eine anzusetzende PM_{10}-Vorbelastung von 14 µg/m³. Diese entspricht auch dem von der LUBW prognostizierten Jahresmittelwert im Bereich der Stadt Villingen (siehe Abbildung 8-5).

8.2.6 PM_{10}-Gesamtbelastung

Die Jahresmittelwerte der PM_{10}-Gesamtbelastung sind in Tabelle 8-2 dargestellt.

Tabelle 8-2: Maximale PM_{10}-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) an den beurteilungsrelevanten Immissionsorten.

Brennstoff	Maximale Zusatzbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*	Vorbelastung	Maximale Gesamtbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Pellets	10	14	24
Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher	10	14	24
Stückholz in Zusatzfeuerungen	5	14	19

[6] Die Daten für das Jahr 2018 sind noch nicht veröffentlicht.

Brennstoff	Maximale Zusatzbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*	Vorbelastung	Maximale Gesamtbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Stückholz in Kesseln zzgl. Zusatzfeuerung	10	14	24

*An beurteilungsrelevanten Aufpunkten.

Der **PM_{10}-Jahresmittelwert** hält den Grenzwert von 40 µg/m³ ein. Dies gilt auch für den **$PM_{2,5}$-Jahresmittelwert**, für den der Grenzwert von 25 µg/m³ beträgt[7].



Abbildung 8-5: Karte der LUBW zu Kenngrößen der PM_{10}-Belastung: Modellierte Jahresmittelwerte im Jahr 2020 in µg/m³. Gebiete „Hammerhalde“, „Kopsbühl“ und „Wöschhalde“ rot umrandet.

[7] Die $PM_{2,5}$-Vorbelastung ist deutlich geringer als die PM_{10}-Vorbelastung, so dass die $PM_{2,5}$-Gesamtbelastung ebenfalls deutlich geringer als die oben dargestellte PM_{10}-Gesamtbelastung ist. Dies wurde hier nicht berücksichtigt. Somit ist tatsächlich von einer deutlichen Unterschreitung des $PM_{2,5}$-Grenzwerts auszugehen.

Um zu prüfen, ob der PM_{10}-**Immissions-Tageswert** eingehalten wird, werden Untersuchungen des Umweltbundesamtes herangezogen (vgl. UBA (2007)). Die Untersuchungen kommen zum Ergebnis, dass ein statistisch hoch signifikanter Zusammenhang zwischen dem PM_{10}-Tageswert und dem PM_{10}-Jahresmittelwert der Staubimmissionen besteht.

Die statistische Beziehung zwischen dem Jahresmittelwert und der Anzahl Tage, deren Tagesmittelwert > 50 µg/m³ ist, kann gemäß den Untersuchungen des Umweltbundesamtes mit folgender Formel dargestellt werden:

$$Anzahl\ Tage\ PM_{10} > 50\ \mu g/m^3 = 10{,}51413 - 1{,}98711 * JMW + 0{,}09389 * JMW^2$$

JMW = Jahresmittelwert

Ab einem Staub-Jahresmittelwert von etwa 29 µg/m³ wird gemäß der Untersuchung des Umweltbundesamtes der Grenzwert von 35 Überschreitungen pro Jahr erreicht. Bei den vorliegenden Jahresmittelwerten ist somit davon auszugehen, dass der Immissions-Tageswert nach Nr. 4.2.1 TA Luft für die untersuchten Brennstoffe sicher eingehalten wird.

8.3 NO_2-Immissionen

8.3.1 Verfeuerung von Pellets

Die flächenhafte Verteilung der NO_2-Immissionen ist in Abbildung 8-6 dargestellt.

Im Bereich der Emissionsquellen treten Immissionen bis zu maximal 6,5 µg/m³ insbesondere im Bereich der Mehrfamilienwohnhäuser auf. An den beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden liegt die NO_2-Konzentration unterhalb von 3 µg/m³.

Die NO_2-Vorbelastung am Standort wird in Abschnitt 8.3.5 hergeleitet.

8.3.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Die flächenhafte Verteilung der NO_2-Immissionen beim Einsatz von Stückholzkesseln mit Pufferspeicher kann Abbildung 8-7 entnommen werden.

Im Bereich der Emissionsquellen treten Immissionen bis zu maximal 8,4 µg/m³ auf. An den beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden liegt die NO_2-Konzentration unterhalb von 5 µg/m³.

Die berechneten NO_2-Immissionen liegen höher als bei Pelletfeuerungen. Dies ist auf den höheren Emissionsfaktor für NO_x bei der Verfeuerung von Stückholz in Stückholzkesseln und den etwas geringeren Wirkungsgrad der Stückholzkessel gegenüber Pelletfeuerungen zurückzuführen.

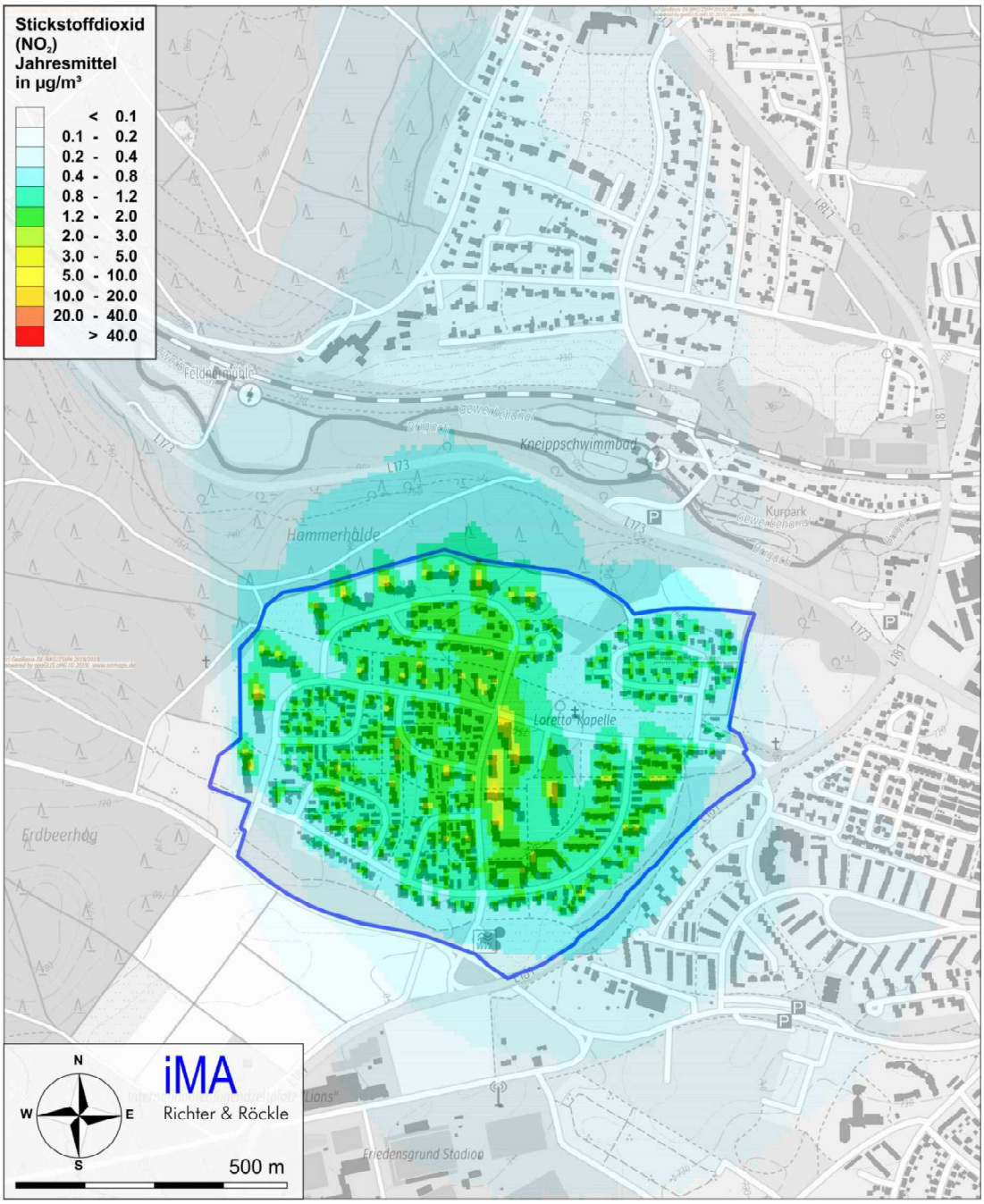


Abbildung 8-6: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Pellets. Grenzwert 40 µg/m³.

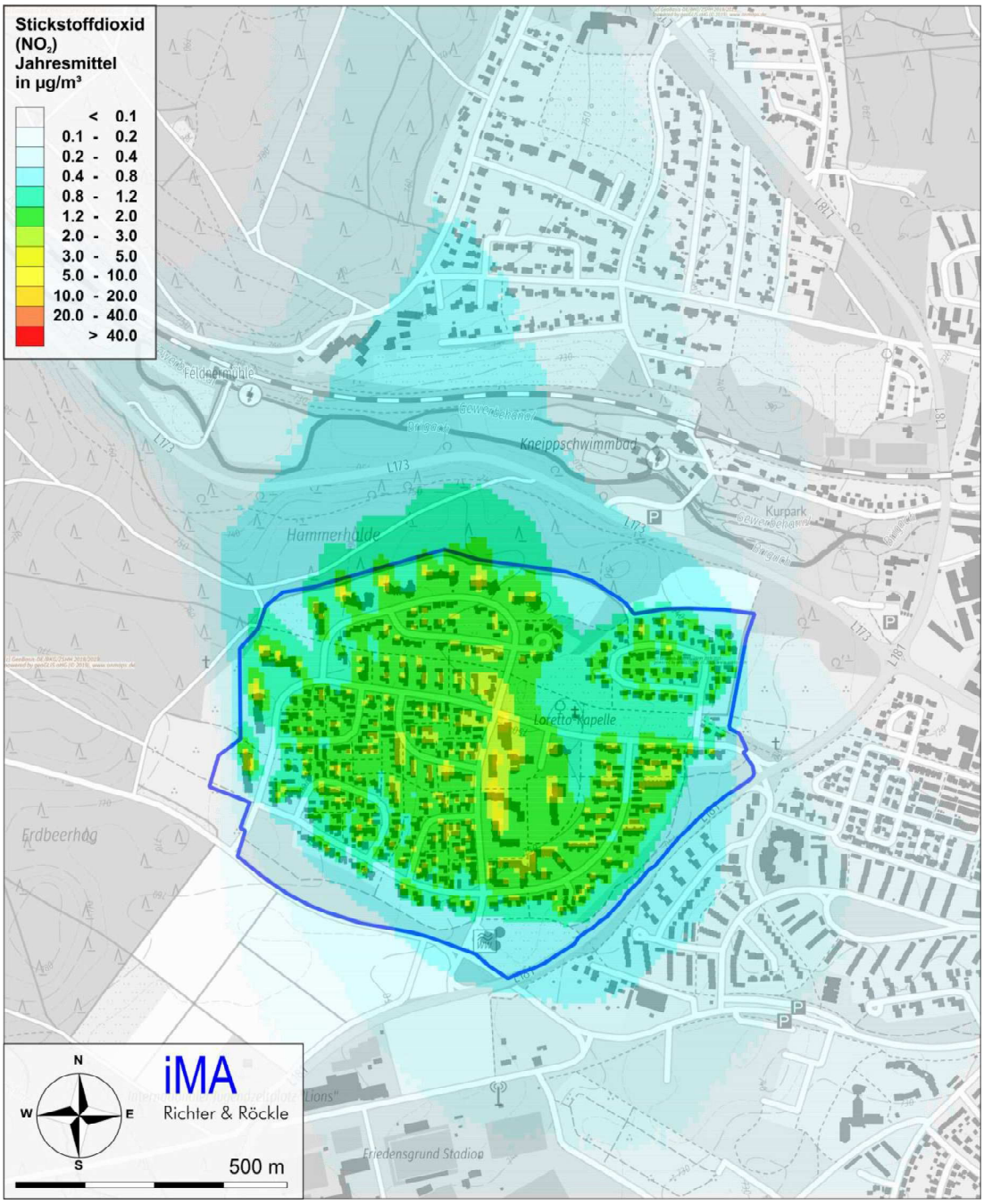


Abbildung 8-7: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher. Grenzwert 40 µg/m³.

8.3.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen

Sofern Stückholz als Brennstoff zugelassen wird, ist auch der Einsatz von Zusatzfeuerungen (Einzelraumfeuerstätten) erlaubt.

Die flächenhafte Verteilung der NO_2-Immissionen bei der Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen kann Abbildung 8-8 entnommen werden.

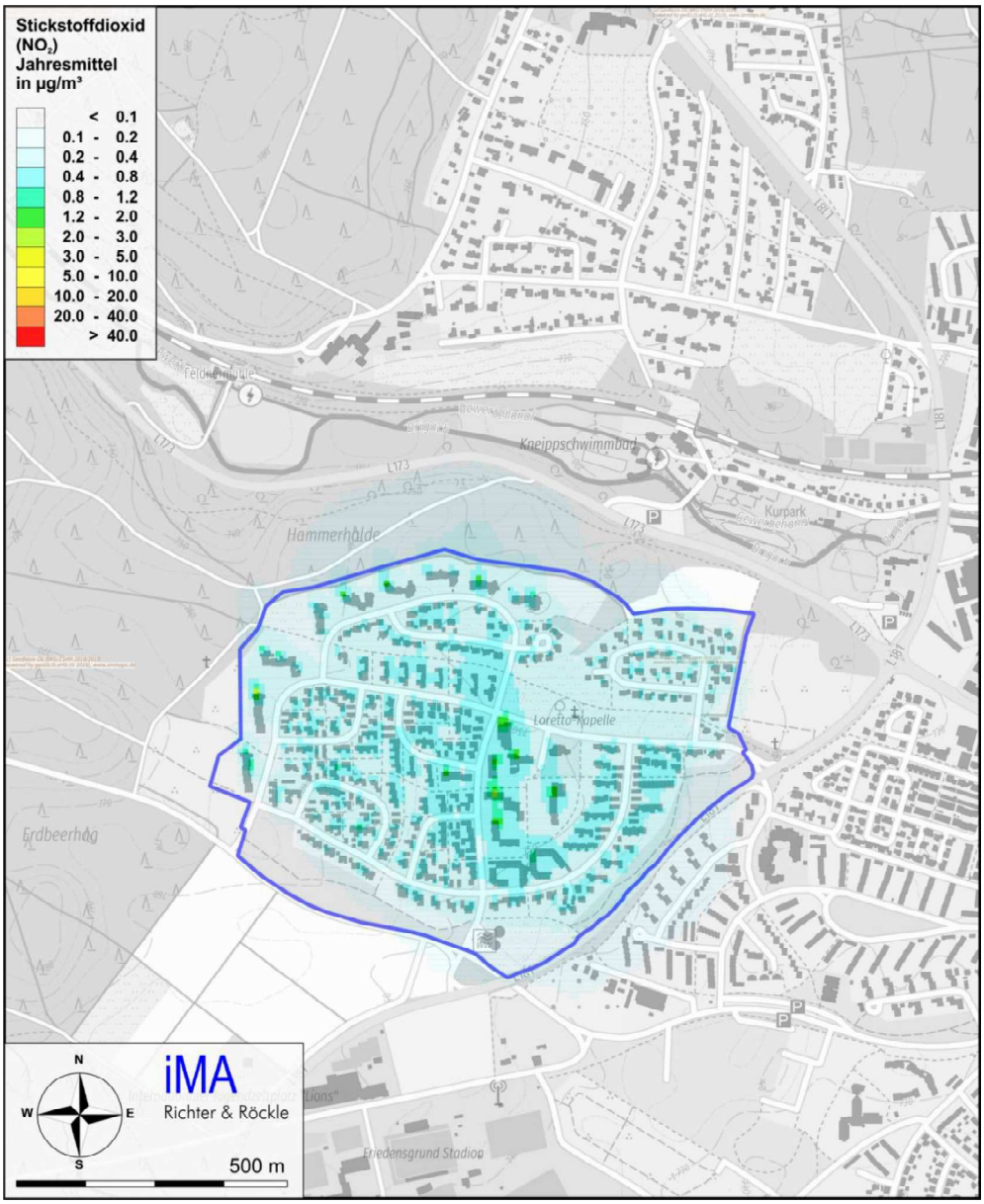


Abbildung 8-8: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

Hierbei wurde angesetzt, dass die Zusatzfeuerungen nur etwa 22% des Energiebedarfs abdecken und nur in den Abendstunden in Betrieb sind. Hieraus resultiert der geringere Immissionsbeitrag im Vergleich zur Verfeuerung von Pellets und der Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher.

Im Bereich der Emissionsquellen treten Immissionen bis zu maximal 2,3 µg/m³ auf. Außerhalb der Zellen, in denen Emissionsquellen liegen, beträgt die PM_{10}-Konzentration maximal 1,2 µg/m³.

8.3.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen

Da bei einer Aufhebung des Verbrennungsverbots für Stückholz auch Zusatzfeuerungen mit Stückholz betrieben werden dürfen, muss die Summe der NO_2-Immissionen beim bei der Verfeuerung von Stückholz in Stückholzkesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen beurteilt werden.

Für die Berechnungen wird davon ausgegangen, dass 22% des Wärmeenergiebedarfs von Zusatzfeuerungen und 78 % von Stückholzkesseln mit Pufferspeicher abgedeckt wird. Die unterschiedlichen Wirkungsgrade der beiden Feuerungsanlagen werden berücksichtigt.

Das Ergebnis dieser Überlagerung ist in Abbildung 8-9 dargestellt. Im Maximum wird eine NO_2-Konzentration von ca. 9 µg/m³ ausgewiesen. Auch außerhalb der Zellen, in denen sich Emissionsquellen befinden, treten NO_2-Konzentrationen bis zu 9 µg/m³ auf. An den beurteilungsrelevanten Punkten (Gebäudefassaden) werden jedoch nur maximal 5 µg/m³ berechnet.

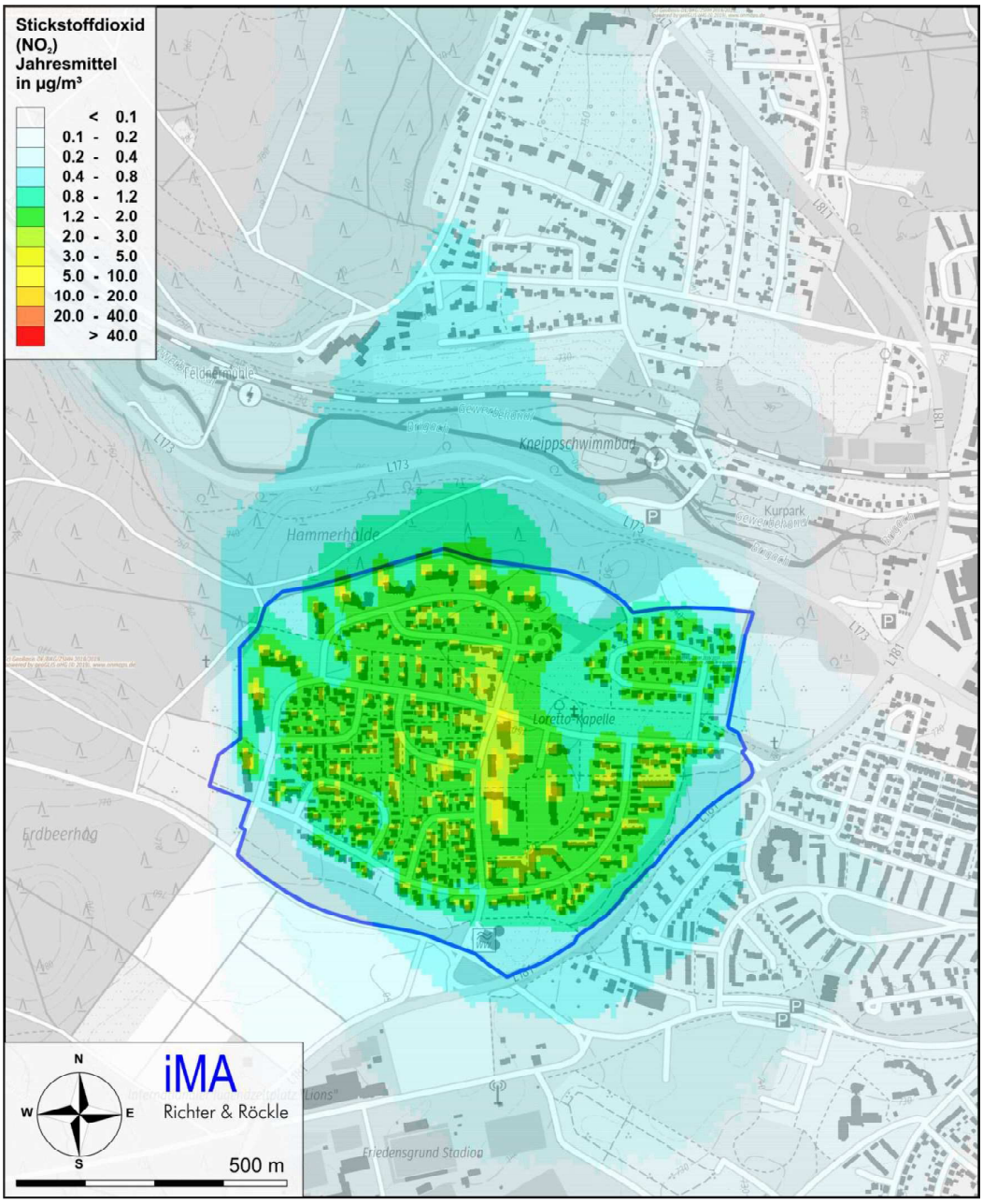


Abbildung 8-9: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und in Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

8.3.5 NO_2-Vorbelastung

Die NO_2-Vorbelastung wird analog zu PM_{10} anhand von Messungen an der LUBW-Station Villingen-Schwenningen abgeschätzt. Zusätzlich werden Karten der LUBW herangezogen, in denen die NO_2-Konzentrationen für das Prognosejahr 2020 flächendeckend dargestellt sind.

Die aktuellen Messwerte von der LUBW-Station Villingen-Schwenningen sind in Tabelle 8-3 aufgeführt.

Tabelle 8-3: NO_2-Messwerte an der LUBW-Station Villingen-Schwenningen der Jahre 2015 bis 2017.[8]

Statistische Definition	Einheit	2015	2016	2017	2016 - 2018
Jahresmittelwert NO_2	µg/m³	15	14	13	**14**

Hieraus ergibt sich eine NO_2-Vorbelastung von 14 µg/m³.

Die von der LUBW berechneten Vorbelastungen liegen im Gebiet „Hammerhalde“ bei etwa 9 µg/m³, also deutlich niedriger (siehe Abbildung 8-10).

8.3.6 NO_2-Gesamtbelastung

Die NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) ist in Tabelle 8-4 dargestellt.

Tabelle 8-4: Maximale NO_2-Gesamtbelastung an beurteilungsrelevanten Immissionsorten.

Brennstoff	Maximale Zusatzbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*	Vorbelastung	Maximale Gesamtbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Pellets	3	14	17
Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher	5	14	19
Stückholz in Zusatzfeuerungen	1,2	14	15
Stückholz in Kesseln zzgl. Zusatzfeuerung	5	14	19

*An beurteilungsrelevanten Aufpunkten.

[8] Die Daten für das Jahr 2018 sind noch nicht veröffentlicht.

Der NO_2-Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel wird bei der Verfeuerung der untersuchten Brennstoffe eingehalten.

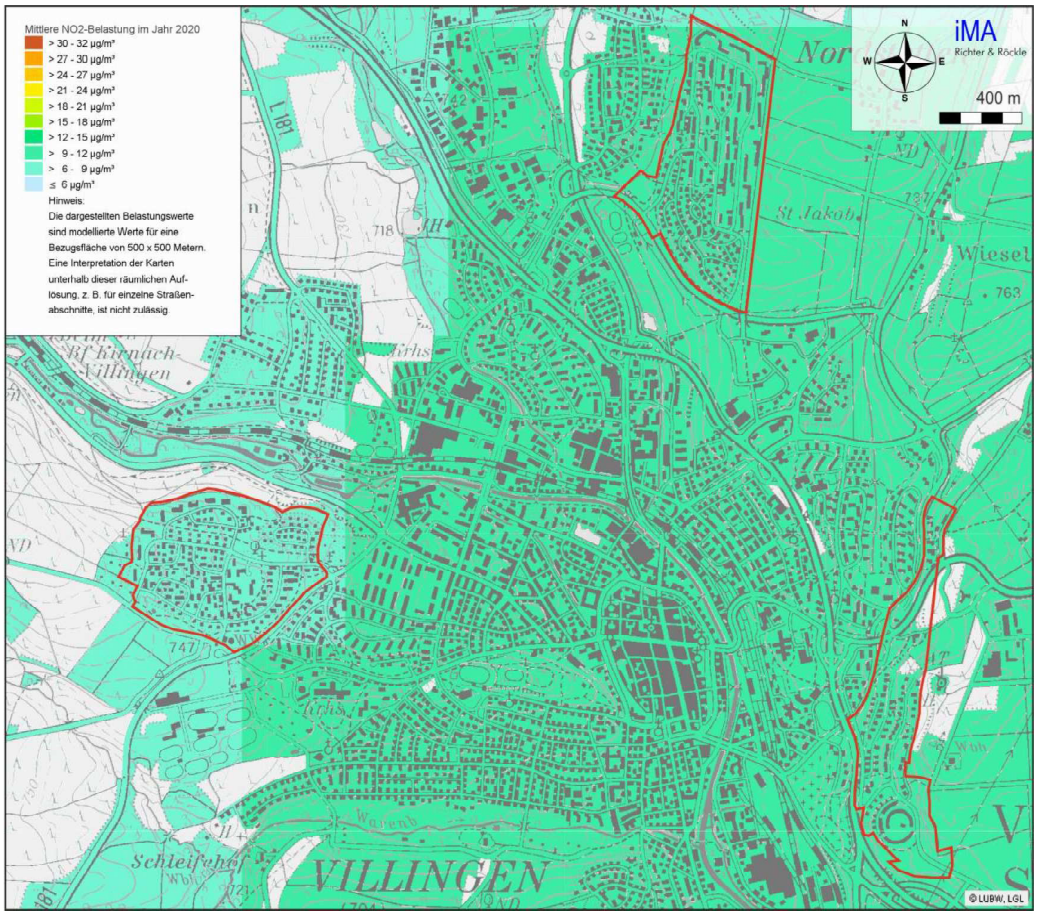


Abbildung 8-10: Karte der LUBW: Modellierte Jahresmittelwerte der NO_2-Konzentration im Jahr 2020 in µg/m³. Gebiete „Hammerhalde“, „Kopsbühl“ und „Wöschhalde“ rot umrandet.

8.4 Geruchsimmissionen

Die Geruchsstundenhäufigkeiten werden auf Beurteilungsflächen von 100 m × 100 m dargestellt.

8.4.1 Verfeuerung von Pellets

Die relativen Geruchsstundenhäufigkeiten sind in Abbildung 8-11 dargestellt.

Den Berechnungen liegt der konservative Ansatz zugrunde, dass an allen Heiztagen eine 1-stündige Geruchsemission durch Anbrand vorliegt.

Die Geruchsstundenhäufigkeiten liegen in großen Teilen des Baugebiets bei 10 %. Der Immissionswert von 10 % (siehe Kapitel 3) wird noch eingehalten.

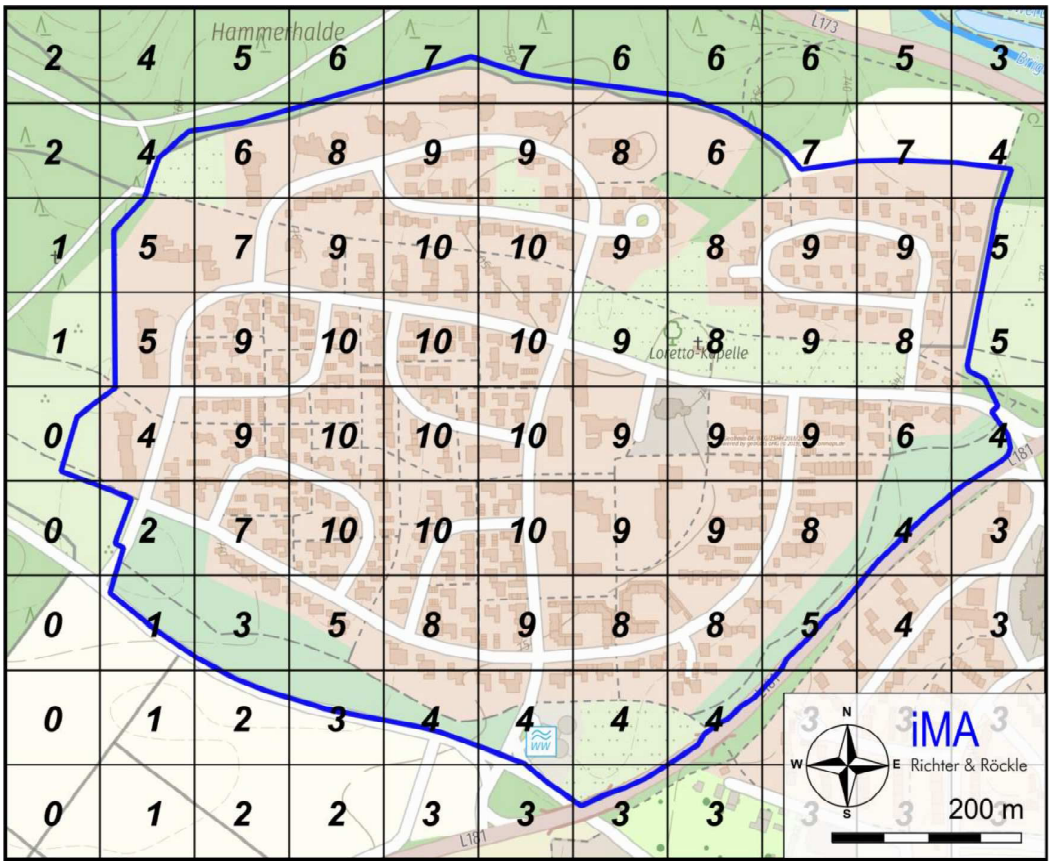


Abbildung 8-11: Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden bei Verfeuerung von Pellets. Immissionswert für Wohngebiete: 10 %.

8.4.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Die relativen Geruchsstundenhäufigkeiten bei der Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher sind in Abbildung 8-12 auf Seite 67 dargestellt.

Jeweils für die erste Stunde eines Abbrands wurde eine erhöhte Geruchsemission angesetzt (siehe Kapitel 5), da die Verbrennung aufgrund der kühlen Kesselwände nicht vollständig ist. Während der Hauptverbrennungsphase und dem Ausbrand sind die Geruchsemissionen um etwa den Faktor 100 niedriger.

Die maximale Geruchstunden-Häufigkeit beträgt 29 %. Der Immissionswert von 10 % wird im Wohngebiet „Hammerhalde“ somit überschritten.

Sofern Stückholz in Kesseln ohne Pufferspeicher verfeuert wird, ist mit höheren Geruchsimmissionen zu rechnen.

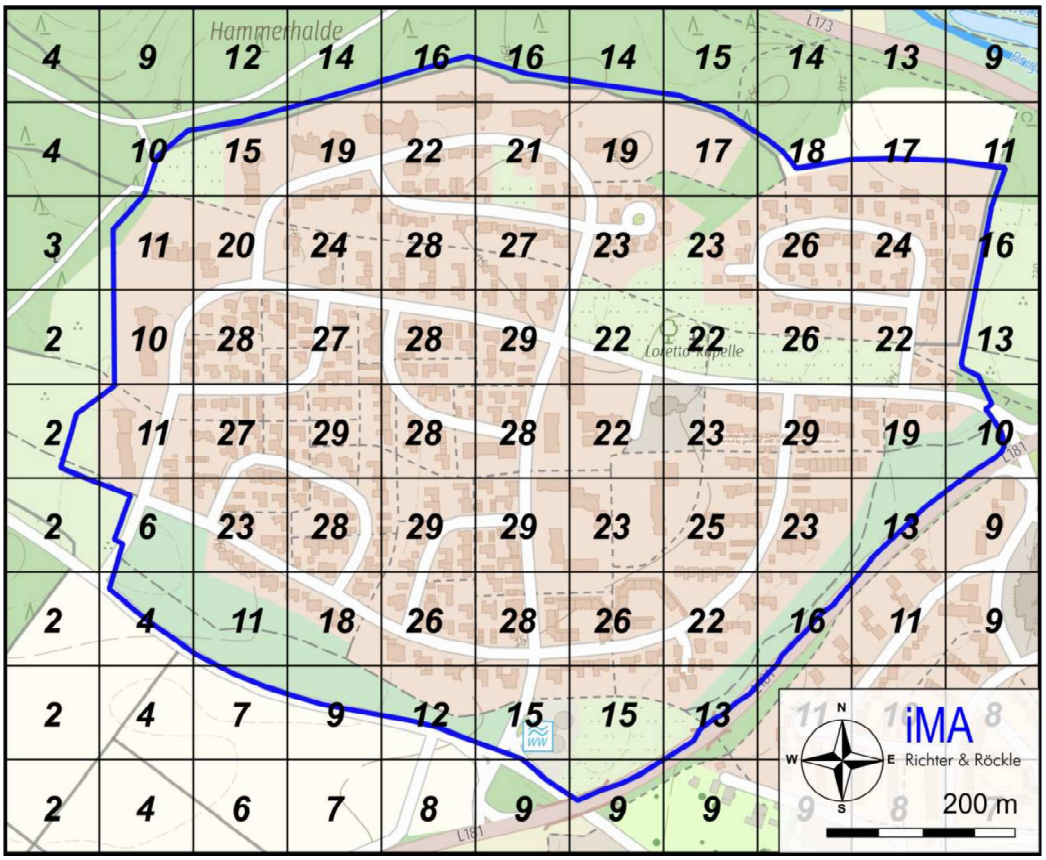


Abbildung 8-12: Geruchsstundenhäufigkeit in % der Jahresstunden bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher. Immissionswert für Wohngebiete: 10 %.

8.4.3 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen

Das Ergebnis der Überlagerung ist in Abbildung 8-13 dargestellt.

Die maximale Geruchsstundenhäufigkeit im Wohngebiet „Hammerhalde“ beträgt 42 %. Der Immissionswert von 10 % wird überschritten.

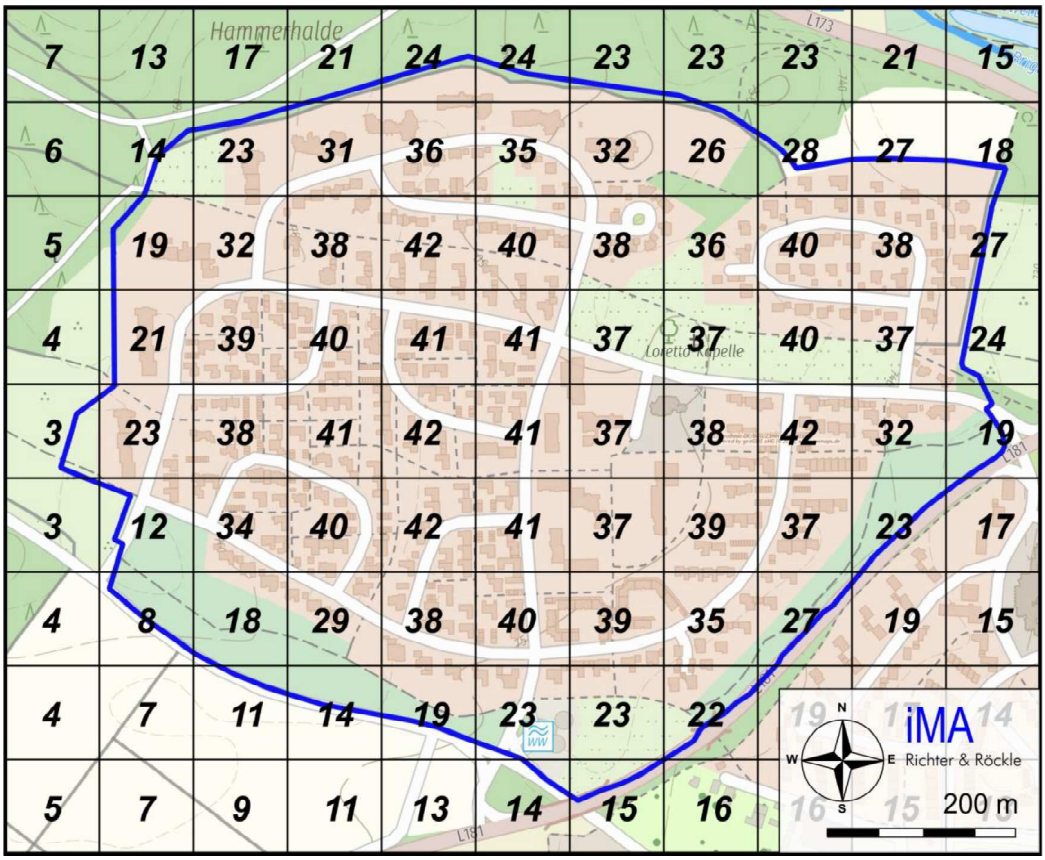


Abbildung 8-13: Geruchsstundenhäufigkeit in % der Jahresstunden bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und in Zusatzfeuerungen. Immissionswert für Wohngebiete: 10 %.

9 Immissionen im Wohngebiet „Kopsbühl“

9.1 Überblick

In den folgenden Kapiteln werden die Immissionen beim Einsatz von Holzpellets, Stückholz und mit Scheltholz betriebenen Zusatzfeuerungen im Gebiet „Kopsbühl“ dargestellt.

Zu den berechneten Konzentrationen der Feuerungsanlagen wird eine Vorbelastung addiert, die als großräumige Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet vorliegt. Die Gesamtbelastung wird mit den Immissionswerten in Kapitel 3 verglichen.

Alle weiteren Ansätze werden analog zu Kapitel 8 getroffen und sind dort beschrieben.

9.2 PM_{10}- und $PM_{2,5}$-Immissionen

9.2.1 Verfeuerung von Pellets

In direkter Nähe der Emissionsquellen werden Immissionen bis maximal 65,4 µg/m³ berechnet. Diese treten jedoch nicht an Wohnhäusern, sondern an den Betriebsgebäuden des Kfz Service Kaiser am Adlerring bzw. dem benachbarten Fahrzeughandel in der Schwenninger Straße auf.

Ein weiteres Immissionsmaximum tritt in Nähe der Emissionsquellen an dem mehrstöckigen Wohnhaus an der Sonnhalde auf.

Außerhalb der Zellen, in denen Emissionsquellen liegen, beträgt die PM_{10}-Konzentration maximal 10 µg/m³ (siehe Abbildung 9-1).

9.2.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Die Ergebnisse ähneln denen für die Verfeuerung von Pellets. In Nähe der Emissionsquellen an den Betriebsgebäuden des Kfz Service Adler werden maximal 71,4 µg/m³ berechnet.

Außerhalb der Zellen, in denen Emissionsquellen liegen, beträgt die PM_{10}-Konzentration maximal 10 µg/m³ (siehe Abbildung 9-2).

9.2.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen

Bei der Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen werden maximal 31,7 µg/m³ in der Nähe der Emissionsquellen berechnet.

In den beurteilungsrelevanten Bereichen liegt die PM_{10}-Immission bei maximal 5 µg/m³ (siehe Abbildung 9-3). Dabei wurde angenommen, dass 22% des Energiebedarfs von Zusatzfeuerungen abgedeckt wird (vgl. Kapitel 8).

9.2.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen

Bei der Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher sowie in Zusatzfeuerungen errechnet sich in Nähe der Emissionsquellen eine maximale Konzentration von 87,4 µg/m³.

In den beurteilungsrelevanten Bereichen beträgt die PM_{10}-Immission maximal 10 µg/m³ (siehe Abbildung 9-4). Dabei wurde angenommen, dass 22% des Energiebedarfs von Zusatzfeuerungen und 78 % von Stückholzkesseln mit Pufferspeicher abgedeckt wird.

9.2.5 PM_{10}-Vorbelastung

Die Vorbelastung wird mit 14 µg/m³ angesetzt (vgl. Tabelle 8-1 auf S. 56).

9.2.6 PM_{10}-Gesamtbelastung

Die Jahresmittelwerte der PM_{10}-Gesamtbelastung sind in Tabelle 9-1 dargestellt.

Tabelle 9-1: Maximale PM_{10}-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) an beurteilungsrelevanten Immissionsorten.

Brennstoff	**Maximale Zusatzbelastung (außerhalb Emissionsquellen)***	**Vorbelastung**	**Maximale Gesamtbelastung (außerhalb Emissionsquellen)***
	µg/m³	**µg/m³**	**µg/m³**
Pellets	10	14	24
Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher	10	14	24
Stückholz in Zusatzfeuerungen	5	14	19
Stückholz in Kesseln zzgl. Zusatzfeuerung	10	14	24

*An beurteilungsrelevanten Aufpunkten.

Der **PM_{10}-Jahresmittelwert** hält den Grenzwert von 40 µg/m³ somit ein. Dies gilt auch für den **$PM_{2,5}$-Jahresmittelwert**, für den ein Grenzwert von 25 µg/m³ gilt[9].

Der PM_{10}-**Immissions-Tageswert** wird ebenfalls eingehalten (siehe Kapitel 8.2.6).

[9] Die $PM_{2,5}$-Vorbelastung ist deutlich geringer als die PM_{10}-Vorbelastung, so dass die $PM_{2,5}$-Gesamtbelastung ebenfalls deutlich geringer als die oben dargestellte PM_{10}-Gesamtbelastung ist. Dies wurde hier nicht berücksichtigt. Somit ist tatsächlich von einer deutlichen Unterschreitung des $PM_{2,5}$-Grenzwerts auszugehen.

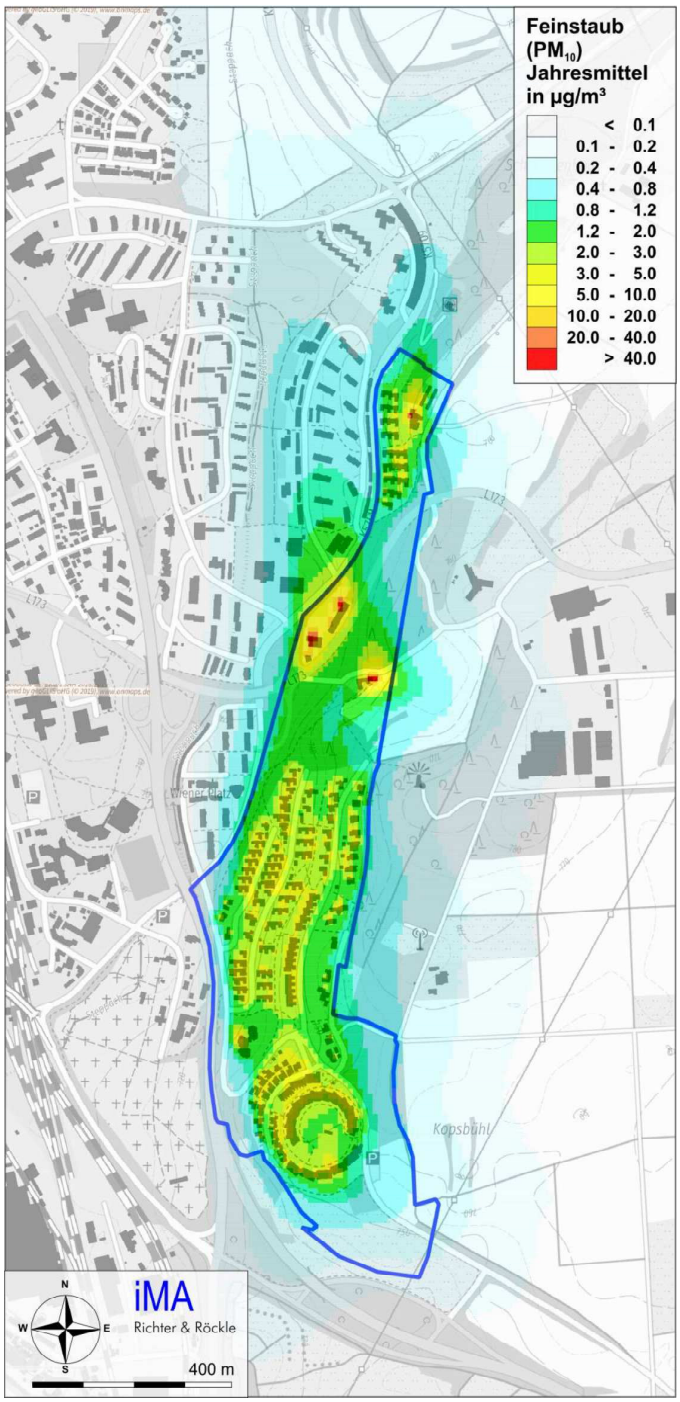


Abbildung 9-1: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Pellets. Grenzwert 40 µg/m³.

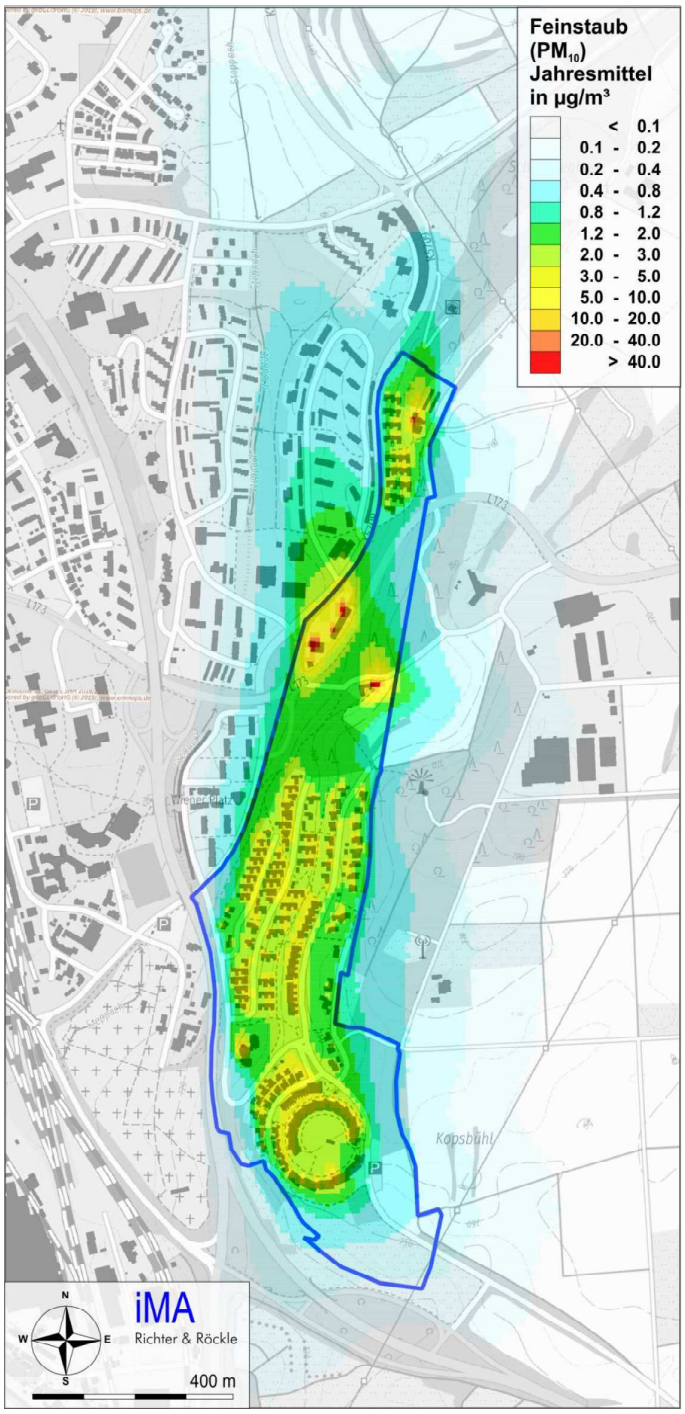


Abbildung 9-2: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher. Grenzwert 40 µg/m³.

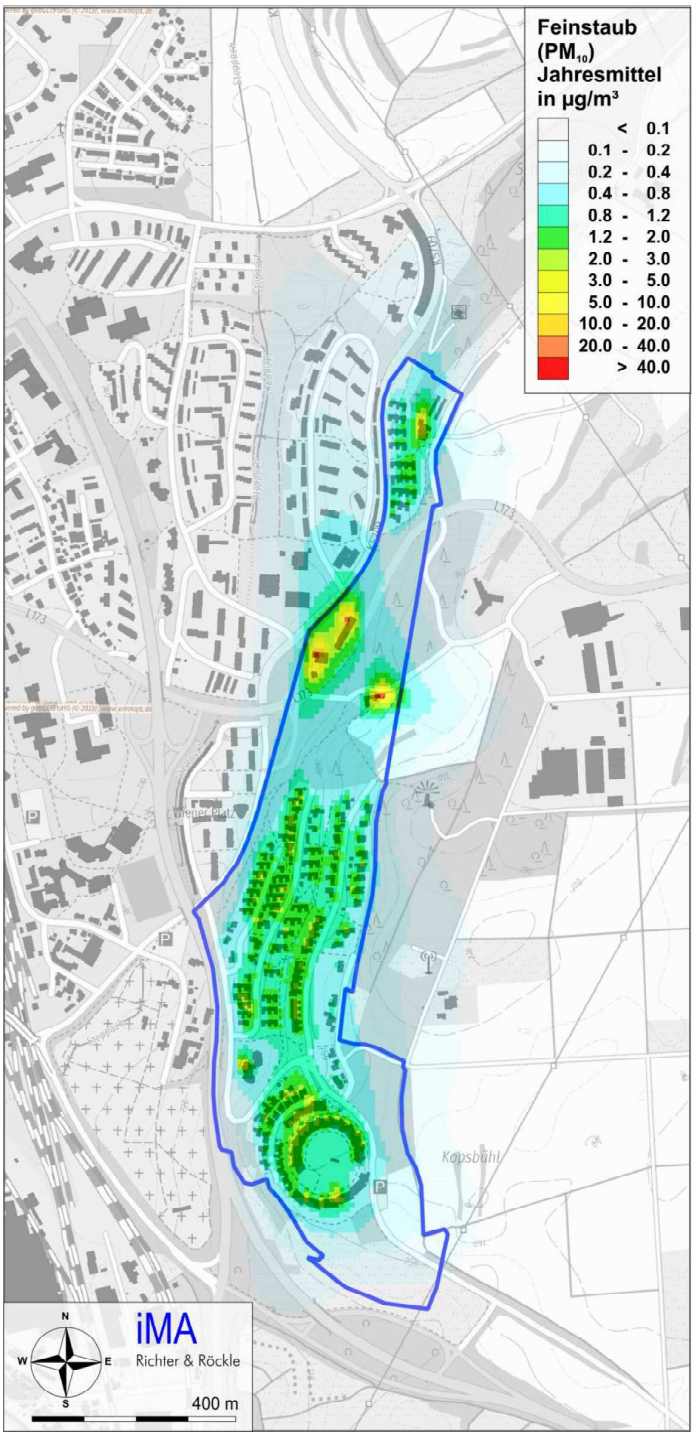


Abbildung 9-3: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

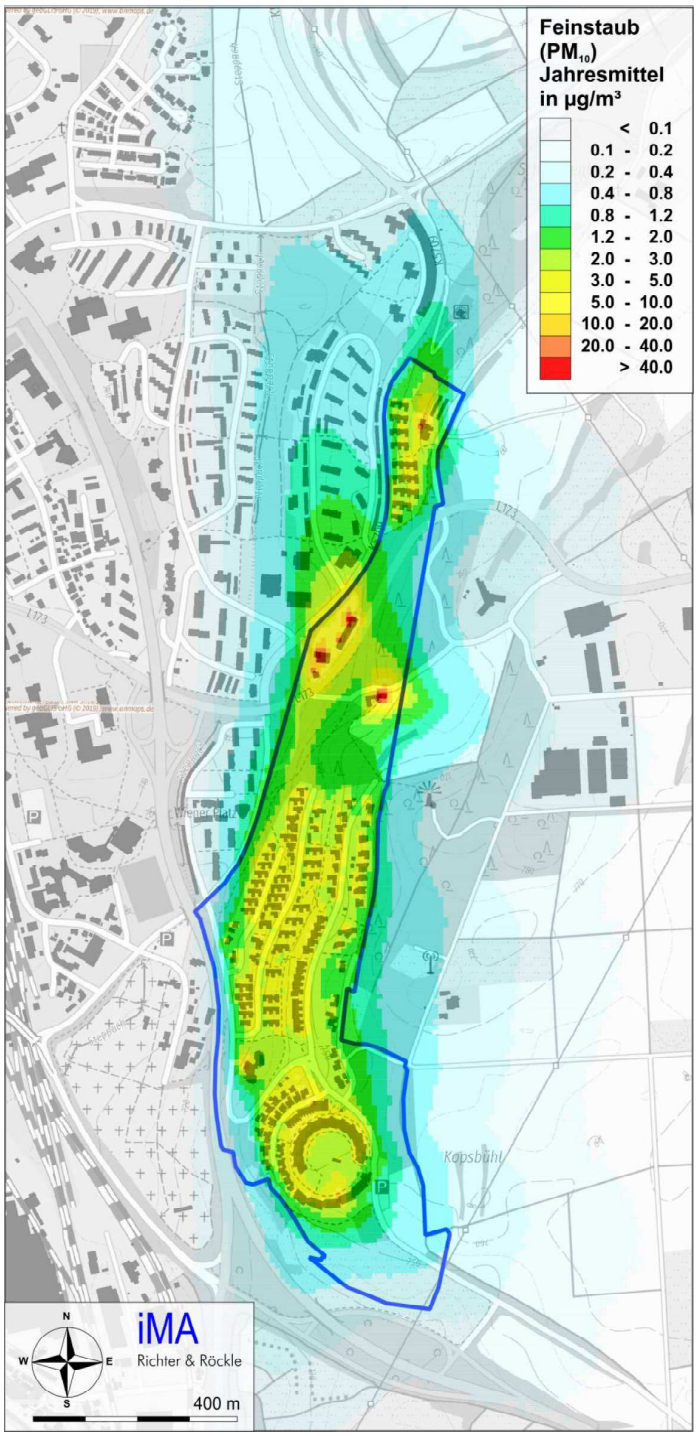


Abbildung 9-4: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und in Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

9.3 NO_2-Immissionen

9.3.1 Verfeuerung von Pellets

Die flächenhafte Verteilung der NO_2-Immissionen bei der Verfeuerung von Pellets ist in Abbildung 9-5 dargestellt.

Im Bereich der Emissionsquellen treten Immissionen bis zu maximal 27 µg/m³ auf, die allerdings im an den Betriebsgebäuden des Kfz Service am Adlerring ermittelt werden. An den beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden außerhalb der Emissionsquellen liegt die NO_2-Konzentration unterhalb von 5 µg/m³.

9.3.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Im Bereich der Emissionsquellen treten Immissionen bis zu maximal 36 µg/m³ auf. An den beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden liegt die NO_2-Konzentration unterhalb von 10 µg/m³ (vgl. Abbildung 9-6).

9.3.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen

Die flächenhafte Verteilung der NO_2-Immissionen bei der Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen ist in Abbildung 9-7 dargestellt.

Im Bereich der Emissionsquellen werden Immissionen bis zu maximal 9,5 µg/m³ berechnet. Außerhalb der Zellen, in denen Emissionsquellen liegen, beträgt die NO_2-Konzentration maximal 1,2 µg/m³.

9.3.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen

Das Ergebnis dieser Überlagerung ist in Abbildung 9-8 dargestellt. Im Maximum wird eine NO_2-Konzentration von ca. 37 µg/m³ ausgewiesen. An den beurteilungsrelevanten Punkten (Gebäudefassaden) werden jedoch nur maximal 10 µg/m³ berechnet.

9.3.5 NO_2-Vorbelastung

Die Vorbelastung wird anhand der NO_2-Messwerte an der LUBW-Station Villingen-Schwenningen mit 14 µg/m³ angesetzt (vgl. Tabelle 8-3 auf S. 64).

Die von der LUBW berechneten Vorbelastungen für das Prognosejahr 2020 liegen im Gebiet „Kopsbühl“ bei etwa 12 µg/m³, also etwas niedriger (siehe Abbildung 8-10 auf S. 65). Der Ansatz von 14 µg/m³ ist somit konservativ.

9.3.6 NO_2-Gesamtbelastung

Die NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwert) ist in Tabelle 9-2 dargestellt.

Tabelle 9-2: Maximale NO_2-Gesamtbelastung an beurteilungsrelevanten Immissionsorten.

Brennstoff	**Maximale Zusatzbelastung (außerhalb Emissionsquellen)***	**Vorbelastung**	**Maximale Gesamtbelastung (außerhalb Emissionsquellen)***
	µg/m³	**µg/m³**	**µg/m³**
Pellets	5	14	19
Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher	10	14	24
Stückholz in Zusatzfeuerungen	1,2	14	15
Stückholz in Kesseln zzgl. Zusatzfeuerung	10	14	24

*An beurteilungsrelevanten Aufpunkten.

Der NO_2-Grenzwert von 40 µg/m³ wird bei der Verfeuerung der untersuchten Brennstoffe eingehalten.

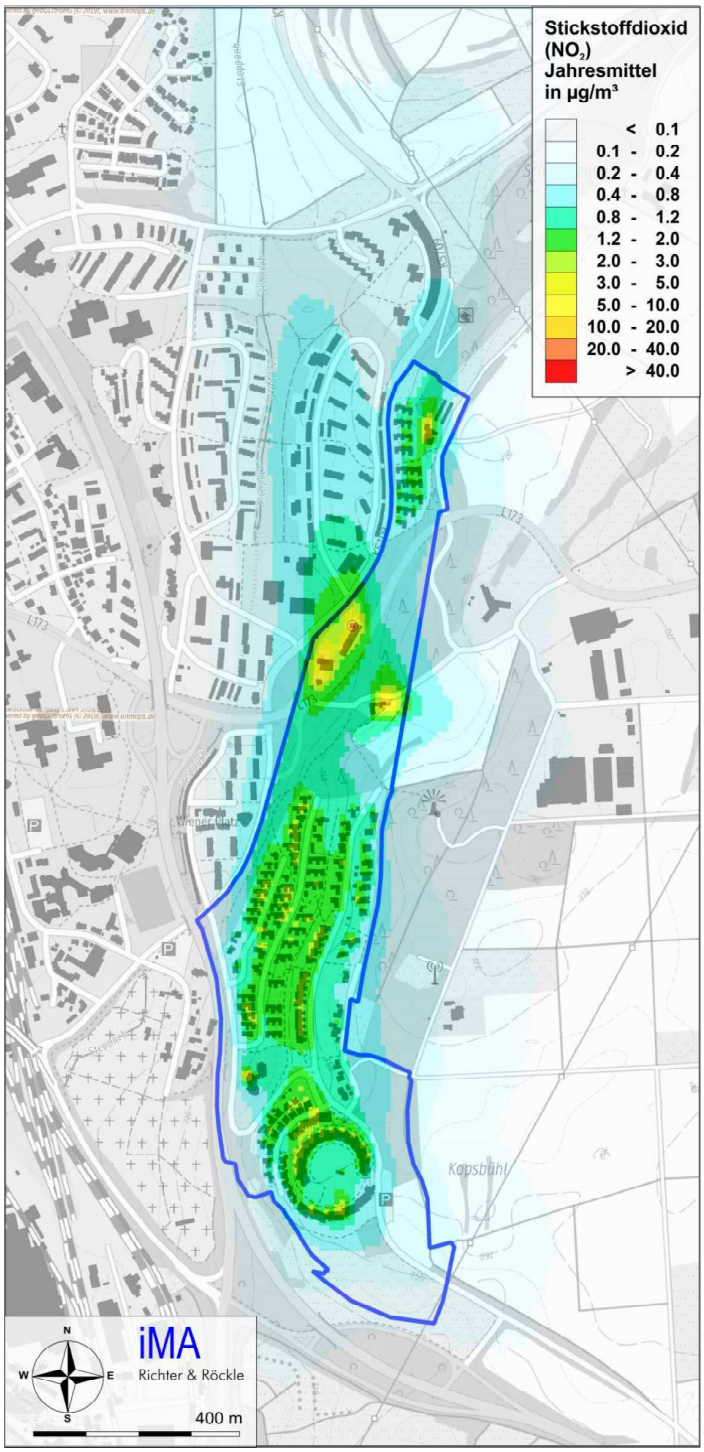


Abbildung 9-5: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Pellets. Grenzwert 40 µg/m³.

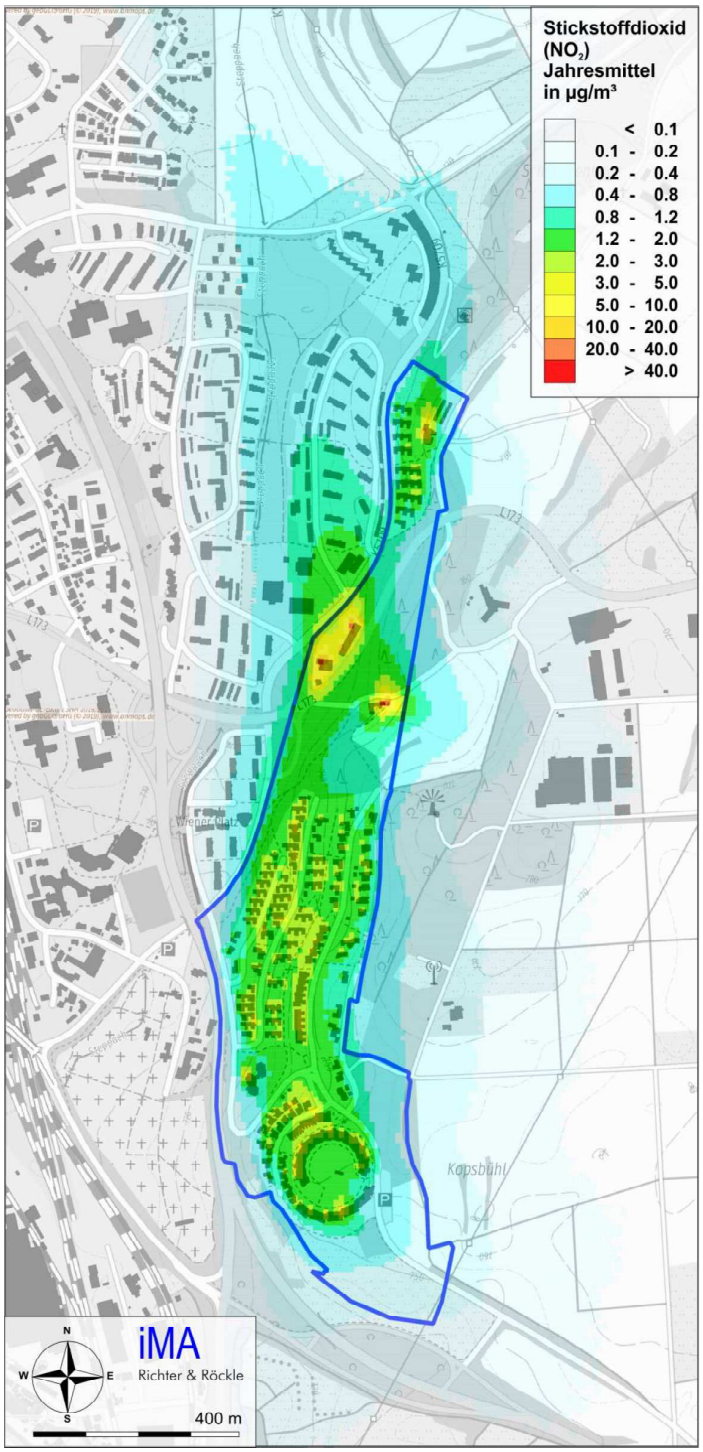


Abbildung 9-6: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher. Grenzwert 40 µg/m³.

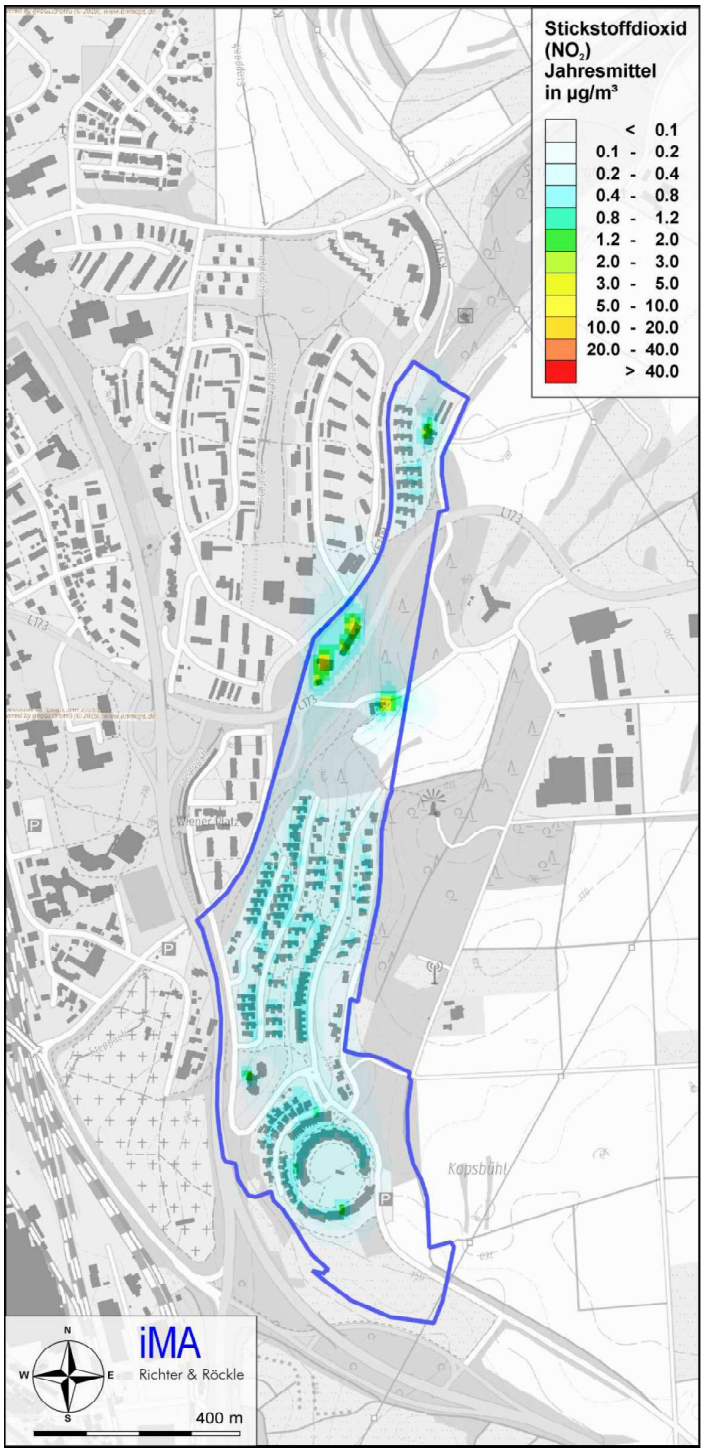


Abbildung 9-7: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

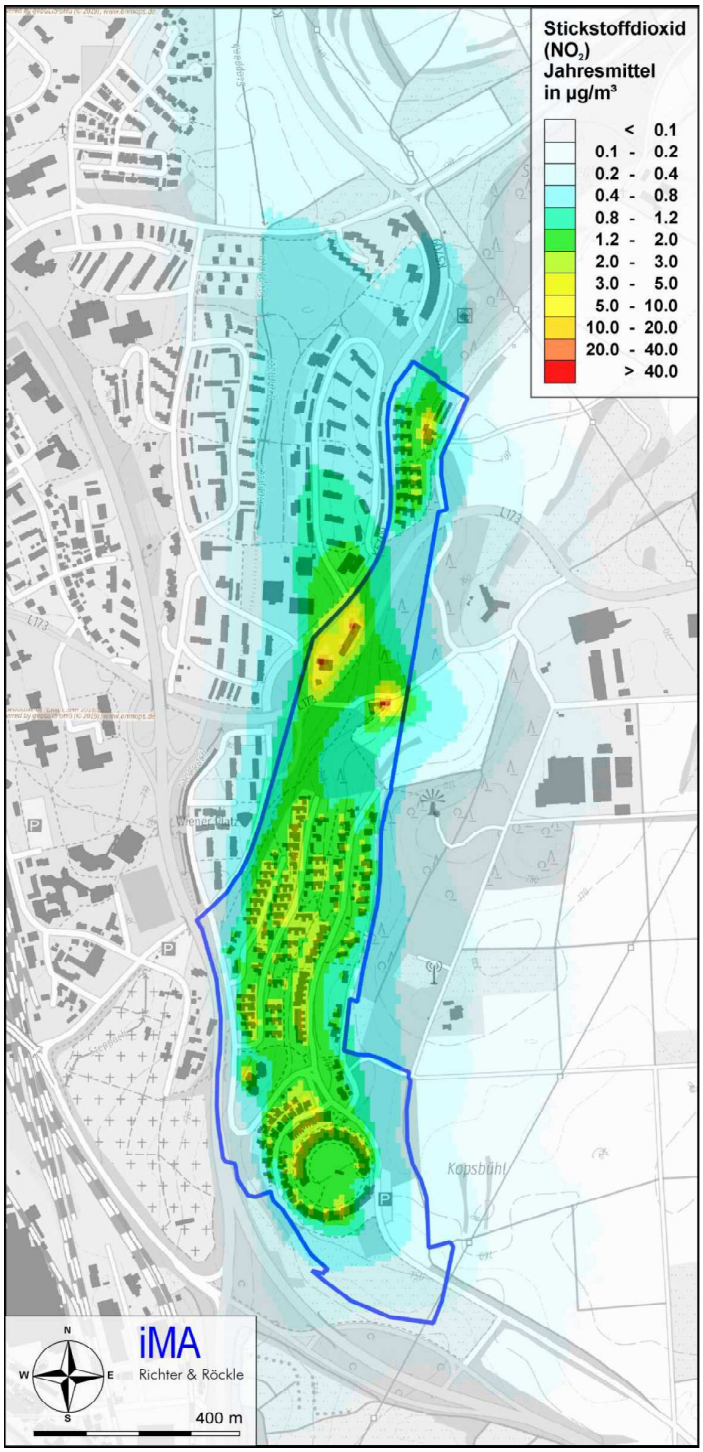


Abbildung 9-8: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

9.4 Geruchsimmissionen

9.4.1 Verfeuerung von Pellets

Die relativen Geruchsstundenhäufigkeiten in Prozent der Jahresstunden sind in Abbildung 9-9 dargestellt.

Der Immissionswert von 10 % (siehe Kapitel 3) wird noch eingehalten.

9.4.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Die berechneten Geruchsstundenhäufigkeiten bei der Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher sind in Abbildung 9-10 dargestellt.

Die maximale Geruchstunden-Häufigkeit beträgt 33 %. Der Immissionswert von 10 % wird überschritten.

9.4.3 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen

Bei einer Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und in Zusatzfeuerungen wird eine maximale Geruchstundenhäufigkeit von 45% berechnet.

Der Immissionswert von 10 % wird überschritten.

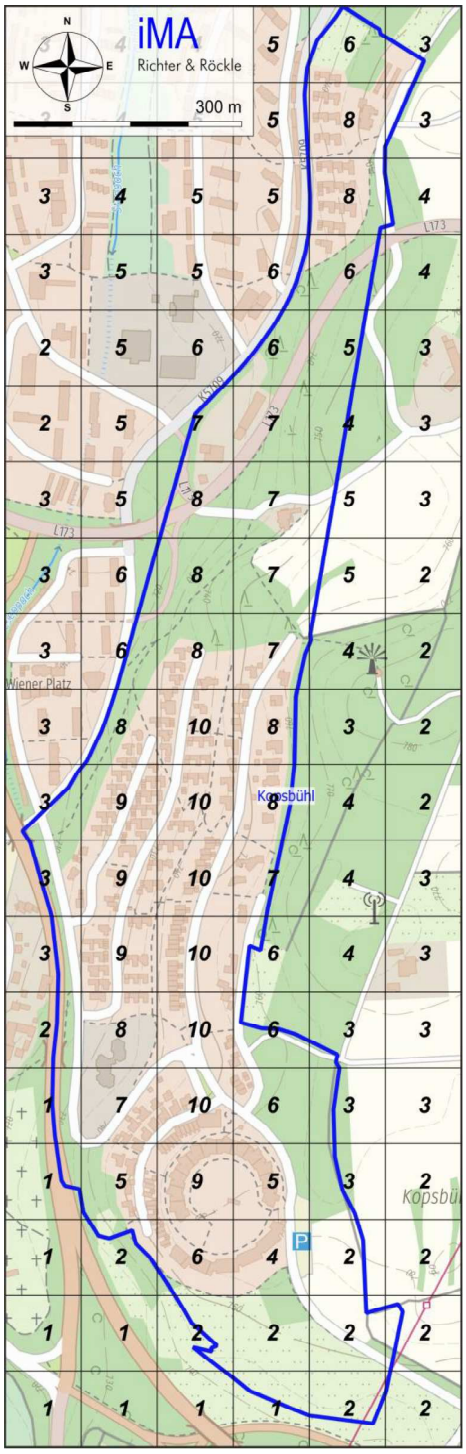


Abbildung 9-9: Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden bei Verfeuerung von Pellets. Immissionswert: 10 %.

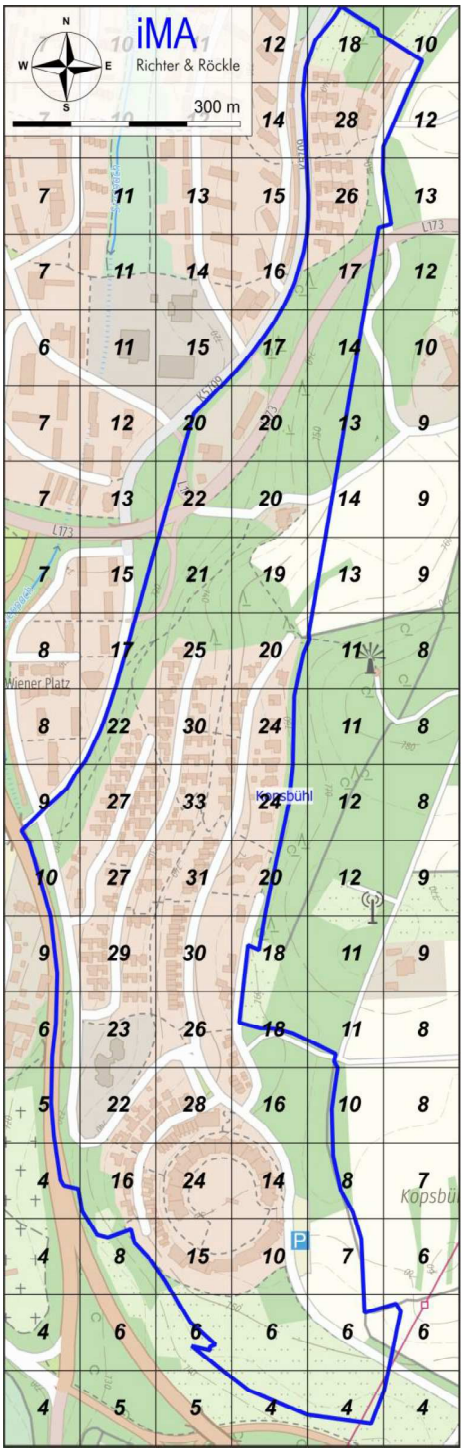


Abbildung 9-10: Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher. Immissionswert: 10 %.

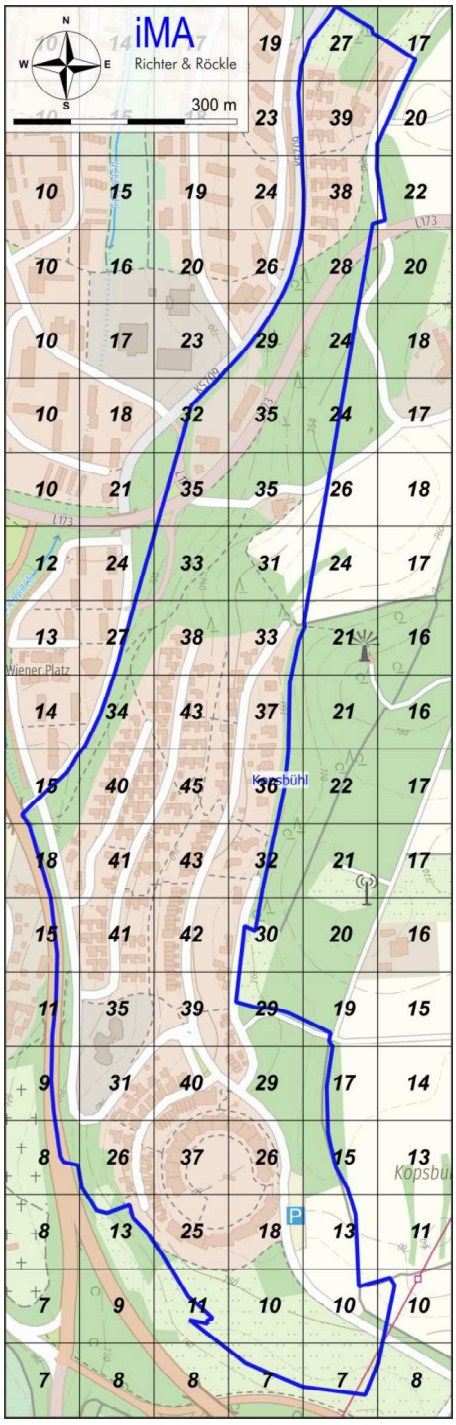


Abbildung 9-11 Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und in Zusatzfeuerungen. Immissionswert: 10 %.

10 Immissionen im Wohngebiet „Wöschhalde“

10.1 Überblick

In den folgenden Kapiteln werden die Immissionen beim Einsatz von Holzpellets, Stückholz und mit Schelholz betriebenen Zusatzfeuerungen im Gebiet „Wöschhalde“ dargestellt.

Alle weiteren Ansätze werden analog zu Kapitel 8 getroffen und sind dort beschrieben.

10.2 PM_{10}- und $PM_{2,5}$-Immissionen

10.2.1 Verfeuerung von Pellets

In direkter Nähe der Emissionsquellen werden PM_{10}-Immissionen bis maximal 17 µg/m³ berechnet. Erhöhte Immissionen treten hauptsächlich im Bereich der Mehrfamilienwohnhäuser auf.

Außerhalb der Zellen, in denen Emissionsquellen liegen, beträgt die PM_{10}-Konzentration maximal 10 µg/m³ (siehe Abbildung 10-1).

10.2.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Die Ergebnisse ähneln denen für die Verfeuerung von Pellets. In Nähe der Emissionsquellen werden maximal 18,7 µg/m³ berechnet.

Außerhalb der Zellen, in denen Emissionsquellen liegen, beträgt die PM_{10}-Konzentration maximal 10 µg/m³ (siehe Abbildung 10-2).

10.2.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen

Bei der Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen werden maximal 7,8 µg/m³ in der Nähe der Emissionsquellen berechnet.

In den beurteilungsrelevanten Bereichen liegt die PM_{10}-Immission bei maximal 5 µg/m³ (siehe Abbildung 10-3).

10.2.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen

Bei der Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher sowie in Zusatzfeuerungen errechnet sich in Nähe der Emissionsquellen eine maximale Konzentration von 22,4 µg/m³.

In den beurteilungsrelevanten Bereichen beträgt die PM_{10}-Immission maximal 10 µg/m³ (siehe Abbildung 10-4).

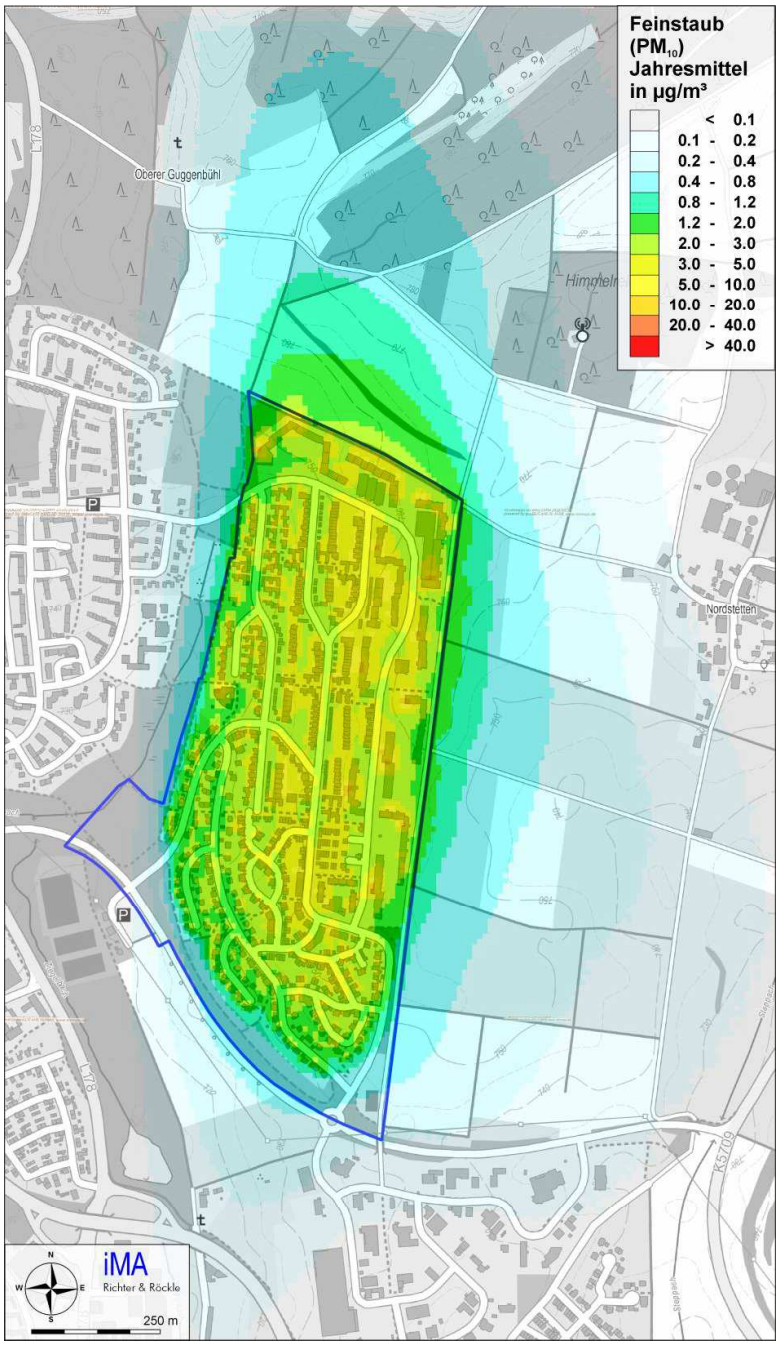


Abbildung 10-1: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Pellets. Grenzwert 40 µg/m³.

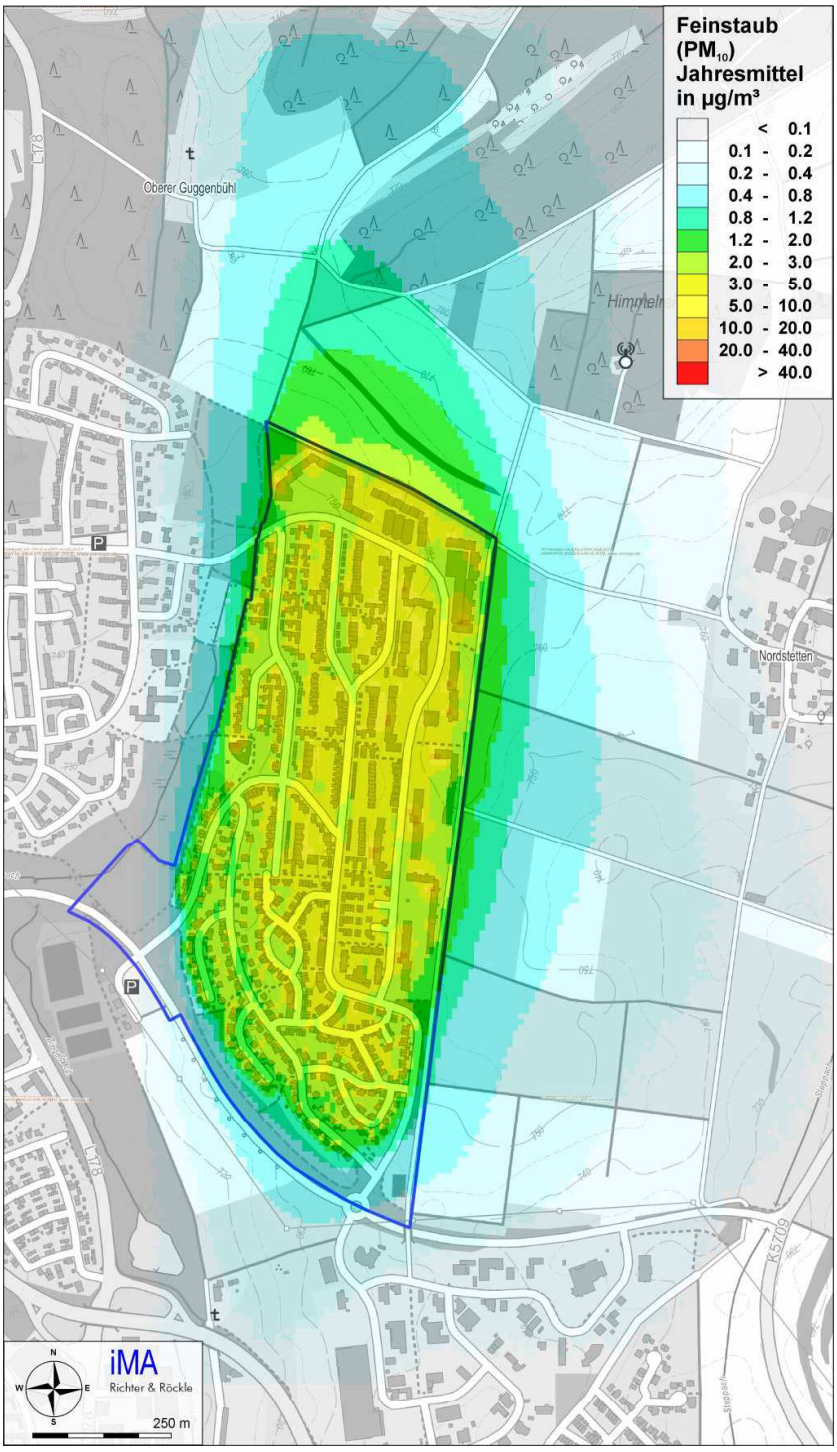


Abbildung 10-2: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher. Grenzwert 40 µg/m³.

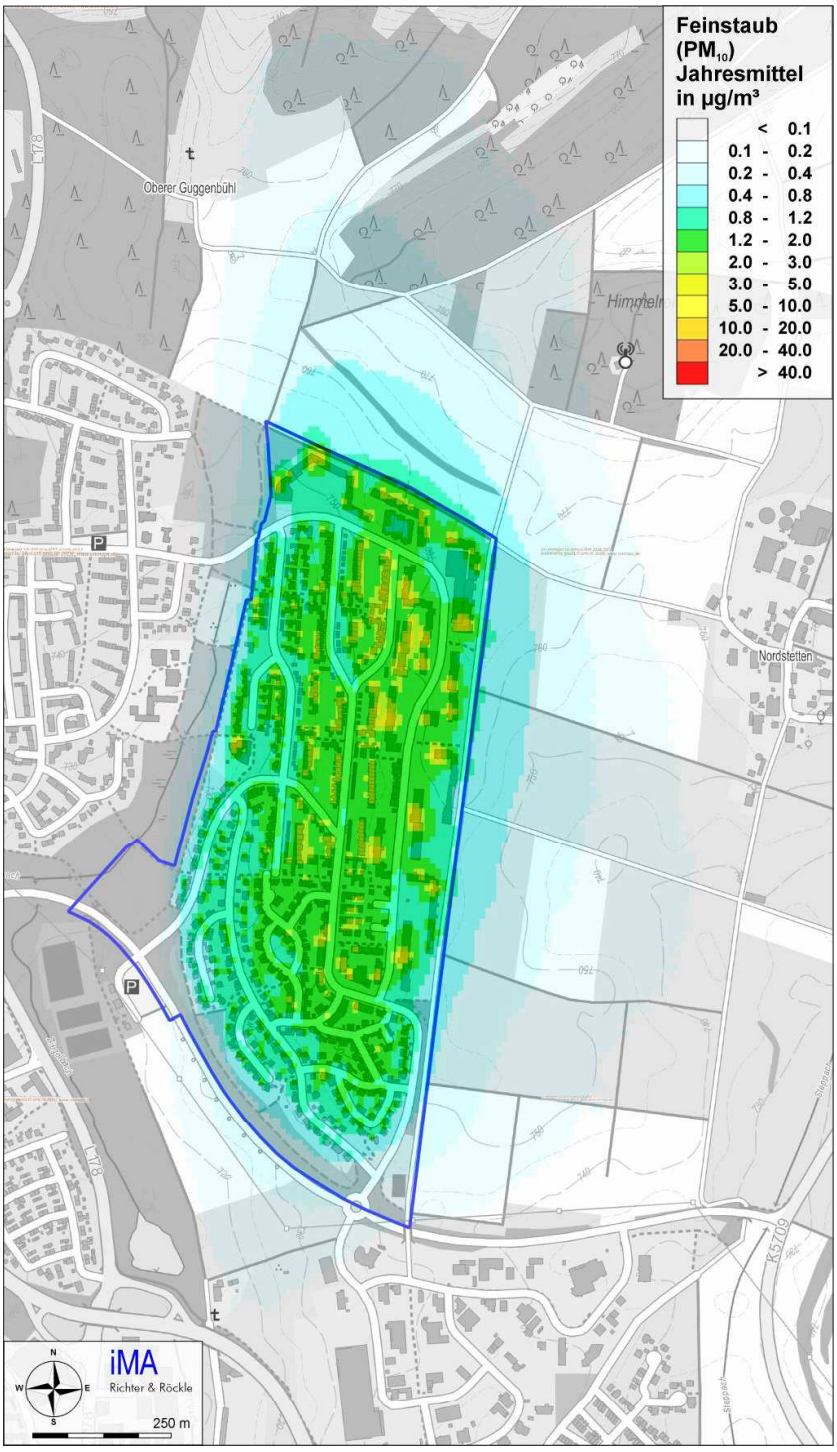


Abbildung 10-3: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

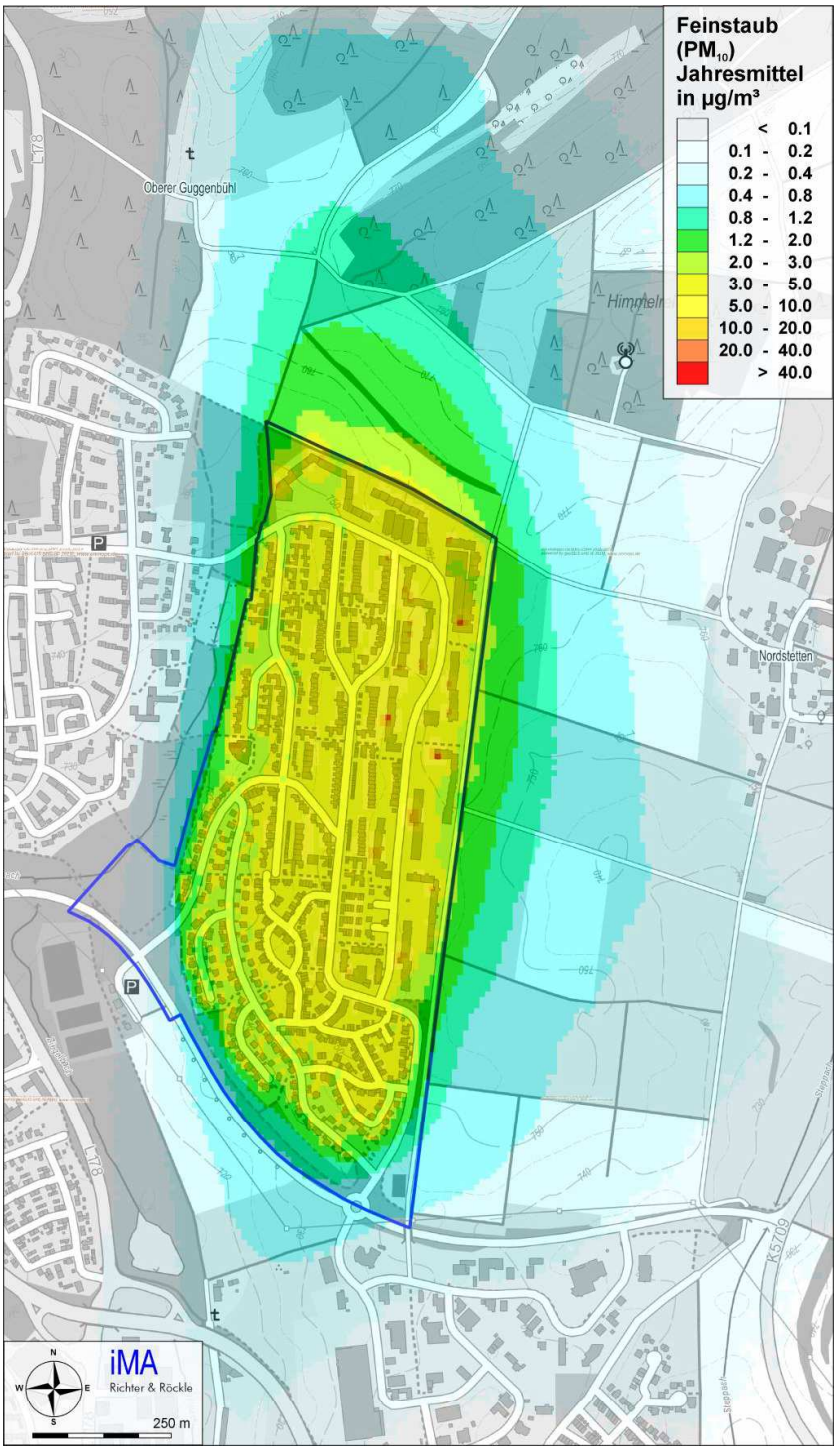


Abbildung 10-4: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und in Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

10.2.5 PM_{10}-Vorbelastung

Die Vorbelastung wird mit 14 µg/m³ angesetzt (vgl. Tabelle 8-1 auf S. 56).

10.2.6 PM_{10}-Gesamtbelastung

Die Jahresmittelwerte der PM_{10}-Gesamtbelastung sind in Tabelle 10-1 dargestellt.

Tabelle 10-1: Maximale PM_{10}-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) an beurteilungsrelevanten Immissionsorten.

Brennstoff	Maximale Zusatzbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*	Vorbelastung	Maximale Gesamtbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Pellets	10	14	24
Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher	10	14	24
Stückholz in Zusatzfeuerungen	5	14	19
Stückholz in Kesseln zzgl. Zusatzfeuerung	10	14	24

*An beurteilungsrelevanten Aufpunkten.

Der **PM_{10}-Jahresmittelwert** hält den Grenzwert von 40 µg/m³ somit ein. Dies gilt auch für den **$PM_{2,5}$-Jahresmittelwert**, für den ein Grenzwert von 25 µg/m³ gilt[10].

Der PM_{10}-**Immissions-Tageswert** wird ebenfalls eingehalten (siehe Kapitel 8.2.6).

10.3 NO_2-Immissionen

10.3.1 Verfeuerung von Pellets

Die flächenhafte Verteilung der NO_2-Immissionen bei der Verfeuerung von Pellets ist in Abbildung 10-5 dargestellt.

Im Bereich der Emissionsquellen treten Immissionen bis zu maximal 7,2 µg/m³ auf. An den beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden außerhalb der Emissionsquellen liegt die NO_2-Konzentration unterhalb von 5 µg/m³.

[10] Die $PM_{2,5}$-Vorbelastung ist deutlich geringer als die PM_{10}-Vorbelastung, so dass die $PM_{2,5}$-Gesamtbelastung ebenfalls deutlich geringer als die oben dargestellte PM_{10}-Gesamtbelastung ist. Dies wurde hier nicht berücksichtigt. Somit ist tatsächlich von einer deutlichen Unterschreitung des $PM_{2,5}$-Grenzwerts auszugehen.

10.3.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Im Bereich der Emissionsquellen treten Immissionen bis zu maximal 9,5 µg/m³ auf. An den beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden liegt die NO_2-Konzentration unterhalb von 5 µg/m³ (vgl. Abbildung 10-6).

10.3.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen

Die flächenhafte Verteilung der NO_2-Immissionen bei der Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen ist in Abbildung 10-7 dargestellt.

Im Bereich der Emissionsquellen werden Immissionen bis zu maximal 2,5 µg/m³ berechnet. Außerhalb der Zellen, in denen Emissionsquellen liegen, beträgt die NO_2-Konzentration maximal 1,2 µg/m³.

10.3.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen

Das Ergebnis dieser Überlagerung ist in Abbildung 10-8 dargestellt. Im Maximum wird eine NO_2-Konzentration von ca. 10 µg/m³ ausgewiesen. An den beurteilungsrelevanten Punkten (Gebäudefassaden) werden nur maximal 5 µg/m³ berechnet.

10.3.5 NO_2-Vorbelastung

Die Vorbelastung wird anhand der PM_{10}-Messwerte an der LUBW-Station Villingen-Schwenningen mit 14 µg/m³ angesetzt (vgl. Tabelle 8-3 auf S. 64).

Die von der LUBW berechneten Vorbelastungen für das Prognosejahr 2020 liegen im Gebiet „Wöschhalde“ bei etwa 12 µg/m³, also etwas niedriger (siehe Abbildung 8-10 auf S. 65).

10.3.6 NO_2-Gesamtbelastung

Die NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwert) ist in Tabelle 10-2 dargestellt.

Tabelle 10-2: Maximale NO_2-Gesamtbelastung an beurteilungsrelevanten Immissionsorten.

Brennstoff	Maximale Zusatzbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*	Vorbelastung	Maximale Gesamtbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Pellets	5	14	19
Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher	5	14	19
Stückholz in Zusatzfeuerungen	1,2	14	15

Brennstoff	Maximale Zusatzbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*	Vorbelastung	Maximale Gesamtbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Stückholz in Kesseln zzgl. Zusatzfeuerung	5	14	19

*An beurteilungsrelevanten Aufpunkten.

Der NO_2-Grenzwert von 40 µg/m³ wird bei der Verfeuerung der untersuchten Brennstoffe eingehalten.

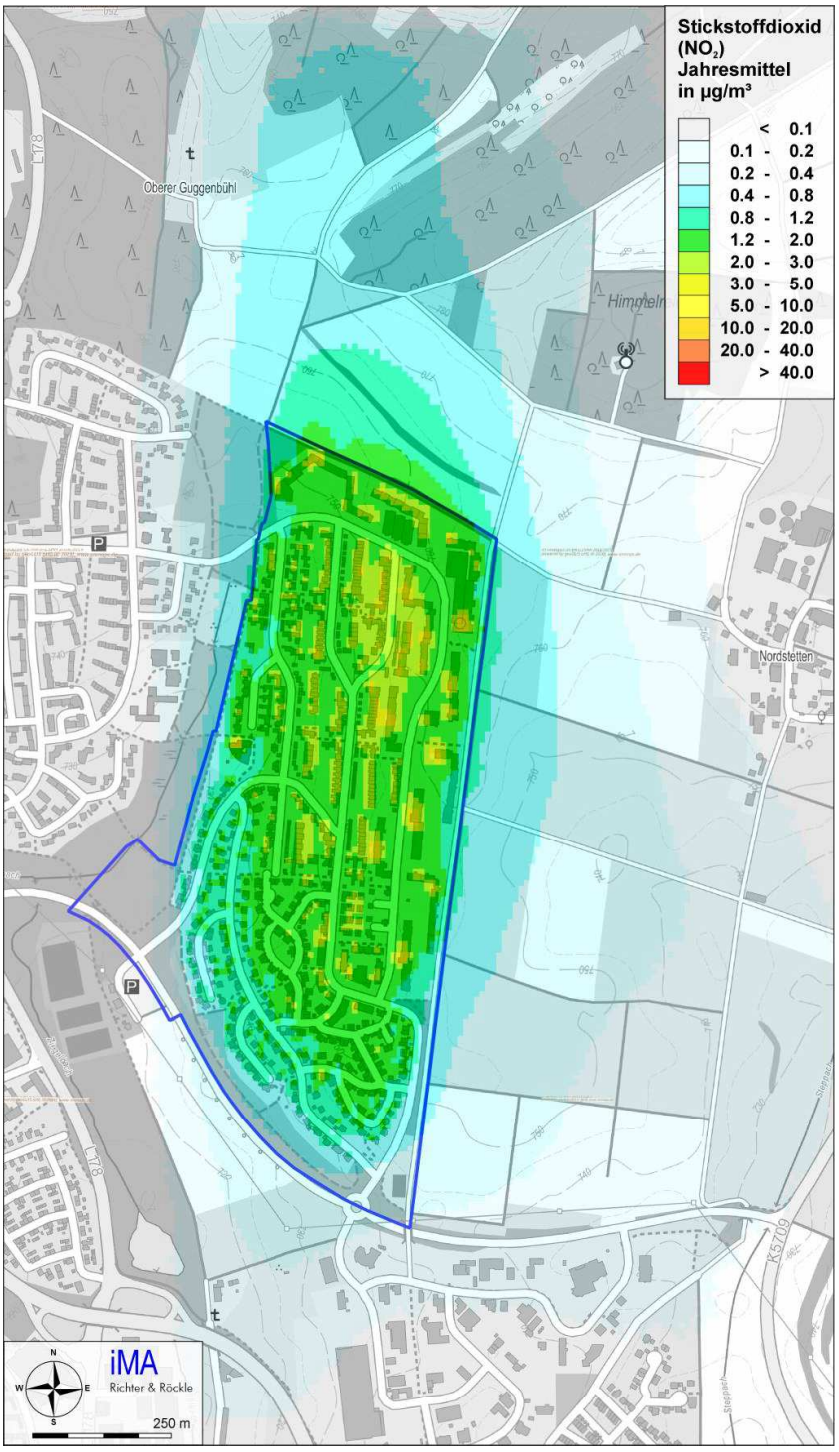


Abbildung 10-5: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Pellets. Grenzwert 40 µg/m³.

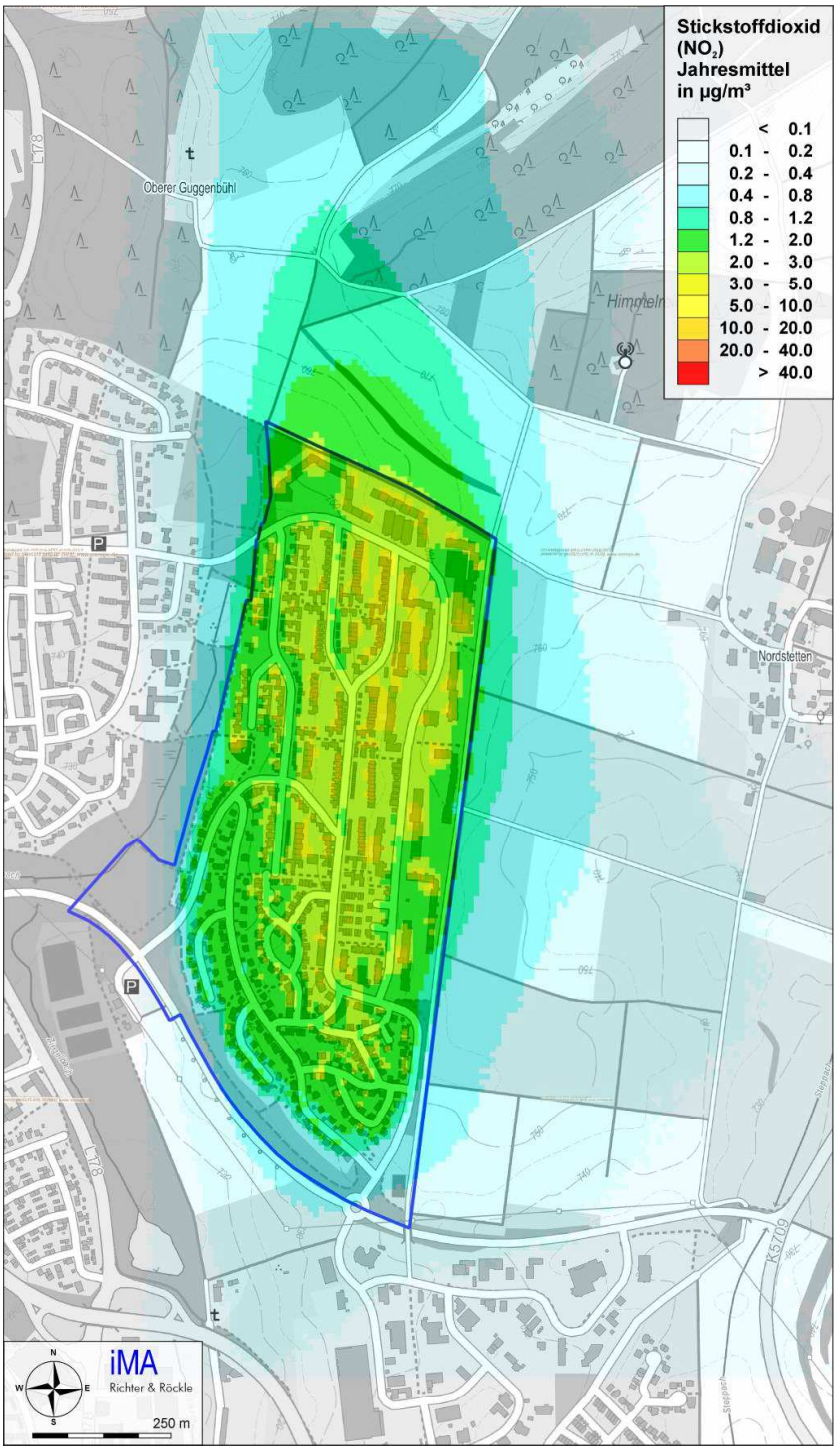


Abbildung 10-6: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher. Grenzwert 40 µg/m³.

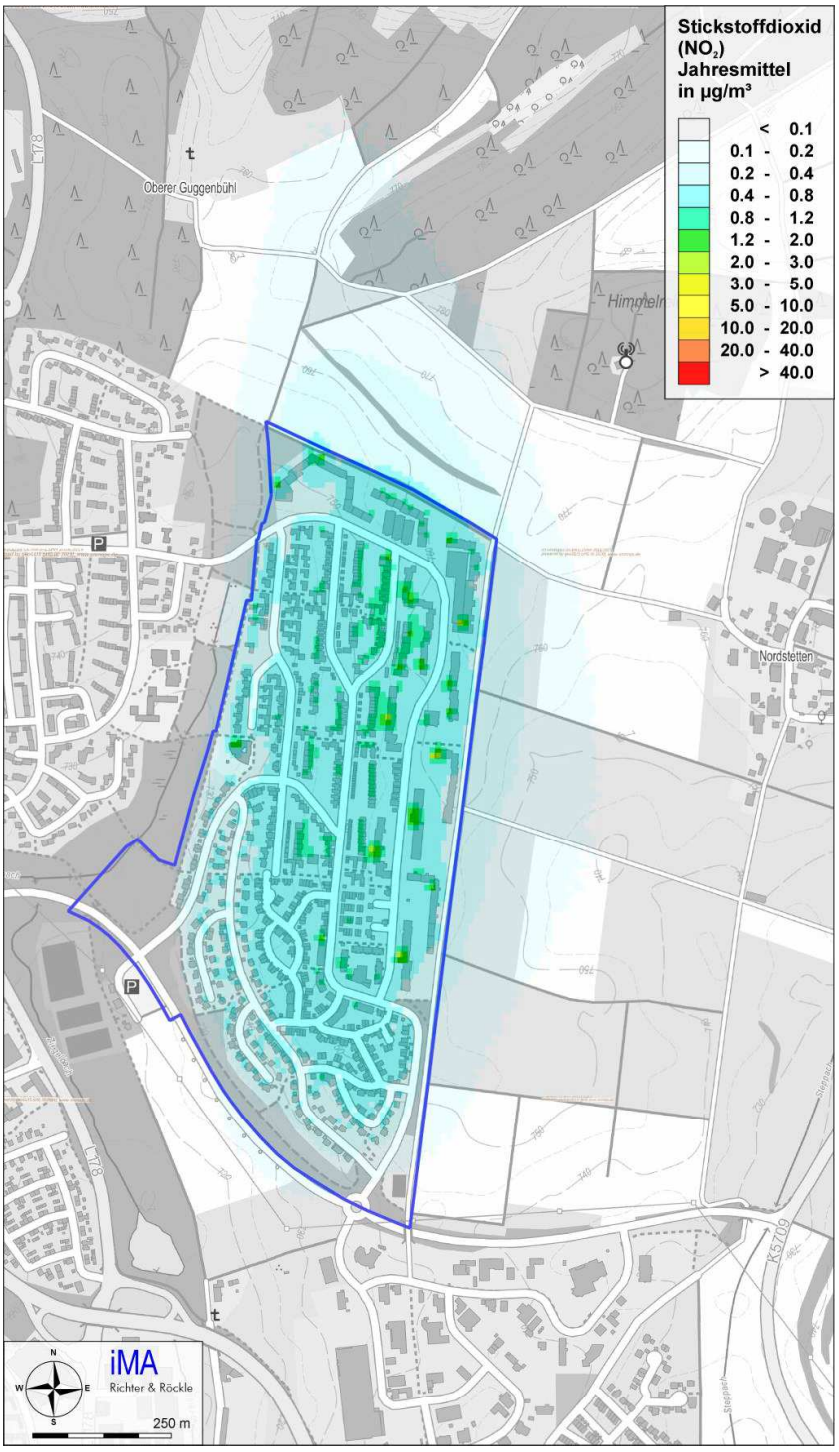


Abbildung 10-7: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

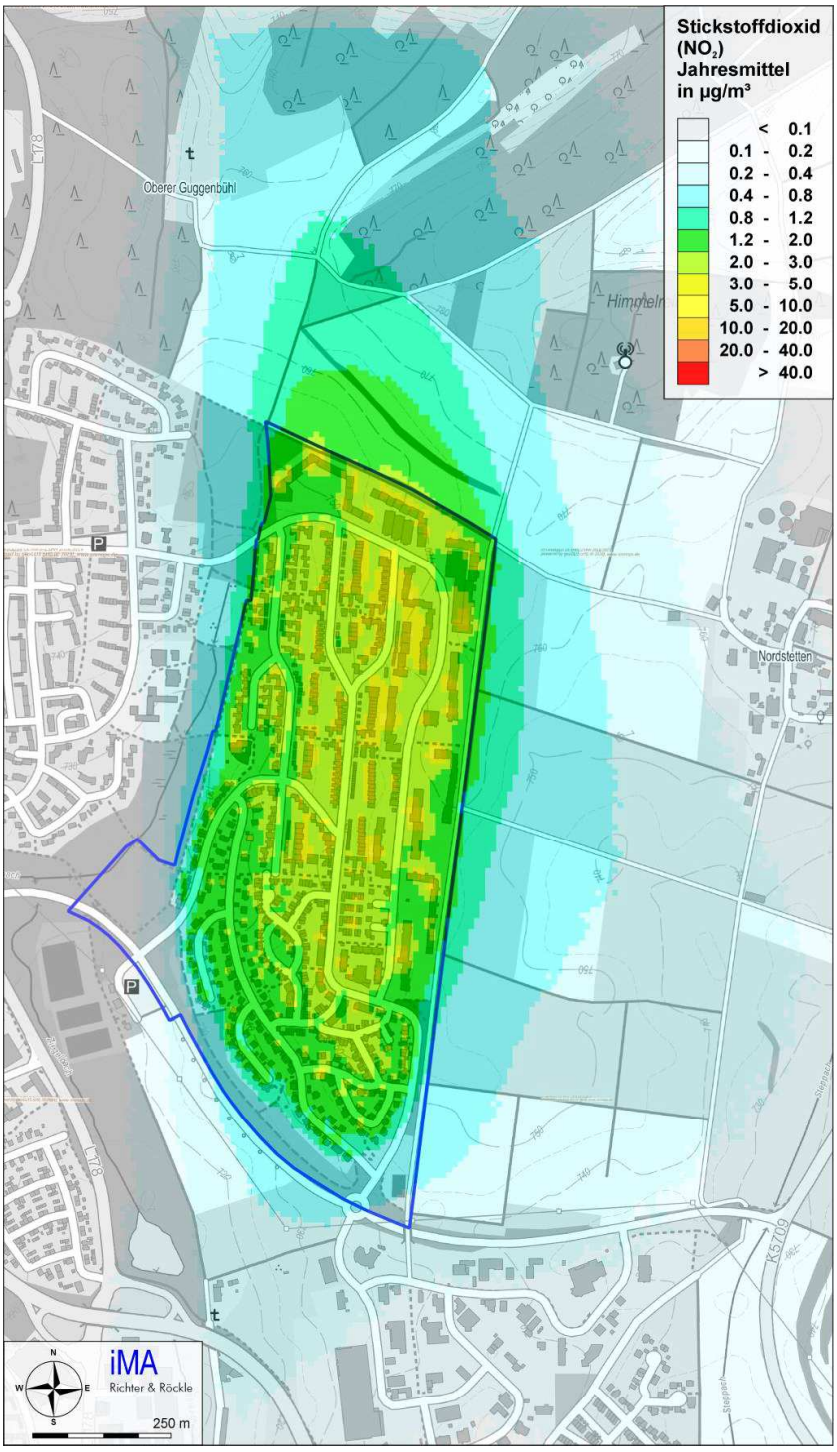


Abbildung 10-8: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

10.4 Geruchsimmissionen

10.4.1 Verfeuerung von Pellets

Die relativen Geruchsstundenhäufigkeiten in Prozent der Jahresstunden sind in Abbildung 10-9 dargestellt.

Der Immissionswert von 10 % (siehe Kapitel 3) wird mit maximal 10,9 % (gerundet 11 %) knapp überschritten. Eine Diskussion des Ergebnisses erfolgt in Kapitel 12.

10.4.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Die berechneten Geruchsstundenhäufigkeiten bei der Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher sind in Abbildung 10-10 dargestellt.

Die maximale Geruchstunden-Häufigkeit beträgt 32 %. Der Immissionswert von 10 % wird überschritten.

10.4.3 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen

Bei einer Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und in Zusatzfeuerungen wird eine maximale Geruchstundenhäufigkeit von 44% berechnet (siehe Abbildung 10-11)

Der Immissionswert von 10 % wird überschritten.

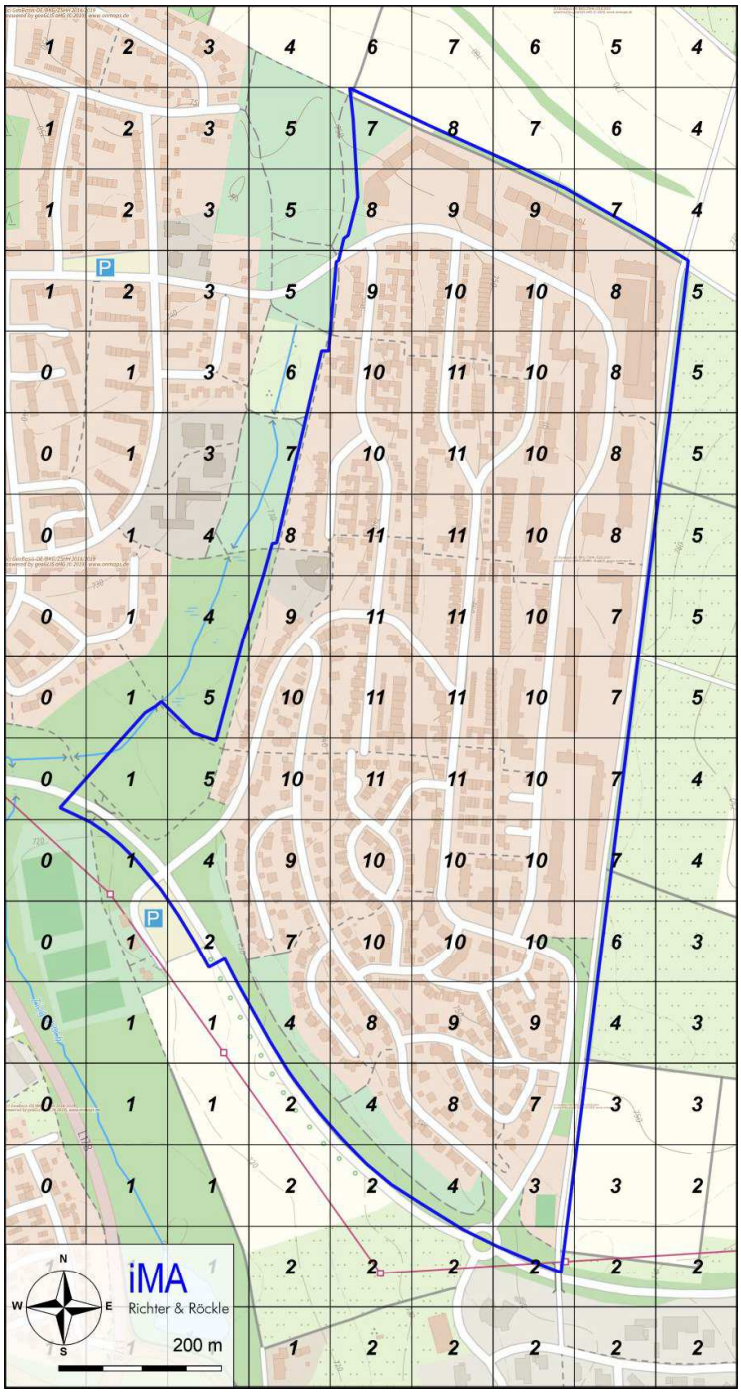


Abbildung 10-9: Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden bei Verfeuerung von Pellets. Immissionswert: 10 %.

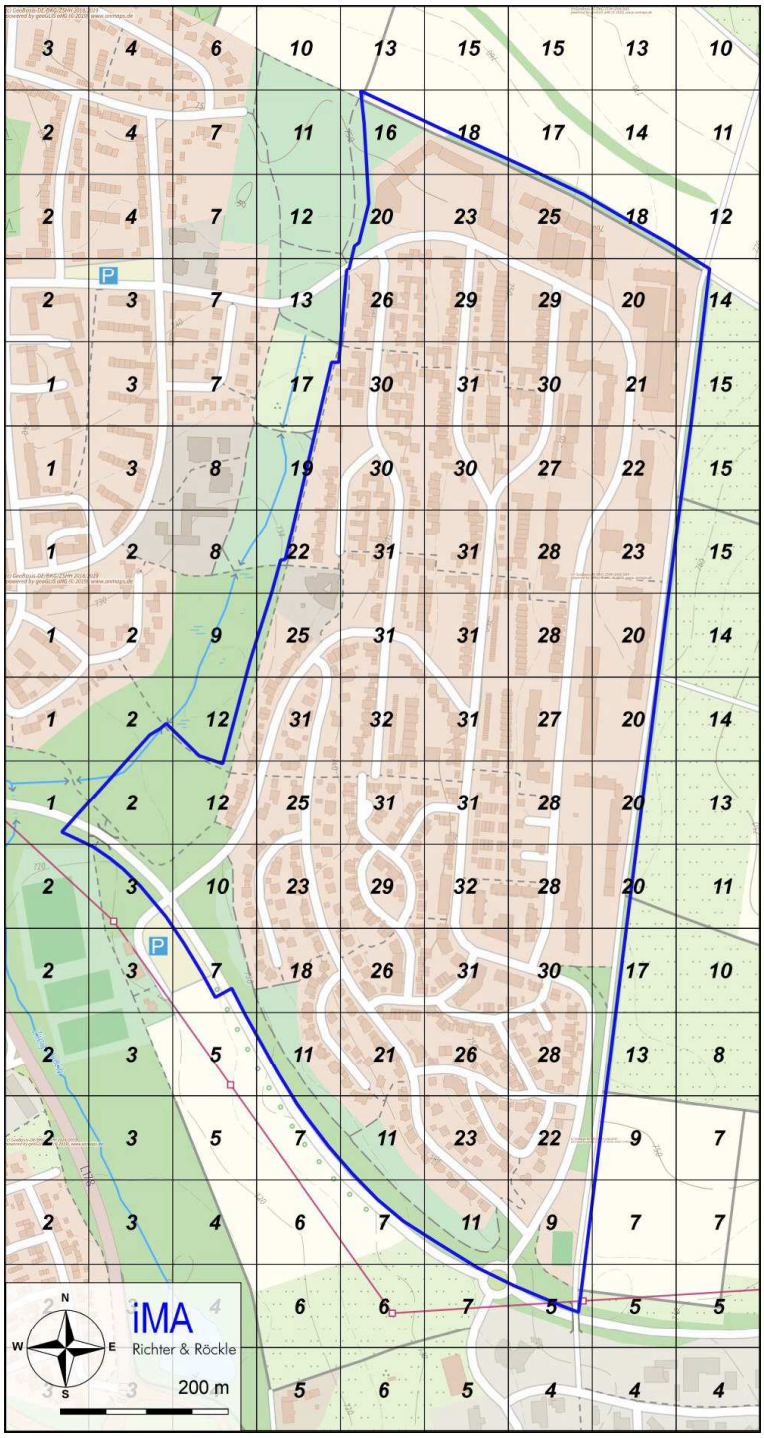


Abbildung 10-10: Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher. Immissionswert: 10 %.

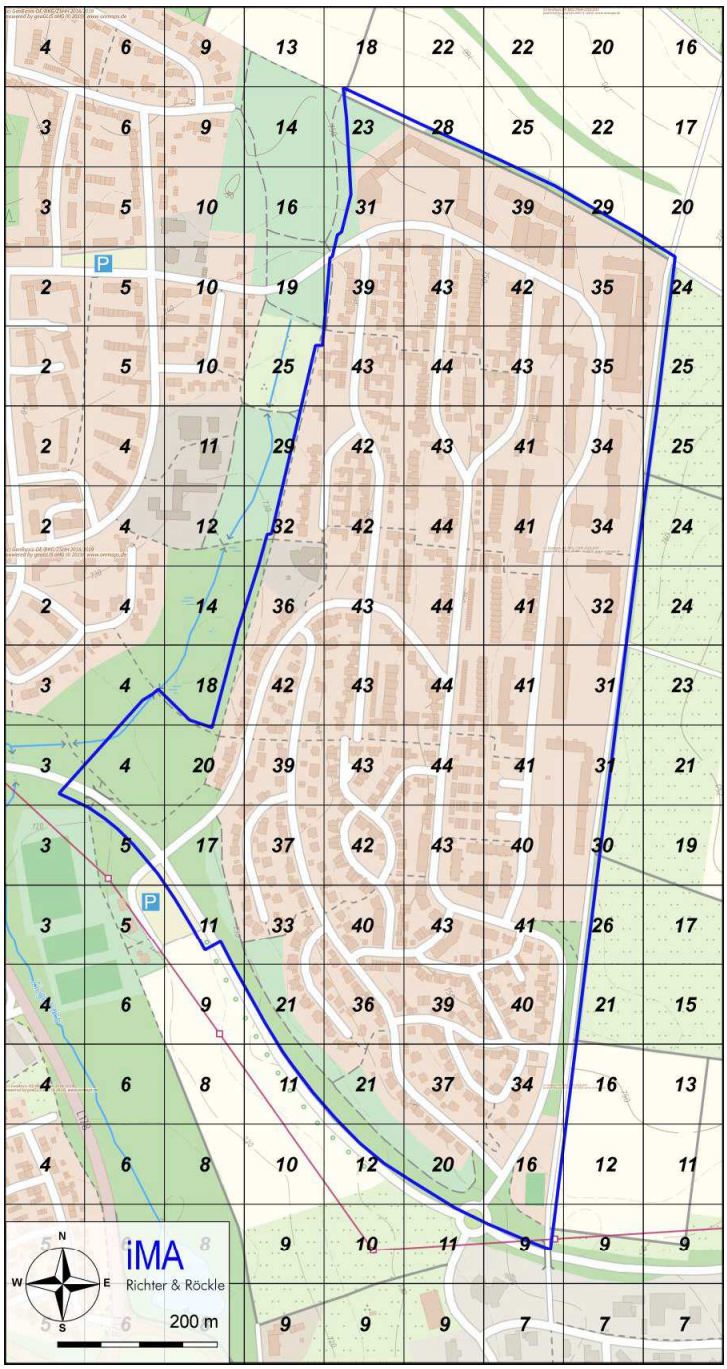


Abbildung 10-11: Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und in Zusatzfeuerungen. Immissionswert: 10 %.

11 Immissionen im Wohngebiet „Deutenberg“

11.1 Überblick

In den folgenden Kapiteln werden die Immissionen beim Einsatz von Holzpellets, Stückholz und mit Scheltholz betriebenen Zusatzfeuerungen im Gebiet „Deutenberg“ dargestellt.

Zu den berechneten Konzentrationen der Feuerungsanlagen wird eine Vorbelastung addiert, die als großräumige Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet vorliegt. Die Gesamtbelastung wird mit den Immissionswerten in Kapitel 3 verglichen.

Alle weiteren Ansätze werden analog zu Kapitel 8 getroffen und sind dort beschrieben.

11.2 PM_{10}- und $PM_{2,5}$-Immissionen

11.2.1 Verfeuerung von Pellets

In direkter Nähe der Emissionsquellen werden Immissionen bis maximal 12 µg/m³ berechnet. Erhöhte PM_{10}-Immissionen treten weiterhin hauptsächlich im Bereich der Mehrfamilienwohnhäuser auf.

Außerhalb der Zellen, in denen Emissionsquellen liegen, beträgt die PM_{10}-Konzentration maximal 5 µg/m³ (siehe Abbildung 11-1).

11.2.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Die Ergebnisse ähneln denen für die Verfeuerung von Pellets. In Nähe der Emissionsquellen werden maximal 13 µg/m³ berechnet.

Außerhalb der Zellen, in denen Emissionsquellen liegen, beträgt die PM_{10}-Konzentration maximal 5 µg/m³ (siehe Abbildung 11-2).

11.2.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen

Bei der Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen werden maximal 5,8 µg/m³ in der Nähe der Emissionsquellen berechnet.

In den beurteilungsrelevanten Bereichen liegt die PM_{10}-Immission bei maximal 3 µg/m³ (siehe Abbildung 11-3).

11.2.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen

Bei der Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher sowie in Zusatzfeuerungen errechnet sich in Nähe der Emissionsquellen eine maximale Konzentration von 16 µg/m³.

In den beurteilungsrelevanten Bereichen beträgt die PM_{10}-Immission maximal 5 µg/m³ (siehe Abbildung 10-4).

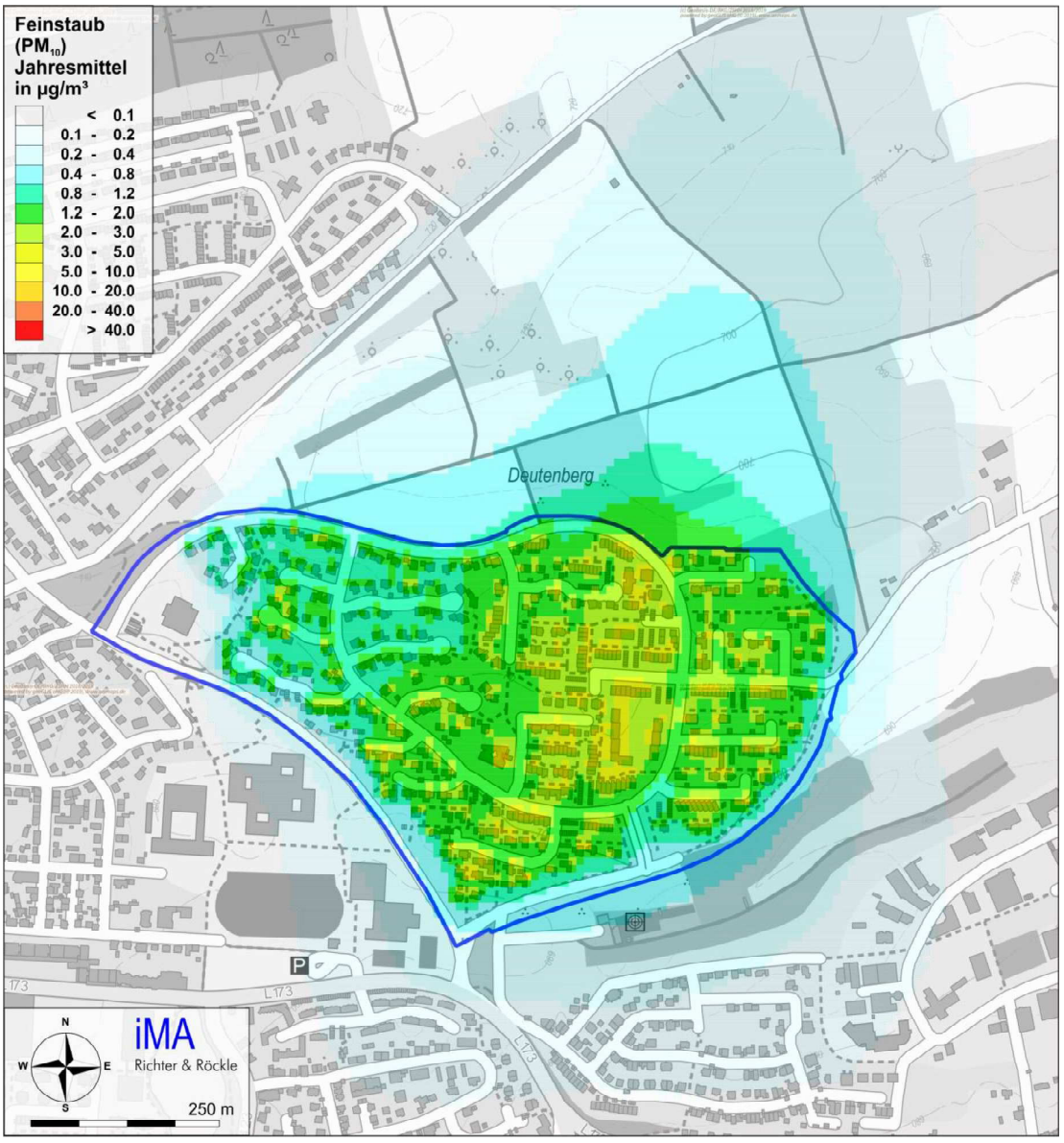


Abbildung 11-1: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Pellets. Grenzwert 40 µg/m³.

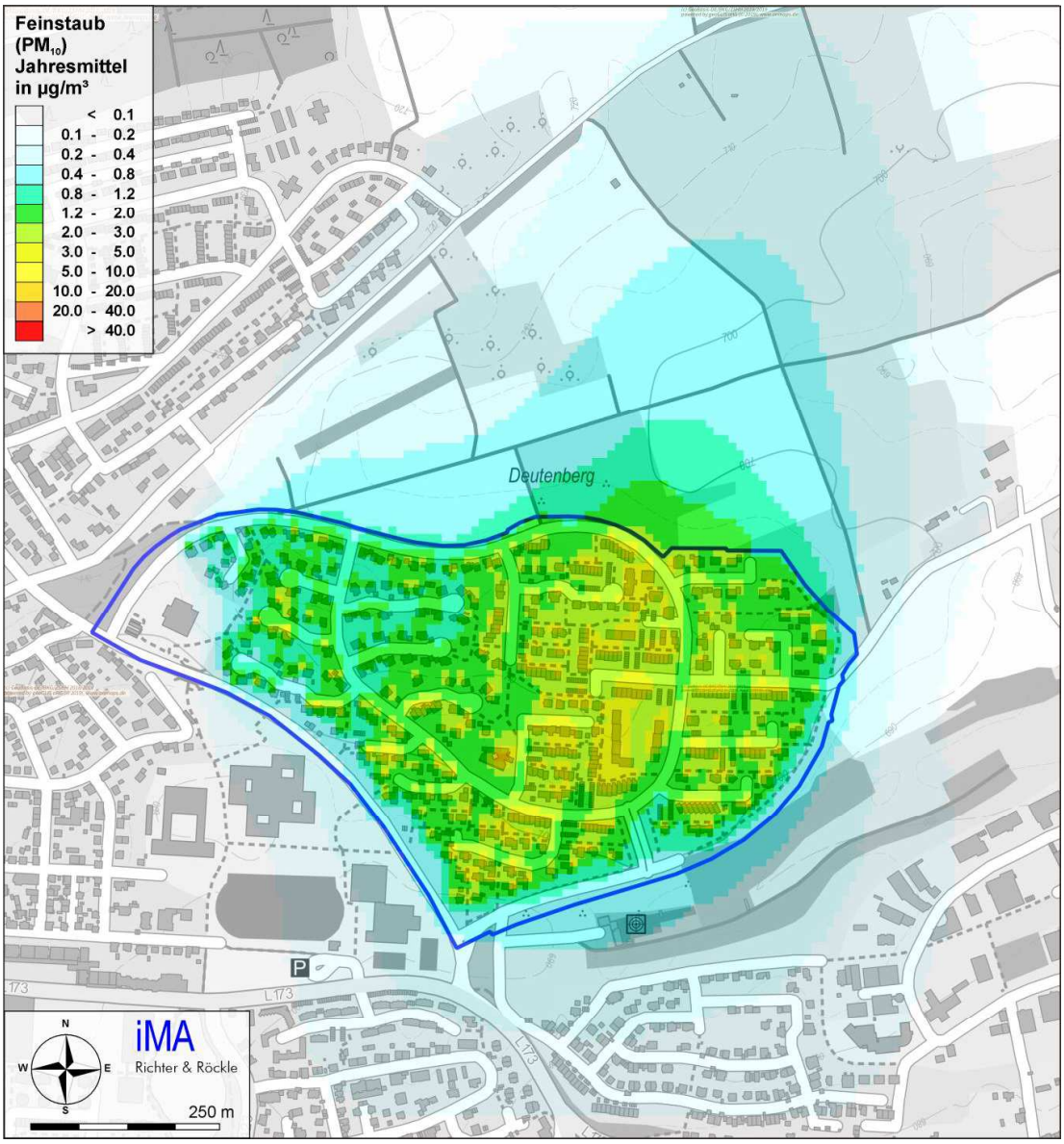


Abbildung 11-2: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher. Grenzwert 40 µg/m³.

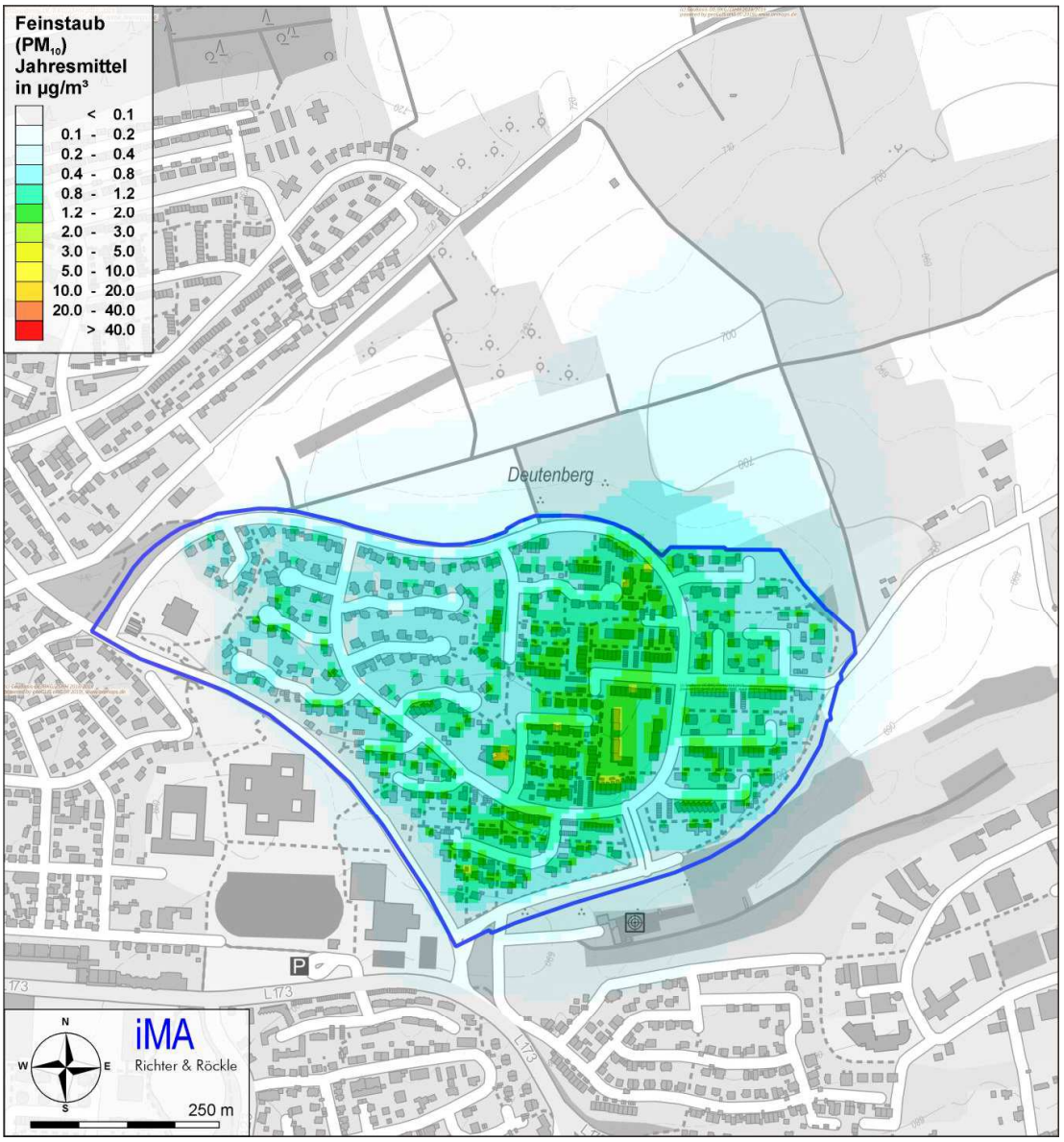


Abbildung 11-3: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

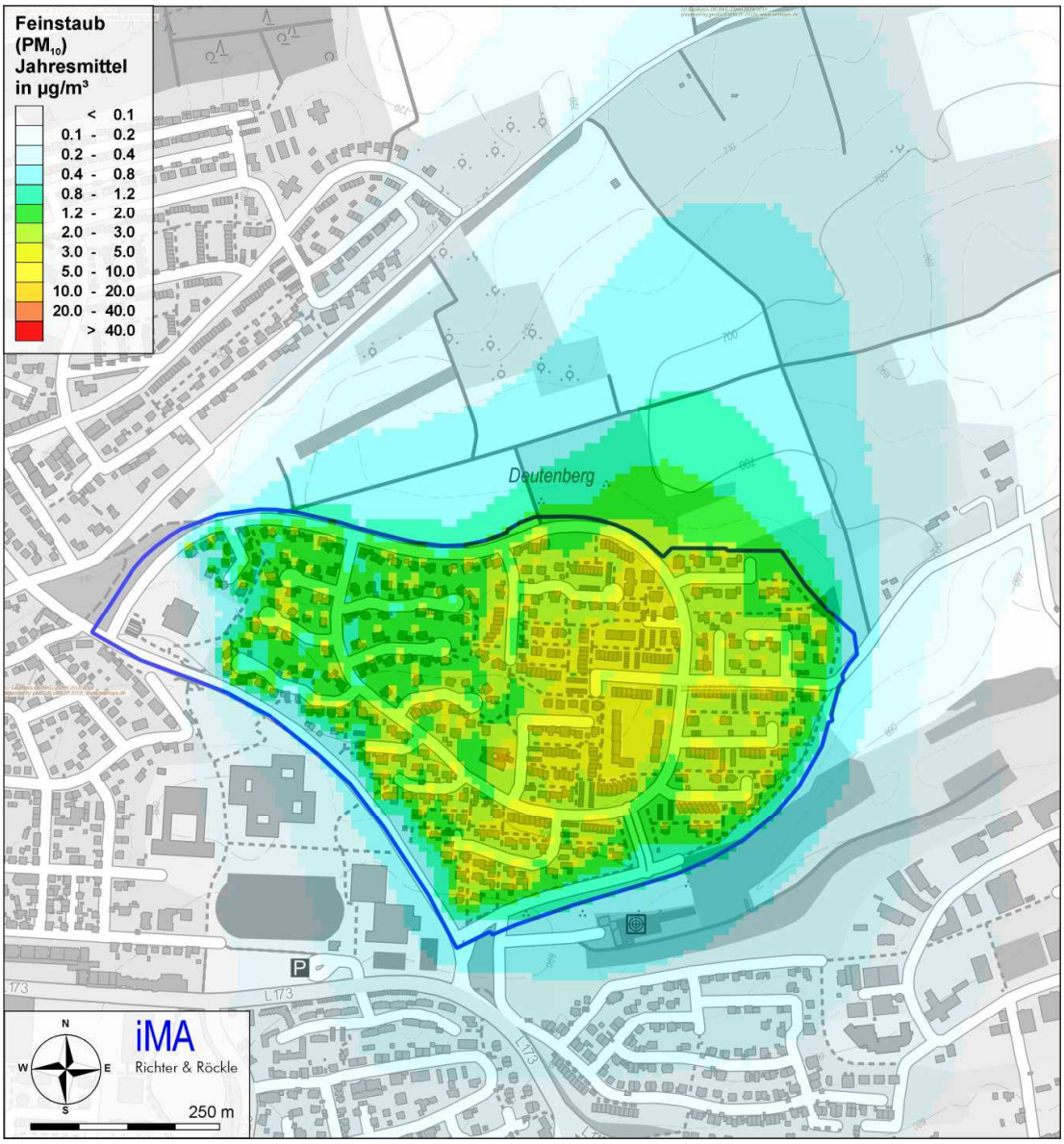


Abbildung 11-4: Berechnete PM_{10}- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und in Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

11.2.5 PM_{10}-Vorbelastung

Das Wohngebiet „Deutenberg“ liegt im Stadtteil Schwenningen, ca. 5,5 km östlich der LUBW-Messstation.

Aus den Karten der LUBW, in denen die PM_{10}-Konzentrationen für das Jahr 2020 flächendeckend prognostiziert werden, geht hervor, dass im Wohngebiet „Deutenberg“ die PM_{10}-Vorbelastung mit 14 µg/m³ anzusetzen ist (vgl. Abbildung 11-5).

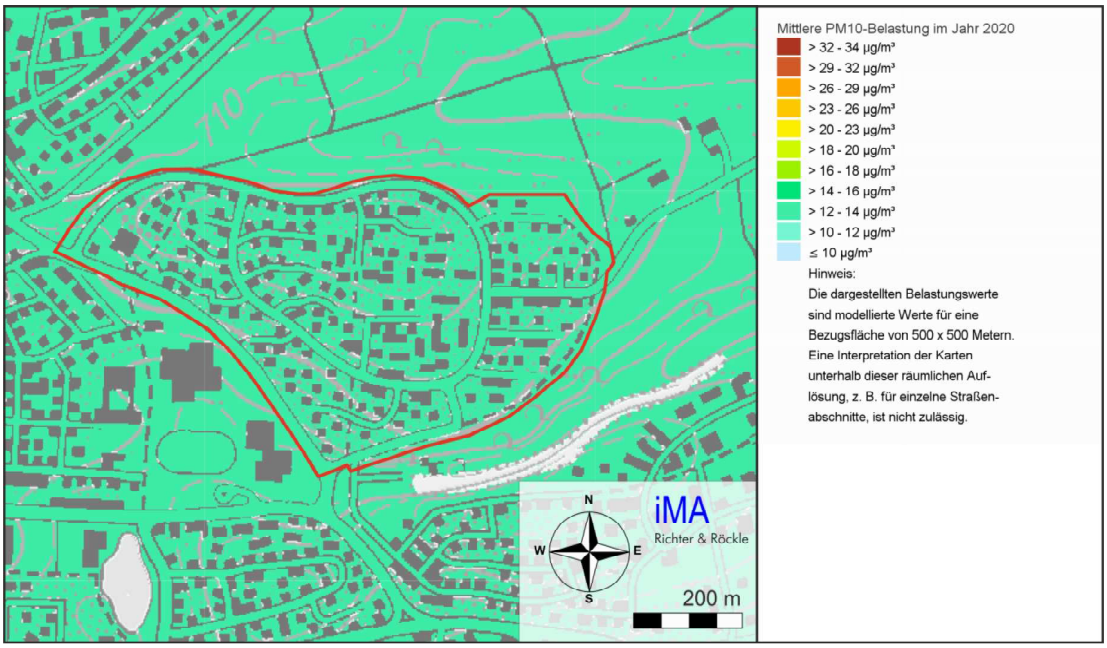


Abbildung 11-5: Karte der LUBW zu Kenngrößen der PM_{10}-Belastung: Modellierte Jahresmittelwerte im Jahr 2020 in µg/m³. Gebiet „Deutenberg“ rot umrandet.

11.2.6 PM_{10}-Gesamtbelastung

Die Jahresmittelwerte der PM_{10}-Gesamtbelastung sind in Tabelle 11-1 dargestellt.

Tabelle 11-1: Maximale PM_{10}-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) an beurteilungsrelevanten Immissionsorten.

Brennstoff	Maximale Zusatzbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*	Vorbelastung	Maximale Gesamtbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Pellets	5	14	19
Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher	5	14	19
Stückholz in Zusatzfeuerungen	3	14	17

Brennstoff	Maximale Zusatzbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*	Vorbelastung	Maximale Gesamtbelastung (außerhalb Emissionsquellen)*
	µg/m³	µg/m³	µg/m³
Stückholz in Kesseln zzgl. Zusatzfeuerung	5	14	19

*An beurteilungsrelevanten Aufpunkten.

Der **PM_{10}-Jahresmittelwert** hält den Grenzwert von 40 µg/m³ somit ein. Dies gilt auch für den **$PM_{2,5}$-Jahresmittelwert**, für den ein Grenzwert von 25 µg/m³ gilt[11].

Der PM_{10}-**Immissions-Tageswert** wird ebenfalls eingehalten (siehe Kapitel 8.2.6).

11.3 NO_2-Immissionen

11.3.1 Verfeuerung von Pellets

Die flächenhafte Verteilung der NO_2-Immissionen bei der Verfeuerung von Pellets ist in Abbildung 11-6 dargestellt.

Im Bereich der Emissionsquellen treten Immissionen bis zu maximal 5,1 µg/m³ auf. An den beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden außerhalb der Emissionsquellen liegt die NO_2-Konzentration unterhalb von 2 µg/m³.

11.3.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Im Bereich der Emissionsquellen treten Immissionen bis zu maximal 6,6 µg/m³ auf. An den beurteilungsrelevanten Gebäudefassaden liegt die NO_2-Konzentration unterhalb von 3 µg/m³ (vgl. Abbildung 11-7).

11.3.3 Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen

Die flächenhafte Verteilung der NO_2-Immissionen bei der Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen ist in Abbildung 11-8 dargestellt.

Im Bereich der Emissionsquellen werden Immissionen bis zu maximal 1,9 µg/m³ berechnet. Außerhalb der Zellen, in denen Emissionsquellen liegen, beträgt die NO_2-Konzentration maximal 0,8 µg/m³.

[11] Die $PM_{2,5}$-Vorbelastung ist deutlich geringer als die PM_{10}-Vorbelastung, so dass die $PM_{2,5}$-Gesamtbelastung ebenfalls deutlich geringer als die oben dargestellte PM_{10}-Gesamtbelastung ist. Dies wurde hier nicht berücksichtigt. Somit ist tatsächlich von einer deutlichen Unterschreitung des $PM_{2,5}$-Grenzwerts auszugehen.

11.3.4 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen

Das Ergebnis dieser Überlagerung ist in Abbildung 11-9 dargestellt. Im Maximum wird eine NO_2-Konzentration von ca. 7 µg/m³ ausgewiesen. An den beurteilungsrelevanten Punkten (Gebäudefassaden) werden jedoch nur maximal 3 µg/m³ berechnet.

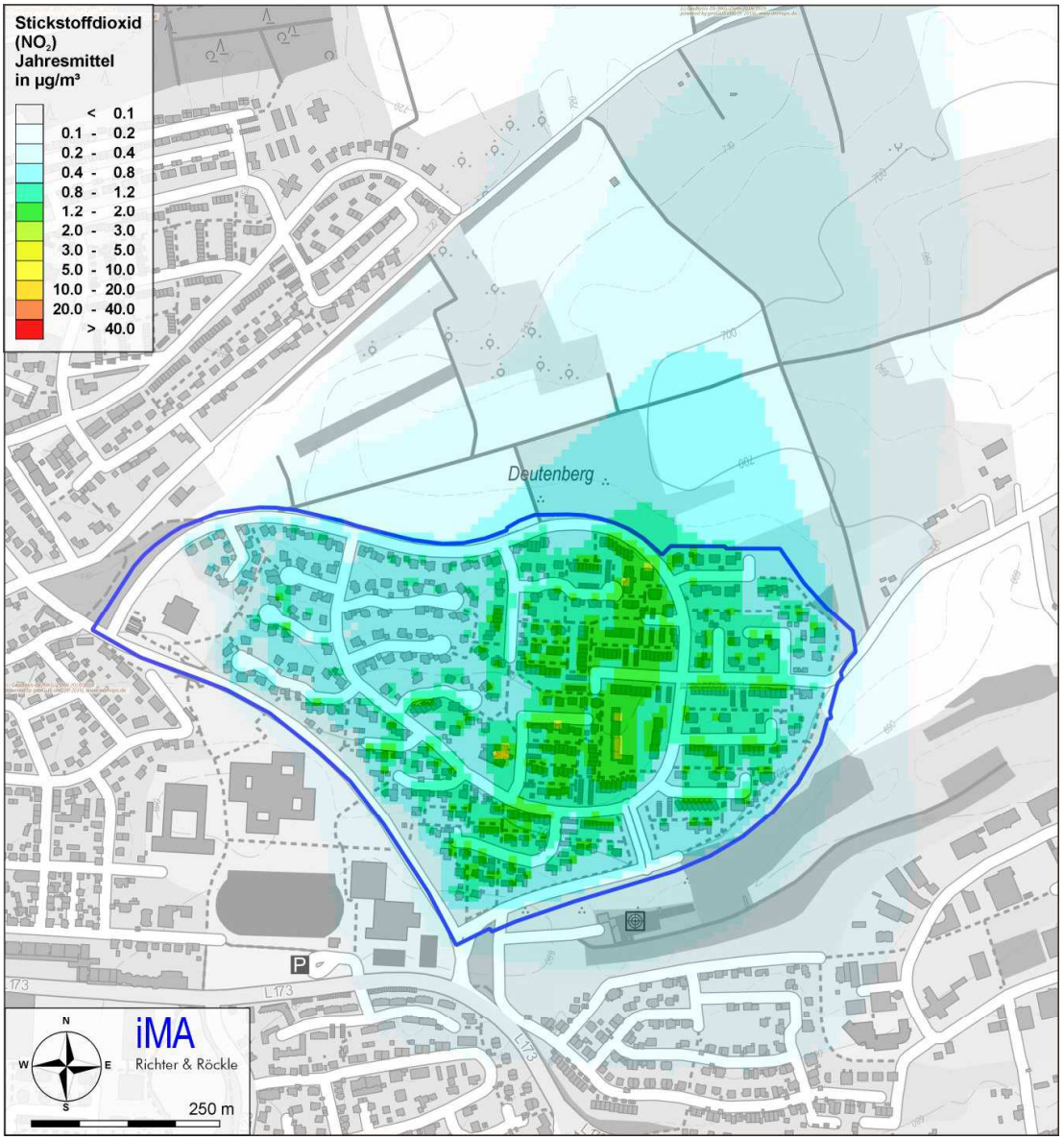


Abbildung 11-6: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Pellets. Grenzwert 40 µg/m³.

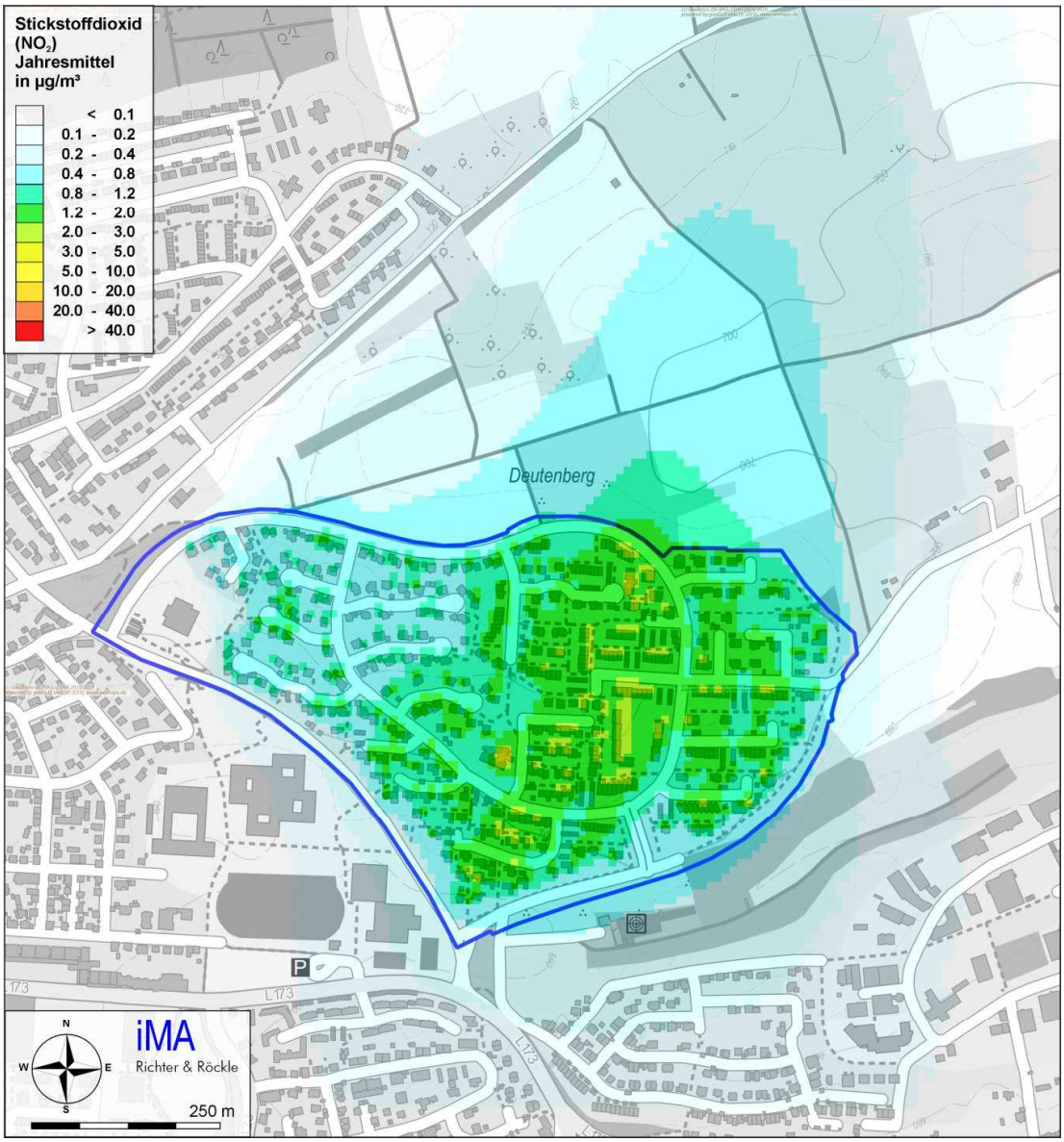


Abbildung 11-7: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher. Grenzwert 40 µg/m³.

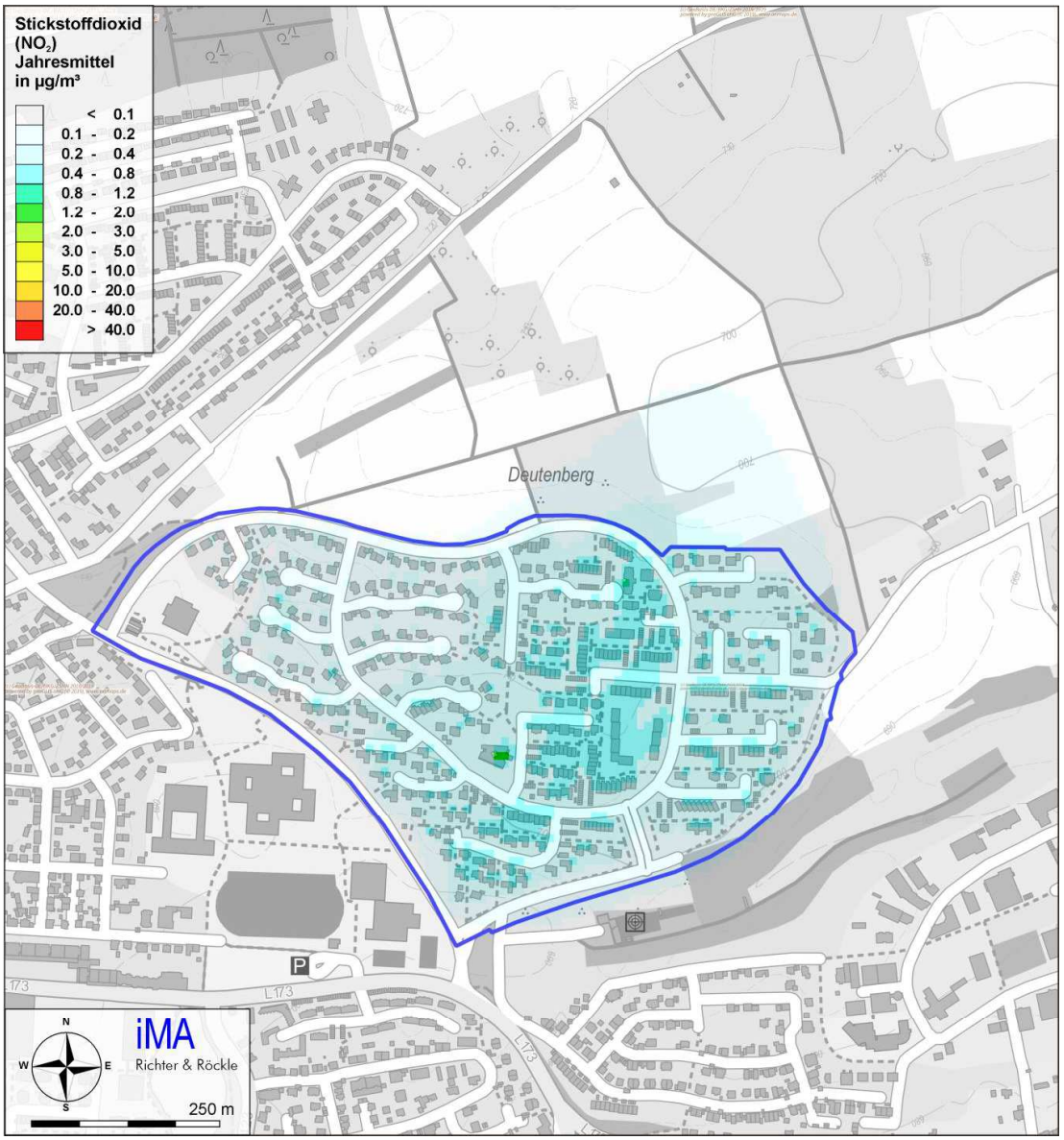


Abbildung 11-8: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

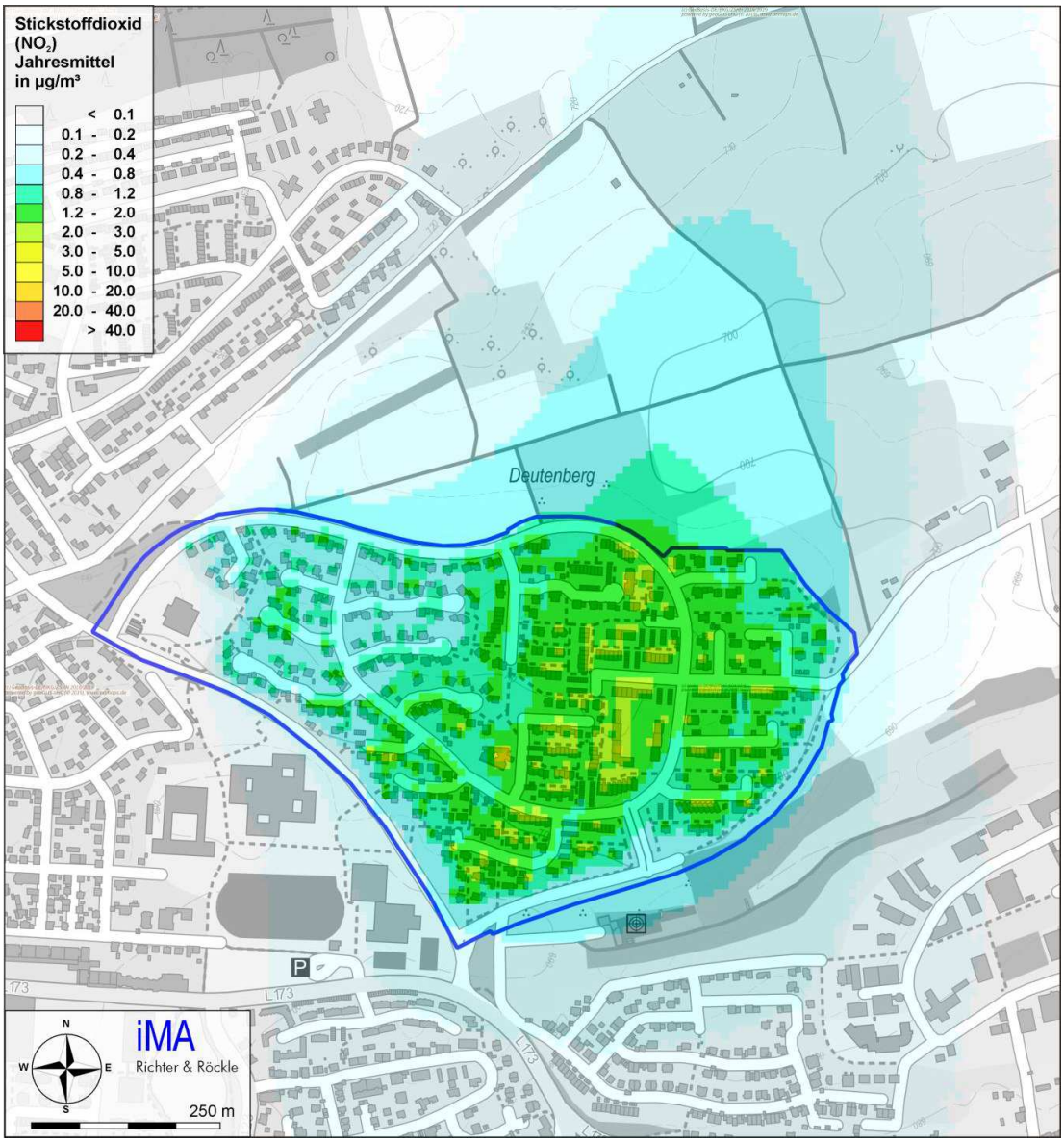


Abbildung 11-9: Berechnete NO_2- Jahresmittelwerte in µg/m³ bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen. Grenzwert 40 µg/m³.

11.3.5 NO_2-Vorbelastung

In den Karten der LUBW, in denen die NO_2-Konzentrationen für das Jahr 2020 flächendeckend prognostiziert werden, ist zu sehen, dass der Ansatz einer NO_2-Vorbelastung von 14 µg/m³ hinreichend konservativ ist. Die Karte der LUBW weist im Wohngebiet „Deutenberg“ eine NO_2-Belastung von bis zu 12 µg/m³ aus (vgl. Abbildung 11-5).

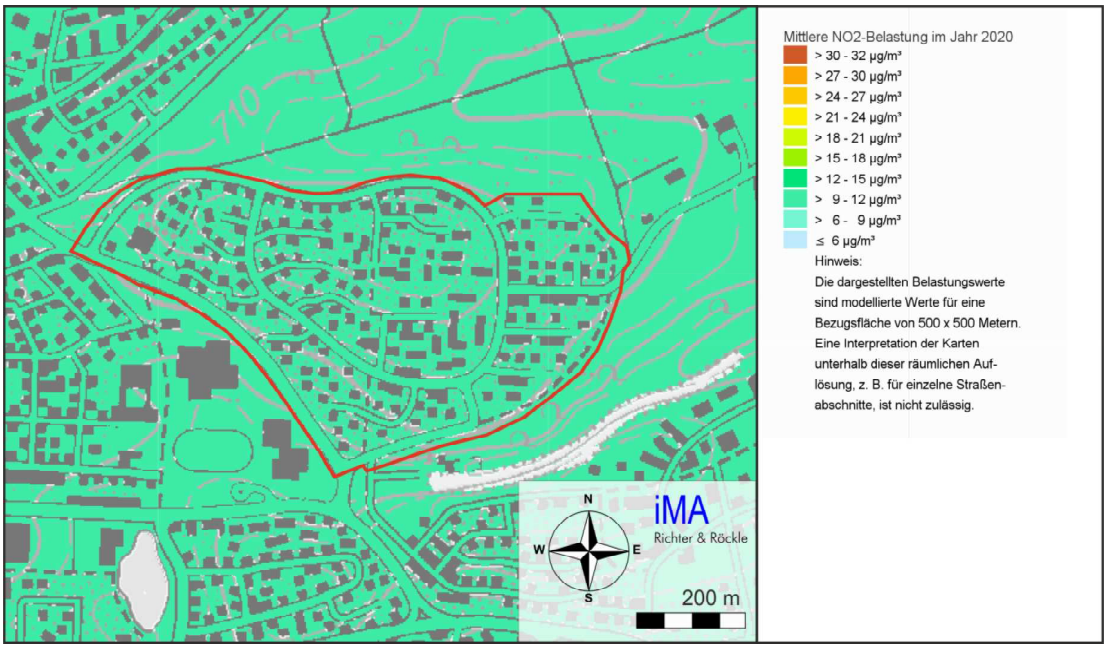


Abbildung 11-10: Karte der LUBW zu Kenngrößen der NO_2-Belastung: Modellierte Jahresmittelwerte im Jahr 2020 in µg/m³. Gebiet „Deutenberg“ rot umrandet.

11.3.6 NO_2-Gesamtbelastung

Die NO_2-Gesamtbelastung (Jahresmittelwerte) ist in Tabelle 11-2 dargestellt.

Tabelle 11-2: Maximale NO_2-Gesamtbelastung an beurteilungsrelevanten Immissionsorten.

Brennstoff	**Maximale Zusatzbelastung (außerhalb Emissionsquellen)***	**Vorbelastung**	**Maximale Gesamtbelastung (außerhalb Emissionsquellen)***
	µg/m³	**µg/m³**	**µg/m³**
Pellets	2	14	16
Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher	3	14	17
Stückholz in Zusatzfeuerungen	0,8	14	15
Stückholz in Kesseln zzgl. Zusatzfeuerung	3	14	17

*An beurteilungsrelevanten Aufpunkten.

Der NO_2-Grenzwert von 40 µg/m³ wird bei der Verfeuerung der untersuchten Brennstoffe eingehalten.

11.4 Geruchsimmissionen

11.4.1 Verfeuerung von Pellets

Die relativen Geruchsstundenhäufigkeiten in Prozent der Jahresstunden sind in Abbildung 11-11 dargestellt.

Der Immissionswert von 10 % (siehe Kapitel 3) wird eingehalten.

11.4.2 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Die berechneten Geruchsstundenhäufigkeiten bei der Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher sind in Abbildung 11-12 dargestellt.

Die maximale Geruchstunden-Häufigkeit beträgt 28 %. Der Immissionswert von 10 % wird überschritten.

11.4.3 Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen

Bei einer Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und in Zusatzfeuerungen wird eine maximale Geruchstundenhäufigkeit von 40% berechnet (siehe Abbildung 11-13).

Der Immissionswert von 10 % wird überschritten.

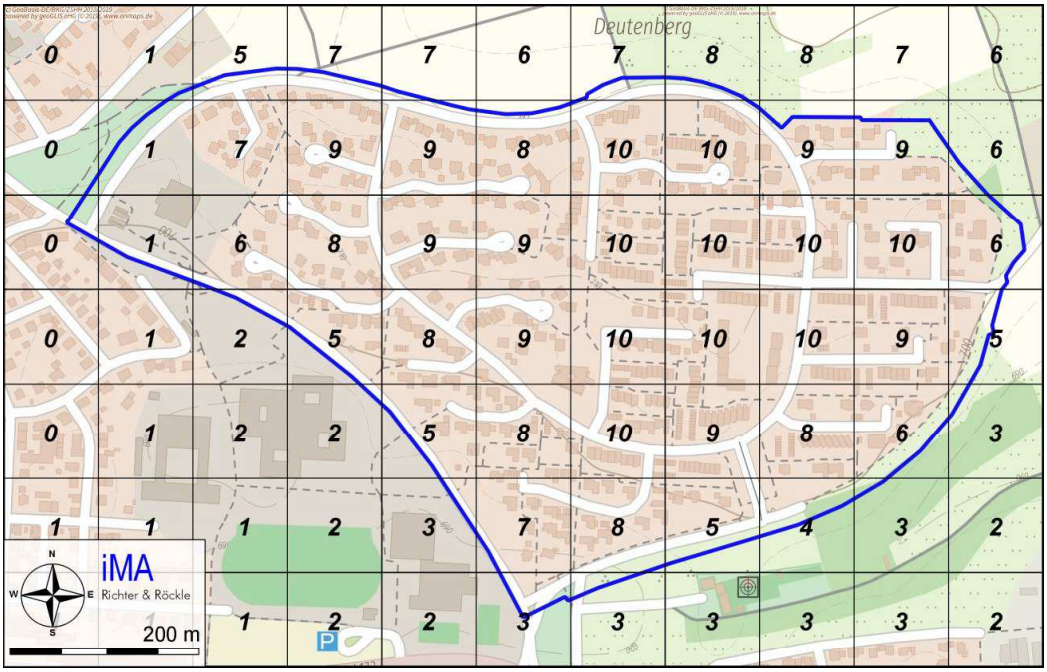


Abbildung 11-11: Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden bei Verfeuerung von Pellets. Immissionswert: 10 %.

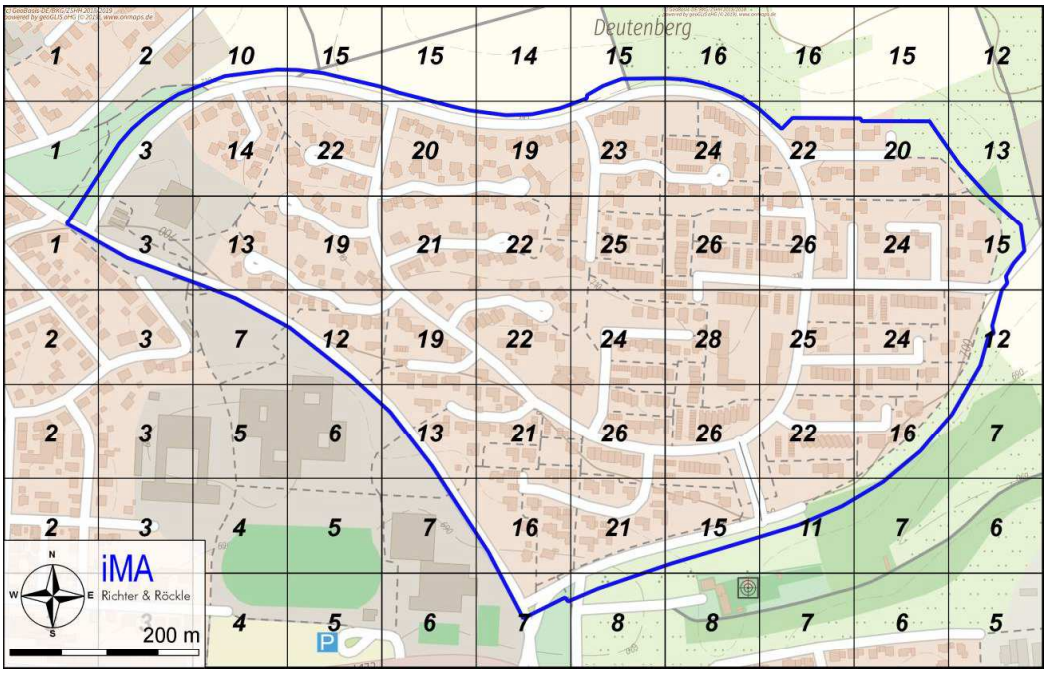


Abbildung 11-12: Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher. Immissionswert: 10 %.

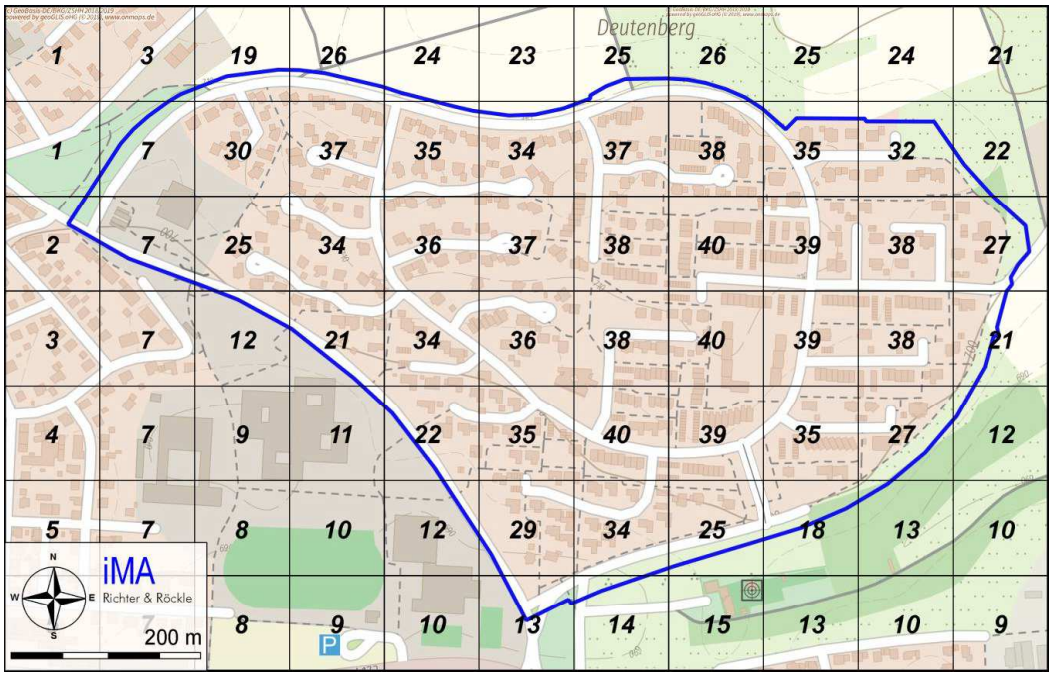


Abbildung 11-13: Geruchsstundenhäufigkeit in Prozent der Jahresstunden bei Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und in Zusatzfeuerungen. Immissionswert: 10 %.

12 Zwischenfazit

Bisher wurden die Brennstoffe Holzpellets und Stückholz untersucht. Dabei wurde angenommen, dass der Wärmebedarf aller Häuser im Wohngebiet ausschließlich von diesen Brennstoffen abgedeckt wird.

Für die Wohngebiete „Hammerhalde“ und „Kopsbühl“ wurden die Immissionen der Stoffe

- PM_{10} (und $PM_{2,5}$),
- NO_2 und
- Gerüche

berechnet.

12.1 Verfeuerung von Pellets

Bei der Verfeuerung von Holzpellets werden die Immissionsgrenzwerte für PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO_2 an den beurteilungsrelevanten Orten in allen vier Wohngebieten eingehalten (siehe Kapitel 8.2.1 auf S. 50, Kapitel 8.3.1 auf S. 58, Kapitel 9.2.1 auf S. 69 und Kapitel 9.3.1 auf S. 75, Kapitel 10.2.1 auf S. 85 und Kapitel 10.3.1 auf S. 90 sowie Kapitel 11.2.1 auf S. 101 und Kapitel 11.3.1 auf S. 107).

Der Immissionswert für Gerüche von 10 % Geruchsstundenhäufigkeit im Jahr in Wohngebieten wird nur im Wohngebiet „Wöschhalde“ mit maximal 10,9 % knapp überschritten, in den anderen Wohngebieten eingehalten. Die Ansätze, die der Berechnung der Geruchsimmissionen zu Grunde liegen, wurden konservativ gewählt. So ist in der Regel bei der Verfeuerung von Holzpellets, sei es in Pelletkesseln (Zentralheizung) oder in Pelletöfen (Zusatzfeuerung), von nur geringen Geruchsimmissionen auszugehen, da es sich um einen genormten Brennstoff handelt. Dennoch wurde an den Tagen mit Heizbedarf für eine Stunde ein Geruchsstoffstrom angesetzt, der dem Anfeuern einer Scheitholz-Zusatzfeuerung entspricht. Die berechnete Geruchsimmission überschätzt somit die Geruchsbelastung deutlich.

Im Wohngebiet „Kopsbühl“ werden an den Betriebsgebäuden eines Kfz Service-Unternehmens und eines Fahrzeughändlers an der Schwenninger Straße erhöhte PM_{10}- und NO_2-Immissionen bei der Verfeuerung von Pellets berechnet. Diese Immissionen können durch Ableitung der Abgase in größerer Höhe verringert werden. Hierzu wäre eine Einzelfallprüfung erforderlich.

Aus gutachtlicher Sicht ist eine Verfeuerung von Holzpellets in allen Wohngebieten möglich.

12.2 Verfeuerung von Stückholz

Bei der Verfeuerung von Stückholz wurden zwei Fälle untersucht:

- Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher sowie
- Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und zusätzlichem Betrieb von Zusatzfeuerungen in den Abendstunden.

In beiden Fällen werden die Immissionsgrenzwerte für PM_{10}, $PM_{2,5}$ und NO_2 an den beurteilungsrelevanten Orten in allen Wohngebieten unterschritten, liegen jedoch höher als bei der Verfeuerung von Holzpellets (siehe Gebiet „Hammerhalde“: Kapitel 8.2.2, 8.2.4, 8.3.2 und 8.3.4; Gebiet „Kopsbühl“: Kapitel 9.2.2, 9.2.4, 9.3.2 und 9.3.4; Gebiet „Wöschhalde“: 10.2.2, 10.2.4, 10.3.2 und 10.3.4 sowie Gebiet „Deutenberg“: Kapitel 11.2.2, 11.2.4, Kapitel 11.3.2 und 11.3.4).

Für die Gewerbebetriebe an der Schwenninger Straße im Gebiet „Kopsbühl“ gelten die Aussagen in Kapitel 12.1 analog.

Die berechneten Geruchsstundenhäufigkeiten bei der Verfeuerung von Stückholz überschreiten den Immissionswert der Geruchsimmissions-Richtlinie in allen vier Gebieten. Aufgrund der deutlichen Überschreitung ist auch bei weniger konservativen Ansätzen davon auszugehen, dass der Immissionswert nicht eingehalten wird.

Aus diesem Grund wird empfohlen, eine Verfeuerung von Stückholz in allen vier Wohngebieten zu untersagen.

13 Diskussion anderer Brennstoffe

13.1 Vorbemerkung

In diesem Gutachten wurde die Verfeuerung von Holzpellets und Stückholz aus naturbelassenem Holz untersucht. Weitere Brennstoffe werden im Folgenden diskutiert. Bei diesen handelt es sich um die in § 3 der 1. BImSchV (2010) aufgeführten Brennstoffe, da nach § 3 Abs. 1 der 1. BImSchV (2010) in Feuerungsanlagen nach § 1 nur die dort genannten Brennstoffe eingesetzt werden dürfen. Die in § 1 der 1. BImSchV (2010) genannten Feuerungsanlagen sind die Feuerungsanlagen, die keiner Genehmigung nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bedürfen. Bei den übrigen Feuerungsanlagen, die somit einer Genehmigung nach § 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bedürfen, handelt es sich um Anlagen, die nach ihrer Art der baulichen Nutzung regelmäßig nicht in Wohngebieten zulässig sind.

13.2 Zulässige Brennstoffe nach 1. BImSchV § 3

Gemäß § 3 der 1. BImSchV (2010) sind folgende Brennstoffe zulässig (die in diesem Gutachten bisher untersuchten Brennstoffe sind gelb hervorgehoben):

1. Steinkohlen, nicht pechgebundene Steinkohlenbriketts, Steinkohlenkoks
2. Braunkohlen, Braunkohlenbriketts, Braunkohlenkoks
3. Brenntorf, Presslinge aus Brenntorf

3a. Grill-Holzkohle, Grill-Holzkohlebriketts nach DIN EN 1860, Ausgabe September 2005

4. naturbelassenes stückiges Holz einschließlich anhaftender Rinde, insbesondere in Form von Scheitholz und Hackschnitzeln, sowie Reisig und Zapfen
5. naturbelassenes nicht stückiges Holz, insbesondere in Form von Sägemehl, Spänen und Schleifstaub, sowie Rinde

5a. Presslinge aus naturbelassenem Holz in Form von Holzbriketts nach DIN 51731, Ausgabe Oktober 1996, oder in Form von Holzpellets nach den brennstofftechnischen Anforderungen des DINplus-Zertifizierungsprogramms „Holzpellets zur Verwendung in Kleinfeuerstätten nach DIN 51731-HP 5“, Ausgabe August 2007, sowie andere Holzbriketts oder Holzpellets aus naturbelassenem Holz mit gleichwertiger Qualität

6. gestrichenes, lackiertes oder beschichtetes Holz sowie daraus anfallende Reste, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder infolge einer Behandlung enthalten sind und Beschichtungen keine halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle enthalten
7. Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder sonst verleimtes Holz sowie daraus anfallende Reste, soweit keine Holzschutzmittel aufgetragen oder infolge einer Behandlung enthalten sind und Beschichtungen keine halogenorganischen Verbindungen oder Schwermetalle enthalten
8. Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe, nicht als Lebensmittel bestimmtes Getreide wie Getreidekörner und Getreidebruchkörner, Getreideganzpflanzen, Getreideausputz, Getreidespelzen und Getreidehalmreste sowie Pellets aus den vorgenannten Brennstoffen
9. Heizöl leicht (Heizöl EL) nach DIN 51603-1, Ausgabe August 2008, und andere leichte Heizöle mit gleichwertiger Qualität sowie Methanol, Ethanol, naturbelassene Pflanzenöle oder Pflanzenölmethylester
10. Gase der öffentlichen Gasversorgung, naturbelassenes Erdgas oder Erdölgas mit vergleichbaren Schwefelgehalten sowie Flüssiggas oder Wasserstoff

11. Klärgas mit einem Volumengehalt an Schwefelverbindungen bis zu 1 Promille, angegeben als Schwefel, oder Biogas aus der Landwirtschaft
12. Koksofengas, Grubengas, Stahlgas, Hochofengas, Raffineriegas und Synthesegas mit einem Volumengehalt an Schwefelverbindungen bis zu 1 Promille, angegeben als Schwefel, sowie
13. sonstige nachwachsende Rohstoffe, soweit diese die Anforderungen nach Absatz 5 einhalten.

Insgesamt sind ca. 40 verschiedene Brennstoffe (z.B. Heizöl) spezifiziert oder als Brennstoffklasse (z.B. nachwachsende Rohstoffe) aufgelistet.

13.2.1 Auszuschließende Brennstoffe aufgrund der 1. BImSchV § 5

Da im vorliegenden Gutachten ausschließlich Wohngebiete untersucht werden, scheiden nach der 1. BImSchV (2010) § 5 Absatz 2 behandelte Hölzer nach § 3 Absatz 3 Nummer 6 und 7 aus, da diese nicht zur Wärmeversorgung von einzelnen Wohngebäuden eingesetzt werden dürfen. (Hinweis: Die Nummerierungen in § 3 der 1. BImSchV (2010) sind identisch wie die Nummerierungen in Kapitel 13.1 dieses Gutachtens).

Aus demselben Grund sind nach § 5 Absatz 3 der 1. BImSchV (2010) Brennstoffe nach § 3 Absatz 1 Nummer 8 – abgesehen von Stroh und ähnlichen pflanzlichen Stoffen – in Wohnhäusern nicht anzuwenden.

Zitat § 5 Absatz 2:

Die in § 3 Absatz 1 Nummer 6 oder Nummer 7 genannten Brennstoffe dürfen nur in Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von 30 Kilowatt oder mehr und nur in Betrieben der Holzbearbeitung oder Holzverarbeitung eingesetzt werden.

Zitat § 5 Absatz 3:

…Die in § 3 Absatz 1 Nummer 8 genannten Brennstoffe, ausgenommen Stroh und ähnliche pflanzliche Stoffe, dürfen nur in Betrieben der Land- und Forstwirtschaft, des Gartenbaus und in Betrieben des agrargewerblichen Sektors, die Umgang mit Getreide haben, insbesondere Mühlen und Agrarhandel, eingesetzt werden.

13.2.2 Kohle nach § 3 Abs. 1 Nr. 1 und 2

13.2.2.1 Steinkohle

Staubemissionen

Die zulässigen Staubemissionen sind auf 0,02 g/m³ begrenzt. Aufgrund des höheren Heizwertes und der geringeren Verbrennungsluftmenge sind die Staub-Emissionen bei der Verbrennung von Kohle geringer als bei Scheitholz.

Hinzu kommen allerdings weitere Gesichtspunkte zur Bewertung dieser Brennstoffe.

Schwefelemissionen

In der 1. BImSchV (2010) werden die Schwefelgehalte von Stein- und Braunkohlen näher spezifiziert:

§ 3 Absatz 2

Der Massegehalt an Schwefel der in Absatz 1 Nummer 1 und 2 genannten Brennstoffe darf 1 Prozent der Rohsubstanz nicht überschreiten. Bei Steinkohlenbriketts oder Braunkohlenbriketts gilt diese Anforderung als erfüllt, wenn durch eine besondere Vorbehandlung eine gleichwertige Begrenzung der Emissionen an Schwefeldioxid im Abgas sichergestellt ist.

Auf der Basis eines Emissionsfaktors von 2,4 g/kWh kann die Zusatzbelastung durch Schwefeldioxid auf > 50 µg/m³ als Jahresmittelwert abgeschätzt werden. Der Immissionsgrenzwert nach 39. BImSchV beträgt 50 µg/m³.

Empfehlung:

- Aus gutachtlicher Sicht wird empfohlen, Steinkohle als Brennstoff zu untersagen.

13.2.2.2 Steinkohlebriketts

Der SO_2-Emissionsfaktor ist geringfügig niedriger als bei Steinkohle. Die in Kapitel 13.2.2.1 dargestellte Größenordnung der Immissionen gilt jedoch weiterhin.

Empfehlung:

- Aus gutachtlicher Sicht wird empfohlen, die Steinkohlebriketts als Brennstoff zu untersagen.

13.2.2.3 Steinkohlenkoks

Der SO_2-Emissionsfaktor ist etwas höher als bei Steinkohle. Die in Kapitel 13.2.2.1 dargestellte Größenordnung der Immissionen gilt weiterhin, wobei eine Immissionswertüberschreitung wahrscheinlicher als bei Steinkohle ist.

Empfehlung:

- Aus gutachtlicher Sicht wird empfohlen, Steinkohlenkoks als Brennstoff zu untersagen.

13.2.2.4 Braunkohle

Der SO_2-Emissionsfaktor ist um etwa den Faktor 3 höher als bei Steinkohle. Insofern errechnet sich für SO_2 eine Immissionswertüberschreitung.

Empfehlung:

- Aus gutachtlicher Sicht wird empfohlen, Braunkohle als Brennstoff zu untersagen.

13.2.2.5 Braunkohlenbriketts

Der SO_2-Emissionsfaktor ist um etwa 50% höher als bei Steinkohle. Insofern errechnet sich für SO_2 eine Immissionswertüberschreitung.

Empfehlung:

- Aus gutachtlicher Sicht wird empfohlen, Braunkohlenbriketts als Brennstoff zu untersagen.

13.2.2.6 Braunkohlenkoks

Der SO_2-Emissionsfaktor ist geringfügig niedriger als bei Steinkohle. Die in Kapitel 13.2.2.1 dargestellte Größenordnung der Immissionen gilt jedoch weiterhin.

Hinweis: Braunkohlenkoks wird hauptsächlich zur Filtrierung (Aktivkohle) eingesetzt, selten zur Verbrennung.

Empfehlung:

- Aus gutachtlicher Sicht wird empfohlen, Braunkohlenkoks als Brennstoff zu untersagen.

13.2.3 Brenntorf nach § 3 Abs. 1 Nr. 3

§ 5 Abs. 1 der 1. BImSchV setzt als Immissionsgrenzwert für Staub bei Verwendung des Brennstoffes Brenntorf einen Grenzwert von 0,02 g/m³ fest.

Aus der Verbrennungsrechnung ergibt sich ein etwas geringerer Staubemissionsfaktor als bei Stückholz.

Brenntorf hat als Brennstoff in trockenem Zustand einen Heizwert von 20 – 22 MJ/kg, vergleichbar mit Braunkohle. Allerdings hat frischer Brenntorf einen sehr hohen Wassergehalt und muss daher vor der Verbrennung in der Regel aufwändig getrocknet werden. Zudem hat Brenntorf einen sehr hohen Aschegehalt, einen niedrigen Ascheschmelzpunkt und enthält einige chemische Bestandteile, die sich bei der Verbrennung korrosiv und/oder

umweltschädlich verhalten. Der Ausbrand erfolgt sehr langsam, die Asche enthält viel unverbranntes Material und glüht daher lange nach. Aus diesen Gründen zählt Brenntorf zu den eher problematischen und minderwertigen Brennstoffen.

Die Zusammensetzung von Brenntorf kann je nach Herkunft variieren – insbesondere der Wassergehalt bestimmt die Brennstoffqualität.

Brenntorf mit hohem Wassergehalt verbrennt nur langsam und unvollständig. In diesem Fall können größere Mengen an Kohlenwasserstoffen und Geruch emittiert werden, die deutlich höher als bei Stückholz liegen können. Eine Überschreitung der Richtwerte der GIRL ist somit wahrscheinlich.

Empfehlung:

- Aus gutachtlicher Sicht wird empfohlen, Brenntorf als Brennstoff auszuschließen

13.2.4 Grill-Holzkohlen nach § 3 Abs. 1 Nr. 3a

Der Brennstoff Grill-Holzkohle ist nach DIN EN 1860 genormt. Er enthält weder Pech, fossile Kohlearten und deren Derivate, noch Erdöl, Koks oder Kunststoffe.

Der zulässige Staub-Emissionswert beträgt gemäß § 5 Abs. 1 der 1. BImSchV für Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von 4 kWh oder mehr 0,02 g/m³. Aus der Verbrennungsrechnung ergibt sich ein etwas geringerer Staubemissionsfaktor als bei Stückholz.

Grill-Holzkohle ist ein biogener Brennstoff ohne zusätzliche Schadstoffe. Da sie aus Holz besteht, ist der Gehalt an Spurenstoffen, bezogen auf den Heizwert, nicht höher als bei Holz. Sie enthält wenig Schwefel und wenig Chlor. Der Staubemissionsfaktor ist um ca. 10% geringer als bei Stückholz, weshalb die Staubimmissionen ebenfalls um diesen Betrag niedriger sind. Zu den Geruchsemissionen liegen uns keine Informationen vor. Somit ist konservativ von ähnlichen Werten wie bei Stückholz auszugehen.

Empfehlung

- Da eine Immissionswertüberschreitung für Geruch möglich ist, wird aus gutachtlicher Sicht empfohlen, Grill-Holzkohlen als Brennstoff zu untersagen.

13.2.5 Naturbelassenes stückiges Holz nach § 3 Abs. 1 Nr. 4

Naturbelassenes stückiges Holz einschließlich anhaftender Rinde ist in der 1. BImSchV unter § 3 Pkt. 4 aufgeführt. Es wird als Stückholz bezeichnet.

Die Emissionen und Immissionen sind in den vorhergehenden Kapiteln beschrieben.

Empfehlung

- Da eine Immissionswertüberschreitung für Geruch möglich ist, wird aus gutachtlicher Sicht empfohlen, Stückholz als Brennstoff zu untersagen.

13.2.6 Reisig und Zapfen nach § 3 Abs. 1 Nr. 4

Reisig und Zapfen werden in der 1. BImSchV unter § 3 Pkt. 4 aufgeführt. Die zulässigen Staubemissionen und damit Staubimmissionen entsprechen in etwa denen von Stückholz.

Hinzu kommen weitere Gesichtspunkte zur Bewertung dieser Brennstoffe:

Reisig und Zapfen stellen ein undefiniertes Brennstoff-Gemisch dar. Die Nutzung als regulärer Brennstoff kommt nach unserem Wissen allenfalls in forstwirtschaftlichen Betrieben vor.

Nachteile dieses Brennstoffes sind, dass er keine konstante Qualität gewährleistet und möglicherweise starke Geruchsentwicklung verursacht. So werden Zapfen zum Räuchern von Fleischwaren genutzt. Aus gutachterlicher Sicht prognostizieren wir höhere Geruchsimmissionen als bei Stückholz.

Empfehlung:

- Aus gutachtlicher Sicht wird empfohlen, Reisig und Zapfen als Brennstoff nicht zuzulassen.

13.2.7 Naturbelassenes nicht stückiges Holz nach § 3 Abs. 1 Nr. 5

Für Sägemehl, Späne und Schleifstaub gilt ein Staub-Emissionsgrenzwert von 0,02 g/m³. Somit sind die Staubemissionen vergleichbar wie bei der Verfeuerung von Stückholz.

Hinzu kommen weitere Gesichtspunkte zur Bewertung dieser Brennstoffe:

Schleifstäube – auch von naturbelassenem Holz – gelten gemäß TRGS 905 als krebserregend. Für krebserregende Stoffe existieren keine Immissionsgrenzwerte, da auch bei geringen Konzentrationen eine Gesundheitsgefahr besteht. Es gilt lediglich ein Minimierungsgebot, um schädliche Umweltwirkungen soweit wie möglich zu reduzieren (vgl. Nr. 5.2.7 der TA-Luft).

Wenn Schleifstäube zur Gebäudeheizung eingesetzt werden, können nicht nur bei der Verbrennung Stäube in die Umwelt gelangen sondern auch durch Leckagen bei der Lagerung und beim Transport sowie bei der Förderung in die Verbrennungsanlage.

Empfehlung:

- Aufgrund des nicht auszuschließenden Gefährdungspotenzials wird empfohlen, Schleifstaub, Sägemehl und Späne als Brennstoff auszuschließen.

13.2.8 Presslinge aus naturbelassenem Holz nach § 3 Abs. 1 Nr. 5a

Holzpellets, die im Haushaltsbereich zur Beheizung eingesetzt werden dürfen, unterliegen einer Normierung. Hierdurch wird eine weitgehend gleich bleibende Qualität gesichert. Entsprechend können die Feuerungsanlagen auf die Verbrennung optimiert werden.

Der zulässige Grenzwert für die Staubemissionen von Pellets und Briketts liegt bei 0,02 g/m³ (1. BImSchV § 5 Abs. 1). Aus der Verbrennungsrechnung ergibt sich ein etwas geringerer Staubemissionsfaktor als bei Stückholz.

Zeitweise Geruchsemissionen können beim Anfeuern auftreten. Von einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte der GIRL ist allerdings nicht auszugehen (siehe Ausführungen in den vorhergehenden Kapiteln dieses Gutachtens).

Empfehlung

- Aus gutachtlicher Sicht kann nicht empfohlen werden, Presslinge aus naturbelassenem Holz als Brennstoff zu untersagen.

13.2.9 Stroh nach § 3 Abs. 1 Nr. 8

Der in der 1. BImSchV § 5 festgelegte Grenzwert für Staub-Emissionen beträgt 0,02 g/m³. Damit werden das Emissionsniveau und auch das örtliche Immissionsniveau von Stückholz erreicht.

Heizungsanlagen für Stroh, die die 1. BImSchV erfüllen, sind nach unserem Wissen nicht als standardisiertes Produkt am Markt erhältlich. Aus der Zusammensetzung von Stroh fällt der hohe Anteil an Chlor auf, der im Vergleich zu unterschiedlichen Hölzern um mehr als das 10-fache höher ist. Dies kann zu erhöhten HCl-Emissionen führen.

Empfehlung

- Aus gutachtlicher Sicht wird empfohlen, Stroh als Brennstoff auszuschließen.

13.2.10 Heizöl leicht (Heizöl EL) nach DIN 51603 nach § 3 Abs. 1 Nr. 9

Aus den §§ 7, 8 der 1. BImSchV kann ein Staubemissionsfaktor von < 0,02 g/kWh abgeleitet werden (zum Vergleich: Staubemissionsfaktor = 0,06 g/kWh bei Stückholz).

Gemäß DIN 51603 Teil 1 darf Heizöl EL einen Schwefelanteil von maximal 1000 mg/kg aufweisen. Hieraus errechnet sich ein SO_2-Emissionsfaktor von 0,17 g/kWh, der knapp 3-fach höher als der Emissionsfaktor von Staub ist (vgl. Kapitel 5.1.1). Somit ist die SO_2-Zusatzbelastung an den Hausfassaden maximal um den Faktor 3 höher als bei PM_{10}, entsprechend einem Jahresmittelwert von maximal 30 µg/m³. Da die SO_2-Vorbelastung in ganz Baden-Württemberg durchweg < 5 µg/m^3 ist (siehe z.B. Jahresbericht der LUBW von 2017[12]), ist die Gesamtbelastung geringer als 35 µg/m³. Der Immissionswert von 50 µg/m³ wird somit sicher unterschritten.

Die Geruchsemissionen sind bei der Verfeuerung von Heizöl EL gering.

Empfehlung

- Aus gutachtlicher Sicht kann nicht empfohlen werden, Heizöl EL als Brennstoff zu untersagen.

13.2.11 Brenngase nach § 3 Abs. 1 Nr. 10

13.2.11.1 Erdölgas

Erdölgas wird der Förderung von Erdöl frei. Es ist Erdgas ähnlich, enthält aber zusätzlich unterschiedlich hohe Anteile an Ethen, Propan, Butan und anderen Kohlenwasserstoffen.

Gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 10 der 1. BImSchV muss Erdölgas vergleichbare Schwefelgehalte aufweisen wie naturbelassenes Erdgas. Naturbelassenes Erdgas verfügt über Schwefelgehalte < 0,1 %. Bei einem solchen Schwefelgehalt werden die Immissionswerte von SO_2 sicher unterschritten (siehe Kapitel 13.2.10). Für die anderen Schadstoffe werden die Immissionswerte ebenfalls sicher unterschritten.

Empfehlung

- Aus gutachtlicher Sicht kann nicht empfohlen werden, den Brennstoff „Erdölgas“ zu untersagen.

13.2.11.2 Naturbelassenes Erdgas

Naturbelassenes Erdgas weist die gleichen oder geringere Emissionen als Erdölgas auf. Insofern gelten die Aussagen in Kapitel 13.2.11.1 sinngemäß.

[12] Luftqualität in Baden-Württemberg – Auswertung der Jahresdaten für 2017 (http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/277290/luftqualitaet_in_baden-wuerttem-berg_auswertung_2017.pdf?command=downloadContent&filename=luftqualitaet_in_baden-wuerttemberg_auswertung_2017.pdf)

Empfehlung

- Aus gutachtlicher Sicht kann nicht empfohlen werden, den Brennstoff „Naturbelassenes Erdgas“ zu untersagen.

13.2.11.3 Gase der öffentlichen Gasversorgung

Die Qualitätsanforderungen an Gasen der öffentlichen Gasversorgung sind in den DVGW-Arbeitsblättern G 260/1 „Gasbeschaffenheit“, G 260/11 „Ergänzungsregeln für Gase der 2. Gasfamilie“ festgelegt, die durch die DIN 1340 („gasförmige Brennstoffe und sonstige Gase; Arten, Bestandteile, Verwendung“) ergänzt werden. Die Emissionen sind geringer als die von naturbelassenem Erdgas oder von Erdölgas. Insofern gelten die Aussagen in Kapitel 13.2.11.1 sinngemäß.

Empfehlung

- Aus gutachtlicher Sicht kann nicht empfohlen werden, den Brennstoff „Gase der öffentlichen Gasversorgung“ zu untersagen.

13.2.11.4 Flüssiggas

Flüssiggas weist vergleichbare Eigenschaften wie Gase der öffentlichen Gasversorgung auf.

Empfehlung

- Aus gutachtlicher Sicht kann nicht empfohlen werden, den Brennstoff „Flüssiggas“ zu untersagen.

13.2.11.5 Wasserstoff

Wasserstoff verbrennt zu Wasser. Staub- und Schwefeldioxidemissionen treten nicht auf.

Empfehlung

- Aus gutachtlicher Sicht kann nicht empfohlen werden, den Brennstoff „Wasserstoff“ zu untersagen.

13.2.12 Brenngase nach § 3 Abs. 1 Nr. 11

Unter diese Kategorie fallen

- Klärgas mit einem Volumengehalt an Schwefelverbindungen bis zu 1 Promille, angegeben als Schwefel und
- Biogas aus der Landwirtschaft, ohne Limitierung des Schwefelgehalts

Hinweise:

Wenn Klär- bzw. Biogas unmittelbar von der Quelle (Kläranlage, Landwirtschaft) für die Verbrennung bezogen wird, kann der Methan-Gehalt zwischen 30 und 70 % schwanken.

Dies hat zur Folge, dass sich die Verbrennungsqualität verschlechtert und höhere Emissionen entstehen (CO und Kohlenwasserstoffe bei unvollständiger Verbrennung; NO_x bei hohen Temperaturen).

In automatisch geregelten Anlagen kann die Verbrennungsqualität trotz eines schwankenden Methan-Gehalts konstant hoch gehalten werden. Hierzu dient z.B. eine Lambda-Sonde im Abgas, über die das Brennstoff-Luft-Gemisch je nach Lastzustand konstant gefahren werden kann.

Eine Überschreitung von Schadstoffimmissionsgrenzwerten ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auszuschließen.

Empfehlung

- Aus gutachtlicher Sicht kann ein Verbot der Verwendung von Klärgas und Biogas nicht empfohlen werden.

13.2.13 Brenngase nach § 3 Abs. 1 Nr. 12

Die in § 3 Abs. 1 Nr. 12 der 1. BImSchV aufgeführten Gase fallen üblicherweise bei industriellen Prozessen an. Sie werden meistens innerhalb der Produktionsstätte in speziellen Anlagen verwertet. Die Brenngase sind üblicherweise nicht am Markt für Haushalte verfügbar.

Der Methan-Gehalt von Brenngasen unterliegt mehr oder weniger großen Schwankungen. Die Folgen für die Verbrennungsqualität können über eine automatische Regelung ausgeglichen werden.

Bei abgestimmter Verbrennungstechnik ist die Staubemission von Brenngasen deutlich geringer als von Stückholz. Eine Überschreitung des Staub- Immissionsgrenzwerts kann nicht prognostiziert werden. Insbesondere auch bei abgestimmter Verbrennungstechnik sind die Staubimmissionen von Brenngasen deutlich geringer als die von Stückholz. Auch eine Überschreitung des SO_2-Immissionswertes ist nicht zu erwarten, selbst wenn Grubengas, Hochofen, Gichtgas oder Stahlgas zum Einsatz kommt, die aufgrund Ihrer Zusammensetzung zusätzliche Schadstoffimmissionen mit sich bringen.

Eine Überschreitung der Richtwerte der Geruchsimmissionsrichtlinie ist ebenfalls nicht zu erwarten.

Empfehlung

- Aus gutachtlicher Sicht kann nicht empfohlen werden, die in § 3 Abs. 1 Nr. 12 der 1. BImSchV aufgeführten Brennstoffe zu untersagen.

13.3 Nachwachsende Rohstoffe § 3 Abs. 1 Nr. 13

Für sonstige nachwachsende Rohstoffe gilt der Emissionsgrenzwert für Staub von 0,02 g/m³ (§ 5 Abs.1)

Aufgrund dieser zulässigen Emissionen ist die Verfeuerung von Biomasse mit der von Stückholz vergleichbar.

Für sonstige nachwachsende Rohstoffe, soweit diese die Anforderungen nach Absatz 5 einhalten, gelten zusätzlich nach 1.BImSchV folgende Einschränkungen:

§ 3 Abs. 5:

Brennstoffe im Sinne des Absatzes 1 Nummer 13 müssen folgende Anforderungen erfüllen:

1. *für den Brennstoff müssen genormte Qualitätsanforderungen vorliegen,*
2. *die Emissionsgrenzwerte nach Anlage 4 Nummer 2 (siehe unten, Anm. d. Verf.) müssen unter Prüfbedingungen eingehalten werden,*
3. *beim Einsatz des Brennstoffes im Betrieb dürfen keine höheren Emissionen an Dioxinen, Furanen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen als bei der Verbrennung von Holz auftreten; dies muss durch ein mindestens einjährliches Messprogramm an den für den Einsatz vorgesehenen Feuerungsanlagentyp nachgewiesen werden,*
4. *beim Einsatz des Brennstoffes im Betrieb müssen die Anforderungen nach § 5 Absatz 1 eingehalten werden können, dies muss durch ein mindestens einjährliches Messprogramm an den für den Einsatz vorgesehenen Feuerungsanlagentyp nachgewiesen werden.*

Anlage 4 Nummer 2:

Grenzwerte für Anlagen mit den in § 3 Absatz 1 Nummer 8 und 13 genannten Brennstoffen (Anforderungen bei der Typprüfung)

1. Dioxine und Furane: 0,1 ng/m³
2. Stickstoffoxide: Anlagen, die ab dem … [einsetzen: Datum des Inkrafttretens dieser Verordnung] errichtet werden: 0,6 g/m³
3. Anlagen, die nach dem 31.12.2014 errichtet werden: 0,5 g/m³
4. Kohlenstoffmonoxid: 0,25 g/m³.

Zusätzlich gilt der Emissionsgrenzwert für Staub von 0,02 g/m³ (§ 5 Abs.1)

Bewertung:

Durch die Vorgaben der 1.BImSchV müssen die Brennstoffe normiert und die Verbrennungsanlage geprüft werden. Dies schafft gute Voraussetzungen für eine schadstoffarme Verbrennung. Heute ist jedoch noch nicht abzusehen, ob z.B. Geruchsemissionen, die in der 1.BImSchV nicht geregelt sind, zu Problemen führen können.

Die Zusammensetzung von „Biomasse“ ist sehr variabel. So kann der Chlorgehalt über Größenordnungen schwanken.

Allgemein gilt:

- Je höher der Anteil grüner Bestandteile, desto höher der Chlorgehalt (siehe Stroh)
- Straßenschnitt von Autobahnen, Bundestrassen führen viel Chlor in Form von Streusalzresten (NaCl) mit
- Rinden und Hölzer von küstennahen Standorten haben aufgrund von Seesalz einen erhöhten Chlorgehalt.

Der Staubgrenzwert nach 1. BImSchV entspricht dem von Stückholz.

Empfehlung

- Biomassen sollten von der Nutzung als Brennstoff ausgeschlossen werden.

Es ist möglich, dass nachwachsende Rohstoffe vergleichbare Emissionen wie Holzpellets (siehe Kapitel 13.2.8) aufweisen. Sollte dies gewährleistet sein, könnten nachwachsende Rohstoffe durch eine erneute Entscheidung des Gemeinderates zugelassen werden.

14 Zusammenfassung und Empfehlungen

Im Stadtgebiet der Stadt Villingen-Schwenningen besteht für mehrere Bebauungsgebiete ein Verbrennungsverbot für feste und flüssige Brennstoffe. Vor dem Hintergrund des technologischen Fortschritts und der Weiterentwicklung der 1. BImSchV hat der Gemeinderat in seiner Sitzung am 24.10.2018 entschieden, die bisher in Bebauungsplanfestsetzungen geregelten Verbrennungsverbote mit dem Ziel der Öffnung für gesundheitlich unbedenkliche Brennstoffe zu ändern. Insbesondere die Verbrennung von Holzpellets und naturbelassenem Holz (Stückholz) soll nach Möglichkeit zugelassen werden.

Um eine Grundlage für eine Entscheidung zu erhalten, wurden im vorliegenden Bericht die Emissionen und Immissionen, die bei der Verbrennung der o.g. Brennstoffe entstehen, in den Wohngebieten „Hammerhalde“, „Kopsbühl“, „Wöschhalde“ und „Deutenberg“ ermittelt.

Die Berechnungen wurden für die Leitkomponenten Staub, Stickstoffdioxid und Gerüche durchgeführt.

Zur Emissionsmodellierung standen Energieverbräuche der Wohngebiete, die von den Stadtwerken Villingen-Schwenningen geliefert wurden, zur Verfügung. Aus diesen konnte ein spezifischer Energieverbrauch in kWh/(m² a) abgeleitet werden. Mit Hilfe der Gradtagsmethode konnte daraus eine Aufteilung des Energieverbrauchs pro Tag vorgenommen werden. Die Emissionen konnten dann über Anwendung eines energiebezogenen Emissionsfaktors ermittelt werden.

Mit diesen Emissionen wurden Ausbreitungsrechnungen für folgende Brennstoffe durchgeführt:

- Verfeuerung von Holzpellets,
- Verfeuerung Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher und Zusatzfeuerungen.

Bei der **Verfeuerung von Holzpellets** zeigen die Ausbreitungsrechnungen, dass die Immissionsgrenzwerte für PM_{10}, $PM_{2,5}$ und NO_2 an den beurteilungsrelevanten Orten in allen Wohngebieten unterschritten werden.

Im Wohngebiet „Kopsbühl“ werden an den Betriebsgebäuden eines Kfz Service-Unternehmens und eines Fahrzeughändlers an der Schwenninger Straße erhöhte PM_{10}- und NO_2-Immissionen bei der Verfeuerung von Pellets berechnet. Die Immissionen können durch Ableitung der Abgase in größerer Höhe so verringert werden, dass die Immissionswerte sicher unterschritten sind. Hierzu wäre eine Einzelfallprüfung erforderlich.

Bei Gerüchen wird der Immissionswert von 10 % relativer Geruchsstundenhäufigkeit im Wohngebiet „Wöschhalde“ geringfügig“ überschritten (10,9 %), in den anderen drei Wohngebieten eingehalten. Da die Berechnungen unter konservativen Annahmen erfolgten, ist tatsächlich mit deutlich geringeren Geruchsstundenhäufigkeiten zu rechnen, sodass auch

im Wohngebiet „Wöschhalde“ davon auszugehen ist, dass der Immissionswert der GIRL von 10 % eingehalten wird.

Aus gutachterlicher Sicht ist eine Verfeuerung von Holzpellets in allen vier Wohngebieten möglich.

Bei der **Verfeuerung von Stückholz** werden die Immissionsgrenzwerte für PM_{10}, $PM_{2,5}$ und NO_2 an den beurteilungsrelevanten Orten in den vier Wohngebieten unterschritten, liegen jedoch höher als bei der Verfeuerung von Holzpellets.

Die berechneten Geruchsstundenhäufigkeiten bei der Verfeuerung von Stückholz überschreiten den Immissionswert der GIRL. Aufgrund der deutlichen Überschreitung ist auch bei weniger konservativen Ansätzen davon auszugehen, dass der Immissionswert nicht eingehalten wird.

Aus diesem Grund wird empfohlen, eine Verfeuerung von Stückholz in allen vier Wohngebieten zu untersagen.

Bei einer Aufhebung des Verbrennungsverbots für Holz sind die Schornsteinhöhen gemäß VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017) auszulegen.

Bei der **Verfeuerung von Heizöl leicht (Heizöl EL) nach DIN 51603, § 3 Abs. 1 Nr. 9** werden die Immissionsgrenzwerte für PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO_2 und SO_2 an den beurteilungsrelevanten Orten in den vier Wohngebieten unterschritten.

Für den Inhalt

Claus-Jürgen Richter	Katharina Knapp
Diplom-Meteorologe	Diplom-Mathematikerin

Freiburg, 30.09.2019

Literatur

1. BImSchV (2010): Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV).

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen. Zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 10.10.2016 I 2244. S. 1065S.

Baumbach, G., M. Struschka, W. Juschka, M. Carrasco, K.B. Ang, L. Hu, W. Bächlin & C. Sörgel (2009): Immissionsprognose für die thermische Biomassenutzung (BIOMIS). Anleitung für das Arbeitsblatt BIOMIS, Version 1.0 (Stand Juni 2009). Dressau-Roßlau

Baumbach, G., M. Struschka, W. Juschka, M. Carrasco, K.B. Ang, L. Hu, W. Bächlin & C. Sörgel (2010): Modellrechnungen zu den Immissionsbelastungen bei einer verstärkten Verfeuerung von Biomasse in Feuerungsanlagen der 1. BImSchV. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Universität Stuttgart, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG Karlsruhe, Dessau-Roßlau. Forschungsbericht

GIRL (2008): Geruchsimmissionsrichtlinie – Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen.Fassung vom 29. Februar 2008 und eine Ergänzung vom 10. September 2008. Länderausschuss für Immissionsschutz

Janicke, L. (2000): A random walk model for turbulent diffusion. (Nummer 1)Auflage 1.

Janicke, L. & U. Janicke (2000): Vorschlag eines meteorologischen Grenzschichtmodells für Lagrangesche Ausbreitungsmodelle. Berichte zur Umweltphysik 2.

Janicke, L. & U. Janicke (2004): Weiterentwicklung eines diagnostischen Windfeldmodells für den anlagenbezogenen Immissionsschutz (TA Luft). . im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin

Kolb, H. (1975): Vergleich verschiedener Methoden der Über¬tragung von Statisti¬ken der Aus¬breitungsver-hältnisse in orogra¬phisch modifiziertem Ge¬län¬de. (Band 24): S. 57-68.

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (2006): Leitfaden zur Erstellung von Immissionsprognosen mit AUSTAL2000 in Genehmigungs-verfahren nach TA Luft und der Geruchsimmissions-Richtlinie.

Struschka, M., P. Winter, W. Bächlin & A. Lohmeyer (2013): Geruchsbelästigungen durch Holzfeuerungen. , Messbericht im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg,. L. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Ed). Uni Stuttgart - Abteilung Reinhaltung der Luft.

TA Luft (2002): Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes- Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) (GMBl Nr. 25-29 vom 30.07.2002). 511S.

UBA ed. (2007): Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub und Stickstoffdioxid.

VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 (2017): Umweltmeteorologie – Ableitung für Abgase – Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen.

VDI-Richtlinie 3782, Blatt 6 (2017): Entwurf: Umweltmeteorologie. Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Bestimmung der Ausbreitungsklasse nach Klug/Manier.

VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 (2017): Umweltmeteorologie. Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft.

VDI-Richtlinie 4710, Blatt 2 (2007): Meteorologische Daten in der technischen Gebäudeausrüstung – Gradtage.

Anhang 1: Tagesgänge

A1.1 Tagesgänge bei der Verfeuerung von Pellets

Kalter Wintertag

An einem kalten Wintertag beträgt die mittlere relative Kesselauslastung etwa 67 %, Vgl. Baumbach et al. (2010), 53. Bei dieser Auslastung ist eine kontinuierliche Heizleistung ohne Schaltvorgänge der Pelletfeuerung möglich. In der 6. und 18. Stunde des Tages wird eine Warmwasseraufbereitung angenommen, sodass hier die relative Kesselauslastung höher liegt als in den restlichen Tagesstunden (siehe Abbildung A1-1 aus Baumbach et al. (2010), 55).

Da die relative Kesselauslastung direkt mit dem Abgasvolumenstrom zusammenhängt, können aus dem Tagesverlauf der relativen Kesselauslastung Faktoren für den Tagesgang gebildet werden. Mit diesem Tagesgang werden die Emissionen, die in Kapitel 5 hergeleitet werden, multipliziert.

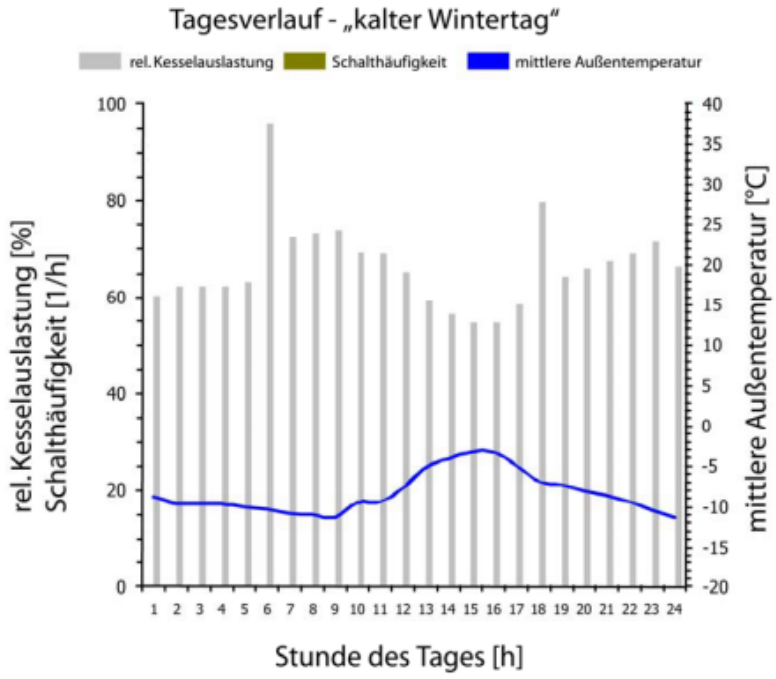


Abbildung A1-1: Tagesverlauf der relativen Kesselauslastung für die Verfeuerung von Pellets an einem kalten Wintertag (aus: Baumbach et al. (2010), Bild 3-22, S. 55.)

Milder Wintertag

Die mittlere relative Kesselauslastung an einem milden Wintertag beträgt ca. 40% (Vgl. Baumbach et al. (2010), 56). Damit liegt die Kesselauslastung über der Modulationsgrenze des Kessels, sodass eine kontinuierliche Heizleistung ohne Schaltvorgänge angenommen werden kann.

In Baumbach et al. (2010), 85 ist für einen milden Wintertag neben der relativen Kesselauslastung ebenfalls ein Tagesverlauf energiebezogener Emissionsfaktoren dargestellt (siehe Abbildung A1-3). Dieser zeigt für die Stoffe NO_x und Staub einen nahezu konstanten Emissionsverlauf über den gesamten Tag. Eine Mehremission von Staub durch unvollständige Verbrennung bei Schaltvorgängen ist auf Grund der guten Kesselauslastung nicht hinterlegt.

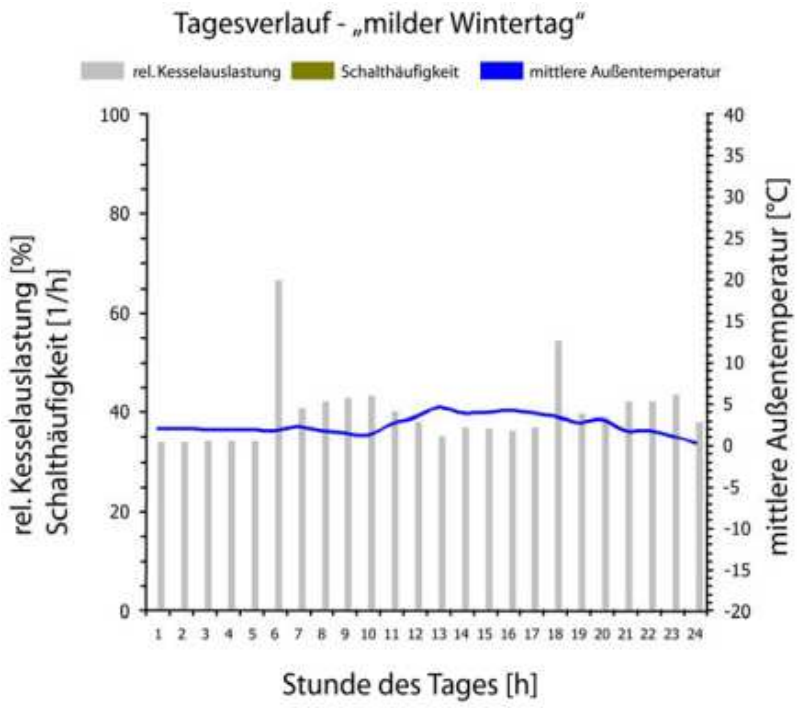


Abbildung A1-2: Tagesverlauf der relativen Kesselauslastung für die Verfeuerung von Pellets an einem kalten Wintertag (aus: Baumbach et al. (2010), Bild 3-26, S. 58).

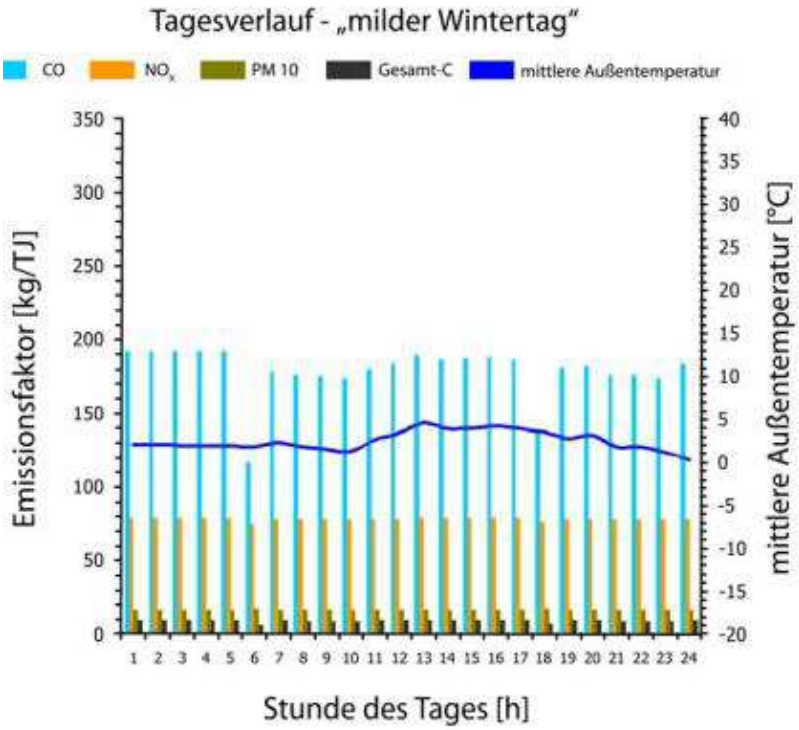


Abbildung A1-3: Tagesverlauf der Emissionsfaktoren für die Verfeuerung von Pellets an einem milden Wintertag (aus:Baumbach et al. (2010), Bild 3-64, S. 85.)).

Milder Tag

An einem milden Tag sinkt die Kesselauslastung einer Pelletfeuerung teilweise unter die Modulationsgrenze von 15% (Baumbach et al. (2010), 60f.). Der Kessel geht in die taktende Betriebsweise, bei der mehrere Start-Stopp-Vorgänge auftreten.

In Abbildung A1-5 ist der Tagesverlauf der energiebezogenen Emissionsfaktoren für einen milden Tag dargestellt (Baumbach et al. (2010), 60).

Da die NO_x-Emissionen nicht von instationären Vorgängen wie Schalthäufigkeiten abhängen, verlaufen diese nahezu gleichbleibend über den gesamten Tag mit Ausnahme der Zeitfenster, in denen eine Heizenergieerzeugung auf Grund ausreichend hoher Außentemperaturen nicht notwendig ist.

Für Staub zeigt Abbildung A1-5 in mehreren Stunden eine Mehremission an, die durch die Schalthäufigkeiten des Kessels zustande kommen.

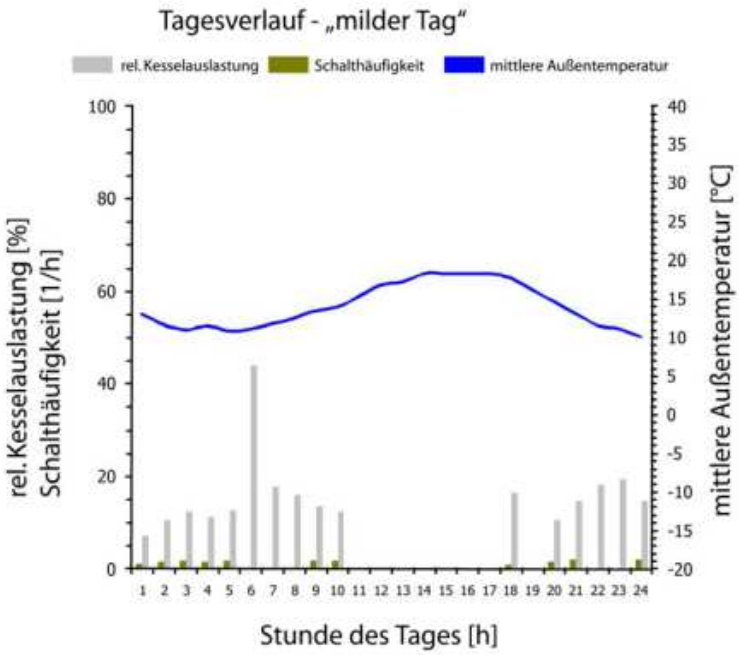


Abbildung A1-4: Tagesverlauf der relativen Kesselauslastung für die Verfeuerung von Pellets an einem milden Tag (aus: Baumbach et al. (2010), Bild 3-30, S. 60.)

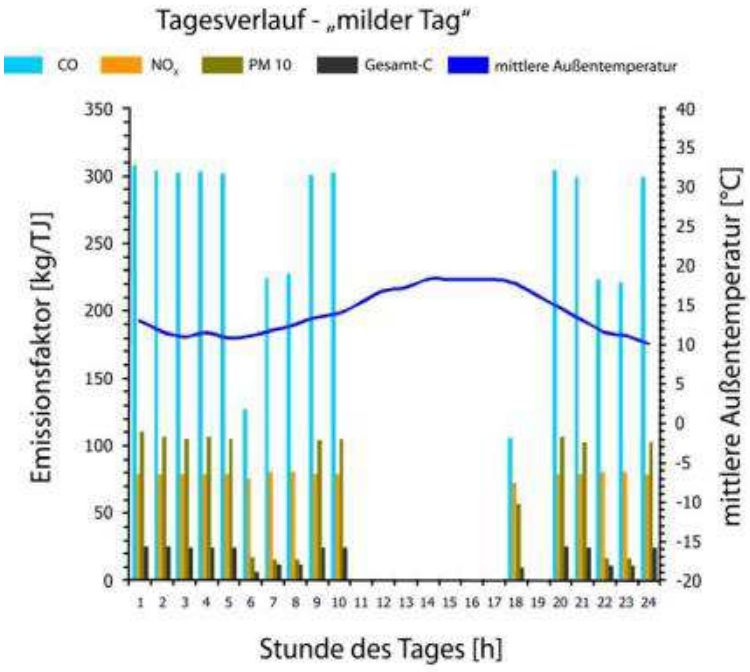


Abbildung A1-5: Tagesverlauf der Emissionsfaktoren für die Verfeuerung von Pellets an einem milden Tag (aus: Baumbach et al. (2010), Bild 3-65, S. 86.)

A1.2 Tagesgänge bei der Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher

Kalter Wintertag

An einem kalten Wintertag wird davon ausgegangen, dass der Energiebedarf mit 3 Abbränden zu je 5 Stunden abgedeckt wird, siehe Baumbach et al. (2010), 64f.

Die relative Kesselauslastung verläuft während der ersten Stunden der drei 5-stündigen Betriebszeitfenster unter Volllast (100 %) und geht danach in den Teillastbetrieb über (siehe Abbildung A1-6). Instationäre Emissionen (durch Anbrand- und Ausbrandvorgänge, Regelvorgänge) treten jeweils in der ersten Stunde eines Betriebszeitfensters auf.

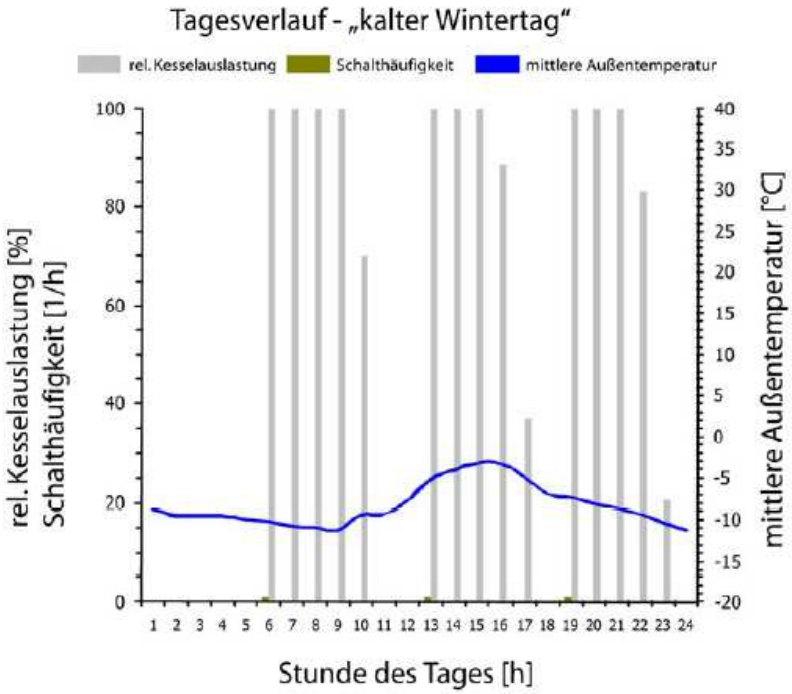


Abbildung A1-6: Tagesverlauf der relativen Kesselauslastung für die Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher an einem kalten Wintertag (aus: Baumbach et al. (2010), Bild 3-36, S 65).

Milder Wintertag

An einem milden Wintertag sind 2 Abbrände ausreichend, um den Energiebedarf zu decken, vgl. Baumbach et al. (2010), 67.

Die relative Kesselauslastung verläuft für die ersten drei Stunden der beiden Betriebszeitfenster unter Volllast (100 %) und geht danach in den Teillastbetrieb über (siehe Abbildung A1-7). Instationäre Emissionen durch Anbrand- und Ausbrandvorgänge sowie Regelvorgänge treten jeweils in der ersten Stunde des Betriebszeitfensters auf.

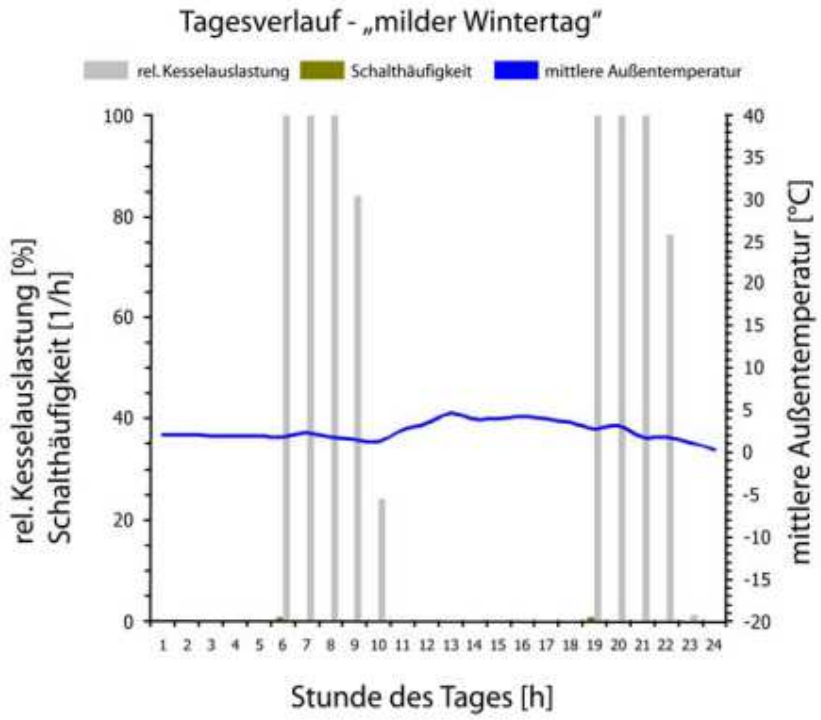


Abbildung A1-7: Tagesverlauf der relativen Kesselauslastung für die Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher an einem milden Wintertag (aus:Baumbach et al. (2010), Bild 3-40, S. 68).

Abbildung A1-8 zeigt den Tagesverlauf der Emissionsfaktoren mehrerer Stoffe an einem milden Wintertag. Für NO_x sind die Emissionsfaktoren in beiden Betriebszeitfenstern konstant. Bei Staub sind deutlich die Mehremissionen in der ersten Stunde des Betriebszeitfenster durch instationäre Vorgänge (z.B. Anbrand) zu erkennen. Für die restlichen Stunden des Betriebszeitfensters verläuft der Staub-Emissionsfaktor hingegen konstant.

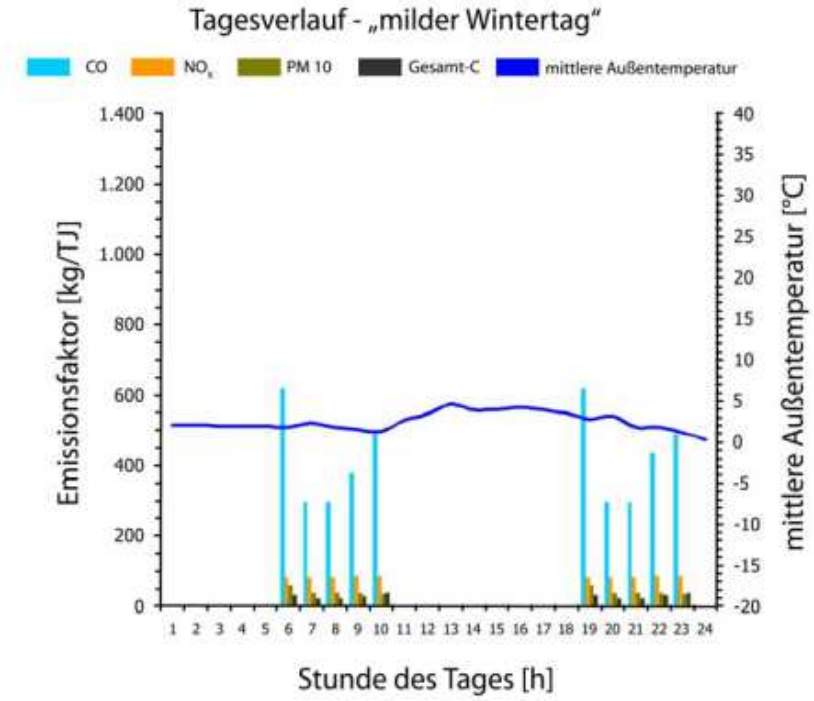


Abbildung A1-8: Tagesverläufe von Emissionsfaktoren für die Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher an einem milden Wintertag (aus: Baumbach et al. (2010), Bild 3-70, S. 91).

Milder Tag

An einem milden Tag wird der Energiebedarf durch einen Abbrand mit einem Betriebszeitfenster von 3 Stunden gedeckt, vgl. Baumbach et al. (2010), 69.

Die relative Kesselauslastung verläuft während der ersten Stunde des Betriebszeitfensters unter Volllast (100 %) und geht danach in den Teillastbetrieb über (siehe Abbildung A1-9). Instationäre Emissionen (durch Anbrand- und Ausbrandvorgänge, Regelvorgänge) treten nur in der ersten Stunde des Betriebszeitfensters auf.

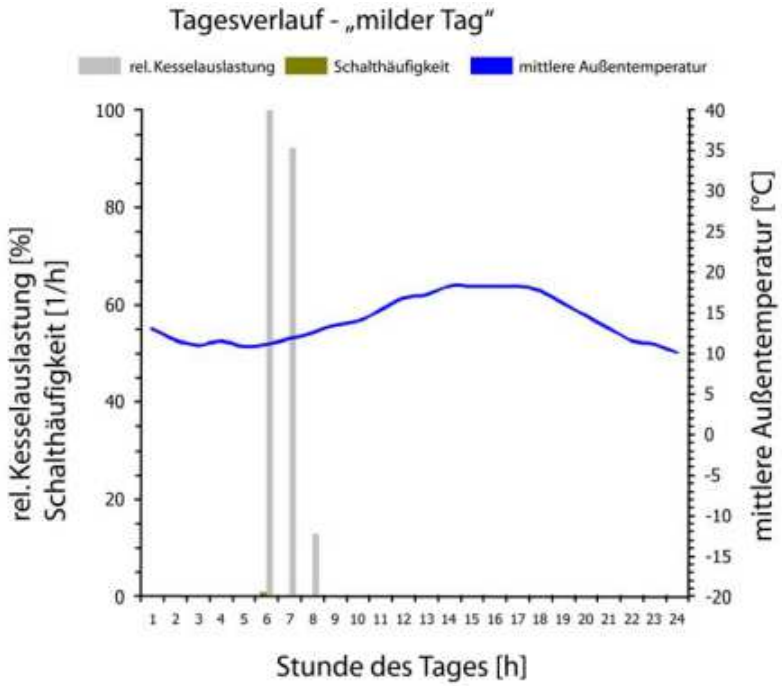


Abbildung A1-9: Tagesverlauf der relativen Kesselauslastung für die Verfeuerung von Stückholz in Kesseln mit Pufferspeicher an einem milden Tag (aus: Baumbach et al. (2010), Bild 3-44, S. 70).

A1.3 Tagesgänge bei der Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen

Kalter Wintertag

In Anlehnung an Baumbach et al. (2010), 72 gehen wir von einer Feuerungszeit von 6 Stunden am Abend je kaltem Wintertag aus.

Die relative Auslastung beträgt 100%. Instationäre Vorgänge, die zu erhöhten Emissionen führen, werden immer zur ersten Stunde der 6-stündigen Betriebszeit berücksichtigt.

Der Verlauf der energiebezogenen Emissionsfaktoren an einem kalten Wintertag ist in Abbildung A1-11 dargestellt (aus Baumbach et al. (2010)).

In der ersten Stunde des Betriebszeitfensters erfolgt die Anfeuerung. Durch die dabei auftretende unvollständige Verbrennung sind die energiebezogenen Emissionsfaktoren von Kohlenmonoxid, Staub und Gesamt-C in der ersten Stunde höher als in den darauffolgenden Stunden, in denen sie konstant bleiben.

Für Stickstoffoxide bleibt der Emissionsfaktor während des gesamten Betriebszeitfensters konstant, da Produkte unvollständiger Verbrennung keine Auswirkung auf die NO_x-Emission haben.

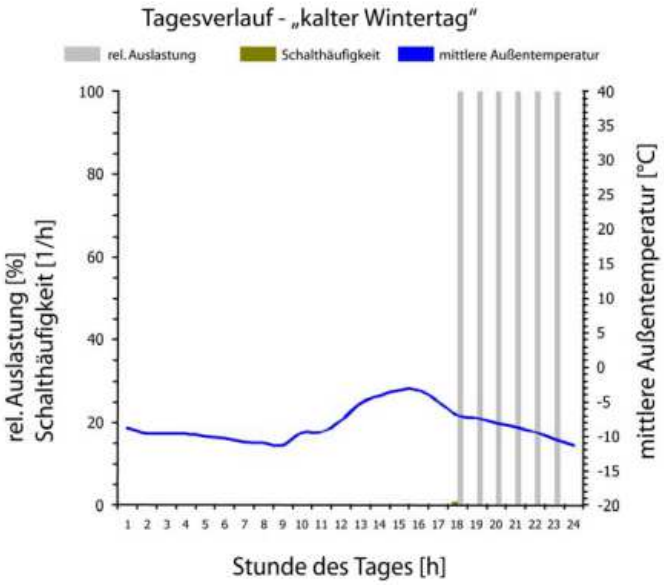


Abbildung A1-10 Tagesverlauf der relativen Auslastung für die Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen an einem kalten Wintertag (aus: Baumbach et al. (2010), Bild 3-48, S. 73).

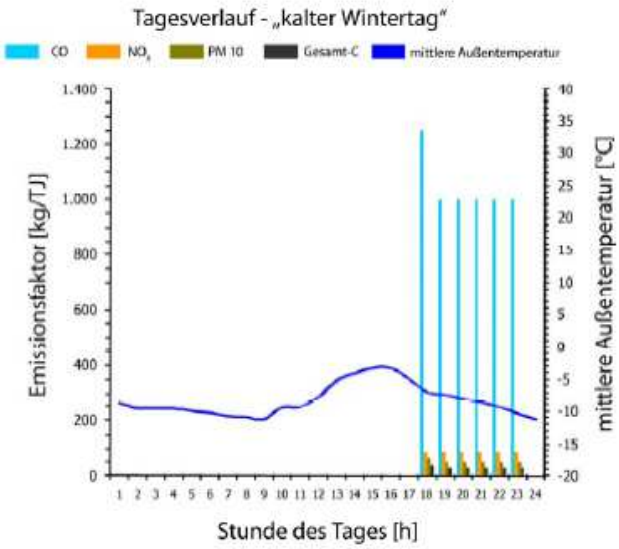


Abbildung A1-11: Tagesverläufe von Emissionsfaktoren für die Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen an einem kalten Wintertag (aus: Baumbach et al. (2010), Bild 3-72, S. 92).

Milder Wintertag

An einem milden Wintertag gehen wir ebenfalls von einer 6-stündigen Betriebszeit der Zusatzfeuerung aus, jedoch mit einer geringeren Heizleistung, vgl. Baumbach et al. (2010), 72.

Die ersten 1,5 Stunden wird die Feuerung unter Volllast betrieben, danach geht sie in den Teillastbereich über.

Auch an einem milden Wintertag werden instationäre Vorgänge in der ersten Stunde des Betriebszeitfensters angenommen.

Abbildung A1-13 zeigt den Verlauf der Emissionsfaktoren an einem milden Wintertag. Wie beim kalten Wintertag treten in der ersten Betriebsstunde erhöhte Emissionen an Kohlenmonoxid, Staub und Gesamt-C auf. Da an einem milden Wintertag die Feuerung nach dem ersten Abbrand in den Teillastbetrieb übergeht, sind die Emissionsfaktoren für Kohlenmonoxid und Gesamt-C höher als an einem kalten Wintertag. Für Staub und NO_x sind die Emissionsfaktoren hingegen mit einem kalten Wintertag vergleichbar.

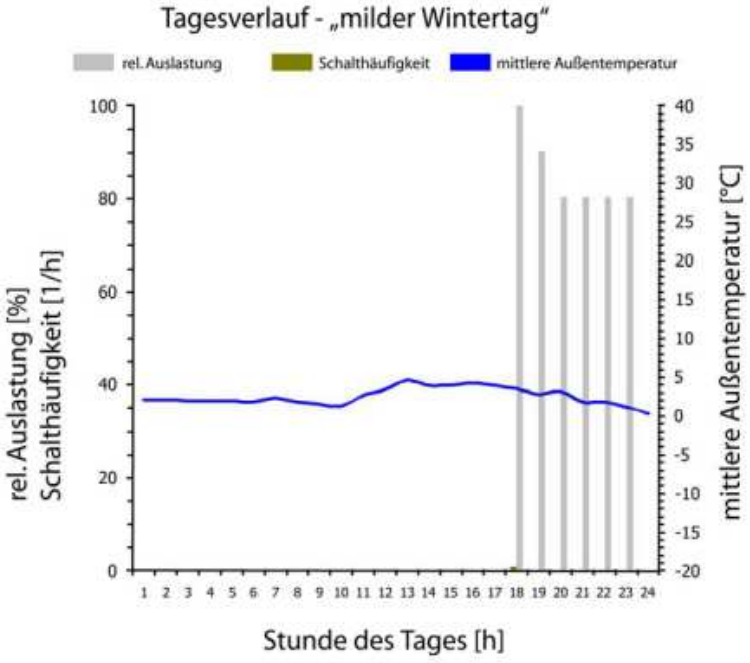


Abbildung A1-12: Tagesverlauf der relativen Auslastung für die Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen an einem milden Wintertag (aus: Baumbach et al. (2010), Bild 3-50, S. 74).

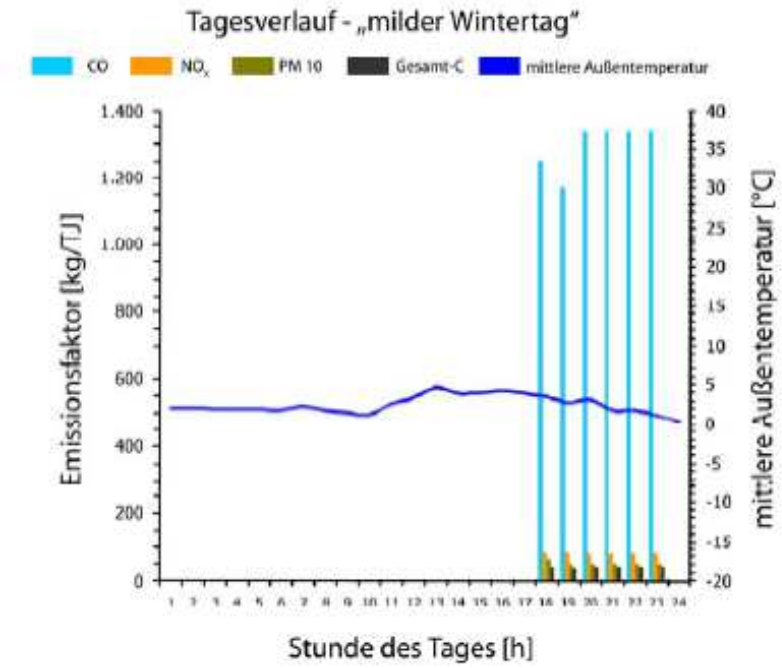


Abbildung A1-13: Tagesverläufe von Emissionsfaktoren für die Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen an einem milden Wintertag (aus: Baumbach et al. (2010), Bild 3-73, S. 93).

Milder Tag

Abbildung A1-13 zeigt den Verlauf der relativen Auslastung an einem milden Tag.

Der Energiebedarf an einem milden Tag ist so gering, dass er mit einer Abbrandzeit von 1,5 Stunden gedeckt werden kann. Dies entspricht in etwa einer Holzauflage. Der erste Abbrand (d.h. die ersten 1,5 Stunden) erfolgt in der Regel immer unter Volllast, vgl. Baumbach et al. (2010), 74. Für die Ausbreitungsrechnungen (siehe Kapitel 7) wird eine zweistündige Betriebszeit angesetzt, wobei in der ersten Stunde des Abbrandes die relative Auslastung mit 100% und in der darauffolgenden Stunde mit 50% angesetzt wird (siehe Abbildung A1-14).

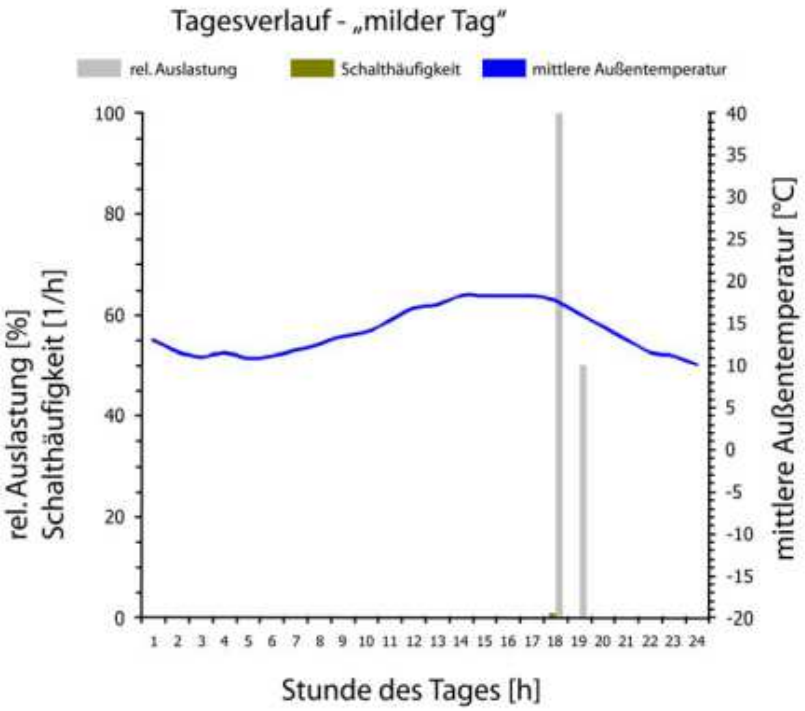


Abbildung A1-14: Tagesverlauf der relativen Auslastung für die Verfeuerung von Stückholz in Zusatzfeuerungen an einem milden Tag (aus: Baumbach et al. (2010), Bild 3-52, S. 75).

Anhang 2: Ermittlung des repräsentativen Jahres

Um das für mehrjährige Verhältnisse repräsentative Jahr bzgl. der Außentemperaturen und Gradtagszahlen in Villingen-Schwenningen zu ermitteln, sind die Jahresmitteltemperatur und die Gradzahltage der LUBW Station Villingen und der DWD Station Stuttgart-Echterdingen in Tabelle A2-1 dargestellt.

Das Jahr 2016 ist sowohl hinsichtlich der Temperatur, als auch der Gradtagszahl als repräsentativ für den Zeitraum der letzten 10 Jahre anzusehen.

Tabelle A2-1: Temperaturkennzahlen.

Jahr	LUBW Villingen		DWD Stuttgart-Echterdingen	
	Mittlere Temperatur (°C)	Gradtagszahl (K · d)	Mittlere Temperatur (°C)	Gradzahltage (K · d)
2009	8.6	3970	10.5	3502
2010	7.6	4451	9.3	3982
2011	8.5	4065	10.9	3197
2012	7.6	4347	10.4	3482
2013	7.2	4555	9.7	3760
2014	9.3	3396	11.3	3093
2015	8.5	4158	11.2	3311
2016	**8.0**	**4288**	**10.5**	**3439**
2017	8.1	4249	10.8	3488
2018	9.1	3610	11.7	3086
Mittelwert der letzten 10 Jahre	**8.0**	**4261**	**10.6**	**3434**

Anhang 3: Rechengebiet

A3.1 Hammerhalde

Die Ausbreitungsrechnung wird für ein Rechengebiet von 2,85 km x 2,54 km durchgeführt. Diese Gebietsgröße wird entsprechend den Anforderungen des Anhangs 3 der TA Luft erzeugt.

Tabelle A3-1: Dimensionierung der Modellgitter für das Rechengebiet „Hammerhalde“.

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	10 m	2.850 m x 2.540 m	285 x 254

Als Maß für die Bodenrauigkeit wird im Beurteilungsgebiet eine mittlere Rauigkeitslänge von z_0 = 1 m verwendet. Sie wird automatisch vom Modell aus dem CORINE-Kataster des Statistischen Bundesamtes mit 1 m bestimmt.

A3.2 Kopsbühl

Die Ausbreitungsrechnung wird für ein Rechengebiet von 2,07 km x 3,25 km durchgeführt.

Tabelle A3-2: Dimensionierung der Modellgitter für das Rechengebiet „Kopsbühl“.

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	10 m	2.070 m x 3.250 m	207 x 325

Die Rauigkeitslänge z_0 beträgt ebenfalls 1 m.

A3.3 Wöschhalde

Die Ausbreitungsrechnung wird für ein Rechengebiet von 2,20 km x 2,94 km durchgeführt.

Tabelle A3-3: Dimensionierung der Modellgitter für das Rechengebiet „Wöschhalde“.

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	10 m	2.200 m x 2.940 m	220 x 294

Die Rauigkeitslänge z_0 beträgt ebenfalls 1 m.

A3.4 Deutenberg

Die Ausbreitungsrechnung wird für ein Rechengebiet von 2,55 km x 2,17 km durchgeführt.

Tabelle A3-4: Dimensionierung der Modellgitter für das Rechengebiet „Deutenberg“.

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	10 m	2.550 m x 2.170 m	255 x 217

Die Rauigkeitslänge z_0 beträgt wie in den anderen Wohngebieten 1 m.

Anhang 4: Geländeeinfluss

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

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 LASAT integrierten mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells Lprwnd berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 nicht überschreitet, da das Modell das Abreißen der Strömung an Geländekanten nicht nachbildet.

Im Wohngebiet „Hammerhalde“ wird dieses Kriterium in den bebauten Bereichen erfüllt. Nur im Übergang zu den Höhen des Schwarzwalds im Nordwesten treten durch die im Tal verlaufende Brigach Steigungen > 1:5 auf (siehe Abbildung A4-1). Da die Immissionen innerhalb des Wohngebiets „Hammerhalde“ zu untersuchen sind, kann der Geländeeinfluss mit dem diagnostischen Windfeldmodell Lprwnd (Version 3.4.16 vom 03.01.2019, Janicke & Janicke (2004)) berechnet werden.

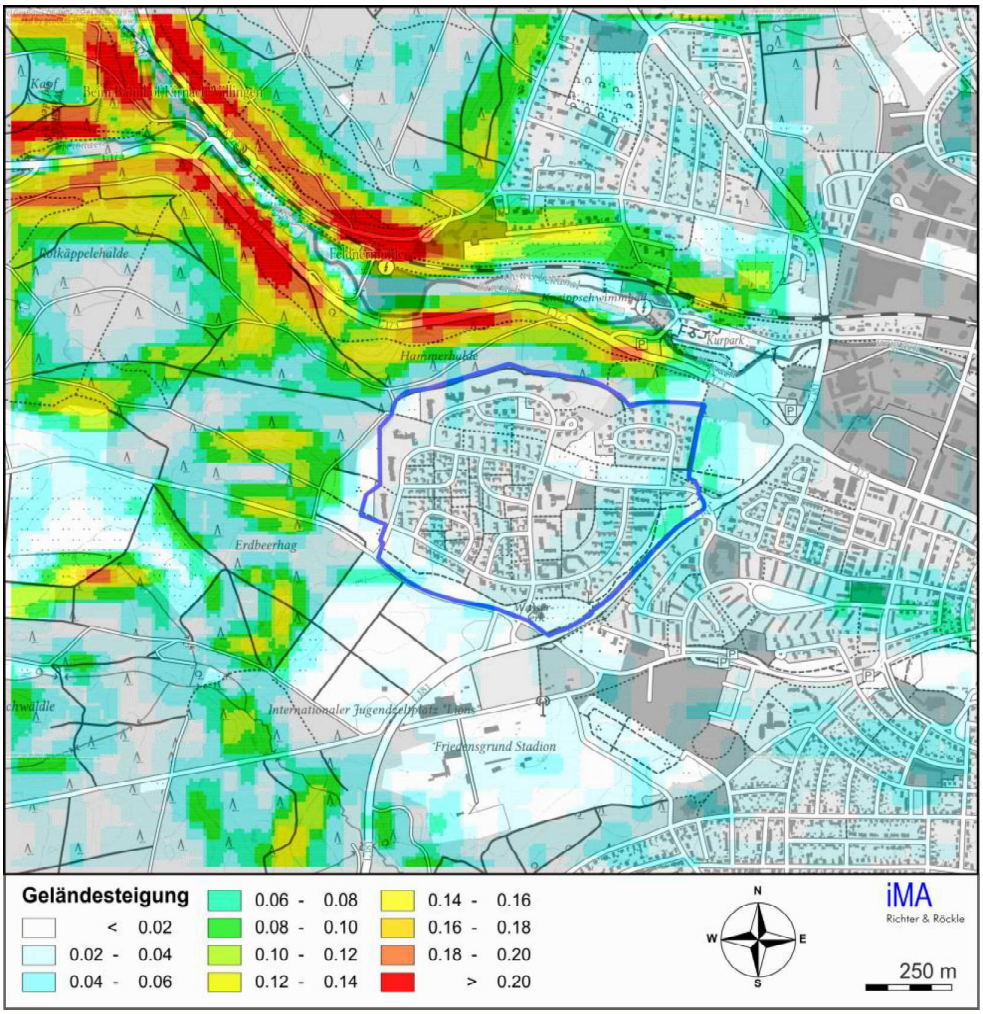


Abbildung A4-1: Geländesteigung im Wohngebiet „Hammerhalde“.

Im Wohngebiet „Kopsbühl“ treten durch den nach Westen abfallenden Hang, auf dem das Wohngebiet entstanden ist, Steigungen > 1:5 auf. Durch die Verwendung eines diagnostischen Windfeldmodells könnten hier vor allem bei Winden aus dem östlichen Sektor möglicherweise etwas zu geringe Immissionen berechnet werden. Da Ostwinde am Standort nur sehr selten auftreten (vgl. Abbildung 6-5 auf S. 42), kann auch für dieses Wohngebiet das diagnostische Modell LPRWND zur Berechnung der Windfelder verwendet werden.

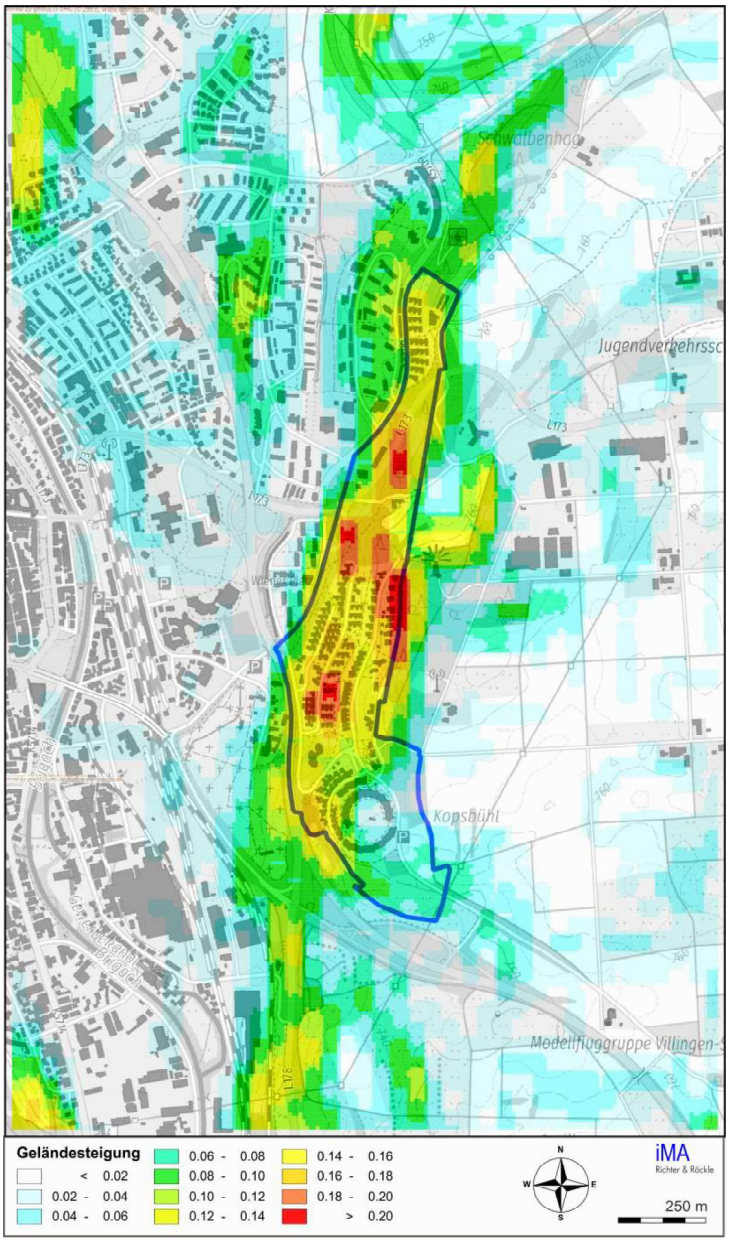


Abbildung A4-2: Geländesteigung im Wohngebiet „Kopsbühl“.

Im Wohngebiet „Wöschhalde“ treten ausschließlich Steigungen < 1:5 auf (siehe Abbildung A4-3). Am nördlichen Rand des Rechengebiets treten zwar Steigungen > 1:5 auf, da die Immissionen jedoch innerhalb des Wohngebiets „Wöschhalde“ zu untersuchen sind, kann der Geländeeinfluss mit dem diagnostischen Windfeldmodell Lprwnd (Version 3.4.16 vom 03.01.2019, Janicke & Janicke (2004)) berechnet werden.

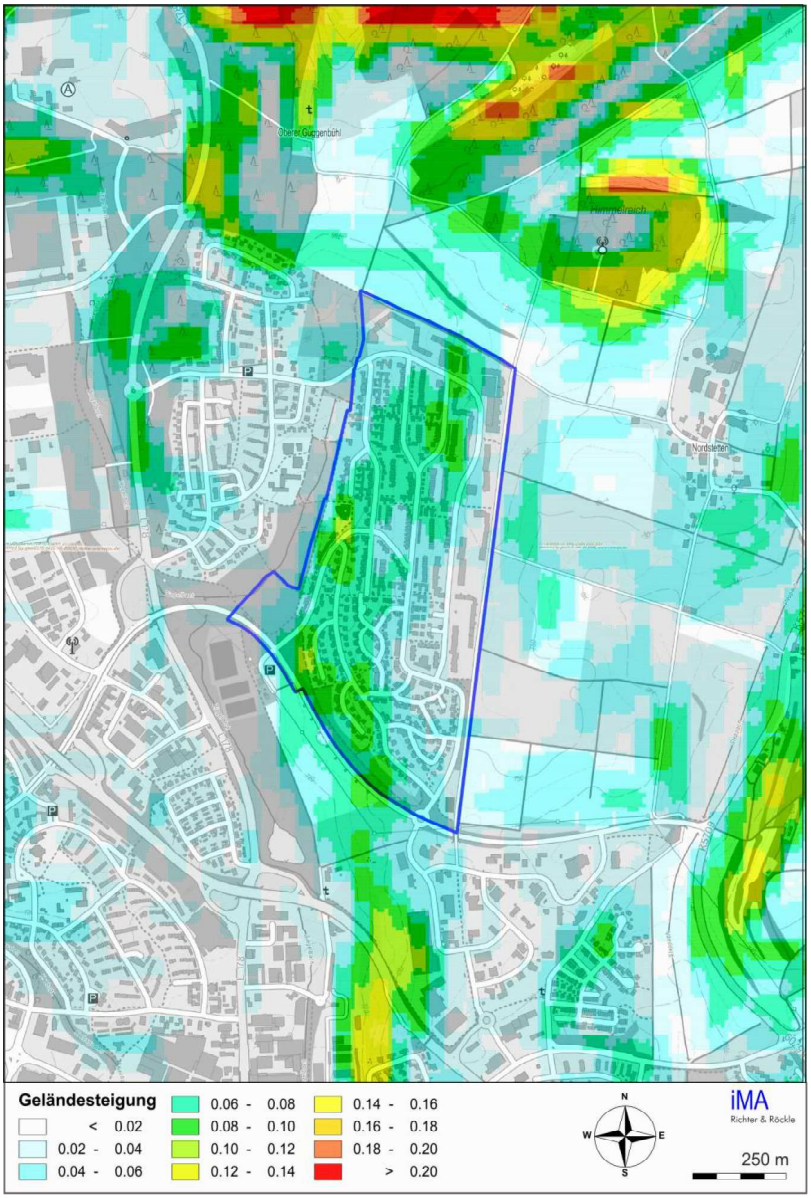


Abbildung A4-3: Geländesteigung im Wohngebiet „Wöschhalde“.

Im gesamten Rechengebiet für das Wohngebiet „Deutenberg“ liegen die Steigungen < 1:5 (vgl. Abbildung A4-4), sodass das diagnostische Modell LPRWND zur Berechnung der Windfelder verwendet werden kann.

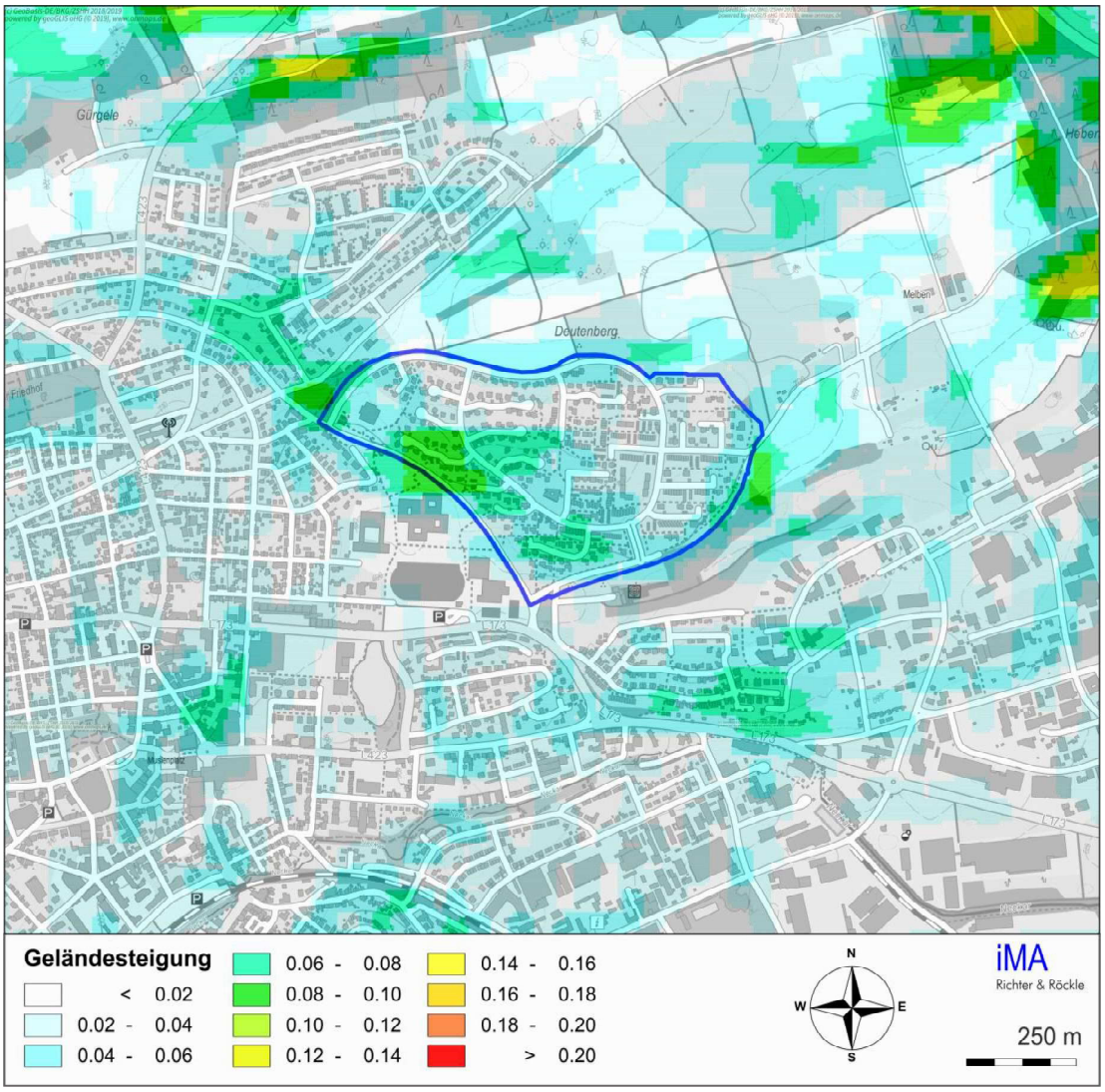


Abbildung A4-4: Geländesteigung im Wohngebiet „Deutenberg“.