

2 STRASSENVERKEHR

Grundlage für die Berechnung der Emissionen des Straßenverkehrs sind Angaben zur Verkehrsbelastung pro Straßenabschnitt und Daten zum spezifischen Emissionsverhalten der Fahrzeugflotte im betrachteten Bezugsjahr. Die verwendeten Datengrundlagen für Rheinland-Pfalz werden im Folgenden erläutert.

2.1 Verkehrsdaten 2020

Grundlage bilden das Straßennetz und die Verkehrsdaten 2019, da aktuelle Daten für das Jahr 2020 noch nicht vollständig vorliegen und stark durch die Corona-Pandemie geprägt sein werden.

Das verwendete Straßennetz ist in Abb. 2.1 dargestellt. Aus den im Folgenden aufgeführten Datenquellen lagen aktuelle Angaben zu Verkehrsbelastungen vor:

- Ergebnisse der Dauerzählstellen in Rheinland-Pfalz für das Jahr 2019 der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und des Landesbetriebs Mobilität Rheinland-Pfalz
- Ergebnisse von temporären Messungen (hochgerechnet auf jahresmittlere durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken, DTV) aus den Jahren 2016 bis 2019 in Rheinland-Pfalz des Landesbetriebs Mobilität
- Ergebnisse der Straßenverkehrszählung 2015 in Rheinland-Pfalz der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und des Landesbetriebs Mobilität Rheinland-Pfalz
- Verkehrsdaten für die Lärmkartierung, Stand 2016, zur Verfügung gestellt durch das Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz
- Datenbasis der letzten Aktualisierung des Emissionskatasters Straßenverkehr Rheinland-Pfalz, Stand 2013

Die abschnittsbezogen vorliegenden Verkehrsdaten wurden – mit Priorisierung gemäß obiger Reihenfolge – den Streckenabschnitten im digitalen Straßennetzmodell zugewiesen. Die so gebildete Datenbasis wurde auf Plausibilität geprüft und soweit erforderlich auf das Jahr 2019 fortgeschrieben. Dazu wurden die Entwicklungen der Verkehrsbelastungen an den Dauerzählstellen in den Jahren 2016 bis 2019 herangezogen.

Für die Städte Mainz, Ludwigshafen und Koblenz wurden zusätzlich Datenabfragen durchgeführt, um aktuelle Daten insbesondere zu den innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen zu berücksichtigen. Es wurden Daten in unterschiedlichem Detaillierungsgrad zur Verfügung gestellt, die zur Ergänzung und Plausibilisierung der vorliegenden Daten herangezogen wurden.

Die Verkehrsdaten liegen als jahresmittlere durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken vor, in den meisten Fällen differenziert nach Leichtverkehr und Schwerverkehr. Die Verkehrsstärken 2020 sind in Abb. 2.2 dargestellt. Deutlich treten die hochbelasteten Straßen, insbesondere die Autobahnen, hervor.

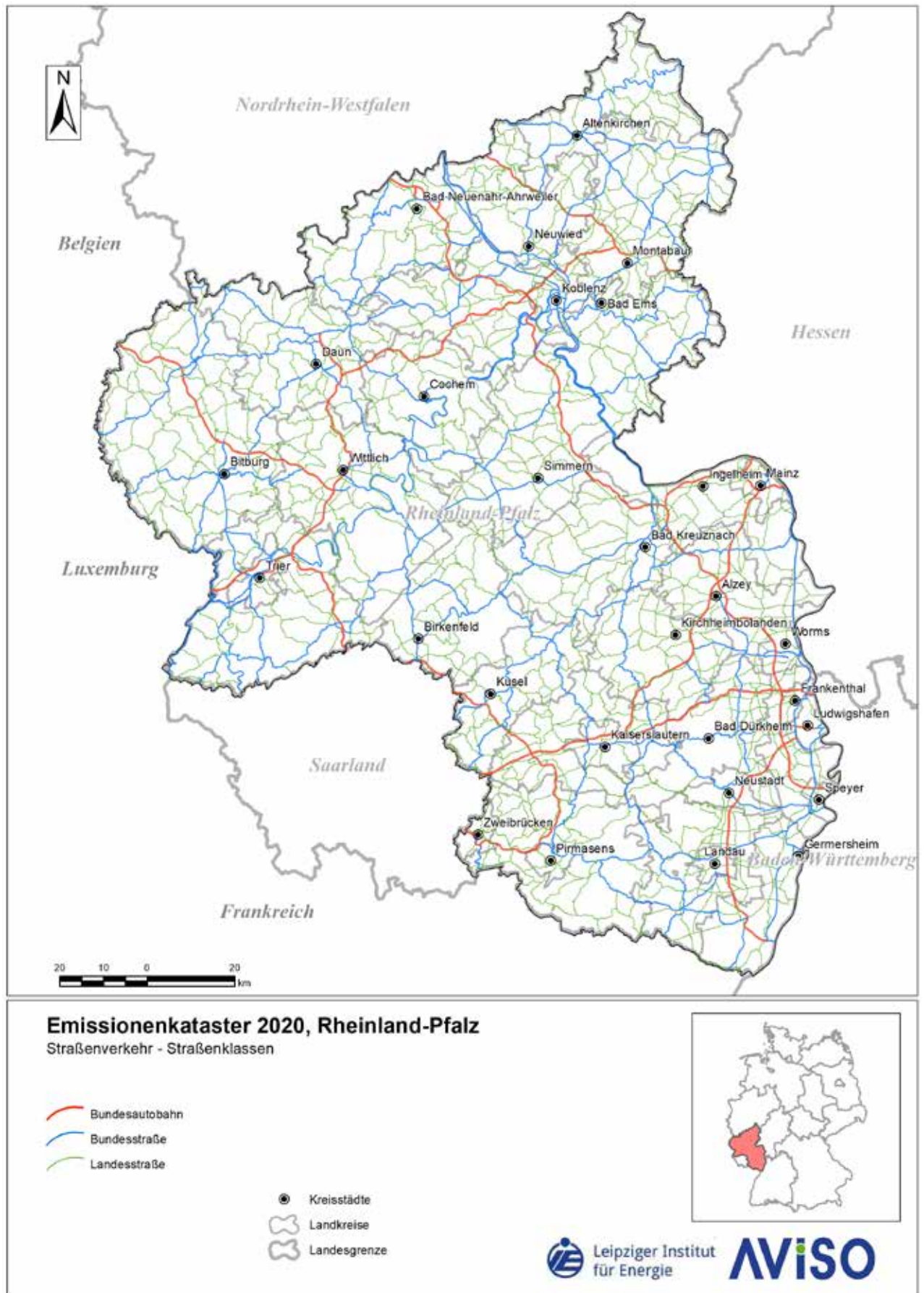


Abb. 2.1: Straßennetz Rheinland-Pfalz im Netzmodell des Emissionskatasters Straßenverkehr Rheinland-Pfalz

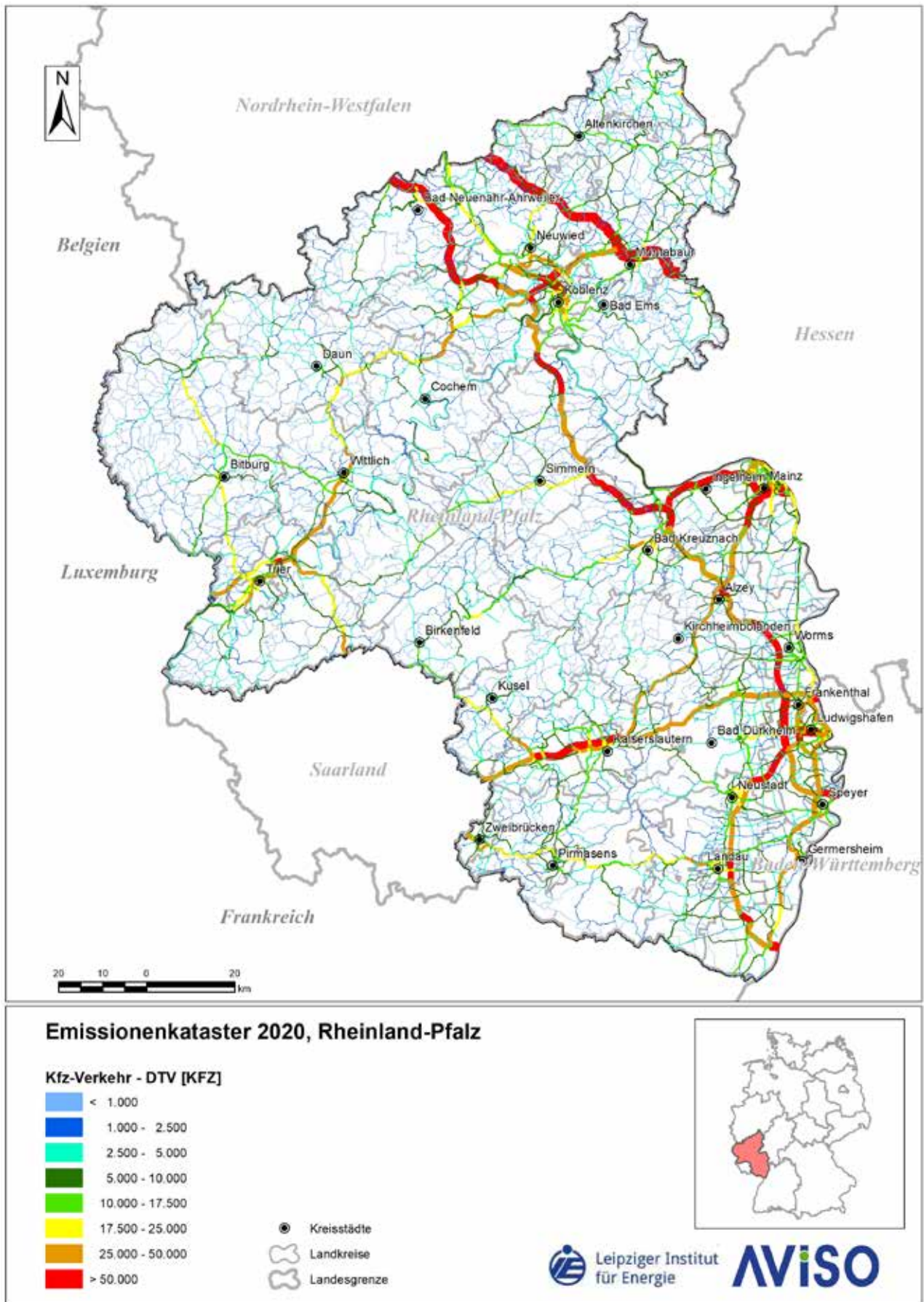


Abb. 2.2: Verkehrsstärken 2020 im Netzmodell des Emissionskatasters Straßenverkehr Rheinland-Pfalz (jahresmittlere durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken, DTV Kfz)

2.2 Grundlagen der Emissionsermittlung

Die Emissionen von Kraftfahrzeugen im Straßenverkehr werden neben der eingesetzten Fahrzeugtechnik (Kraftstoff/Antriebstechnik, Abgasnachbehandlung, Euro-Normstufe, Gewichtsklasse etc.) vor allem von der Verkehrsmenge und der Verkehrssituation bzw. Verkehrsqualität (frei fließend bis zu Stau) beeinflusst.

Die wichtigsten Eingangsdaten für die Emissionsberechnungen, die diese Abhängigkeiten abbilden, werden im Folgenden kurz erläutert.

Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA4.1)

Wesentliche Datengrundlage zur Ermittlung der Emissionen stellt in Deutschland das Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs in der aktuellen Version 4.1 (HBEFA 4.1) dar /HBEFA 2019/. Diese wurde im September 2019 veröffentlicht und enthält gegenüber der Vorgängerversion HBEFA 3.3 umfassende Neuerungen, die alle Fahrzeugkategorien und auch fast alle Fahrzeugschichten betreffen.

Die HBEFA 4.1-Datenbank enthält pro Fahrzeugkategorie für jede einzelne Fahrzeugschicht (unterschieden nach Motorkonzept, Euronormstufe, Gewichtsklasse, etc.) pro Verkehrssituation sogenannte Schichtemissionsfaktoren für verschiedene Abgaskomponenten. Die Schichtemissionsfaktoren geben die charakteristischen spezifischen Abgasemissionen für die betrachtete Verkehrssituation in $g/(Fahrzeug \cdot km)$ an. Diese Schichtemissionsfaktoren wurden im Rahmen umfangreicher europäischer Projekte ermittelt, wobei zunächst typische Real-World-Fahrzyklen definiert und daraus die sogenannten Verkehrssituationen abgeleitet worden waren (vgl. z. B. /HAUSBERGER 2010/).

Flottenzusammensetzung

Im HBEFA 4.1 sind zur Ermittlung der Emissionsfaktoren je Fahrzeugkategorie typische bundesmittlere Flottenzusammensetzungen für Autobahnen, Außerortsstraßen oder Innerortsstraßen pro Jahr hinterlegt. Diese basieren auf Daten des gemeldeten Fahrzeugbestands bzw. dessen Prognose für zukünftige Jahre, die mittels einer Fahrleistungsgewichtung in die Flottenzusammensetzung (die sogenannte dynamische Fahrzeugflotte, wie sie auf den Straßen typischerweise vorhanden ist) überführt wurden. Dabei wurde berücksichtigt, dass z. B. Diesel-Pkw in der Regel höhere Fahrleistungen aufweisen als Benziner, oder neuere Fahrzeuge höhere als ältere.

Für die Pkw wurde zunächst überprüft, ob signifikante Differenzen zwischen dem aktuell gemeldeten Pkw-Bestand in Rheinland-Pfalz zum Stand 01.01.2020 und dem im HBEFA 4.1 verwendeten Pkw-Bestand für das Bezugsjahr 2020 vorliegen. Da dies nicht der Fall ist, wurde für Rheinland-Pfalz die bundesmittlere Pkw-Flotte aus HBEFA 4.1 zur Emissionsberechnung verwendet. Im gemeldeten, sogenannten statischen Bestand liegt der Anteil der Diesel-Pkw bei ca. 32 %, im dynamischen Bestand, d. h. in der Flottenzusammensetzung auf der Straße, liegt der Diesel-Anteil bei den Pkw deutlich höher, da diese höhere mittlere Jahresfahrleistungen aufweisen als Otto-Pkw.

Für die schweren Nutzfahrzeuge, die überwiegend überregional eingesetzt werden, wird stets die bundesmittlere Flottenzusammensetzung aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs verwendet.

Die Flottenzusammensetzung für Innerortsstraßen nach HBEFA 4.1 für das Jahr 2020 aggregiert auf Ebene der Euronormstufen zeigt nachfolgende Tabelle. Der Anteil der Dieselfahrzeuge liegt bei den Pkw bei 46 %, bei den leichten Nutzfahrzeugen (INfz) bei 95 % und bei den schweren Nutzfahrzeugen (Lkw, Lastzug/Sattelzug (LzSz)) und den Bussen bei nahezu 100 %. Bei allen Fahrzeugkategorien haben die Euro 6/VI Fahrzeuge mittlerweile den größten Anteil an der Flotte.

Tab. 2.1: Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen für das Jahr 2020 gemäß HBEFA 4.1

2020	Flottenzusammensetzung auf Innerortsstraßen, Handbuch 4.1					
	Pkw	Infz	Bus	Krad	Lkw	LzSz
Otto vor E1 u. Rest	0,1%	0,1%	-	19,6%	-	-
Otto E1	0,7%	0,0%	-	17,5%	-	-
Otto E2	1,0%	0,1%	-	30,0%	-	-
Otto E3	2,4%	0,1%	-	17,8%	-	-
Otto E4	16,4%	0,6%	-	14,3%	-	-
Otto E5	11,5%	0,7%	-	-	-	-
Otto E6	19,7%	2,3%	-	-	-	-
Elektro	0,3%	0,4%	0,4%	0,7%	0,3%	0,0%
Gas	1,5%	0,4%	1,2%	-	0,1%	0,1%
Diesel vor E1	-	0,2%	0,4%	-	1,0%	0,0%
Diesel E1	0,2%	0,3%	0,4%	-	0,7%	0,0%
Diesel E2	0,4%	0,7%	2,3%	-	2,4%	0,3%
Diesel E3	2,0%	3,0%	8,5%	-	6,0%	1,2%
Diesel E4	7,3%	13,1%	4,4%	-	4,9%	0,9%
Diesel E5	14,4%	30,5%	28,2%	-	30,8%	12,8%
Diesel E6	22,1%	47,5%	54,2%	-	53,7%	84,6%
gesamt Diesel	46,3%	95,3%	98,4%	0,0%	99,6%	99,9%
gesamt	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Verkehrssituation nach HBEFA 4.1

Die Emissionsfaktoren sind im HBEFA 4.1 für unterschiedliche Fahr-/Straßen- und Verkehrszustände angegeben. Diese wurden in einem Schema von Verkehrssituationen kategorisiert. Für die Emissionsberechnung wurde jedem Streckenabschnitt eine im Tagesgang variable Verkehrssituation zugeordnet, die zum einen von den infrastrukturellen Randbedingungen Ortslage, Straßentyp und Tempolimit abhängt und außerdem maßgeblich vom Störungsgrad des Verkehrsablaufs (Level of Service) beeinflusst wird. Dieser beschreibt die Qualität des Verkehrsflusses und wird über den Tagesgang der Verkehrsstärken und des Auslastungsgrades abgeleitet.

Abgas-Emissionsfaktoren

Die Abgas-Emissionsfaktoren wurden für alle Schadstoffe unter Berücksichtigung der Flottenzusammensetzung 2020 und der Schichtemissionsfaktoren aus HBEFA 4.1 pro Fahrzeugkategorie ermittelt.

In Abb. 2.3 sind für ausgewählte Verkehrssituationen die NO_x-Abgas-Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2020 für die Ebene, d. h. Steigung 0 %, dargestellt. Diese spezifischen Emissionsfaktoren geben die emittierte Schadstoffmenge in g pro Fahrzeug und km an. Deutlich zu erkennen ist, dass die NO_x-Emissionsfaktoren der schweren Nutzfahrzeuge (Lkw, Lastzug/Sattelzug (LzSz), Bus) teilweise um den Faktor 10 höher sind als die der Pkw.

Zu beachten ist, dass vor allem bei den innerörtlichen Verkehrssituationen sinkende Geschwindigkeiten stets mit einem höheren Störungsgrad im Verkehrsablauf (Beschleunigungs-/Verzögerungsanteile

etc.) verbunden sind. Emissionsfaktoren für Tempolimit T30 und T40 auf Hauptverkehrsstraßen innerorts sind im HBEFA 4.1 erstmalig enthalten. Hier fehlen bislang Erfahrungen, ob diese Verkehrssituationen zu belastbaren Ergebnissen führen, daher werden diese noch nicht verwendet und sind in der Darstellung nicht mit aufgenommen.

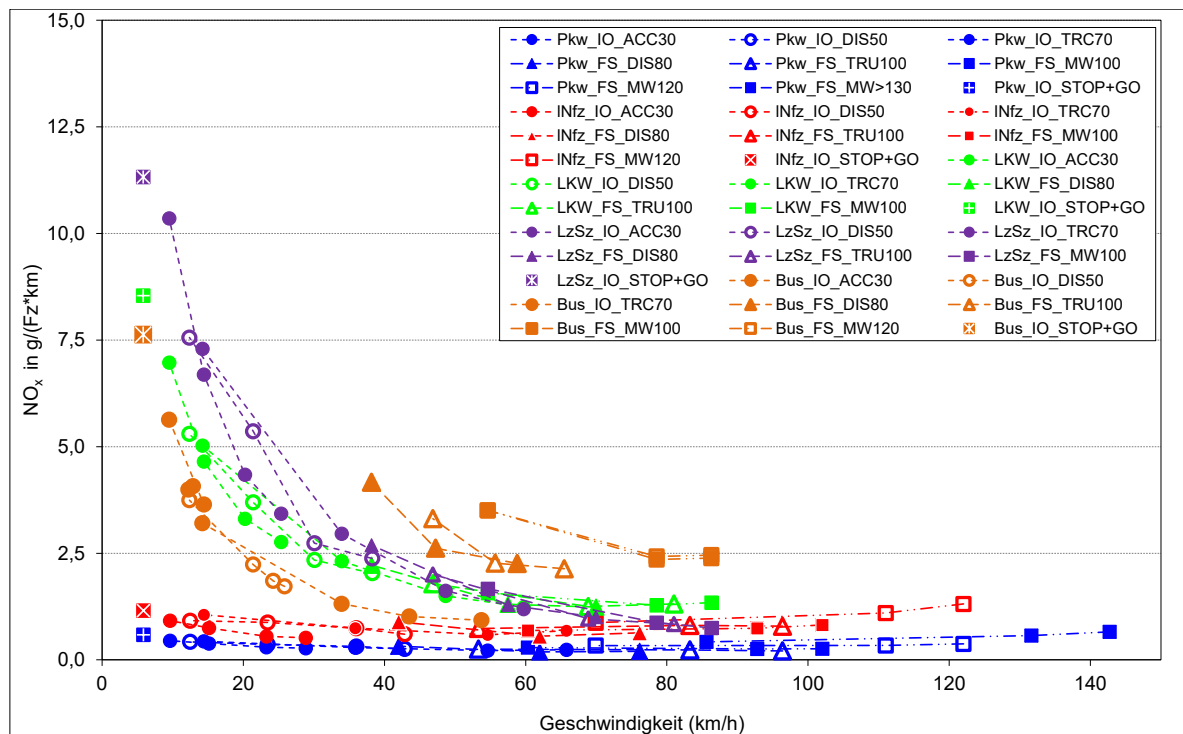


Abb. 2.3: NO_x- Abgas-Emissionsfaktoren pro Fahrzeugkategorie für das Bezugsjahr 2020 (Steigung 0 %), Basis HBEFA4.1 (sinkende Geschwindigkeiten innerorts stellen hier Verkehrssituationen mit einem steigenden Störungsgrad dar)

Emissionsfaktoren PM_{2,5}, PM₁₀, Staub, Black Carbon (BC) und Partikelanzahl

Für PM₁₀ und PM_{2,5} werden im HBEFA 4.1 sowohl Abgas-Emissionsfaktoren als auch – neu in dieser Version – Emissionsfaktoren für nicht-abgasbezogene Partikelemissionen (PM₁₀ non exhaust und PM_{2,5} non exhaust) ausgewiesen. Dies sind zum einen die PM₁₀-Feinstaub-Emissionen aus Aufwirbelung und Abrieb (PM₁₀ AWAR) und zum anderen die PM_{2,5} Emissionen nur durch Abriebe (PM_{2,5} Abrieb, Bremsen-, Reifen- und Straßenabrieb). Es wird im HBEFA 4.1 darauf hingewiesen, dass diese Emissionsfaktoren eine deutlich höhere Unsicherheit aufweisen als die Abgas-Emissionsfaktoren. Es wird dabei aktuell davon ausgegangen, dass die Partikel durch Aufwirbelung alle größer PM_{2,5} sind und daher die nicht-abgasbezogenen PM_{2,5}-Emissionsfaktoren nur die Emissionen aus Abrieben enthalten.

Zusätzlich werden hier auch die Emissionen für Staub insgesamt berechnet. Diese werden zusammengesetzt aus den Abgaspartikeln (Annahme: alle Abgaspartikel sind mit PM₁₀ erfasst), den Partikeln durch Aufwirbelung (Annahme: alle Partikel durch Aufwirbelung sind nicht größer als PM₁₀) und den Gesamtstaubpartikeln durch Bremsenabrieb, Reifenabrieb und Straßenabrieb. Für letztere wurden Angaben aus zusätzlichen Datenquellen verwendet, um die gesamten Abriebs-Emissionen (auch größer

PM10) zu berücksichtigen. Daher passen diese Staub-Emissionsfaktoren für die Abriebe nicht unbedingt mit den im HBEFA 4.1 ausgewiesenen nicht-abgasbezogenen Partikel-Emissionsfaktoren zusammen. Dieses Vorgehen stellt aber momentan die einzige Möglichkeit dar, Gesamt-Staub-Emissionen des Straßenverkehrs auszuweisen.

Im HBEFA 4.1 werden erstmals auch Emissionsfaktoren für Black Carbon (BC) ausgewiesen. BC ist ein Bestandteil der Partikelemissionen. Black Carbon-Emissionsfaktoren werden sowohl für die Abgasemissionen (BC) als auch für die nicht-abgasbezogenen Partikel Emissionen (BC-Abrieb) im HBEFA 4.1 angegeben. BC-Emissionen werden hier an Stelle von Ruß-Emissionen ausgewiesen.

Außerdem werden im HBEFA 4.1 Emissionsfaktoren für die Partikelanzahl (PN) der Abgasemissionen angegeben, die hier auch verwendet wurden, um zusätzlich die Partikelanzahl-Emissionen zu berechnen.

Emissionsberechnung

Für die Ermittlung der Emissionen wurde das von AVISO entwickelte Emissionsberechnungsmodell roadTEIM eingesetzt, das aus den folgenden drei Hauptmodulen besteht:

- (1) Das Emissionsfaktorenmodul basiert im Wesentlichen auf den Daten der HBEFA-Emissionsfaktorendatenbank (auf Fahrzeugschichtebene). Ergänzende Daten für weitere im HBEFA nicht enthaltene Schadstoffe und Schichten sind integriert. Die Emissionsfaktoren werden pro Fahrzeugart für ausgewählte Bezugsjahre für alle relevanten Verkehrssituationen und Verkehrszustände / Level of Service berechnet. Dabei wird ein Kaltstarteinfluss auf die Emissionshöhe berücksichtigt (in Abhängigkeit von typischen Fahrtweitenverteilungen, Außentemperatur und Motortemperatur bzw. Abstellzeit).
- (2) Im Verkehrsmodul werden pro Streckenabschnitt die zeitlich aufgelösten Daten der Verkehrsstärken (differenziert nach Fahrzeugarten) und des Verkehrsablaufs (Geschwindigkeit und Verkehrsablaufbedingungen in Abhängigkeit vom Störungsgrad von frei fließend bis Stop&Go) ermittelt. Standardmäßig werden Stundenwerte für die Tagesgruppen Mo-Fr, Sa und So berechnet. Auf Basis dieser Daten werden pro Streckenabschnitt die charakteristischen Verkehrssituationen gemäß der Definition im HBEFA für jede Tagesstunde abgeleitet.
- (3) Im Emissionsmodul werden die Emissionen pro Streckenabschnitt und Fahrzeugart auf Basis der Ergebnisse des Verkehrsmoduls und des Emissionsfaktorenmoduls berechnet. Die Ergebnisse werden zu Jahreswerten aggregiert. Die Daten können im Weiteren u.a. als Eingangsdaten für Immissionsberechnungen verwendet werden.

2.3 Emissionen 2020

Unter Berücksichtigung der Verkehrsdatenbasis 2019 und den für das Jahr 2020 ermittelten Emissionsfaktoren pro Verkehrssituation wurden die Emissionen 2020 abschnittsbezogen ermittelt. Die für Rheinland-Pfalz aggregierten Ergebnisse für das Bezugsjahr 2020 sind in Tab. 2.2 aufgeführt.

Wegen der grundlegenden Aktualisierung des HBEFA ist ein direkter Vergleich der auf Basis des neuen HBEFA 4.1 berechneten Emissionen des Straßenverkehrs 2020 mit den Ergebnissen für 2013 (auf Basis HBEFA 3.1) nicht zielführend. Dieser durch die aktualisierten Datengrundlagen verursachte Bruch zwischen den aktuell ermittelten Ergebnissen für 2020 und den Ergebnissen früherer Berechnungen gilt

nahezu für alle Schadstoffe, die auf Basis des HBEFA 4.1 ermittelt werden, auch – wenn auch schwächer ausgeprägt – für den Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen.

Die Jahresfahrleistung für Rheinland-Pfalz liegt bei 35,2 Mrd. Fahrzeugkilometern (Basis 2019), der damit für das Jahr 2020 ermittelte Kraftstoffverbrauch bei 2.714 kt/a und die CO₂-Emissionen bei 8.403 kt/a. Die sonstigen Emissionen liegen je nach Schadstoff im Bereich von 42 t/a für SO₂ bis knapp 40 kt/a für CO.

Tab. 2.2: Jahresfahrleistung und Emissionen des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz, Bezugsjahr 2020

Schadstoff		Pkw	INfz	sNfz incl. Busse	Krad	Kfz
Fahrleistung	Mio. Fzkm/a	28.752	2.541	3.474	441	35.209
KV	t/a	1.686.094	221.316	790.516	16.489	2.714.415
CO ₂	t/a	5.198.410	689.550	2.464.959	50.563	8.403.482
CO	t/a	34.287	1.586	1.761	2.268	39.902
OGD	t/a	1.334	40	122	453	1.949
Methan	t/a	248	17	4	61	330
NM/OC ¹	t/a	1.087	23	118	392	1.620
Benzol	t/a	74	1	2	59	136
NOX	t/a	13.150	3.177	4.604	53	20.985
NO ₂	t/a	4.192	1.116	823	3	6.134
SO ₂	t/a	26	4	13	0	42
N ₂ O	t/a	121	20	144	1	286
NH ₃	t/a	497	13	41	1	552
PM ₁₀ Abgas	t/a	117	51	81	25	274
PM _{2,5} Abgas	t/a	117	51	81	25	274
BC Abgas	t/a	59	31	40	5	134
PN Abgas	1* 10 ⁶ /a	9,02E+16	3,84E+16	4,83E+16	2,72E+14	1,77E+17
PM ₁₀ AWAR ²	t/a	913	80	607	5	1.605
PM _{2,5} Abrieb	t/a	339	39	174	2	554
BC Abrieb	t/a	34	4	17	0	55
Staub ³	t/a	2.670	393	2.468	42	5.573

1 NM VOC = OGD ohne Methan

2 AWAR = Aufwirbelung und Abriebe

3 Summe aus Abgas, Aufwirbelung und Abriebe

Die Verteilung der Jahresfahrleistung und der Emissionen auf die Teilbereiche Autobahnen, Bundesstraßen außerorts, sonstige Außerortsstraßen und Innerortsstraßen zeigt Abb. 2.4. Auf den Autobahnen wird ca. 40 % der Fahrleistung erbracht, entsprechend dominieren auch die Emissionen auf Autobahnen für die meisten Schadstoffe. Nur für die Schadstoffe OGD, Benzol und NMVOC wird der größte Anteil der Emissionen innerorts freigesetzt.

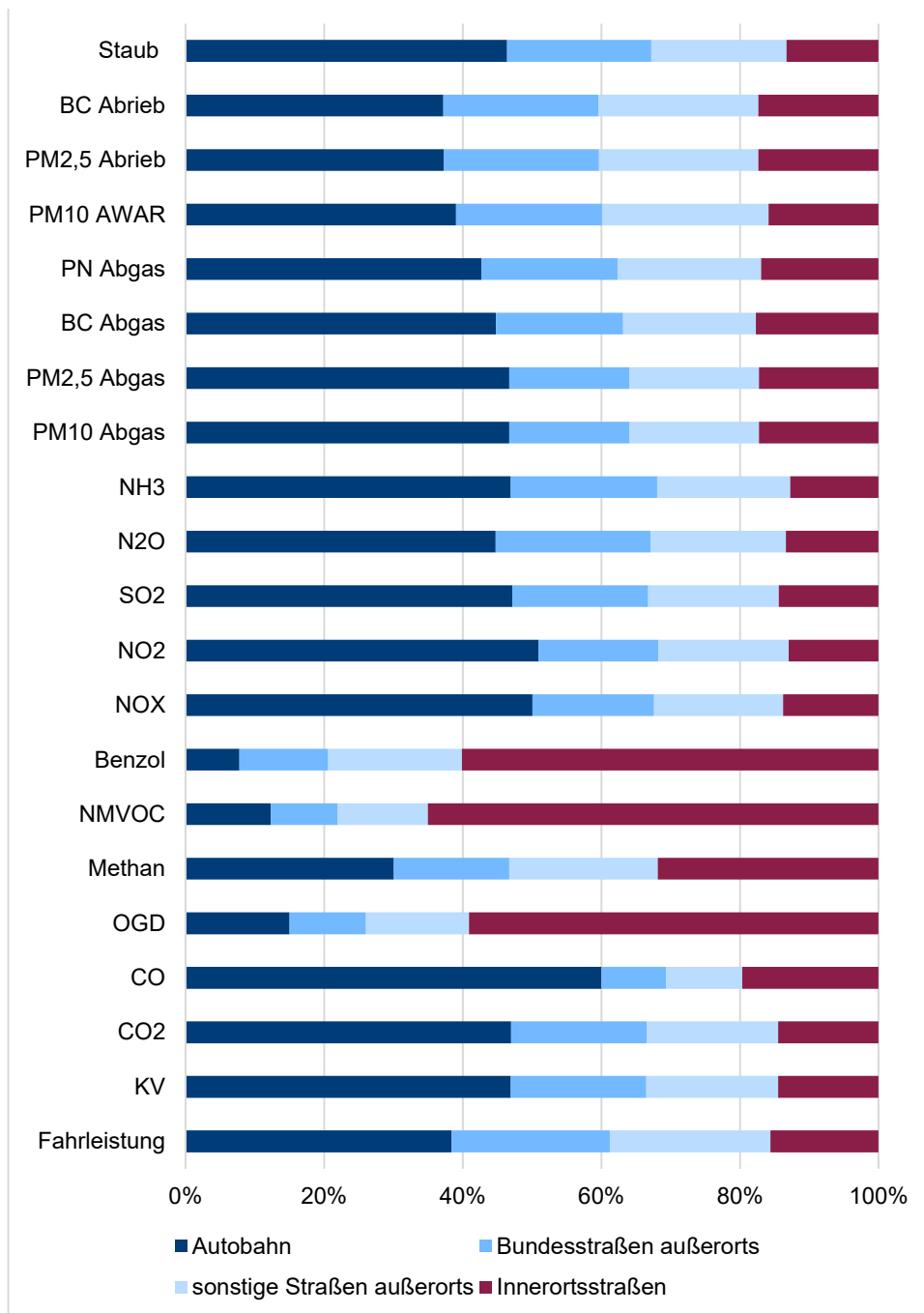


Abb. 2.4: Verteilung von Jahresfahrleistung und Emissionen des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz auf die Straßenkategorien Autobahnen, Bundesstraßen außerorts, sonstige Straßen außerorts und Innerortsstraßen, Bezugsjahr 2020

Die Emissionen des Straßenverkehrs pro Kreis sind in Tab. 2.3 und Tab. 2.4 aufgeführt. Die höchsten Anteile an den Emissionen haben die kreisfreien Städte Mainz und Koblenz und bei den Landkreisen der Westerwaldkreis und der Kreis Mayen-Koblenz.

Tab. 2.3: Emissionen des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz, differenziert nach Land- und Stadtkreisen, Bezugsjahr 2020, Teil 1

	Nr.	Kreisfreie Stadt / Landkreis	CO ₂ in t/a	NO _x in kg/a	NMVOG in kg/a	Benzol in kg/a	CH ₄ in kg/a	N ₂ O in kg/a	NH ₃ in kg/a
Kreisfreie Städte	311	Frankenthal (Pfalz)	104.834	260.732	13.657	1.009	3.239	3.604	6.934
	312	Kaiserslautern	175.579	446.995	34.375	2.620	6.635	5.691	11.992
	111	Koblenz	193.328	480.632	59.802	4.614	9.058	6.073	13.046
	313	Landau in der Pfalz	84.912	211.158	20.020	1.557	3.473	2.882	5.572
	314	Ludwigshafen am Rhein	199.511	477.298	54.384	4.192	8.289	6.313	15.917
	315	Mainz	270.884	708.137	77.443	5.832	12.244	7.938	19.402
	316	Neustadt an der Weinstraße	93.912	239.231	26.922	2.167	4.503	2.913	6.805
	317	Firmasens	38.439	85.866	11.885	928	1.681	1.457	2.193
	318	Speyer	94.389	220.756	16.321	1.235	3.177	3.314	6.812
	211	Trier	113.838	276.573	32.013	2.654	5.194	3.466	8.910
	319	Worms	135.556	330.101	34.140	2.646	5.246	5.164	7.831
	320	Zweibrücken	51.142	129.256	18.699	1.412	2.558	1.546	3.478
	Landkreise	131	Ahrweiler	378.345	919.325	67.388	6.134	14.325	13.609
132		Altenkirchen (Ww.)	158.204	382.874	58.177	4.997	8.745	5.423	9.900
331		Alzey-Worms	384.888	978.894	52.181	4.277	12.870	13.392	24.293
332		Bad Dürkheim	248.722	634.652	52.133	4.526	10.732	7.825	17.458
133		Bad Kreuznach	280.996	682.403	54.902	4.747	11.169	9.893	18.433
231		Bernkastel-Wittlich	304.093	767.597	49.129	4.483	11.713	10.400	19.204
134		Birkenfeld	112.952	279.270	29.428	2.505	5.290	3.878	7.059
135		Cochem-Zell	141.680	367.630	29.557	2.994	6.640	4.583	9.072
333		Donnersbergkreis	160.695	416.362	26.500	2.400	6.386	5.273	10.711
232		Eifelkreis Bitburg-Prüm	278.131	656.689	48.178	4.415	10.490	11.122	15.927
334		Germersheim	268.129	623.012	36.547	3.011	8.549	10.120	18.158
335		Kaiserslautern	315.255	828.352	51.478	4.188	11.889	9.860	21.594
336		Kusel	120.374	310.883	31.358	2.575	5.543	3.855	7.778
339		Mainz-Bingen	412.987	1.085.207	71.020	5.869	16.118	12.836	29.035
137		Mayen-Koblenz	560.506	1.394.562	80.115	6.657	19.009	19.284	35.783
138		Neuwied	415.286	1.059.005	74.786	6.224	16.003	13.612	27.976
140		Rhein-Hunsrück-Kreis	359.622	866.476	44.977	3.920	11.789	13.536	21.703
141		Rhein-Lahn-Kreis	140.848	345.973	49.087	4.570	8.117	4.748	8.865
338		Rhein-Pfalz-Kreis	329.778	819.040	42.072	3.340	10.620	11.301	22.475
337		Südliche Weinstraße	203.020	497.867	44.936	4.018	8.919	6.996	13.812
340		Südwestpfalz	184.712	451.394	39.306	3.581	7.999	6.750	11.663
235		Trier-Saarburg	349.505	882.414	62.731	5.777	14.328	11.556	23.382
233		Vulkaneifel	153.309	380.126	32.333	2.991	6.509	5.512	8.901
143	Westerwaldkreis	585.122	1.487.843	91.608	7.332	20.653	20.150	36.498	
		Rheinland-Pfalz	8.403.482	20.984.586	1.619.586	136.397	329.706	285.877	551.900

Tab. 2.4: Emissionen des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz, differenziert nach Land- und Stadtkreisen, Bezugsjahr 2020, Teil 2

	Nr.	Kreisfreie Stadt / Landkreis	CO in kg/a	SO ₂ in kg/a	Staub in kg/a	PM10 in kg/a	PM2,5 in kg/a	Ruß in kg/a	Blei in kg/a
Kreisfreie Städte	311	Frankenthal (Pfalz)	490.555	526	70.628	21.667	9.876	2.301	0
	312	Kaiserslautern	906.703	878	114.794	37.166	17.059	4.013	0
	111	Koblenz	966.394	964	121.401	41.757	19.547	4.552	0
	313	Landau in der Pfalz	412.380	424	54.915	18.314	8.430	1.941	0
	314	Ludwigshafen am Rhein	698.566	996	139.036	47.471	20.932	4.928	0
	315	Mainz	1.545.156	1.351	169.236	57.681	26.773	6.402	0
	316	Neustadt an der Weinstraße	503.559	468	59.587	20.751	9.563	2.219	0
	317	Pirmasens	135.211	192	24.504	8.221	3.937	870	0
	318	Speyer	360.855	473	64.368	20.019	9.174	2.091	0
	211	Trier	442.027	568	74.770	25.792	11.553	2.726	0
	319	Worms	610.066	680	92.117	29.985	13.514	3.074	0
	320	Zweibrücken	295.714	255	31.683	11.004	5.055	1.191	0
	Landkreise	131	Ahrweiler	1.839.338	1.897	258.896	82.588	36.475	8.308
132		Altenkirchen (Ww.)	680.407	788	103.016	39.161	17.294	3.878	0
331		Alzey-Worms	1.968.153	1.930	254.918	81.302	35.872	8.309	0
332		Bad Dürkheim	1.331.428	1.242	160.720	54.751	24.518	5.668	0
133		Bad Kreuznach	1.273.218	1.406	188.239	63.643	27.745	6.250	0
231		Bernkastel-Wittlich	1.450.574	1.522	203.642	71.796	29.875	6.807	0
134		Birkenfeld	456.110	563	74.871	28.885	12.084	2.705	0
135		Cochem-Zell	699.072	708	93.528	35.107	14.584	3.308	0
333		Donnersbergkreis	826.125	803	105.874	36.882	15.691	3.624	0
232		Eifelkreis Bitburg-Prüm	1.022.223	1.393	196.232	67.960	28.812	6.355	0
334		Germersheim	956.079	1.344	183.997	58.015	26.254	5.841	0
335		Kaiserslautern	1.742.697	1.576	207.294	68.653	30.500	7.214	0
336		Kusel	618.294	601	78.662	29.411	12.400	2.868	0
339		Mainz-Bingen	2.340.036	2.064	261.667	86.166	39.003	9.165	0
137		Mayen-Koblenz	2.718.176	2.810	371.823	119.507	52.525	12.005	0
138		Neuwied	2.132.596	2.077	271.647	90.319	40.030	9.298	0
140		Rhein-Hunsrück-Kreis	1.560.043	1.804	248.832	79.995	34.768	7.846	0
141		Rhein-Lahn-Kreis	567.870	701	92.598	37.053	15.840	3.522	0
338		Rhein-Pfalz-Kreis	1.551.865	1.652	220.205	68.625	30.886	7.143	0
337		Südliche Weinstraße	887.804	1.013	134.716	47.234	20.966	4.707	0
340		Südwestpfalz	777.676	923	122.934	43.497	19.272	4.277	0
235		Trier-Saarburg	1.636.555	1.747	230.548	80.822	34.845	7.974	0
233		Vulkaneifel	649.745	767	105.209	40.262	15.746	3.512	0
143	Westerwaldkreis	2.848.952	2.930	385.679	127.176	56.454	13.053	0	
		Rheinland-Pfalz	39.902.224	42.033	5.572.787	1.878.641	827.851	189.947	0

Am Beispiel der NO_x-Emissionen zeigt Abb. 2.5 die räumliche Verteilung der Emissionsdichten auf dem Straßennetz in Rheinland-Pfalz. Insgesamt zeigt sich ein ähnliches Bild wie für die Verkehrsbelastungen mit den höchsten Emissionsdichten entlang der Autobahnen.

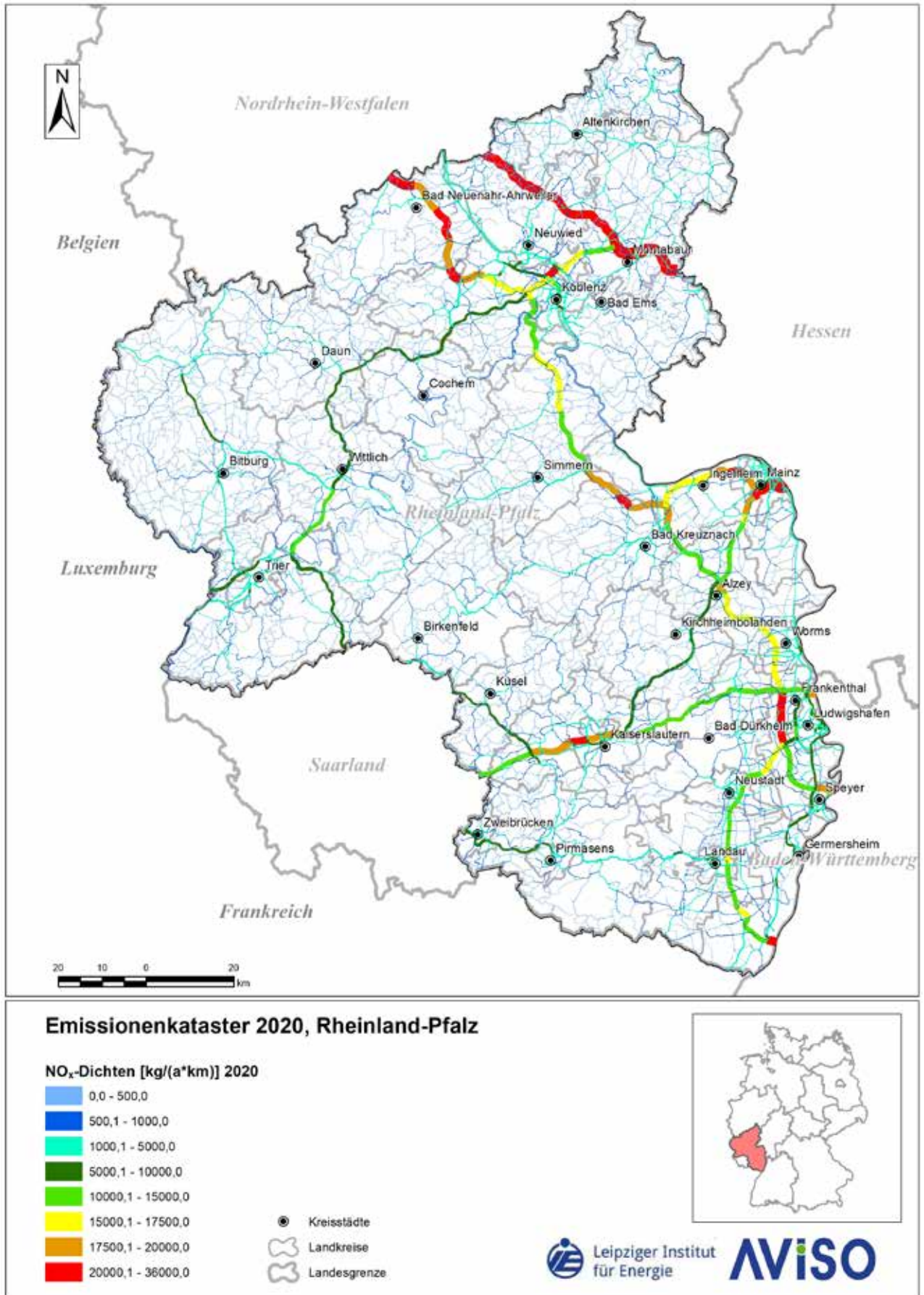


Abb. 2.5: Stickoxid-Emissionen (NO_x als NO₂) in kg/(a*km) auf dem Linienquellennetz des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz 2020

2.4 Kartografische Darstellungen

Die Emissionen des Straßenverkehrs, die abschnittsbezogen pro Linienquelle ermittelt wurden, wurden für das gesamte Land flächendeckend in einer Gitterweite von 5 km x 5 km-gerastert und für jeden der betrachteten Stoffe kartografisch aufbereitet. Für die Städte Mainz, Ludwigshafen und Koblenz wurden die Emissionen zusätzlich in einer Gitterweite von 1 km x 1 km gerastert und dargestellt.

Für die betrachteten Stoffe finden sich im Folgenden Darstellungen der räumlichen Verteilung der Emissionen des Straßenverkehrs. Deutlich treten auch in diesen Darstellungen die Bereiche hervor, in denen die hochbelasteten Autobahnen verlaufen.

Die Detailkarten für die Städte Mainz, Ludwigshafen und Koblenz zeigen, dass auch innerhalb der Stadtgebiete die dichter besiedelten Gebiete mit höher belasteten Straßen gut erkennbar sind.

Literaturverzeichnis

HBEFA 4.1 2019

Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1, <https://www.hbefa.net/d/>

HAUSBERGER 2010

Hausberger, S., et al., Emission Factors from the Model PHEM for the HBEFA Version 3, TU Graz Institute for internal combustion engines and thermodynamics, Graz Dezember 2009

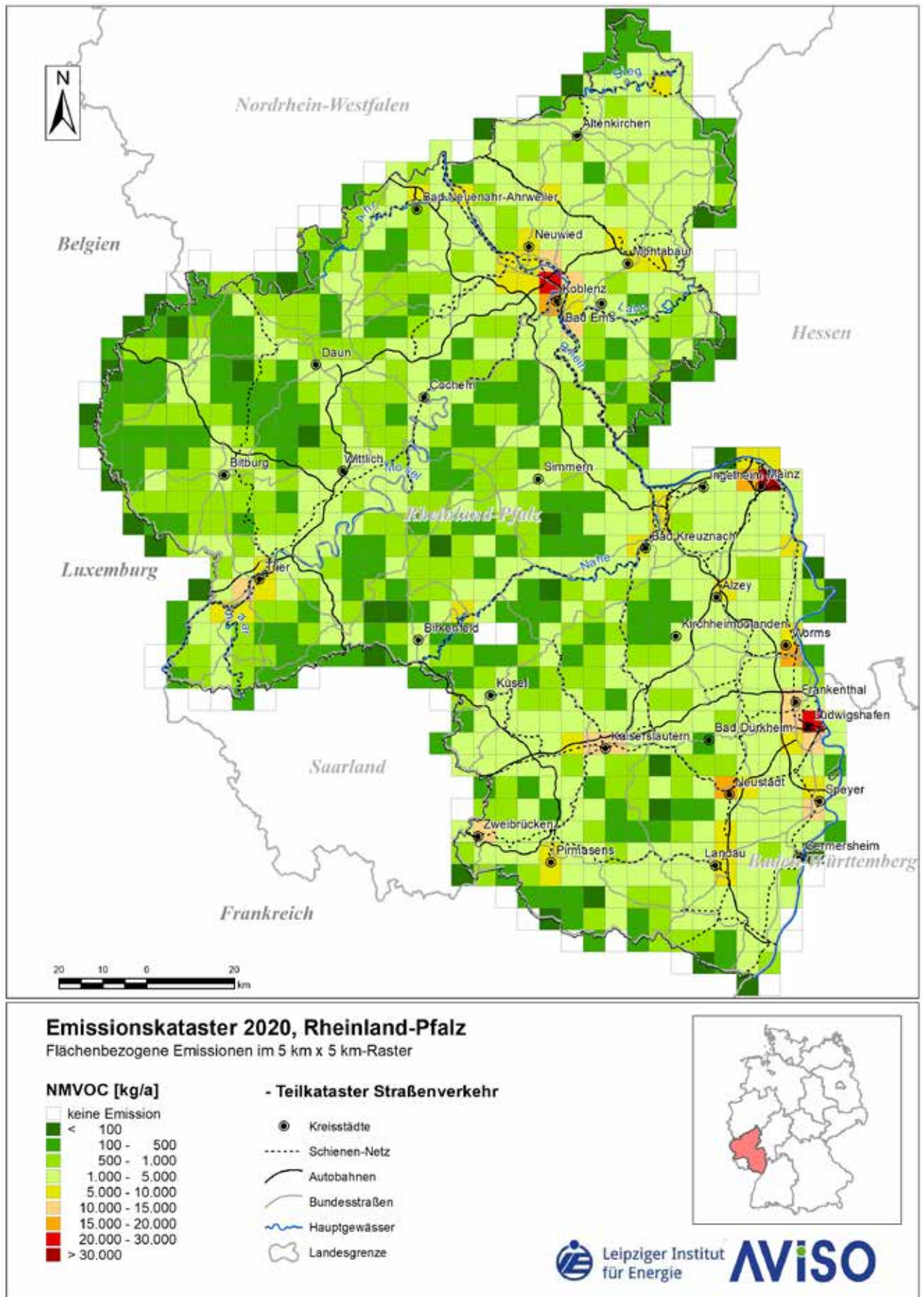


Abb. 2.6: Räumliche Verteilung der NMVOC-Emissionen (ohne Methan) des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz 2020

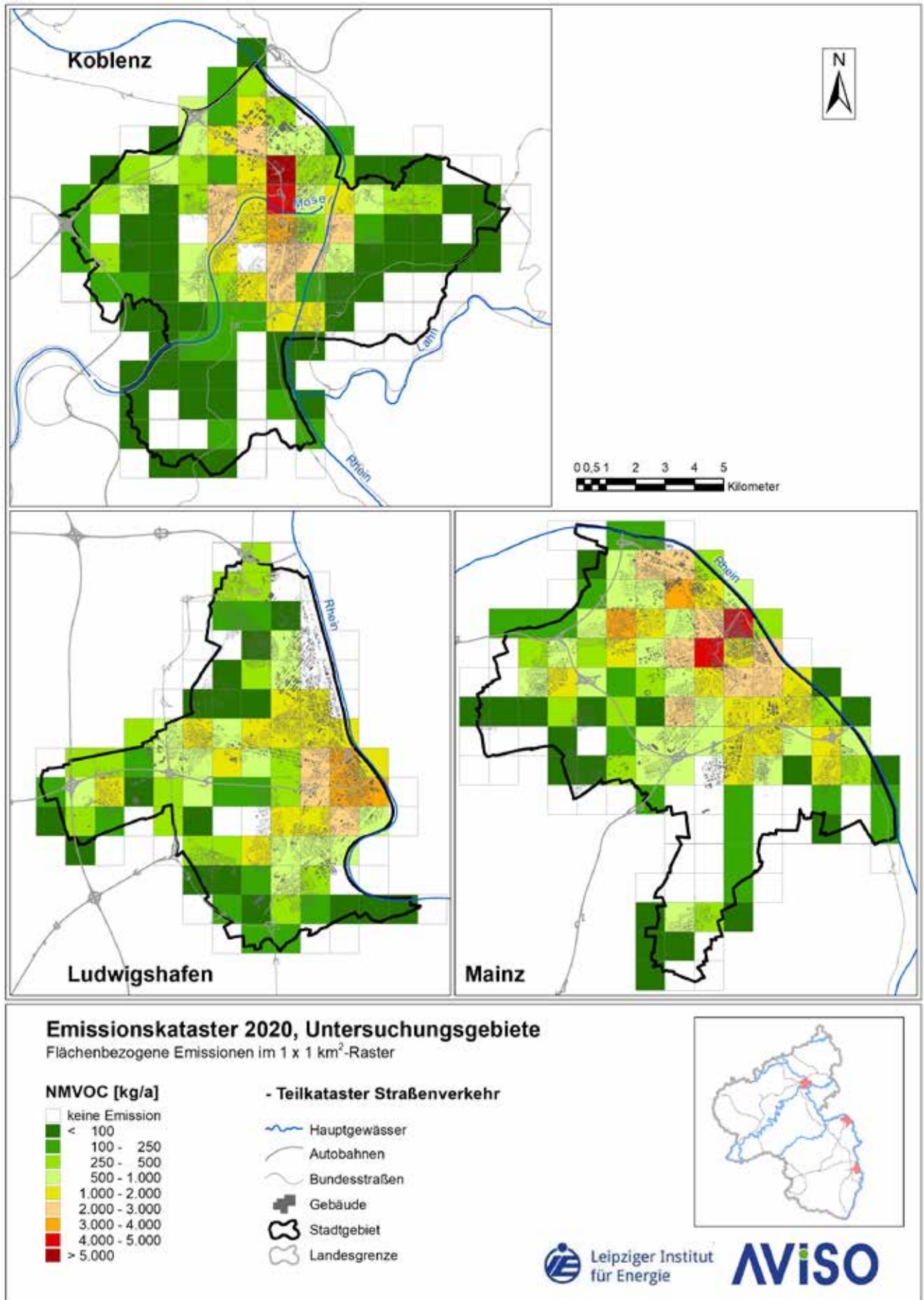


Abb. 2.7: Räumliche Verteilung der NMVOC-Emissionen (ohne Methan) des Straßenverkehrs in Mainz, Ludwigshafen und Koblenz 2020

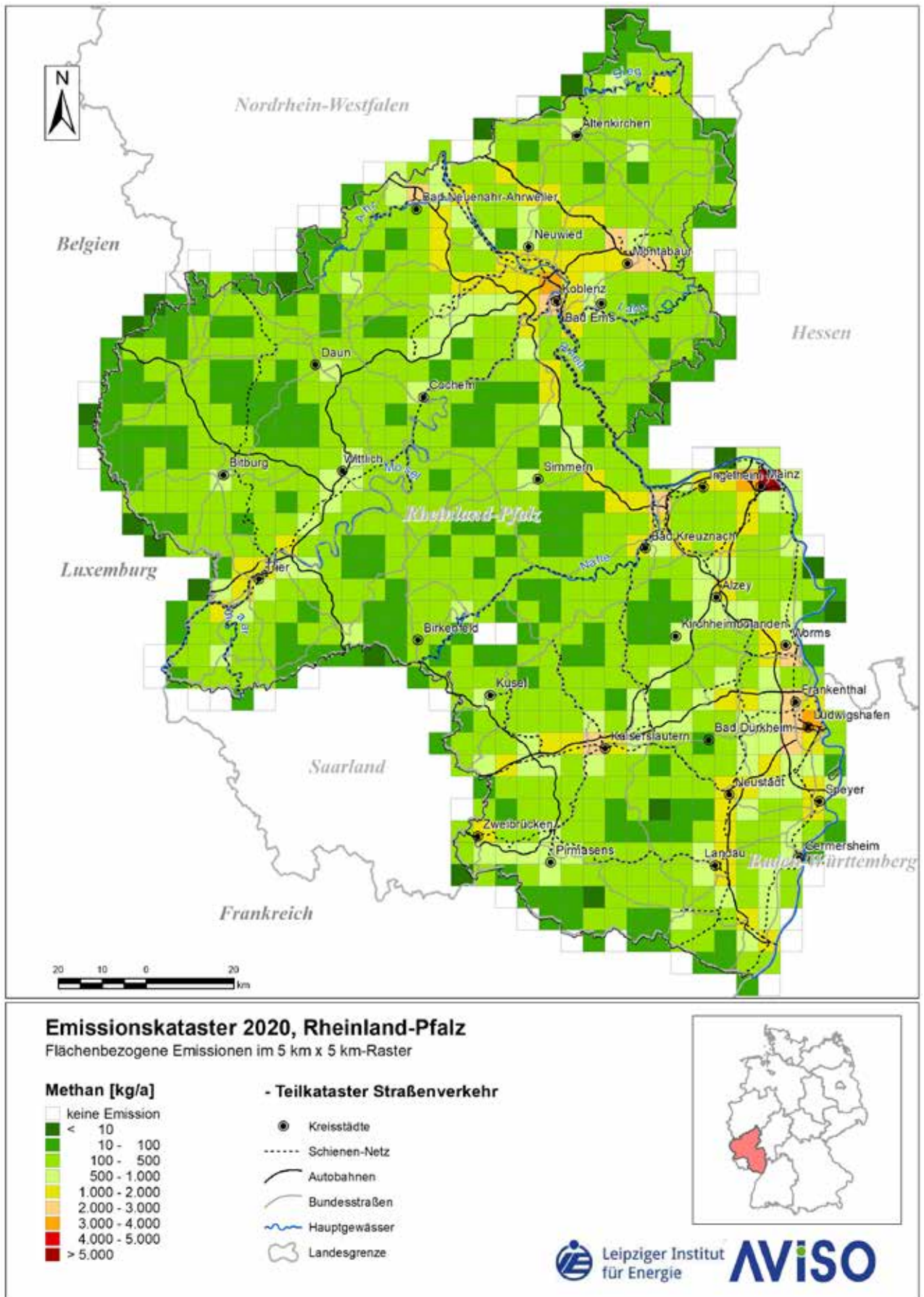


Abb. 2.8: Räumliche Verteilung der Methan-Emissionen (CH₄) des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz 2020

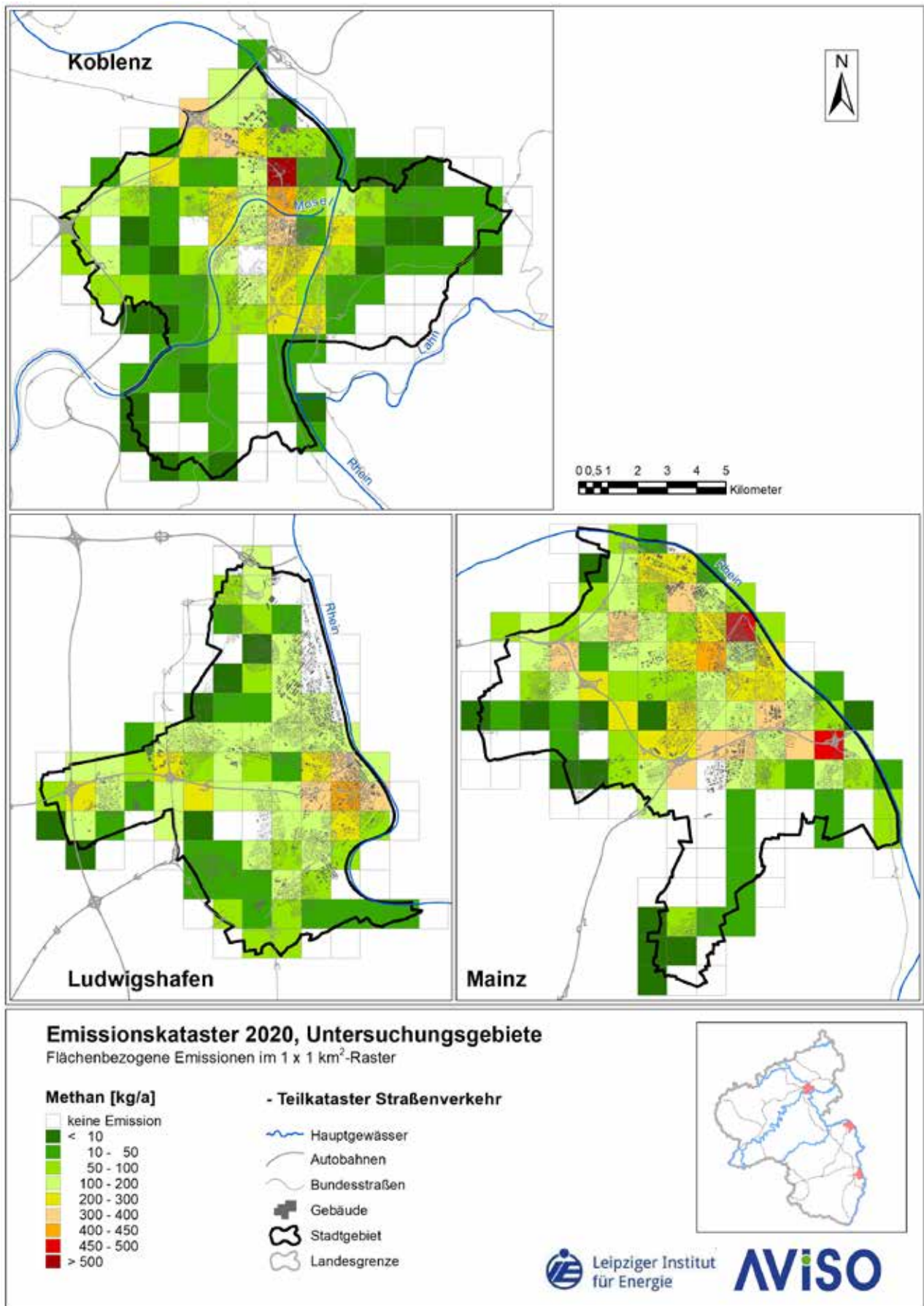


Abb. 2.9: Räumliche Verteilung der Methan-Emissionen (CH₄) des Straßenverkehrs in Mainz, Ludwigshafen und Koblenz 2020

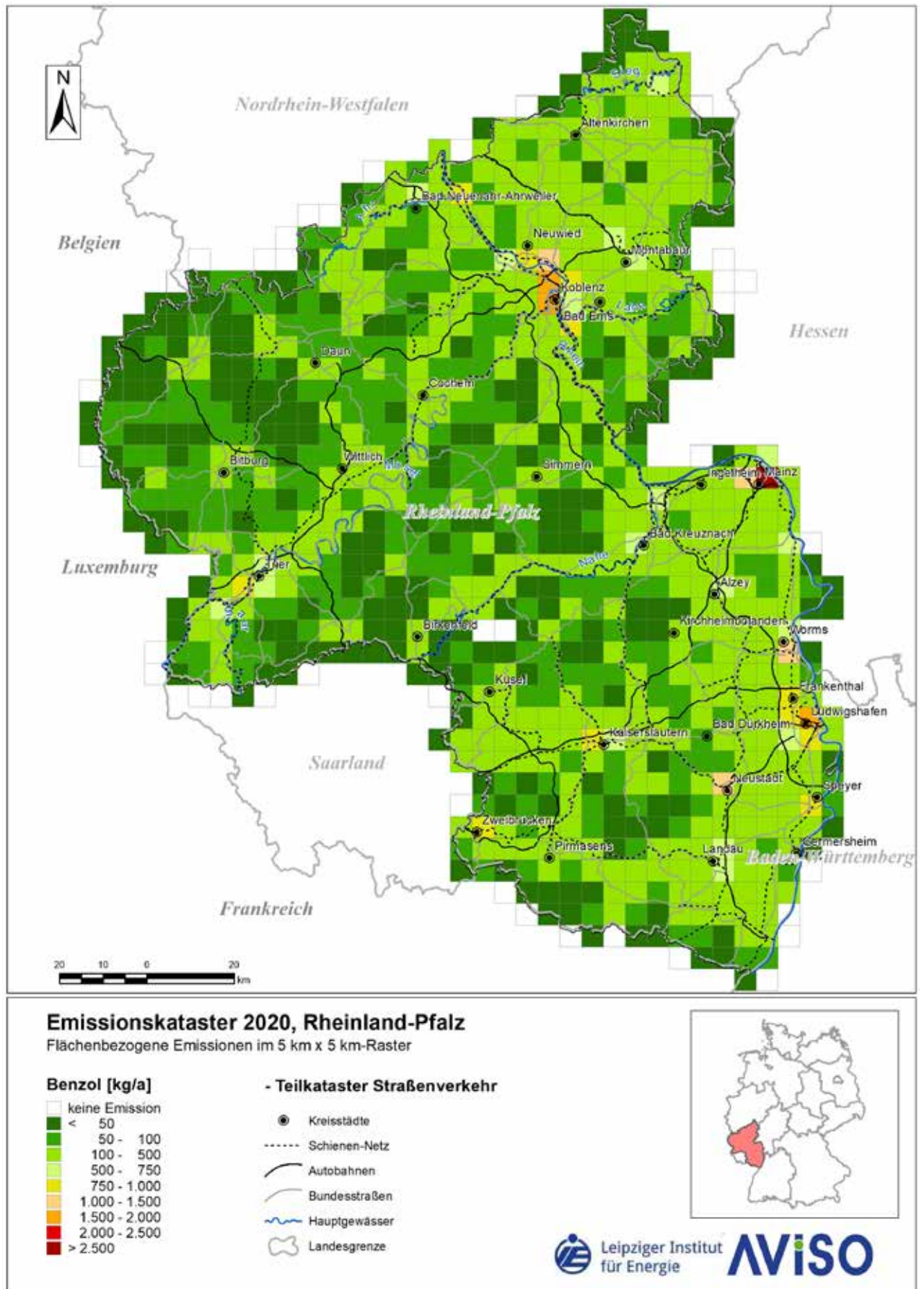


Abb. 2.10: Räumliche Verteilung der Benzol-Emissionen (C_6H_6) des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz 2020

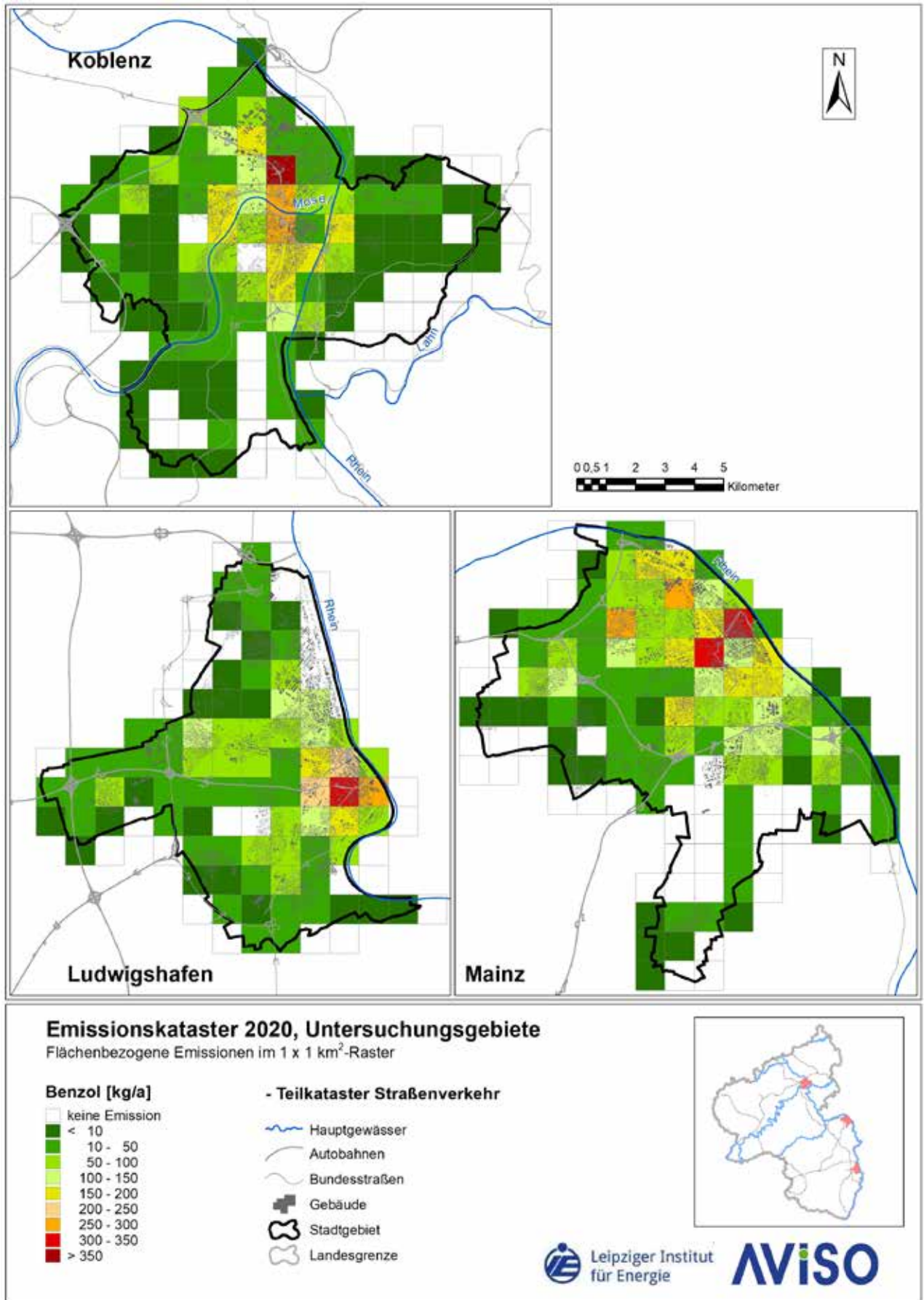


Abb. 2.11: Räumliche Verteilung der Benzol-Emissionen (C₆H₆) des Straßenverkehrs in Mainz, Ludwigshafen und Koblenz 2020

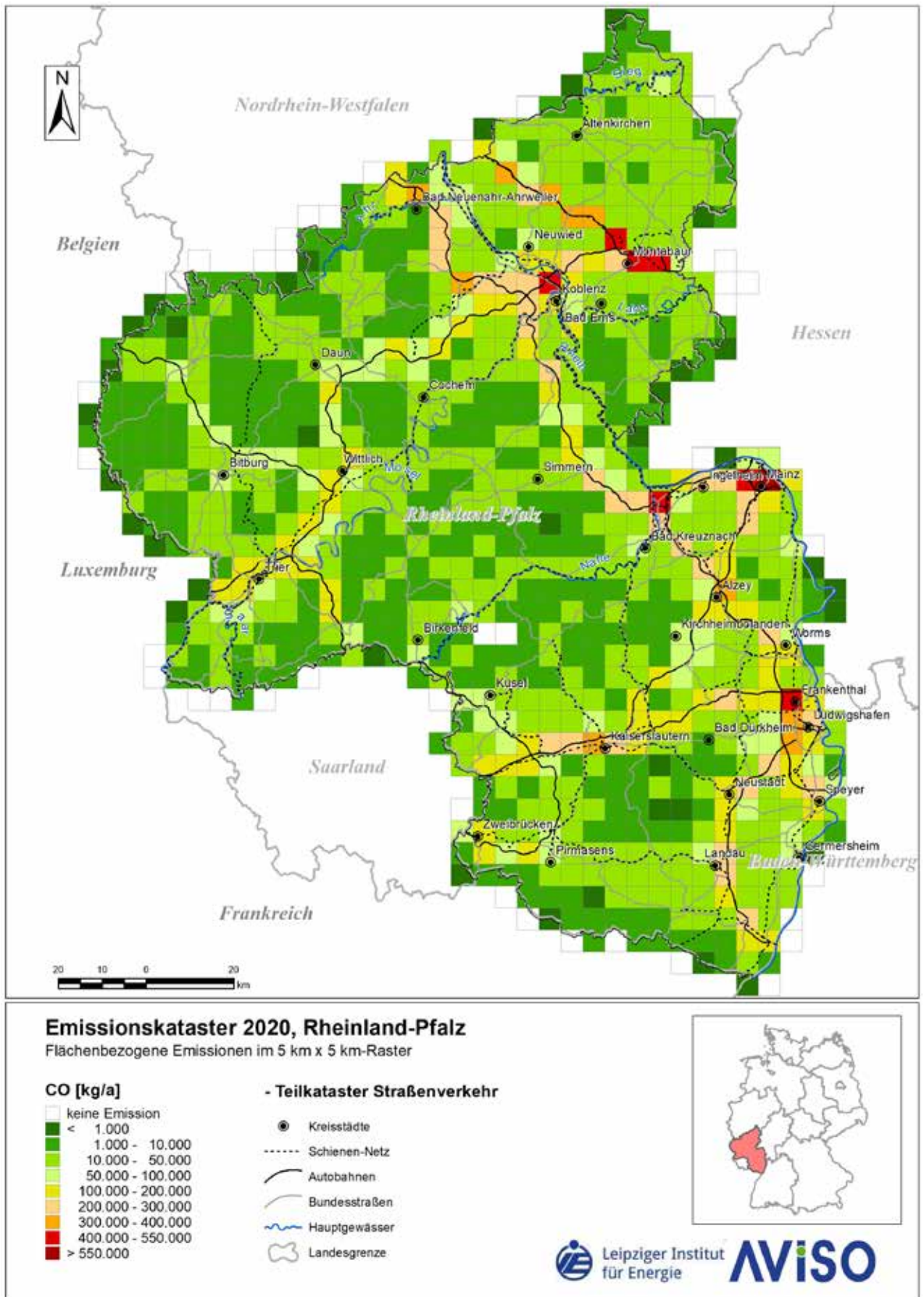


Abb. 2.12: Räumliche Verteilung der Kohlenmonoxid-Emissionen (CO) des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz 2020

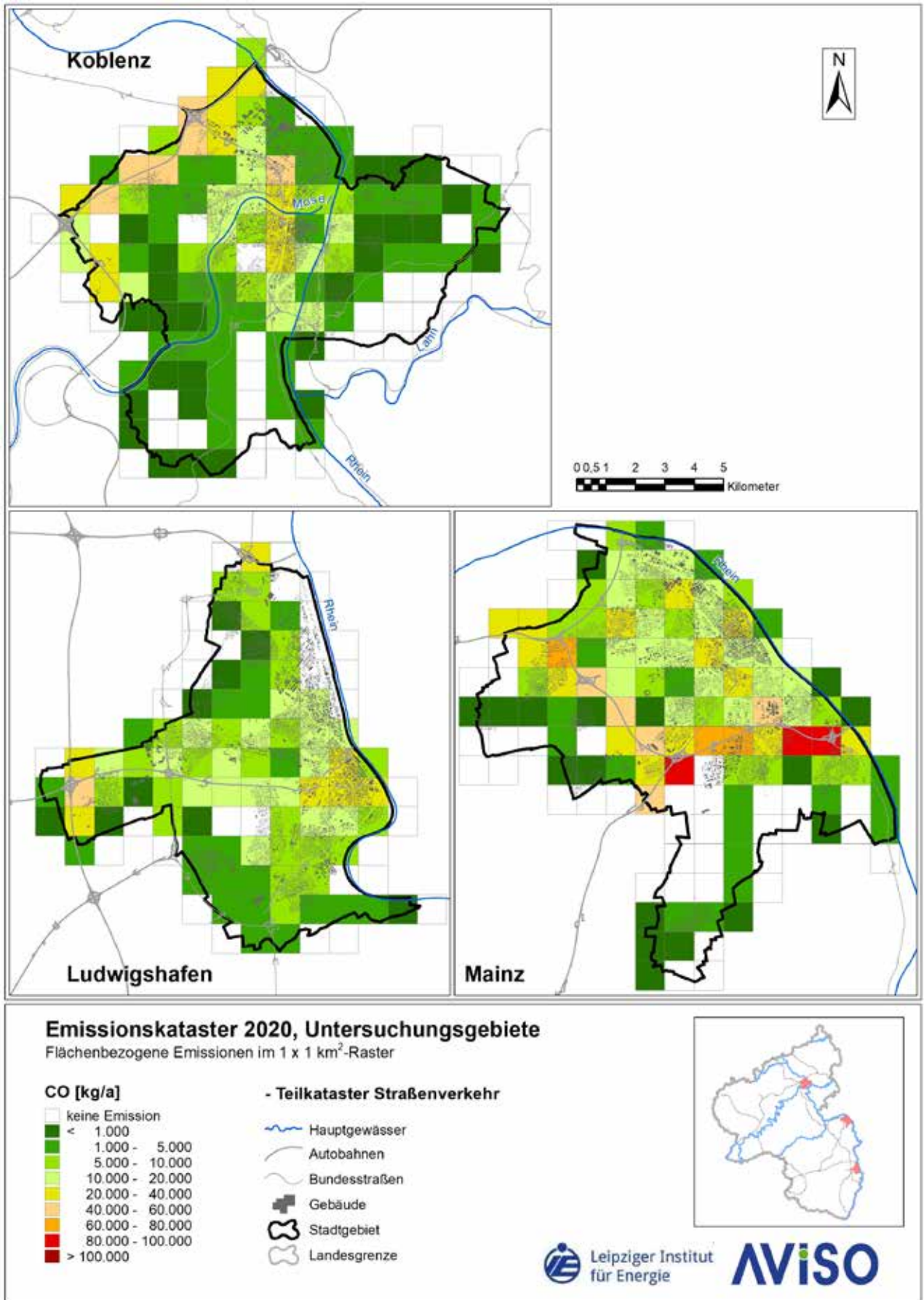


Abb. 2.13: Räumliche Verteilung der Kohlenmonoxid-Emissionen (CO) des Straßenverkehrs in Mainz, Ludwigshafen und Koblenz 2020

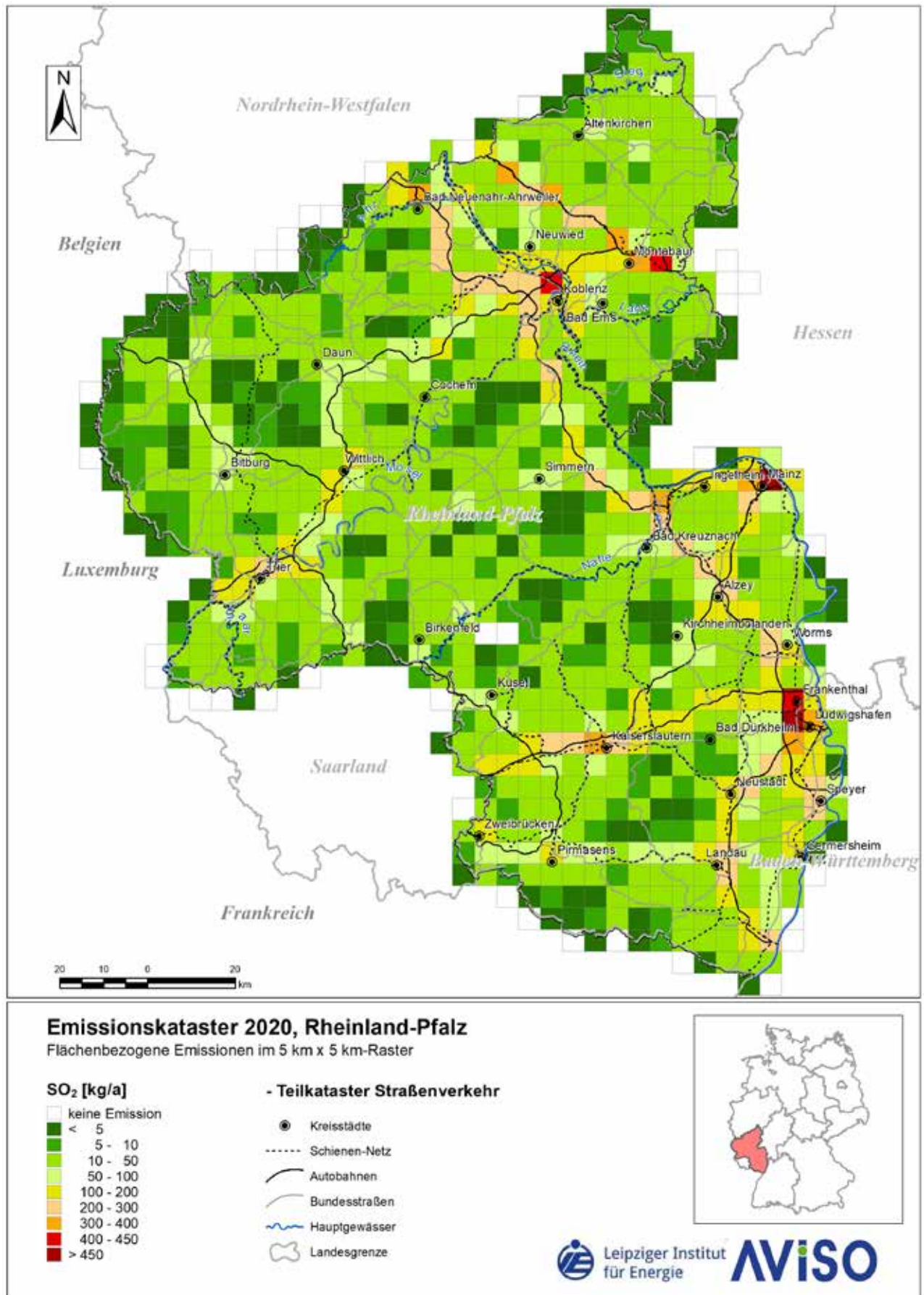


Abb. 2.14: Räumliche Verteilung der Schwefeldioxid-Emissionen (SO₂) des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz 2020

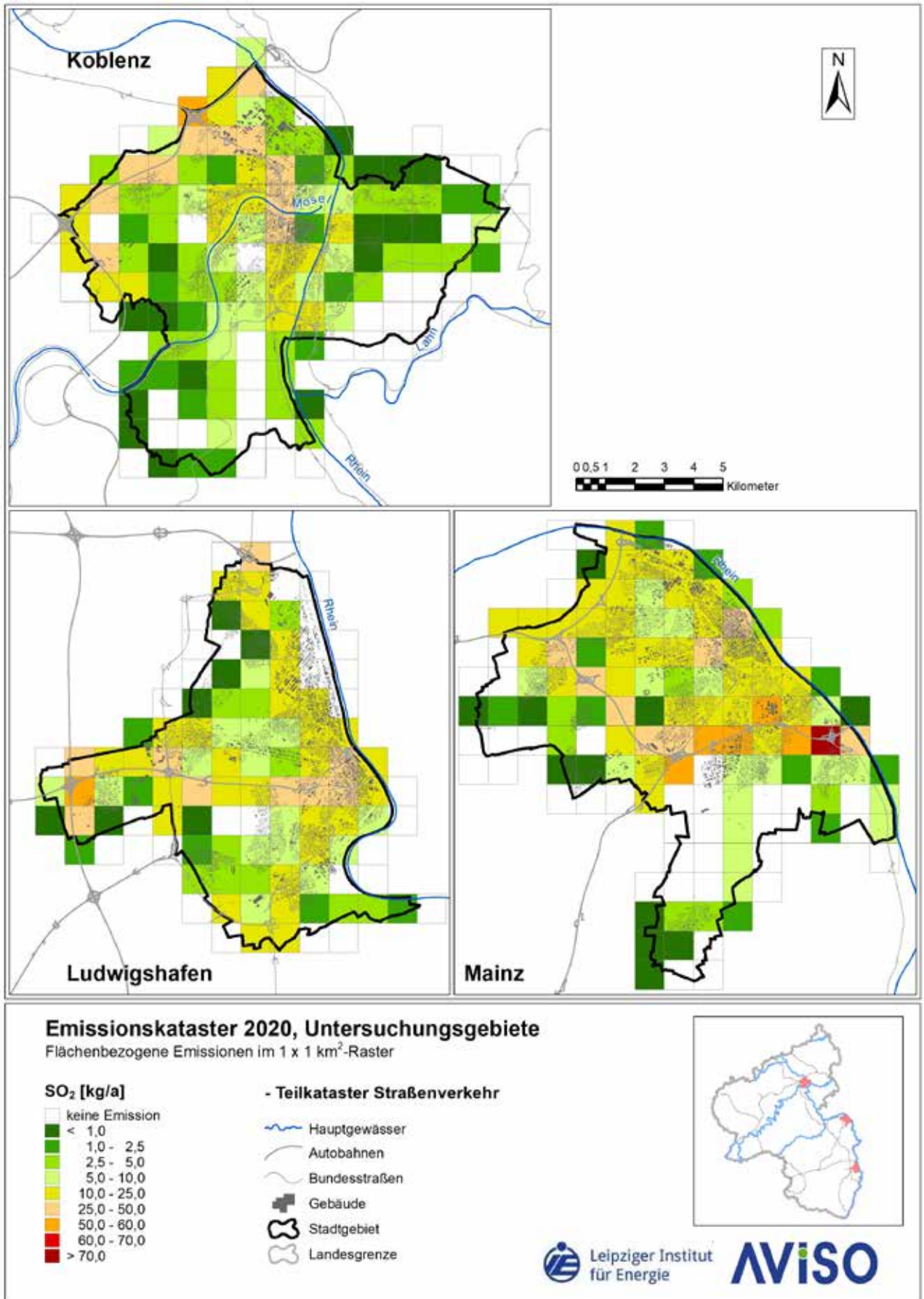


Abb. 2.15: Räumliche Verteilung der Schwefeldioxid-Emissionen (SO₂) des Straßenverkehrs in Mainz, Ludwigshafen und Koblenz 2020

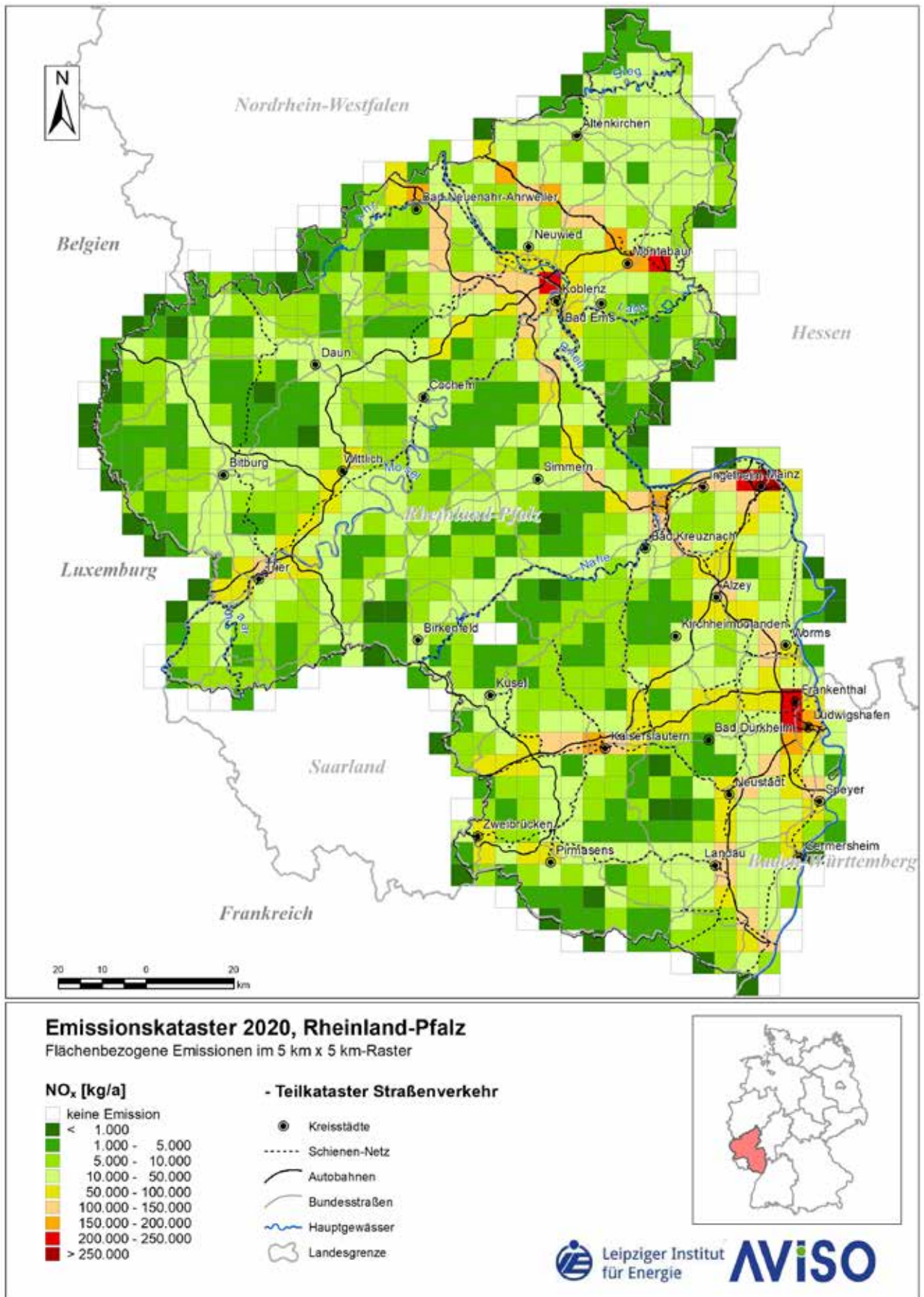


Abb. 2.16: Räumliche Verteilung der Stickoxid-Emissionen (NO_x als NO₂) des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz 2020

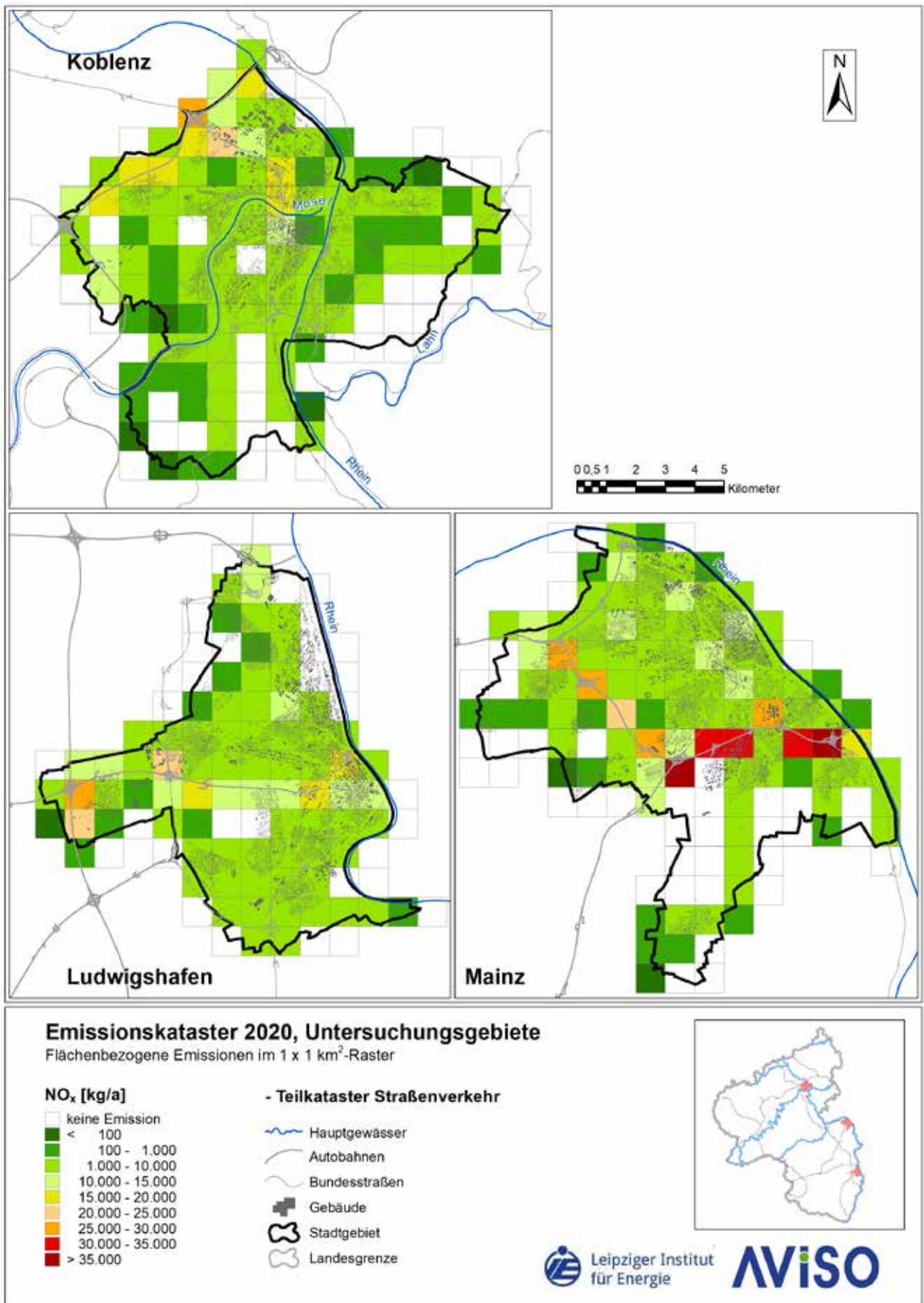


Abb. 2.17: Räumliche Verteilung der Stickoxid-Emissionen (NO_x als NO₂) des Straßenverkehrs in Mainz, Ludwigshafen und Koblenz 2020

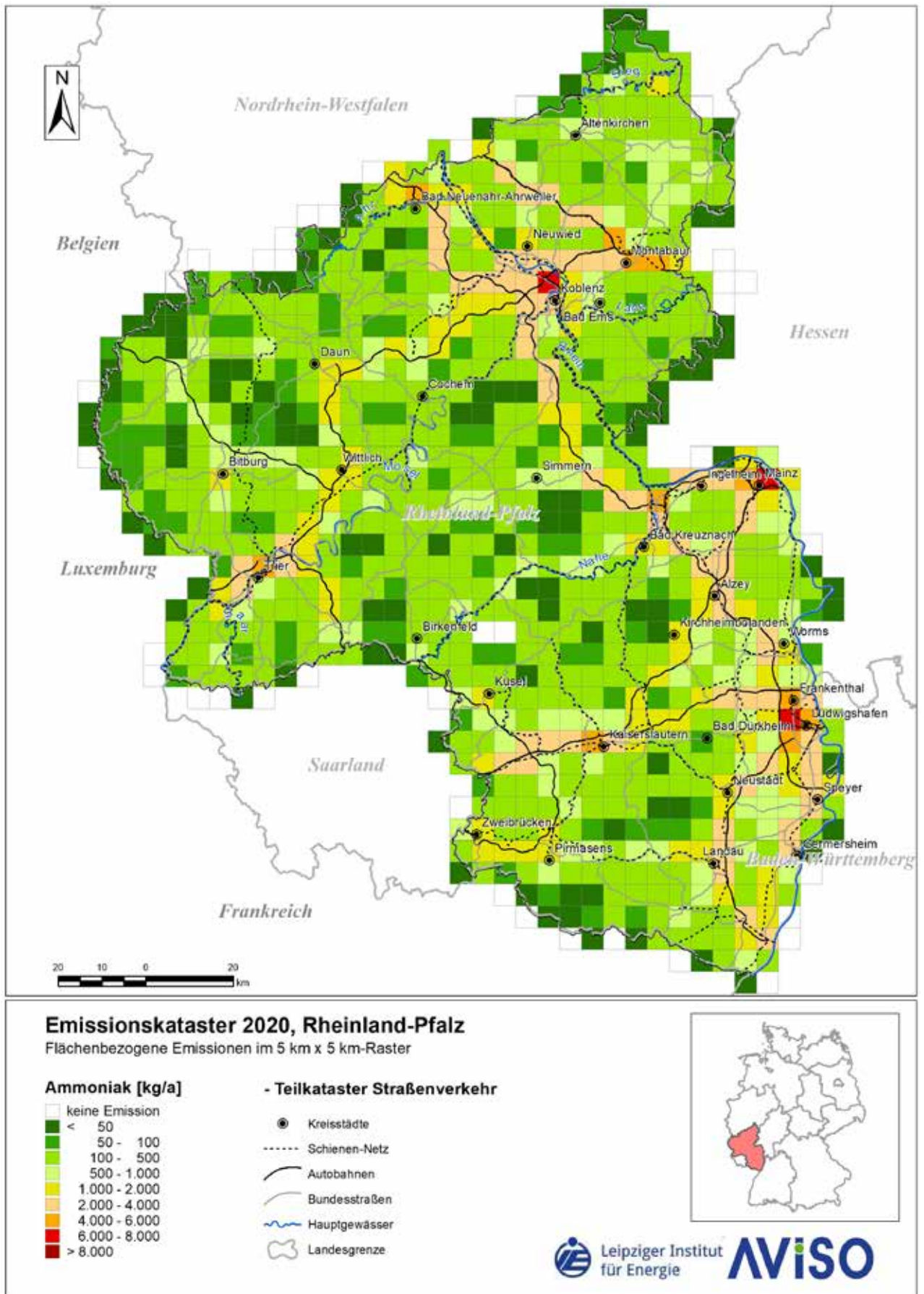


Abb. 2.18: Räumliche Verteilung der Ammoniak-Emissionen (NH₃) des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz 2020

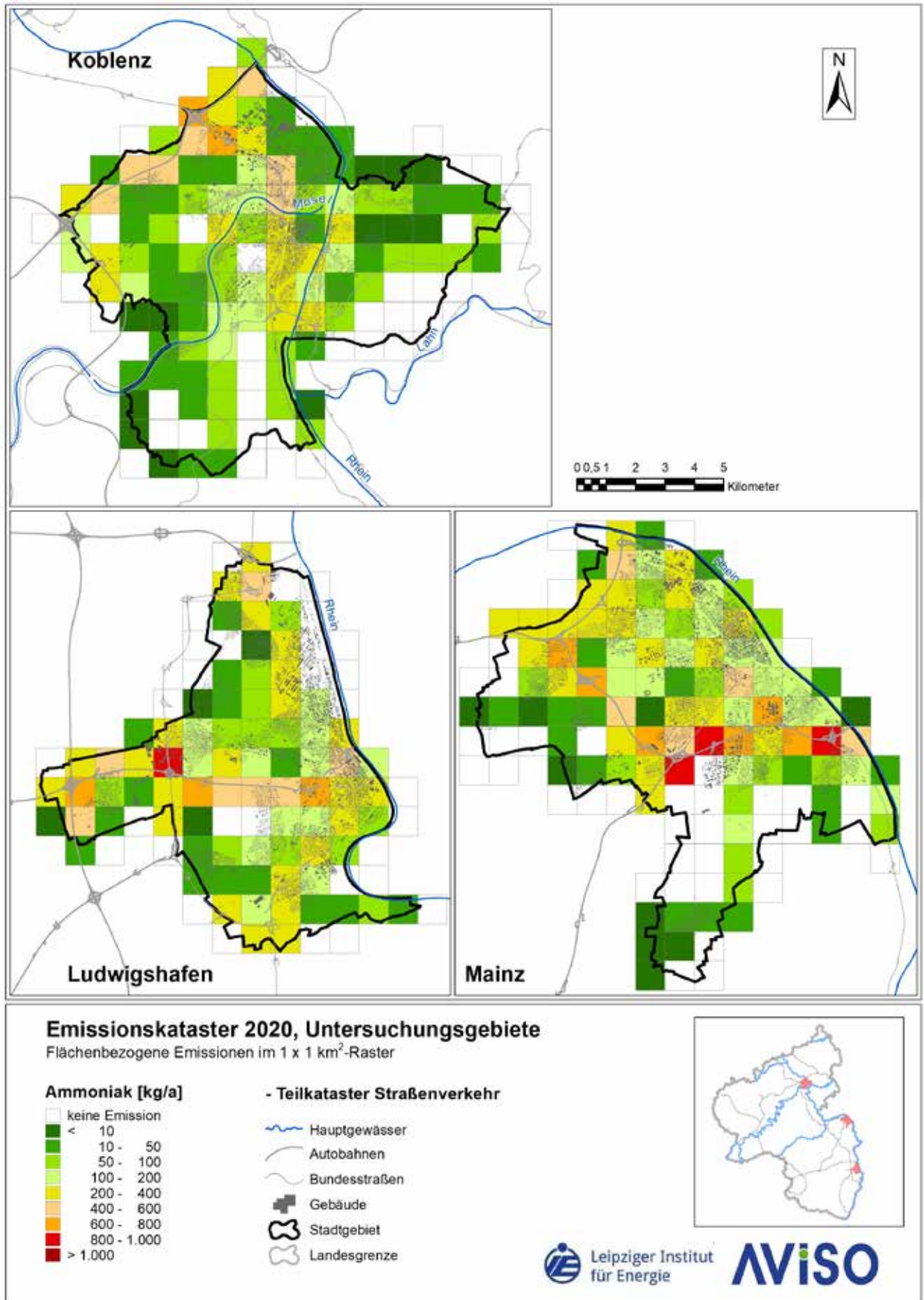


Abb. 2.19: Räumliche Verteilung der Ammoniak-Emissionen (NH₃) des Straßenverkehrs in Mainz, Ludwigshafen und Koblenz 2020

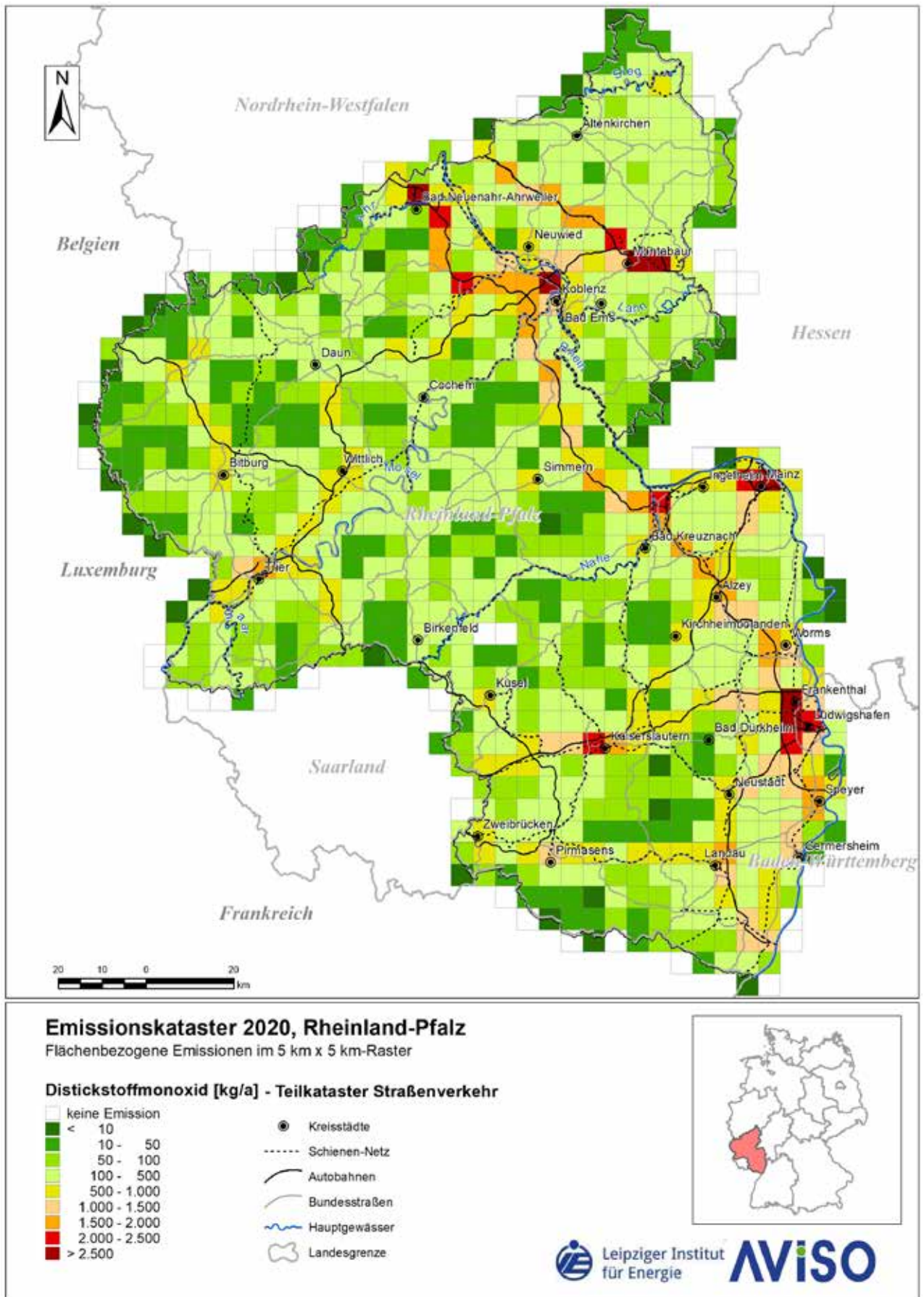


Abb. 2.20: Räumliche Verteilung der Distickstoffmonoxid-Emissionen (N₂O) des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz 2020

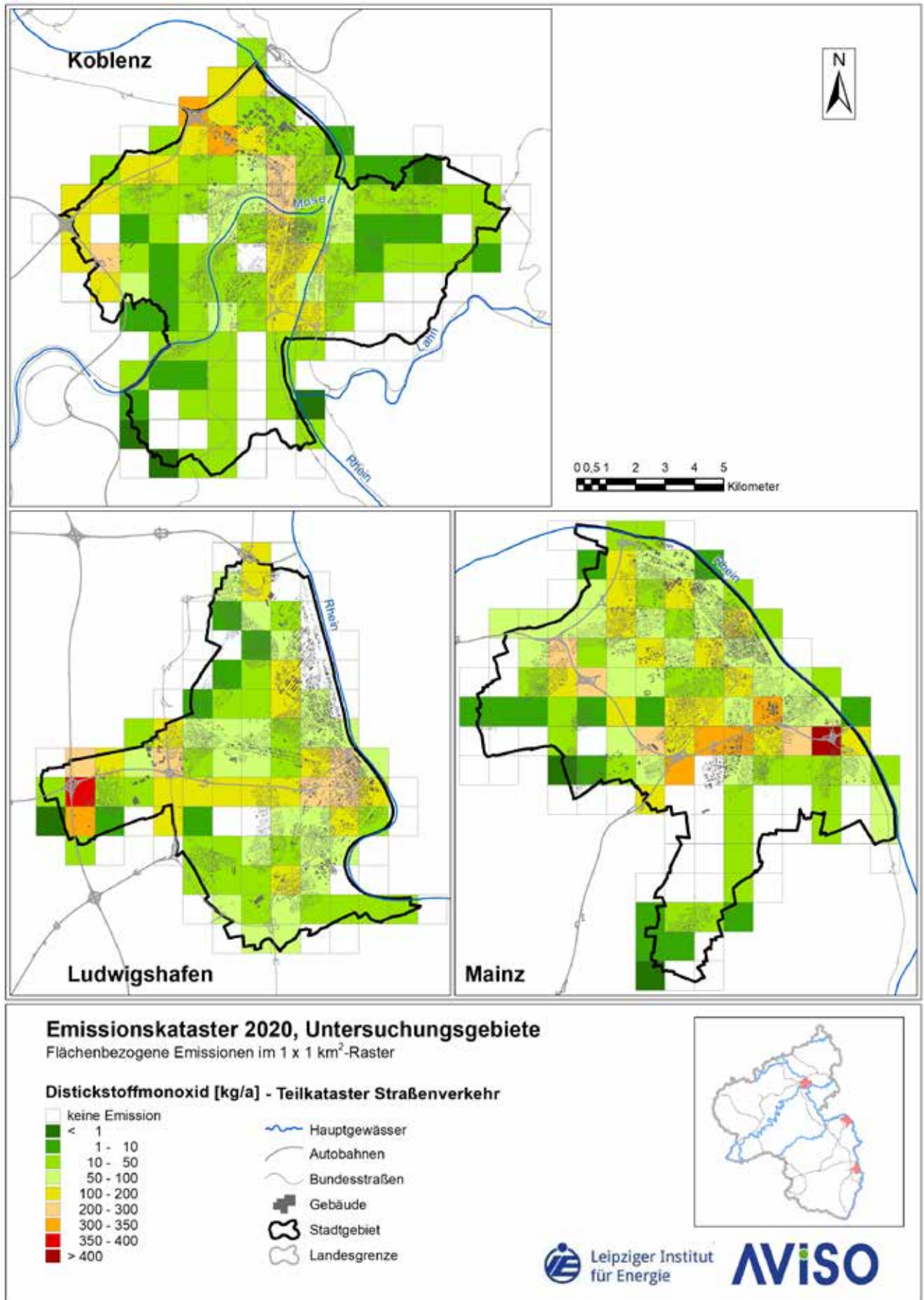


Abb. 2.21: Räumliche Verteilung der Distickstoffmonoxid-Emissionen (N₂O) des Straßenverkehrs in Mainz, Ludwigshafen und Koblenz 2020

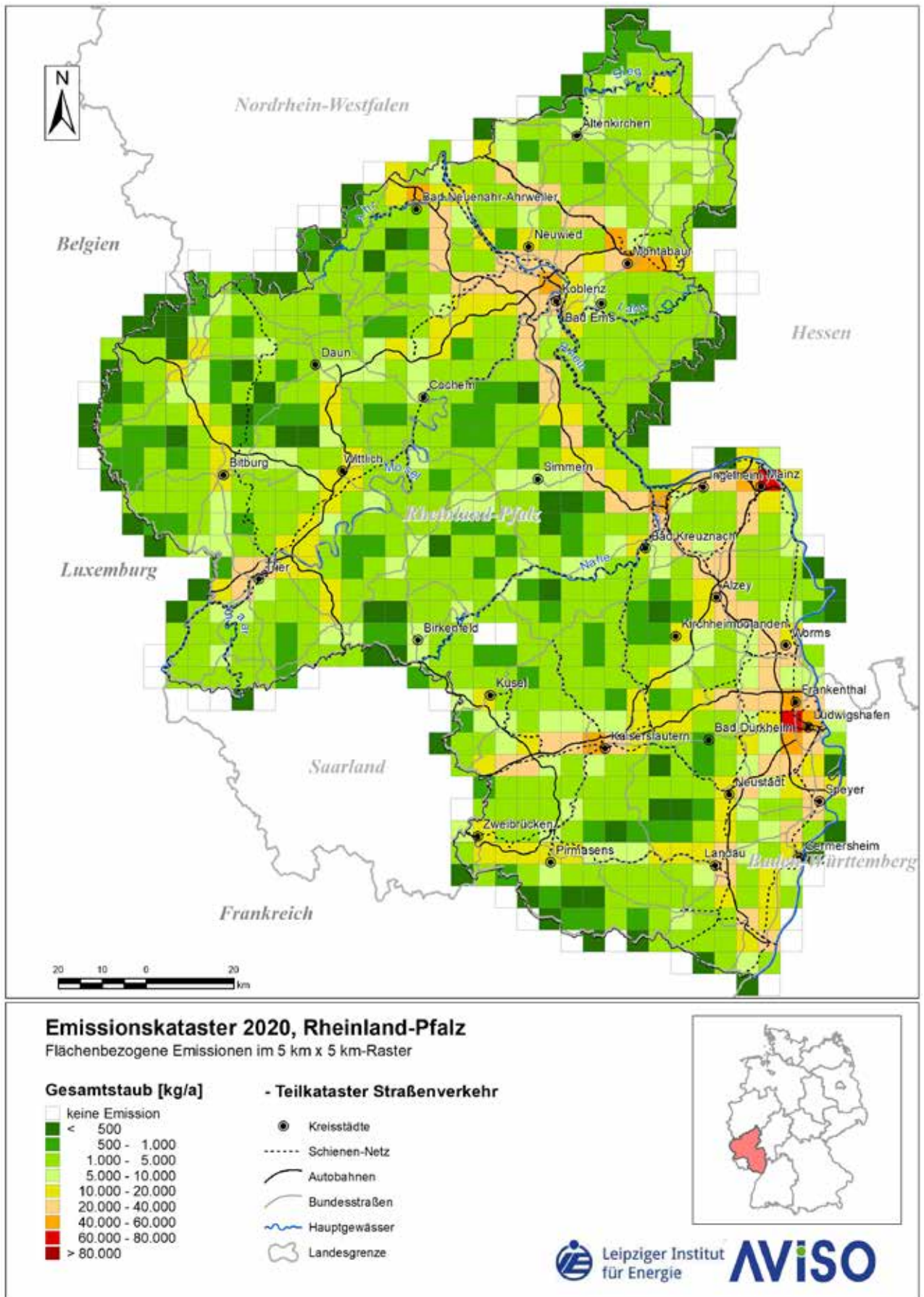


Abb. 2.22: Räumliche Verteilung der Staub-Emissionen des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz 2020

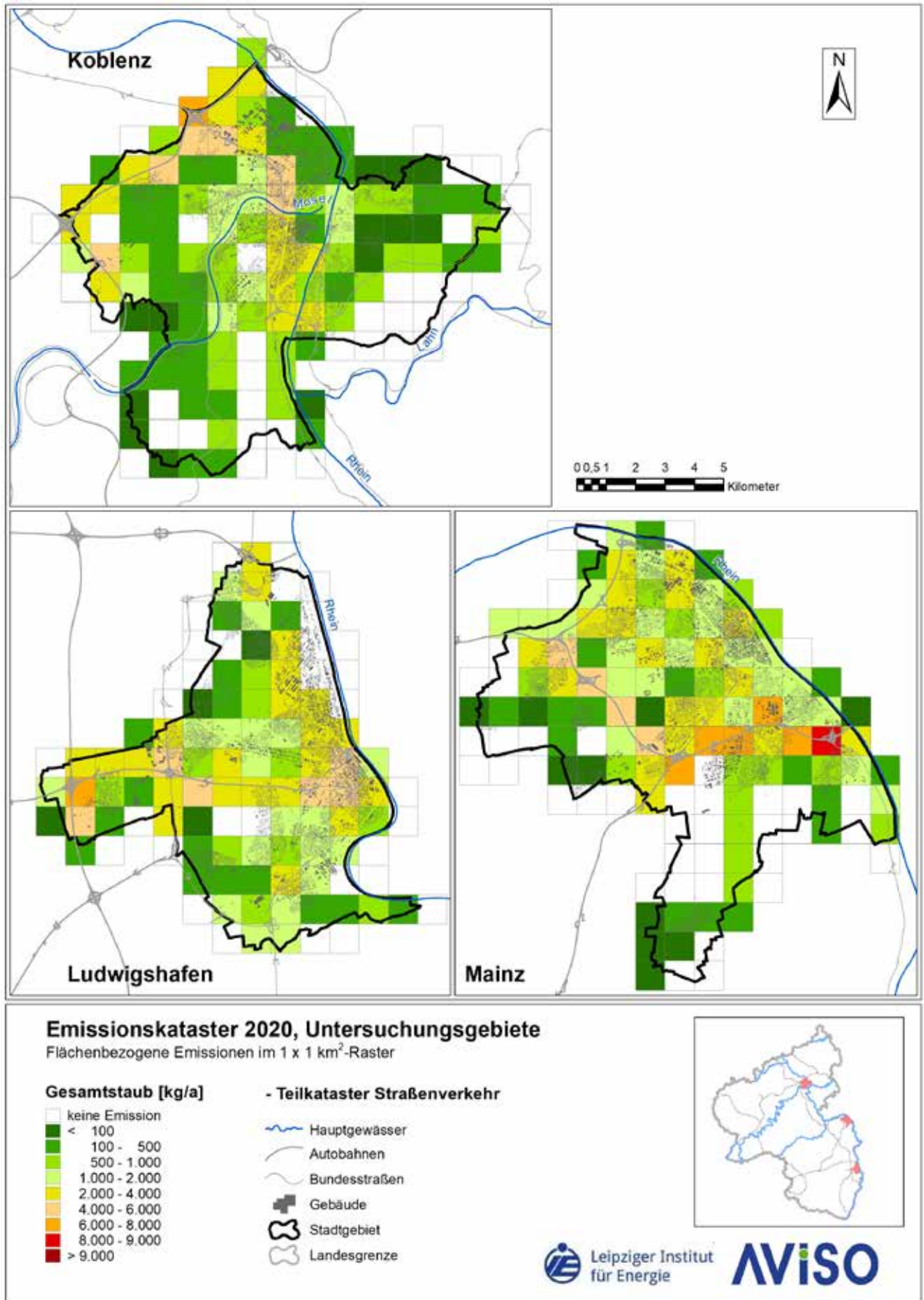


Abb. 2.23: Räumliche Verteilung der Staub-Emissionen des Straßenverkehrs in Mainz, Ludwigshafen und Koblenz 2020

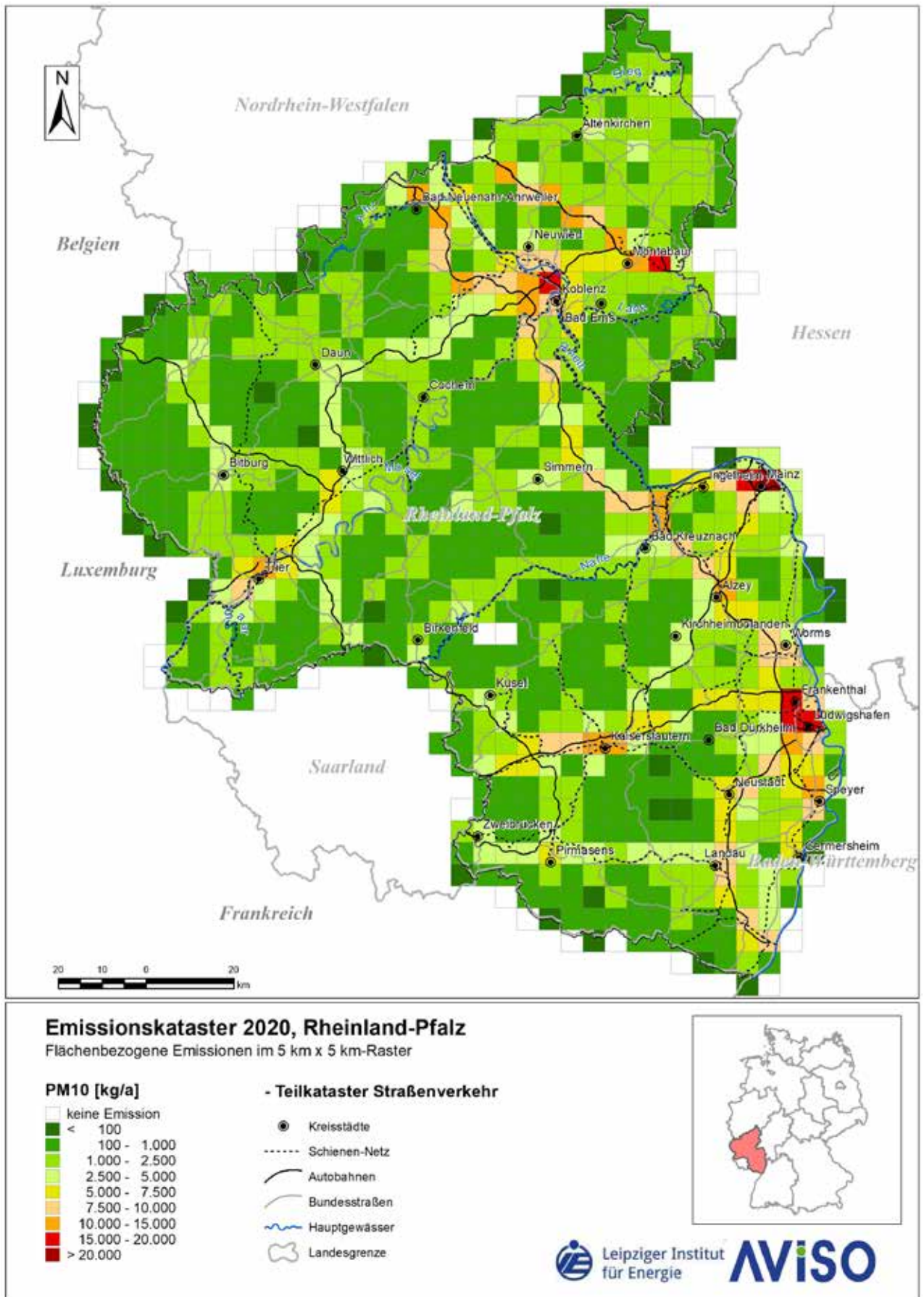


Abb. 2.24: Räumliche Verteilung der PM10-Feinstaub-Emissionen des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz 2020

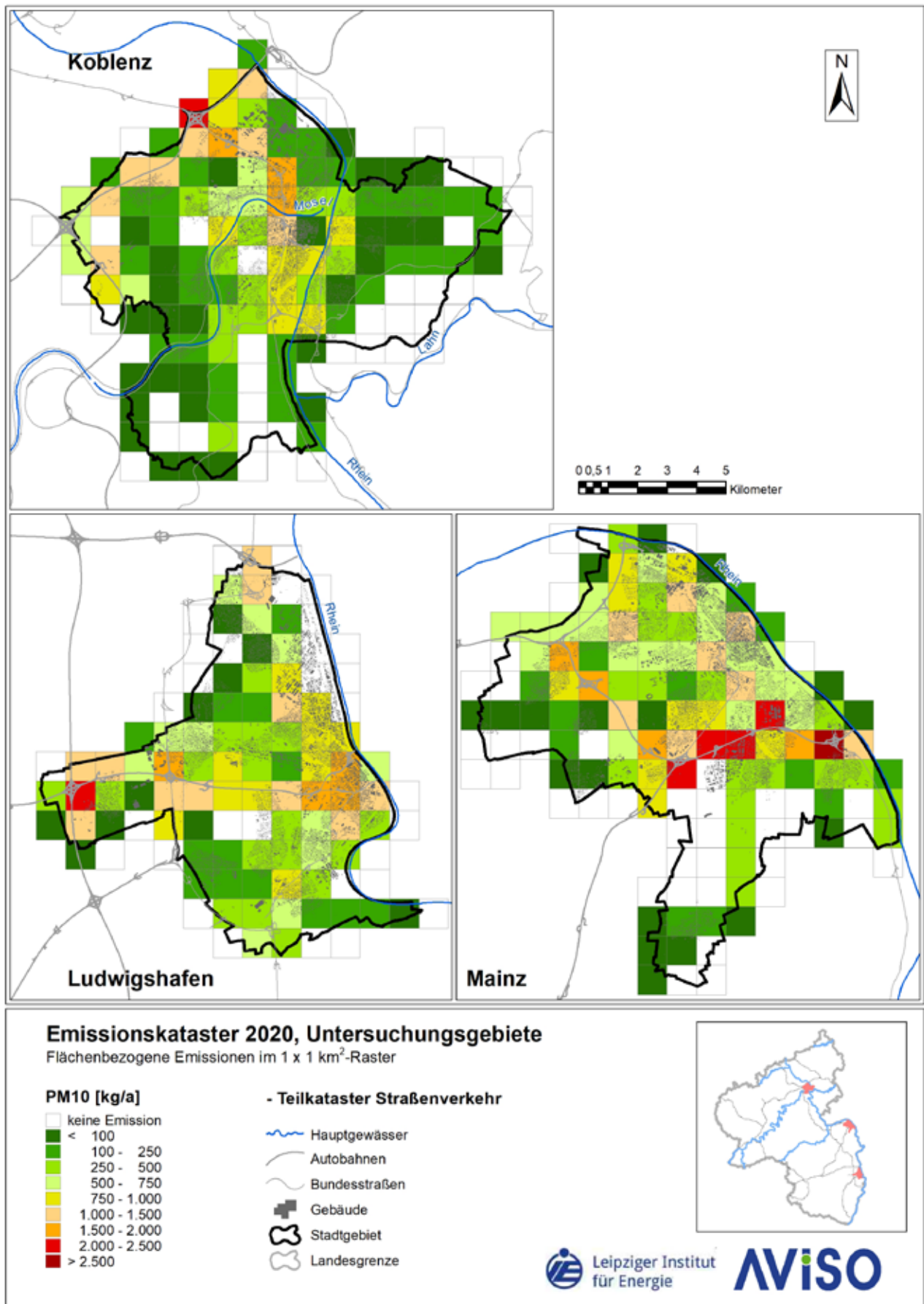


Abb. 2.25: Räumliche Verteilung der PM10-Feinstaub-Emissionen des Straßenverkehrs in Mainz, Ludwigshafen und Koblenz 2020

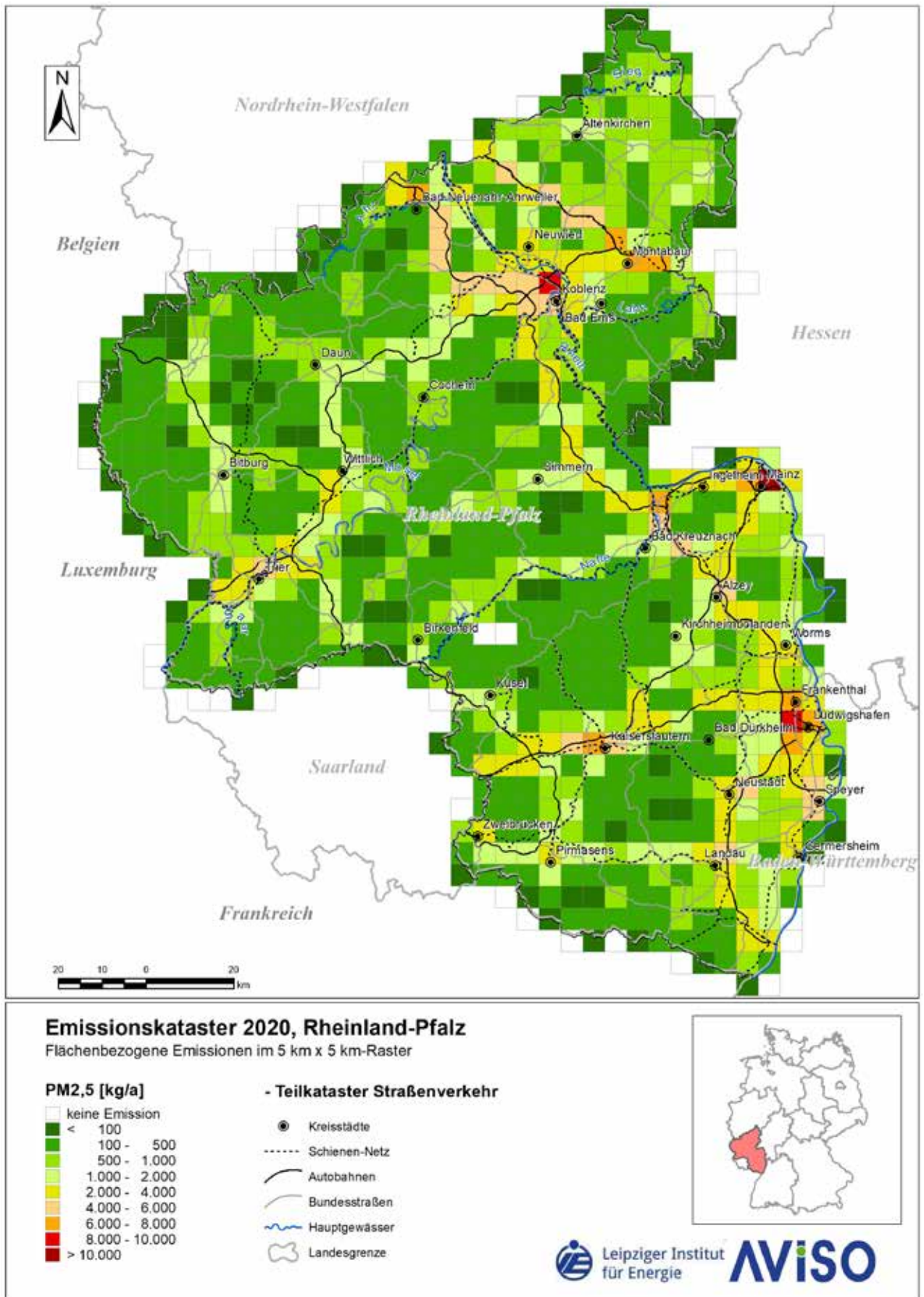


Abb. 2.26: Räumliche Verteilung der PM_{2,5}-Feinstaub-Emissionen des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz 2020

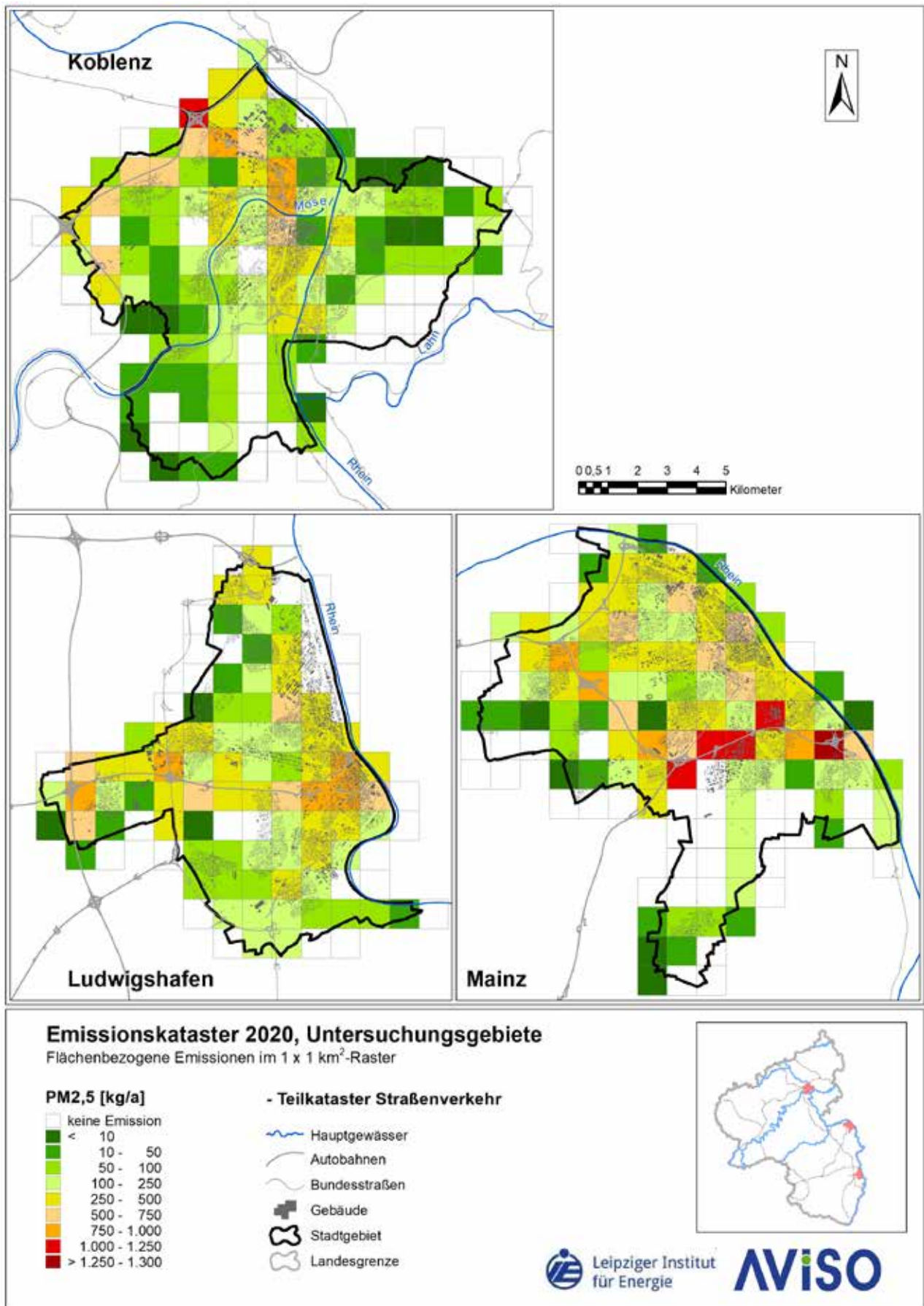


Abb. 2.27: Räumliche Verteilung der PM_{2,5}-Feinstaub-Emissionen des Straßenverkehrs in Mainz, Ludwigshafen und Koblenz 2020

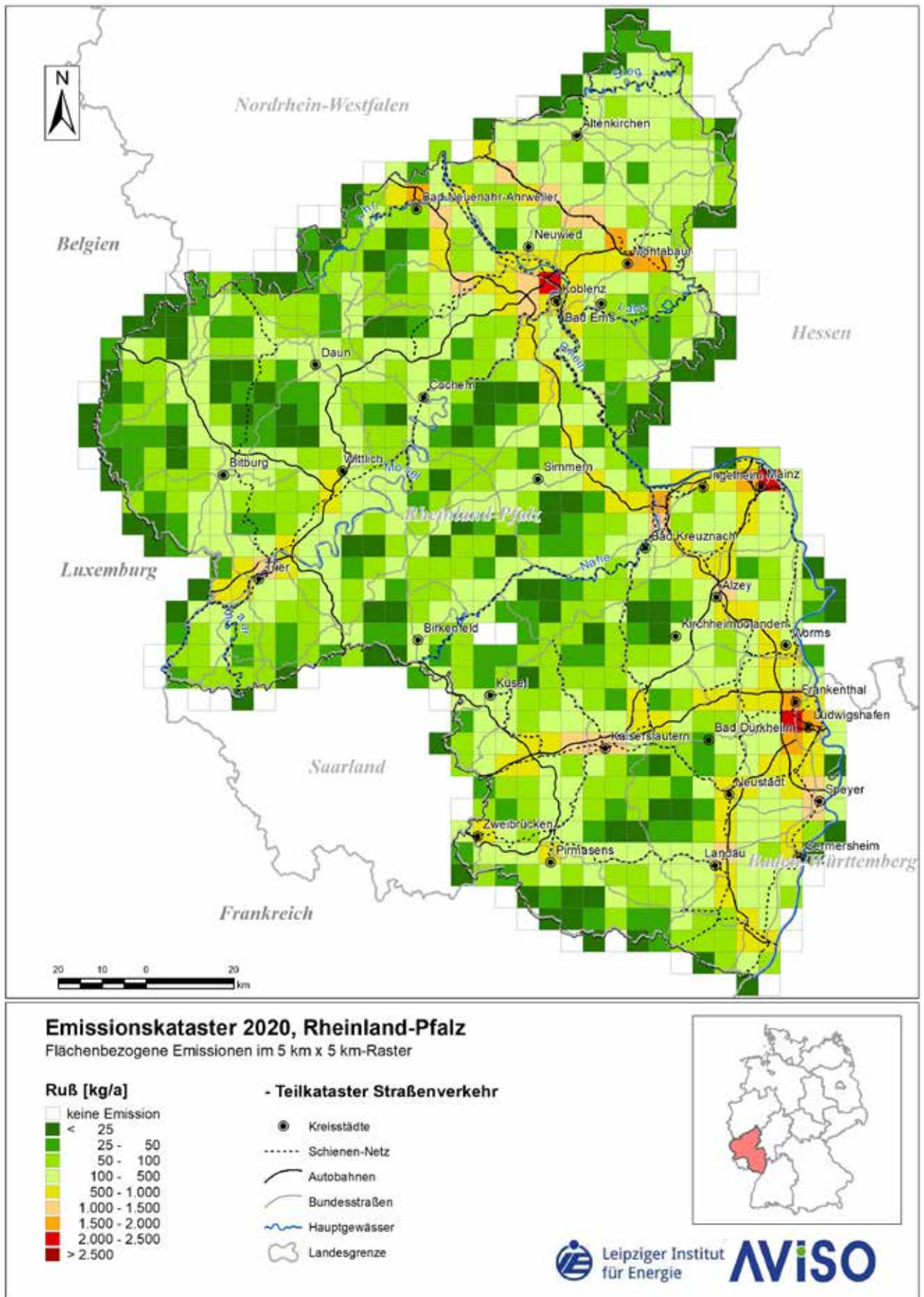


Abb. 2.28: Räumliche Verteilung der Ruß-Emissionen (BC) des Straßenverkehrs in Rheinland-Pfalz 2020

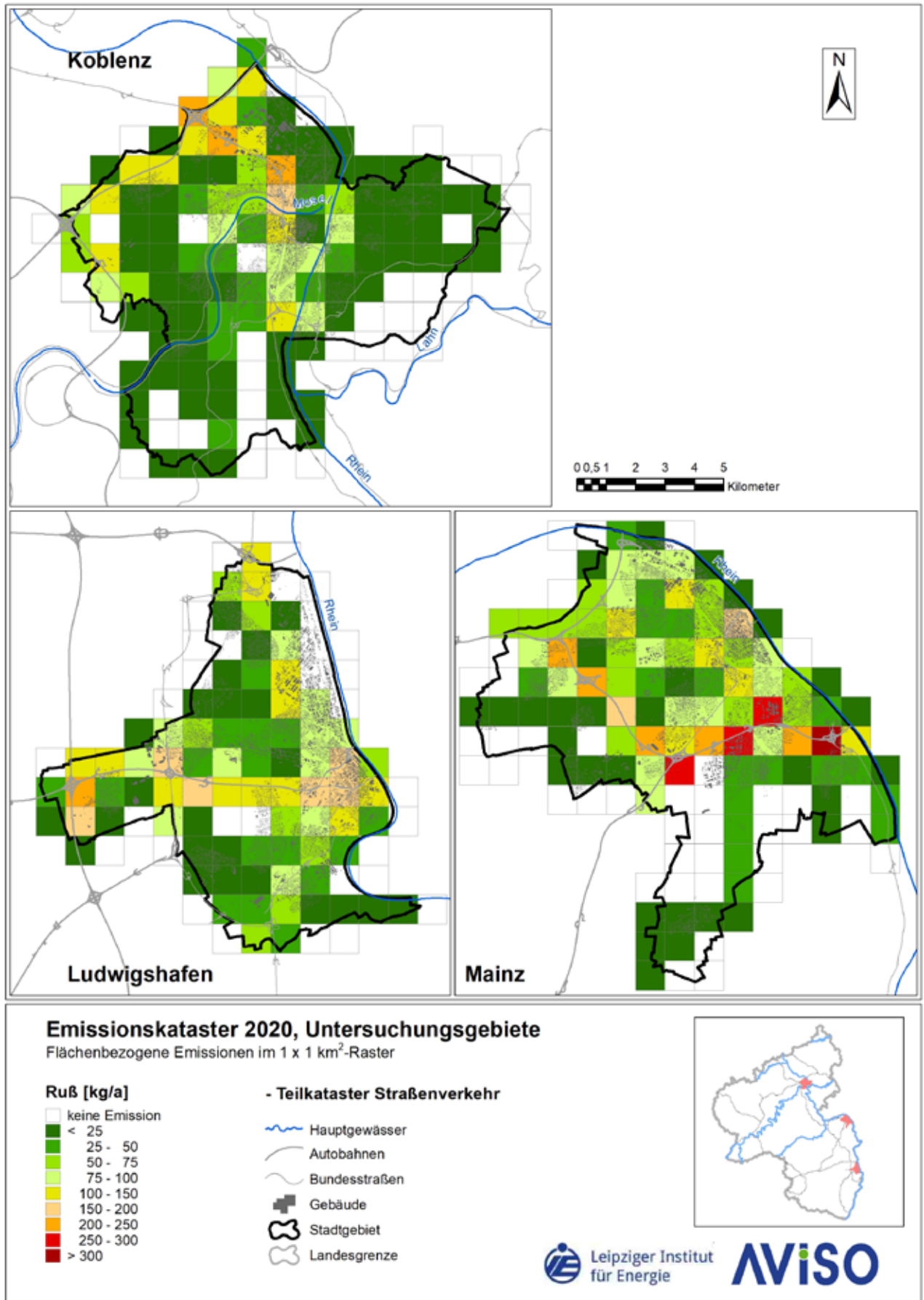


Abb. 2.29: Räumliche Verteilung der Ruß-Emissionen (BC) des Straßenverkehrs in Mainz, Ludwigshafen und Koblenz 2020