



Emissionskataster Tirol

Grundlagen und Ergebnisse
Berichtsteil 3, Sektor Landwirtschaft
Fortschreibungsjahr 2010

Herausgeber:

Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Geoinformation

Autor:

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Haun

Innsbruck, im Januar 2015

Kurzfassung

Der vorliegende Bericht des Emissionskatasters für das Bundesland Tirol, Sektor Landwirtschaft, weist die Emissionsfrachten für die Luftschadstoffe bzw. Klimagase Methan (CH₄), Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO₂), Kohlenwasserstoffe (HC), Nicht-Methankohlenwasserstoffe (NMVOC), Stickoxide (NO_x), Distickstoffoxid (Lachgas, N₂O), Feinstaub (PM10), Feinstaub (PM2,5) und Schwefeldioxid (SO₂) für das erste Fortschreibungsjahr 2010 aus. Zusätzlich werden für einzelne Teilbereiche des Sektors Landwirtschaft Schadstofffrachten für verschiedene Schwermetalle wie Chrom oder Kupfer ausgewiesen, sowie für eine Auswahl an einigen polycyclischen, aromatischen Kohlenwasserstoffe wie z. B. Benz(a)anthracen. Die Methodiken zu Erhebung, Datenevaluierung und Qualitätssicherung sowie Emissionsberechnung werden ausführlich dargelegt, Ergebnisse und Entwicklungen auf dem Luftschadstoffsektor werden abschließend interpretiert.

Der Berichtsteil für die Landwirtschaft wurde für das erste Fortschreibungsjahr 2010 wesentlich erweitert, mit Lachgas N₂O und diversen Schwermetallen wurden neue Luftschadstoffkomponenten bzw. Klimagase in die Berechnung aufgenommen.

Zudem erfolgte neben der Berechnung der Stäube aus der landwirtschaftlichen Feldbearbeitung sowie der Betrachtung der Emissionen aus den landwirtschaftlich eingesetzten Maschinen und Geräten eine wesentlich umfangreichere Darstellung von Luftschadstoffen, welche durch landwirtschaftliche Viehhaltung verursacht werden. Letztere inkludiert neben Rindern auch die Tiergattungen Schweine, Schafe, Pferde sowie Geflügel.

Wesentliche Änderungen bei den Emissionsfrachten konnten gegenüber dem Basisjahr 2005 nur bei jenen Luftschadstoffkomponenten festgestellt werden, bei denen aufgrund neuer oder anderer Erkenntnisse eine veränderte Berechnungsmethodik angewandt wurde. Etwa veränderte sich dadurch die Emissionsfracht des Feinstaubes PM10 aus der Landwirtschaft von 103 t im Jahr 2005 auf 286 t im Jahr 2010, was hauptsächlich aus dem Miteinbezug anderer landwirtschaftlich genutzter Flächen als Ackerland resultiert (vgl. Kapitel 3.4.1 ff); die Betrachtung zusätzlicher Tiergattungen wie oben erwähnt führte ebenfalls zu einer Erhöhung der Fracht der Staubemissionen. Der verdoppelte Ausstoß an Kohlendioxid CO₂ im Jahr 2010 gegenüber dem Basisjahr 2005 lässt sich mit einer methodischen Veränderung begründen. Nach dem aktuellen Ansatz wurden die Emissionen für CO₂ im Basisjahr 2005 zu niedrig abgeschätzt (vgl. Kapitel 3.7.1).

Der leicht erhöhte Ausstoß des Methans CH₄ ergibt sich durch die zuvor beschriebene Aufnahme zusätzlicher Tiergattungen, wobei die Emissionsfaktoren hier zwischen 0 und 0,37 kg/Tier schwanken, was insgesamt zu einer geringfügig höheren Emissionsfracht führt (11.436 t im Jahr 2005 zu 12.294 t im Jahr 2010).

Emissionsfrachten aus der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken 2010 [t/a]

Polit. Bezirk	CH ₄	HC	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	NMHC	NO _x	PM10	PM2,5	SO ₂
IM	822	5	12	2.283	4	238	5	36	30	6	0
IL	1.878	11	24	4.775	9	566	11	76	54	12	0
I	99	1	1	204	0	29	1	3	3	1	0
KB	2.221	10	21	4.048	10	693	9	65	38	9	0
KU	2.569	9	19	3.716	11	802	9	59	39	9	0
LA	605	5	10	1.977	4	187	5	32	23	6	0
LZ	1.349	8	17	3.398	7	393	8	54	46	10	0
RE	383	4	9	1.765	2	118	4	28	15	4	0
SZ	2.368	7	15	2.955	10	731	7	47	39	8	0
Σ Summe	12.294	60	128	25.120	57	3.756	58	401	286	64	0

Abstract

This report for the federal state Tyrol, sector agriculture, displays the emissions for the air-pollutants and respectively greenhouse gases methane (CH₄), carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂), hydrocarbons (HC), non-methane-hydrocarbons (NMHC), oxides of nitrogen (NO_x), nitrous oxide (laughing gas, N₂O), particulate matter 10 (PM10), particulate matter 2,5 (PM2,5), and sulphur dioxide (SO₂), for the 2010 follow-up of the emission-survey based on the year 2005. Furthermore, emission-loads for heavy metals such as chrome or copper as well as for polycyclic, aromatic hydrocarbons like benz(a)anthracene are shown for different subareas of agriculture.

Methods for the elevation, evaluation of data and quality control as well as the calculation of emissions are shown in detail, results and trends on the sector of air-pollution are finally discussed.

The report-chapter for agriculture was significantly extended for the first follow-up year 2010. On one hand, new air pollutant components as well as greenhouse gases like nitrous oxide N₂O or several heavy metals were included. On the other hand, a significant extensive calculation of the emissions of agricultural animal breeding, which included in addition to cattle other species like pigs, sheep, horses as well as poultry, was done beside the calculation of dust emissions from the husbandry of agricultural plains and the emission outputs of agricultural machinery.

Significant changes in emissions compared to 2005 could only be detected for air pollutants, which had to be calculated with different calculation methods due to new or different findings. For instance the emission load of particulate matter 10 PM10 coming from agriculture changed from 103 tons in 2005 to 286 tons in 2010, which is a result of calculating - beside from arable farm land - also other agricultural plains (see chapter 3.4.1); the consideration of additional species of animals as mentioned before also led to a rise of dust emissions.

The doubled output on carbon dioxide CO₂ in 2010 opposite to 2005 can be explained with a methodical change. According to the current approach the emissions of CO₂ for the base year 2005 have been estimated too low (see chapter 3.7.1).

The lightly higher output of methane CH₄ is a result of the additional species of animals that were taken into account, where emission factors fluctuate between 0 and 0,37 kg/animal, which leads to total amount of emissions that is only slightly higher (11.436 tons in 2005 to 12.294 tons in 2010).

Emissions from agriculture in Tirol according to political districts in 2010 [TPY]

Polit. district	CH ₄	HC	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃	NMHC	NO _x	PM10	PM2,5	SO ₂
IM	822	5	12	2.283	4	238	5	36	30	6	0
IL	1.878	11	24	4.775	9	566	11	76	54	12	0
I	99	1	1	204	0	29	1	3	3	1	0
KB	2.221	10	21	4.048	10	693	9	65	38	9	0
KU	2.569	9	19	3.716	11	802	9	59	39	9	0
LA	605	5	10	1.977	4	187	5	32	23	6	0
LZ	1.349	8	17	3.398	7	393	8	54	46	10	0
RE	383	4	9	1.765	2	118	4	28	15	4	0
SZ	2.368	7	15	2.955	10	731	7	47	39	8	0
Σ Summe	12.294	60	128	25.120	57	3.756	58	401	286	64	0

Inhaltsverzeichnis

3	Sektor Landwirtschaft	2
3.1	Landwirtschaftlich genutzte Flächen in Tirol	2
3.2	Dieserverbräuche auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Tirol	3
3.3	Motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol	5
3.3.1	Landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen in Tirol	5
3.3.2	Motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol	7
3.3.3	Emissionsfaktoren zur Ermittlung von Emissionsfrachten landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol	8
3.3.4	Motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol	8
3.3.5	Motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol -	9
3.4	Nicht motorbedingte Emissionen durch landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen in Tirol - Staubemissionen durch landwirtschaftliche Feldbearbeitung	11
3.4.1	Emissionsfaktoren zur Ermittlung von Staubemissionen durch landwirtschaftliche Feldbearbeitung	12
3.4.1.1	Jährliche Niederschlagstage in Tirol, gewichtete Emissionsfaktoren	12
3.4.2	Nicht motorbedingte Emissionen durch landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen in Tirol (Staubemissionen durch landwirtschaftliche Feldbearbeitung) - Berechnungsmethodik	14
3.4.3	Nicht motorbedingte Emissionen durch landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen in Tirol (Staubemissionen durch landwirtschaftliche Feldbearbeitung) - Ergebnisse	14
3.5	Landwirtschaftliche Viehhaltung in Tirol	17
3.5.1	Viehbestände in Tirol	17
3.5.2	Emissionsfaktoren zur Ermittlung von Emissionsfrachten aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Tirol	18
3.5.3	Emissionen durch landwirtschaftliche Viehhaltung in Tirol - Berechnungsmethodik	19
3.6	Gesamtemissionen aus der Landwirtschaft in Tirol	27
3.7	Vergleich des Sektors Landwirtschaft zum Emissionskataster 2005	31
3.7.1	Motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol	31
3.7.2	Nicht motorbedingte Emissionen durch landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen in Tirol	32
3.7.3	Emissionen durch landwirtschaftliche Viehhaltung in Tirol	33

3 Sektor Landwirtschaft

Der Sektor Landwirtschaft wurde im Vergleich zu den Betrachtungen für das Basisjahr 2005 wesentlich erweitert. Eine verbesserte Datengrundlage ermöglichte es, neben detaillierteren Darstellungen der durch Viehbestände bedingten Emissionen z. B. auch nähere Aussagen über Emissionen des eingesetzten Maschinenparks zu treffen. Dabei wurden neben einer erweiterten Palette an klassischen Luftschadstoffen auch verschiedene Schwermetalle und eine Gruppe organischer Verbindungen wie etwa Benzo(a)pyren bilanziert.

3.1 Landwirtschaftlich genutzte Flächen in Tirol

Aus der Agrarstrukturerhebung 2010¹ wurden zunächst die im Bundesland Tirol befindlichen, landwirtschaftlich genutzten Flächen erhoben. Die in der Agrarstrukturerhebung definierten Untergruppen wurden zu den in der nachfolgenden Tabelle 3.1 genannten Gruppen zusammengefasst (z. B. Winterweizen, Sommerweizen, Spätkartoffeln, Erdbeeren u. a. = Ackerbau, Mähweiden/-wiesen mit zwei Nutzungen, Mähweiden/-wiesen mit drei und mehr Nutzungen, Dauerweiden u. a. = Grünland etc.) und in einer Auswertung des Sachgebietes Landesstatistik und tiris des Landes Tirol gemeindeweise dargestellt.

Tabelle 3.1: Landwirtschaftlich genutzte Flächen in Tirol gemäß Agrarstrukturerhebung 2010

Landwirtschaftliche Nutzungsart	Flächenausdehnung [ha]
Ackerbau	9.458
Weinbau	4
Obstbau	209
Grünland (ausgenommen Almen, Bergmähder, Hutweiden und Streuwiesen)	87.137
Gartenbau	75
Almen ¹⁾	193.858
Forstflächen	476.163
Nicht genutzt ²⁾	409.190
Σ Summe	1.176.094

¹⁾ Almen, Bergmähder, Hutweiden und Streuwiesen

²⁾ Nicht genutzte landwirtschaftliche Fläche/Nicht genutztes Grünland und Sonstige unproduktive Flächen (Ödland, Wege, Ziergärten etc.)

Die landwirtschaftlich genutzte Gesamtfläche ist gegenüber dem Jahr 2005 geringfügig kleiner, im Basisjahr der Emissionskatastererstellung betrug diese lt. Digitaler Katastralmappe (DKM) noch 1.277.291 ha. Die Aufteilung der landwirtschaftlich genutzten Flächen auf Basis der politischen Bezirke stellt sich wie in der nachfolgenden Abbildung 3.1 bzw. in Tabelle 3.2 veranschaulicht dar.

Abbildung 3.1: Landwirtschaftlich genutzte Flächen in Tirol nach politischen Bezirken [ha]

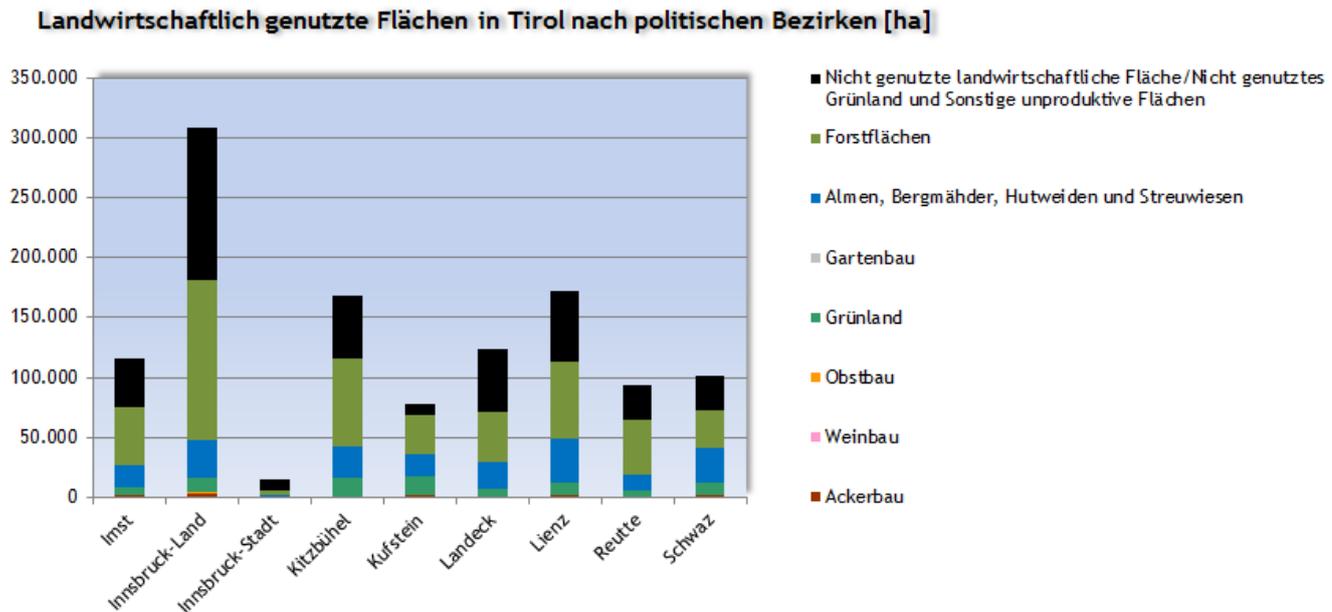


Tabelle 3.2: Landwirtschaftlich genutzte Flächen in Tirol nach politischen Bezirken [ha]

Politischer Bezirk	Ackerbau	Weinbau	Obstbau	Grünland	Gartenbau	Almen ¹⁾	Forstflächen	Nicht genutzt ²⁾	Σ Summe
IM	1150	2	50	7216	5	17828	48.542	41.278	116.071
IL	3.676	1	75	12.223	13	31.464	133.228	128.215	308.895
I	233	0	12	543	1	931	3.886	8.700	14.306
KB	213	0	3	16.122	9	25.511	73.464	52.326	167.648
KU	1.176	0	9	15.890	7	19.304	32.745	9.112	78.243
LA	202	0	34	6.823	4	21.572	42.141	52.260	123.036
LZ	1.566	0	22	10.885	21	36.851	63.480	59.836	172.661
RE	8	0	0	6.232	2	11.995	46.923	28.723	93.883
SZ	1.236	1	4	11.203	13	28.403	31.752	28.740	101.352
Σ Summe	9.458	4	209	87.137	75	193.858	476.163	409.190	1.176.094

¹⁾ Almen, Bergmähder, Hutweiden und Streuwiesen

²⁾ Nicht genutzte landwirtschaftliche Fläche/Nicht genutztes Grünland und Sonstige unproduktive Flächen (Ödland, Wege, Ziergärten etc.)

3.2 Dieselverbräuche auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Tirol

Zur Berechnung der Emissionsfrachten wurden den landwirtschaftlich genutzten Flächen Tirols zunächst die aus der Agrardieselerordnung² zur Berechnung der Vergütung gemäß § 7a Abs. 3 Z 2 Mineralölsteuergesetz 1995 heranzuziehenden Dieselverbräuche zugeordnet. Eine Übersicht über die Pauschalverbrauchssätze für den Dieseleinsatz in landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen findet sich in der nachfolgenden Tabelle 3.3.

Tabelle 3.3: Dieserverbräuche nach landwirtschaftlich genutzten Flächen zur Berechnung der Vergütung gemäß § 7a Abs. 3 Z 2 Mineralölsteuergesetz 1995

Landwirtschaftliche Nutzungsart	Dieserverbrauch [l/ha]
Ackerbau	80
Weinbau	130
Obstbau	130
Grünland (ausgenommen Almen, Bergmähder, Hutweiden und Streuwiesen)	70
Gartenbau	200
Almen ¹⁾	4
Forstflächen	4
Nicht genutzt ²⁾	0

¹⁾ Almen, Bergmähder, Hutweiden und Streuwiesen

²⁾ Nicht genutzte landwirtschaftliche Fläche/Nicht genutztes Grünland und Sonstige unproduktive Flächen (Ödland, Wege, Ziergärten etc.)

Über den ersten Berechnungsschritt konnte demzufolge der flächenspezifische Dieseleinsatz aus Dieserverbrauch und landwirtschaftlicher Nutzungsart für den landwirtschaftlichen Fahrzeugeinsatz ermittelt werden (Formel 3.1).

$$\text{Flächenspezifischer Dieseleinsatz je Gemeinde} = \text{Dieserverbrauch [l/ha]} \times \text{Flächenausdehnung [ha]} \quad \text{F.3.1}$$

Die über die landwirtschaftlichen Nutzflächen hochgerechneten Dieseleinsätze sind in Abbildung 3.2 sowie in Tabelle 3.4 angeführt.

Abbildung 3.2: Flächenspezifischer Dieseleinsatz in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [l/a]

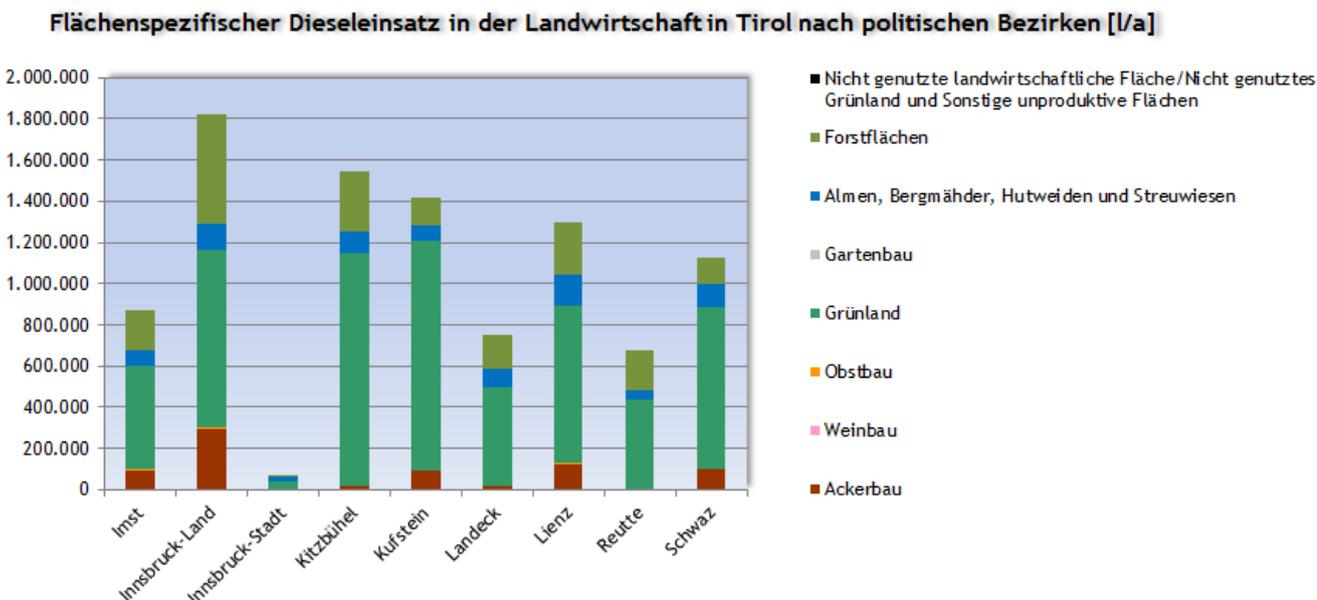


Tabelle 3.4: Flächenspezifischer Dieseleinsatz in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [l/a]

Politischer Bezirk	Ackerbau	Weinbau	Obstbau	Grünland	Gartenbau	Almen ¹⁾	Forstflächen	Nicht genutzt ²⁾	Σ Summe
IM	91.977	241	6.539	505.140	1016	71.313	194.167	0	870.393
IL	294.062	77	9.689	855.643	2.612	125.855	532.912	0	1.820.850
I	18.625	23	1.535	38.021	130	3.723	15.545	0	77.602
KB	17.038	46	426	1.128.530	1.862	102.045	293.855	0	1.543.802
KU	94.074	4	1.160	1.112.333	1.400	77.216	130.982	0	1.417.169
LA	16.164	0	4.421	477.577	806	86.286	168.565	0	753.819
LZ	125.266	0	2.877	761.932	4.230	147.402	253.921	0	1.295.628
RE	621	0	3	436.246	310	47.980	187.693	0	672.853
SZ	98.850	103	543	784.176	2.654	113.613	127.010	0	1.126.949
Σ Summe	756.677	493	27.193	6.099.599	15.020	775.432	1.904.650	0	9.579.064

¹⁾ Almen, Bergmäher, Hutweiden und Streuwiesen

²⁾ Nicht genutzte landwirtschaftliche Fläche/Nicht genutztes Grünland und Sonstige unproduktive Flächen (Ödland, Wege, Ziergärten etc.)

3.3 Motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol

Die Kenntnis des flächenspezifischen Dieseleinsatzes auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen Tirols ermöglichte es, mittels entsprechender Emissionsfaktoren die durch den Einsatz landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte entstehenden, motorbedingten Luftschadstofffrachten zu ermitteln. Grundsätzlich können solcherart technischer Gerätschaften grob in Typen, diesel- und benzinbetriebene, sowie in Leistungsklassen unterteilt werden. Die Größe der benzinbetriebenen Fuhrparks ist in Tirol vernachlässigbar gering, die Emissionsfrachten für TSP, PM10 und PM2,5 aus der landwirtschaftlichen Feldbearbeitung werden gesondert betrachtet (vgl. Punkt 3.4).

3.3.1 Landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen in Tirol

Die Bewältigung der verschiedenen Arbeitsschritte in der Landwirtschaft erfordert es bei landwirtschaftlichen Voll- und Nebenerwerbsbetrieben in vielen Fällen, ein breites Spektrum an Maschinen und Geräten zur Verfügung zu haben. Eine Übersicht über den Bestand der wichtigsten landwirtschaftlich genutzten Fahrzeugtypen in Tirol gibt die nachfolgende Abbildung 3.3 sowie Tabelle 3.5. die Datengrundlage für die Auswertung entstammt einer Sonderauswertung der Statistik Austria³.

Abbildung 3.3: Landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen in Tirol nach politischen Bezirken und Maschinenart [Stück]

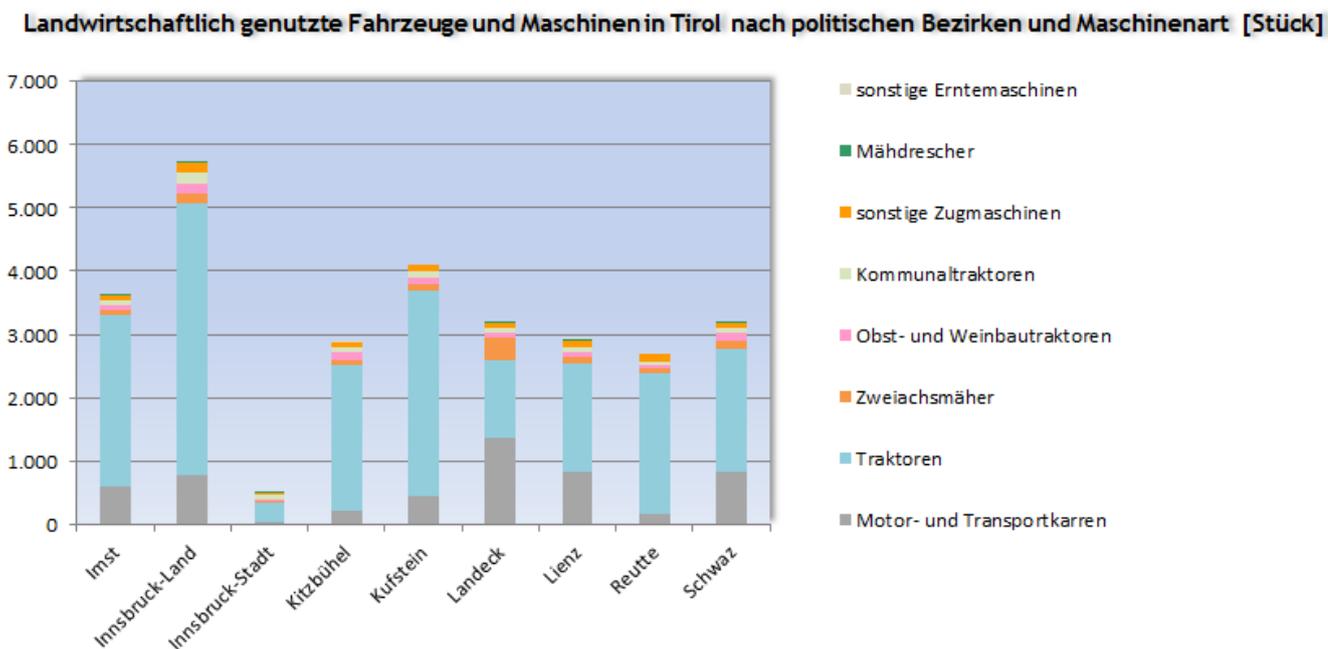


Tabelle 3.5: Landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen in Tirol nach politischen Bezirken und Maschinenart [Stück]

Politischer Bezirk	MT	T	ZM	OWT	KT	SZ	MD	SE	Σ Summe
IM	585	2734	64	84	59	100	8	0	3.634
IL	775	4.301	159	138	187	164	12	0	5.736
I	20	328	8	21	91	13	2	0	483
KB	204	2.315	83	124	73	74	0	1	2.874
KU	452	3.232	100	111	96	122	0	0	4.113
LA	1.351	1.249	337	92	65	98	1	0	3.193
LZ	823	1.707	123	62	68	126	3	3	2.915
RE	159	2.238	70	38	59	117	0	0	2.681
SZ	837	1.923	147	107	91	84	2	0	3.191
Σ Summe	5.206	20.027	1.091	777	789	898	28	4	28.820

MT Motor- und Transportkarren

KT Kommunaltraktoren

T Traktoren

SZ sonstige Zugmaschinen

ZM Zweiachsmäher

MD Mährescher

OWT Obst- und Weinbautraktoren

SE sonstige Erntemaschinen

Die in Tabelle 3.5 angeführten Maschinen und Geräte wurden in der Sonderauswertung der Statistik Austria in einem vom Land Tirol vorgegebenen Spektrum unterschiedlicher Leistungsklassen zur Verfügung gestellt.

3.3.2 Motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol - Datengrundlagen

Zur Berechnung der motorbedingten Emissionsfrachten des Maschinen- und Gerätefuhrparks auf dem Sektor Landwirtschaft wurde primär versucht, aus einer geeigneten Datenquelle eine genaue Aufschlüsselung von Betriebsstunden für den Gesamtbestand der im Bundesland befindlichen Gerätschaften zu eruieren. Dazu wurde das LFRZ (land- und forstwirtschaftliches Rechenzentrum) kontaktiert, bei welchem die genauen, jährlichen Betriebsstunden je landwirtschaftlich genutztem Fahrzeug hinterfragt wurden. Jedoch war eine detaillierte Darstellung von Betriebsstunden je Fahrzeugtyp nicht verfügbar, da der Großteil der Anträge betreffend die Mineralölsteuerrückvergütung für landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Geräte pauschal erfolgt (Pauschalvergütung gemäß § 7a Abs. 3 Z 2 MöStG) und somit keine flächendeckenden Daten zu jährlichen Betriebsstunden vorliegen. Aus diesem Grund war ein Ansatz mittels Emissionsfaktoren, welche die Emissionsfrachten über die jährliche verrichtete, leistungsklassenspezifische Arbeitsleistung [kWh] von landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten ermitteln, nicht möglich. Demzufolge wurden für die Berechnung der motorbedingten Emissionsfrachten Emissionsfaktoren herangezogen, welche auf die bekannte, jährlich eingesetzte Kraftstoffmenge zum Betrieb der landwirtschaftlichen Fahrzeuge und Maschinen aufsetzen.

3.3.3 Emissionsfaktoren zur Ermittlung von Emissionsfrachten landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol

Die nachfolgenden Tabellen 3.6 und 3.7 zeigen eine Auswahl an Emissionsfaktoren klassischer Luftschadstoffe sowie für einige Schwermetalle und polycyclische, aromatische Kohlenwasserstoffe⁴.

Tabellen 3.6 und 3.7: Emissionsfaktoren klassischer Luftschadstoffe [g/kg Diesel] sowie für einige Schwermetalle und polycyclische, aromatische Kohlenwasserstoffe für dieselbetriebene, landwirtschaftliche Maschinen und Geräte [µg/kg Diesel]

Luftschadstoff	EF [g/kg Diesel]
Stickoxide NO _x	50,3
Nichtmethankohlenwasserstoffe NMVOC	7,27
Methan CH ₄	0,17
Kohlenwasserstoffe HC	7,44
Kohlenmonoxid CO	16
Kohlendioxid CO ₂	3.150
Ammoniak NH ₃	0,007
Distickstoffmonoxid (Lachgas) N ₂ O	1,29
Particulate Matter PM	3,934
Particulate Matter 2,5 PM _{2,5}	3,7
Schwefeldioxid SO ₂	0

Luftschadstoff	EF [µg/kg Diesel]
Cadmium Cd	0,01
Kupfer Cu	1,7
Chrom Cr	0,05
Nickel Ni	0,07
Selen Se	0,01
Zink Zn	1
Benz(a)anthracen C ₁₈ H ₁₂	80
Benzo(b)fluoranthen C ₂₀ H ₁₂	50
Dibenzo(a,h)anthracen C ₂₂ H ₁₄	10
Benzo(a)pyren C ₂₀ H ₁₂	30
Chrysen C ₁₈ H ₁₂	200
Fluoranthen C ₁₆ H ₁₂	450
Phenanthren C ₁₄ H ₁₀	2.500

3.3.4 Motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol - Berechnungsmethodik

Die motorbedingten Emissionsfrachten aus dem Einsatz landwirtschaftlicher Fahrzeuge und Maschinen errechnen sich aus den zuvor genannten Datengrundlagen flächenspezifischer Dieseleinsatz je Gemeinde [l/a], Dichte des Diesels ($\rho_{\text{Diesel}} = 0,8325 \text{ kg/l}$), dem Emissionsfaktor je Luftschadstoff für den Dieseleinsatz [g/kg] bzw. [µg/kg] sowie einem Umrechnungsfaktor von g bzw. µg auf t Luftschadstofffracht. Die entsprechende Formel 3.2 ist nachstehend angeführt.

$$E [\text{t/a}] = \text{flächenspezifischer Dieseleinsatz je Gemeinde [l/a]} \times 0,8325 [\text{kg/l}] \times \text{EF [g/kg]} \times 1\text{E} - 6$$

$$E [\text{t/a}] = \text{flächenspezifischer Dieseleinsatz je Gemeinde [l/a]} \times 0,8325 [\text{kg/l}] \times \text{EF [g/kg]} \times 1\text{E} - 12 \quad \text{F.3.2}$$

3.3.5 Motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol - Ergebnisse nach politischen Bezirken

Anhand der zuvor genannten Formel 3.2 wurden die motorbedingten Emissionsfrachten aus dem Einsatz landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol ermittelt. Die nachfolgenden Abbildungen 3.4 und 3.5 veranschaulichen beispielhaft die Ergebnisse für Stickoxide (NO_x) und Feinstaub (PM). Tabelle 3.8 weist die motorbedingten Luftschadstofffrachten für die klassischen Luftschadstoffe aus, Tabelle 3.9 veranschaulicht die Schadstofffrachten einiger Schwermetalle und organischer Luftschadstoffe. Betreffend Feinstaub muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass die Feinstaubfraktionen aus der Landwirtschaft sowohl organischen als auch anorganischen Ursprungs sind. Zum einen entsteht durch den Einsatz von Diesel in Verbrennungsmotoren Dieselruß, welcher in der Literatur zum überwiegenden Teil mit PM bezeichnet wird (Stäube organischer Herkunft). Andererseits werden durch die landwirtschaftliche Feldbearbeitung und die dabei stattfindende Manipulation des Bodens sowie die Fahrbewegungen von Traktoren etc. (vgl. Punkt 3.4) Staubfrachten freigesetzt, welche sich aus unterschiedlichen Fraktionen zusammensetzen (TSP, PM₁₀ sowie PM_{2,5}, Stäube anorganischen Ursprungs). Zwar werden die PM-Fraktionen aus den verbrennungsbedingten Vorgängen in Dieselmotoren und die PM-10-Stäube aus der landwirtschaftlichen Feldbearbeitung in diesem Bericht getrennt voneinander dargestellt (vgl. Tabellen 3.8 und 3.13), bei den Gesamtemissionsfrachten aus der Landwirtschaft werden PM und PM₁₀ jedoch als PM₁₀ bezeichnet und als Summenparameter dargestellt.

Abbildung 3.4: Motorbedingte NO_x-Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

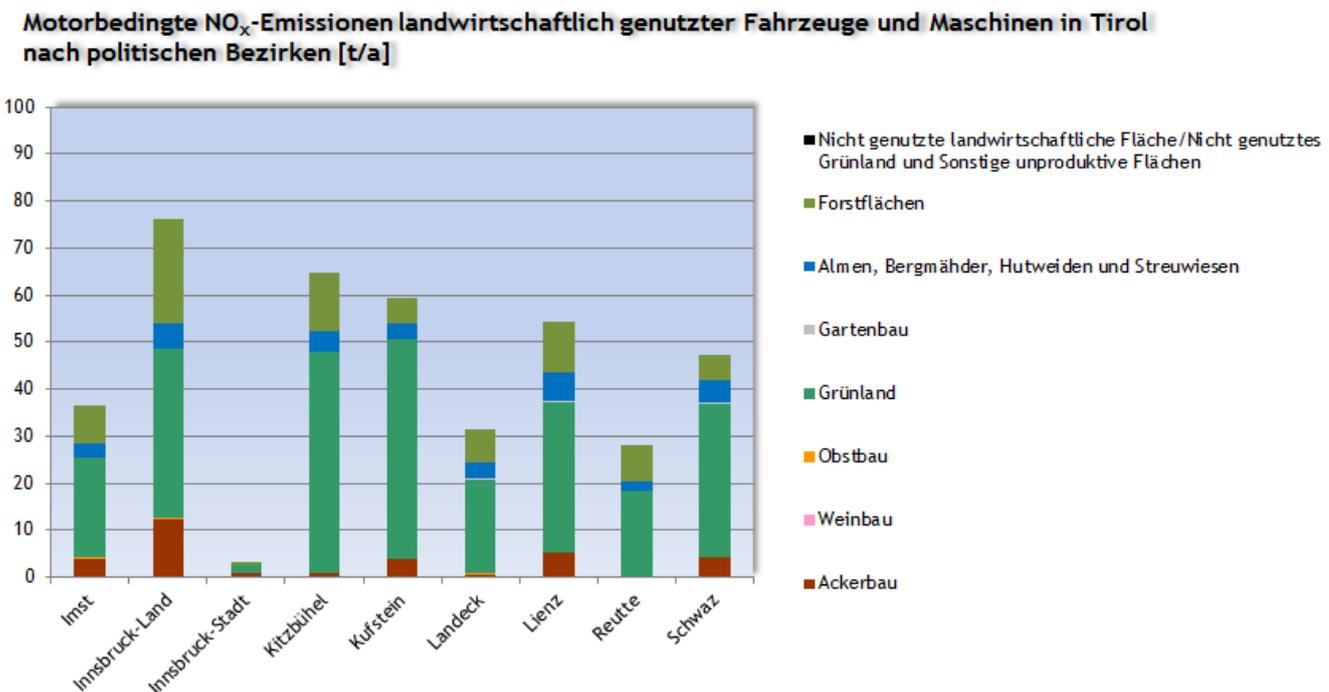


Abbildung 3.5: Motorbedingte PM-Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

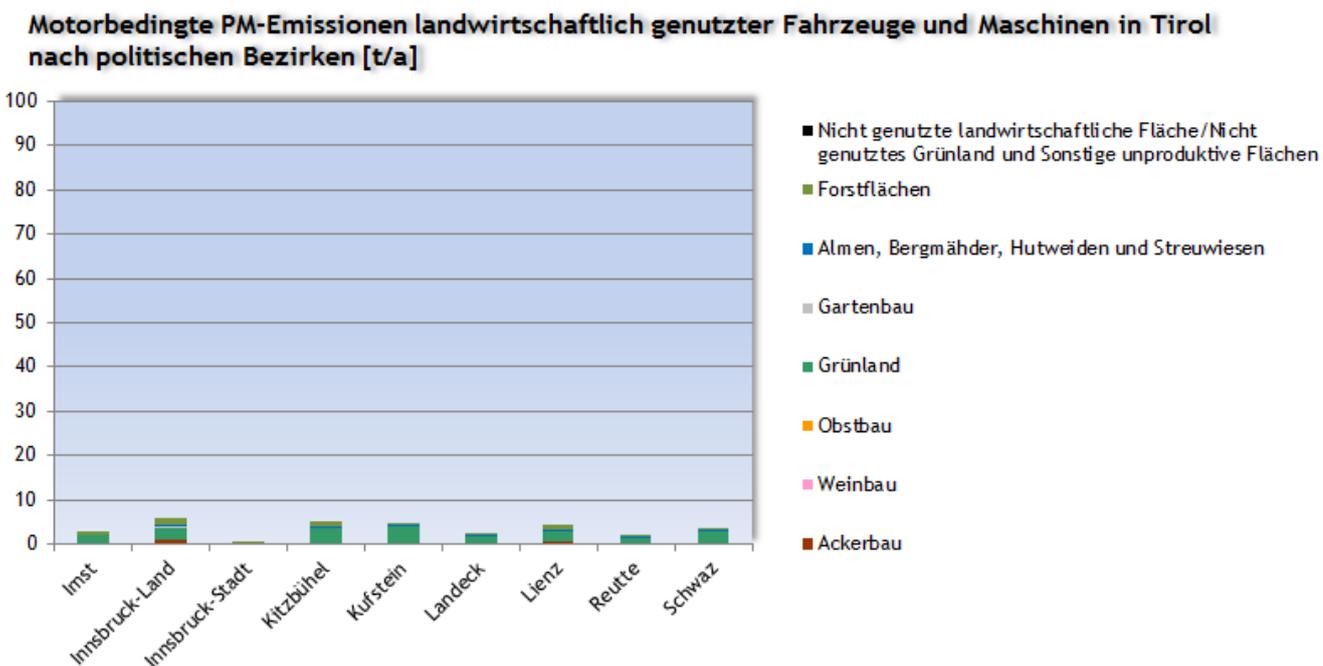


Tabelle 3.8: Motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol nach politischen Bezirken - klassische Luftschadstoffe [t/a]

Luftschadstoff	IM	IL	I	KB	KU	LA	LZ	RE	SZ	Σ Summe
Stickoxide NO _x	36,4	76,2	3,2	64,6	59,3	31,6	54,3	28,2	47,2	401
Nichtmethankohlenwasserstoffe NMVOC	5,3	11	0,5	9,3	8,6	4,6	7,8	4,1	6,8	58
Methan CH ₄	0,1	0,3	0	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	1,4
Kohlenwasserstoffe HC	5,4	11,3	0,5	9,6	8,8	4,7	8	4,2	7	60
Kohlenmonoxid CO	11,6	24,3	1	20,6	18,9	10	17,3	9	15	128
Kohlendioxid CO ₂	2.283	4.775	204	4.048	3.716	1.977	3.398	1.765	2.955	25.120
Ammoniak NH ₃	0,01	0,01	0,0005	0,01	0,01	0	0,01	0,004	0,01	0,1
Distickstoffmonoxid (Lachgas) N ₂ O	0,9	2	0,1	1,7	1,5	0,8	1,4	0,7	1,2	10
Particulate Matter PM	2,9	6	0,3	5,1	4,6	2,5	4,2	2,2	3,7	32
Particulate Matter 2,5 PM _{2,5}	2,7	5,6	0,2	4,8	4,4	2,3	4	2,1	3,5	30
Schwefeldioxid SO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 3.9: Motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol
nach politischen Bezirken - Schwermetalle und polycyclische, organische Verbindungen [t/a]

Luftschadstoff	IM	IL	I	KB	KU	LA	LZ	RE	SZ	Σ Summe ¹⁾
Cadmium Cd	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kupfer Cu	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chrom Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nickel Ni	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Selen Se	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zink Zn	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)anthracen C ₁₈ H ₁₂	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(b)fluoranthren C ₂₀ H ₁₂	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibenzo(a,h)anthra- cen C ₂₂ H ₁₄	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)pyren C ₂₀ H ₁₂	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chrysen C ₁₈ H ₁₂	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluoranthren C ₁₆ H ₁₂	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phenanthren C ₁₄ H ₁₀	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

¹⁾Die Summen der Massen von Schwermetallen sowie polycyclischen, organischen Verbindungen liegen im Bereich von 9,4E-9 t bis 2,3E-3 t, was einer Bandbreite von 9,4 mg bis 2,3 kg über ganz Tirol entspricht.

3.4 Nicht motorbedingte Emissionen durch landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen in Tirol - Staubemissionen durch landwirtschaftliche Feldbearbeitung

Neben den motorbedingten Emissionsfrachten aus dem Dieseleinsatz in landwirtschaftlich genutzten Fahrzeugen und Maschinen entstehen durch die Bestellung der landwirtschaftlichen Flächen Staubemissionen, welche vor allem bei länger anhaltender Trockenheit in erhöhtem Maße auftreten können. Die wesentlichen Arbeitsschritte, die mit einer erhöhten Staubbelastung verbunden sein können sind

- Düngen
- Eggen
- Sähen
- Pflügen sowie
- Ernteprozesse.

Diese Arbeitsschritte lockern durch den Einsatz verschiedener maschineller Prozesse den Untergrund, was die Aufwirbelung von Staub aus dem Boden begünstigt. Der direkte Kontakt zum Erntegut, bzw. die direkte maschinelle Verarbeitung am Feld (z. B. Häcksler, Mähdrescher) kann zusammen mit den Fahrbewegungen von Traktoren und anderen Fahrzeugen lange Staubfahnen erzeugen. Die Fein- und Feinststaubpartikel dieser Staubfahnen können mitunter für längere Zeiträume als Schwebstaub in der Atmosphäre verbleiben.

3.4.1 Emissionsfaktoren zur Ermittlung von Staubemissionen durch landwirtschaftliche Feldbearbeitung

Die Entwicklung von Staubemissionen durch die landwirtschaftliche Feldbearbeitung und die Fahrbewegungen auf verschiedenen Kulturflächen ist durch viele Parameter bestimmt. Niederschläge, Winderosion sowie Bodenfeuchte sind dabei wesentliche Faktoren, die den Eintrag von Staub in die Atmosphäre beeinflussen können. Pauschale Emissionsfaktoren, welche Emissionsfrachten beziffern, können daher nur mit großer Unsicherheit angegeben werden. Für den vorliegenden Bericht kommen für die landwirtschaftliche Feldbearbeitung die Emissionsfaktoren aus der österreichischen Emissionsinventur für Staub⁵ sowie Faktoren aus dem Emission Inventory Guidebook 2013⁶ zur Anwendung. Die Emissionsfaktoren aus der österreichischen Emissionsinventur für Staub wurden für die Berechnung im Emissionskataster Tirol adaptiert, was im Folgenden beschrieben wird. Der Berechnungsweg wird in der genannten Arbeit für die entsprechenden Emissionsfaktoren unter Punkt 5.3.5 Landwirtschaft gezeigt. Die entsprechende Formel (F.3.3) ist nachstehend angeführt.

$$EF [\text{lbs} / \text{acre} - \text{pass}] = k \times 4,8 \times s^{0,6} \quad \text{F.3.3}$$

EF	Emissionsfaktor [lbs/acre-pass]
K	partikelgrößenabhängiger Faktor
s	Feinpartikelgehalt im Boden, für Kalifornien ist s = 18 %. Dieser Wert wurde auch für Österreich verwendet.

Nach den Berechnungen in dieser Arbeit ergibt sich ein Emissionsfaktor für Gesamtstaub (TSP) von 4,44 kg/ha, für Feinstaub (PM10) von 1,998 kg/ha (45 % von TSP) und für Feinstaub (PM2,5) von 0,444 kg/ha (10 % von TSP). In der Aktualisierung und methodischen Verbesserung der österreichischen Luftschadstoffinventur für Schwebstaub⁷ kommen die genannten Emissionsfaktoren ebenfalls zur Anwendung, wobei hier erwähnt wird: *„Es könnte daher sinnvoll sein, eine Klassierung von Emissionsfaktoren nach Trockenheitsgrad des Bodens während der Feldbearbeitung vorzunehmen. Die Emissionsfaktoren können dann durchaus eine Größenordnung und mehr zwischen „trockenen“ und „feuchten“ Boden bei sonst identischen Bedingungen schwanken.“* Dies führte zu der Überlegung, diese Emissionsfaktoren mit der jährlichen Niederschlagsmenge zu gewichten, um näherungsweise die Feuchten im Boden und damit den Eintrag von Staubpartikeln in die Atmosphäre abzubilden.

3.4.1.1 Jährliche Niederschlagstage in Tirol, gewichtete Emissionsfaktoren

Die ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) hat 1994 das erste Mal eine digitale Klimadatenzusammenstellung von Österreich präsentiert. Meteorologische Werte von über 170 österreichischen Orten wurden in Form von Tabellen und Grafiken auf Basis von Microsoft Excel aufbereitet. In den Klimadaten von Österreich 1971 - 2000 werden ausschließlich Daten, die aus dem Messnetz der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik stammen, verwendet. Die ZAMG betreibt über 250 Stationen in Österreich, die in zwei Gruppen unterteilt werden: Herkömmliche Stationen und automatische Stationen. Bei den herkömmlichen Stationen werden die meteorologischen Größen von einem zumeist ehrenamtlichen Beobachter festgehalten und im Halbmonatsrhythmus an die ZAMG übermittelt. Die automatischen Stationen erfassen die meteorologischen Größen im Sekunden- bzw. Minutentakt und übermitteln diese online an die ZAMG. Aufgrund dieser Datenerfassung stehen neben anderen Parametern auch die jährlichen Niederschlagstage (Tage mit mehr als 1 mm Niederschlag/m²) an den verschiedenen Messorten zur Verfügung und können auf der Website der ZAMG

(http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm) abgerufen werden. Auch bei der Betrachtung von Staubeentwicklungen beim Abbau von mineralischen Rohstoffen in Steinbrüchen und Schottergruben flossen die Niederschlagstage in die entsprechenden Berechnungen der diffusen Stäube aus der mineralrohstoffverarbeitenden Industrie (innerbetriebliche Umschlagvorgänge und Fahrbewegungen, siehe Berichtsteil 1, Sektor Gewerbe und Industrie) ein.

Zur Gewichtung der Emissionsfaktoren aus der österreichischen Emissionsinventur für Staub für die Landwirtschaft wurde je politischem Bezirk die Niederschlagsmenge der jeweiligen Bezirkshauptstadt herangezogen. Falls Messwerte nicht verfügbar waren, wurden die Daten eines anderen, innerhalb des Bezirkes zentral gelegenen Messpunktes herangezogen. Tabelle 3.10 stellt die zur Gewichtung der Emissionsfaktoren verwendeten Messpunkte sowie die zugehörigen Niederschlagstage dar.

Tabelle 3.10: Jährliche Niederschlagstage pro Jahr mit Niederschlag ≥ 1 mm/m² [Tage/a] (n1) an verschiedenen Messpunkten in Tirol

Bezirkshauptstadt	Messpunkt	Niederschlag ≥ 1 mm/m ² [Tage/a] (n1)
Imst	Imst	114,2
Innsbruck	Innsbruck-Flughafen	118,2
Innsbruck	Innsbruck-Uni	117,0
Kitzbühel	Kitzbühel	142,3
Kufstein	Kufstein	145,4
Landeck	Landeck	107,9
Lienz	Lienz	95,0
Reutte	Reutte	150,3
Schwaz	Jenbach	132,0

Anhand der Niederschlagstage wurden die Emissionsfaktoren für die politischen Bezirke wie in nachstehender Formel 3.4 gezeigt gewichtet.

$$EF_{\text{gewichtet}} [\text{kg/ha}] = EF [\text{kg/ha}] \times (365 - n1) / 365 \quad \text{F.3.4}$$

Tabelle 3.11 zeigt die gewichteten Emissionsfaktoren in Abhängigkeit der jährliche Niederschlagstage pro Jahr mit Niederschlag ≥ 1 mm/m² [Tage/a] (n1) in den politischen Bezirken Tirols.

Tabelle 3.11: Gewichtete Emissionsfaktoren in Abhängigkeit der jährlichen Niederschlagstage pro Jahr mit Niederschlag ≥ 1 mm/m² [Tage/a] (n1) in den politischen Bezirken Tirols

Bezirkshauptstadt	Messpunkt	EF TSP [kg/ha]	EF PM10 [kg/ha]	EF PM2,5 [kg/ha]
Imst	Imst	3,05	1,37	0,31
Innsbruck	Innsbruck-Flughafen	3,00	1,35	0,30
Innsbruck	Innsbruck-Uni	3,02	1,36	0,30
Kitzbühel	Kitzbühel	2,71	1,22	0,27
Kufstein	Kufstein	2,67	1,20	0,27
Landeck	Landeck	3,13	1,41	0,31
Lienz	Lienz	3,28	1,48	0,33
Reutte	Reutte	2,61	1,18	0,26

Bezirkshauptstadt	Messpunkt	EF TSP [kg/ha]	EF PM10 [kg/ha]	EF PM2,5 [kg/ha]
Schwaz	Jenbach	2,83	1,28	0,28

Wie unter Punkt 3.4.1 erwähnt, wurden nur die Emissionsfaktoren aus der österreichischen Emissionsinventur für Staub gewichtet, da diese Feuchtigkeitsgehalte des Bodens bzw. Niederschlagstage nicht berücksichtigen. Zudem konnten diese Emissionsfaktoren nur auf Kulturflächen des Ackerbaus Anwendung finden, da andernfalls für alle Arten von Gras- und Wiesenflächen sowie Garten-, Obst- und Weinbaugebiete, Forstflächen u. a. zu hohe Emissionsfrachten ausgewiesen würden. Für diese Gruppierung wurden aus diesem Grund die Emissionsfaktoren des Emission Inventory Guidebook 2013 herangezogen. Darin werden für die Bereitstellung von Heu auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und für die Bearbeitungsschritte Bepflanzung bzw. Säen und Ernten für Gesamtstaub (TSP) in Summe 0,5 kg/ha genutzter Fläche veranschlagt. Für PM10 wurden daraus wie in der österreichischen Emissionsinventur für Staub 45 % dieses Wertes veranschlagt, für PM2,5 10 % des Wertes von TSP.

3.4.2 Nicht motorbedingte Emissionen durch landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen in Tirol (Staubemissionen durch landwirtschaftliche Feldbearbeitung) - Berechnungsmethodik

Mit den gewichteten Emissionsfaktoren für TSP, PM10 und PM2,5 wurden in der Folge die Emissionsfrachten für die betreffenden Luftschadstoffe anhand von Formel 3.5 ermittelt.

$$E_{TSP, PM10, PM2,5} [t/a] = \frac{\text{landwirtschaftlich genutzte Fläche [ha]} \times EF_{TSP, PM10, PM2,5} [kg/ha]}{1.000} \quad \text{F.3.5}$$

3.4.3 Nicht motorbedingte Emissionen durch landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen in Tirol (Staubemissionen durch landwirtschaftliche Feldbearbeitung) - Ergebnisse

Die nachfolgenden Abbildungen 3.6 bis 3.8 sowie die Tabellen 3.11 bis 3.13 weisen die Emissionsfrachten für TSP, PM10 und PM2,5 nach landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie nach politischen Bezirken aus.

Abbildung 3.6: TSP-Emissionen aus der Feldbearbeitung landwirtschaftlich genutzter Flächen nach politischen Bezirken [t/a]

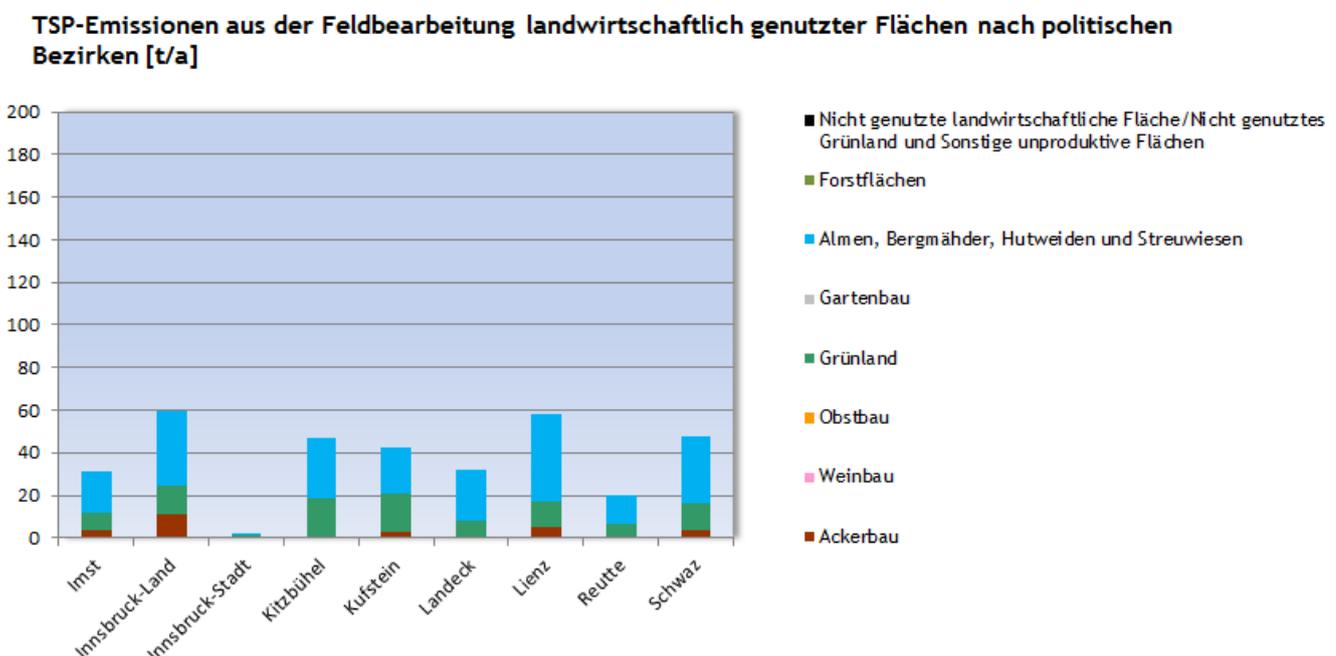


Abbildung 3.7: PM10-Emissionen aus der Feldbearbeitung landwirtschaftlich genutzter Flächen nach politischen Bezirken [t/a]

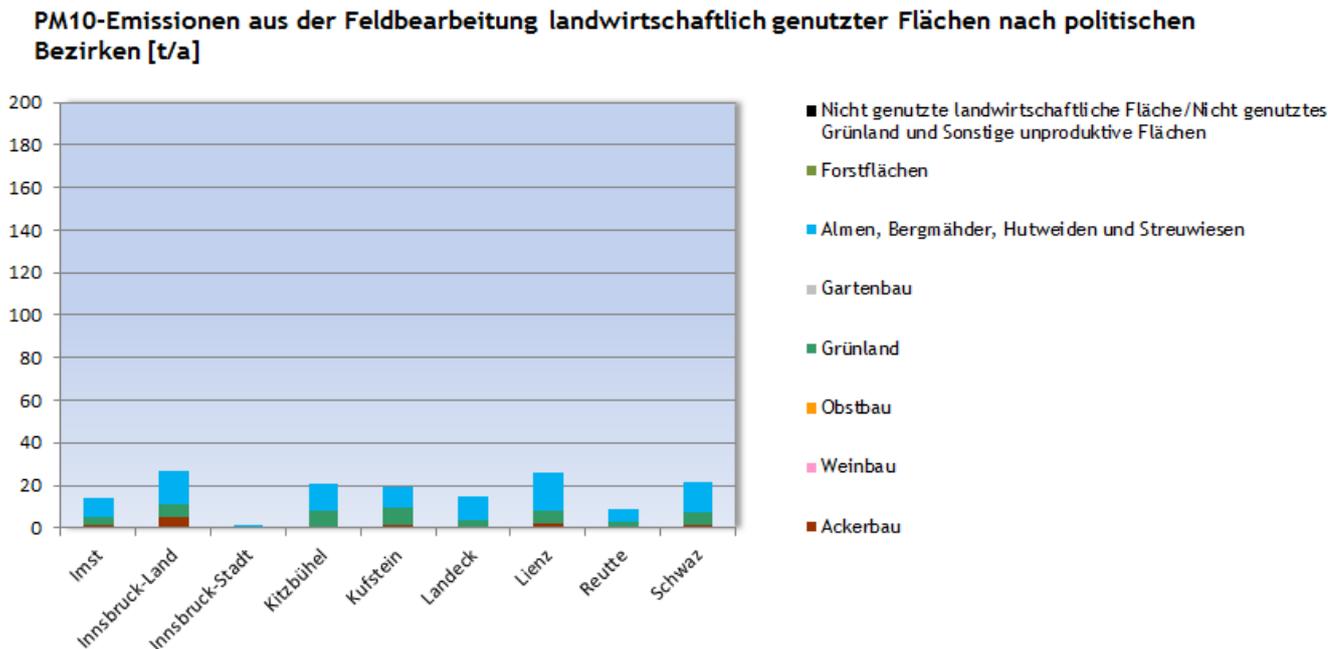


Abbildung 3.8: PM2,5-Emissionen aus der Feldbearbeitung landwirtschaftlich genutzter Flächen nach politischen Bezirken [t/a]

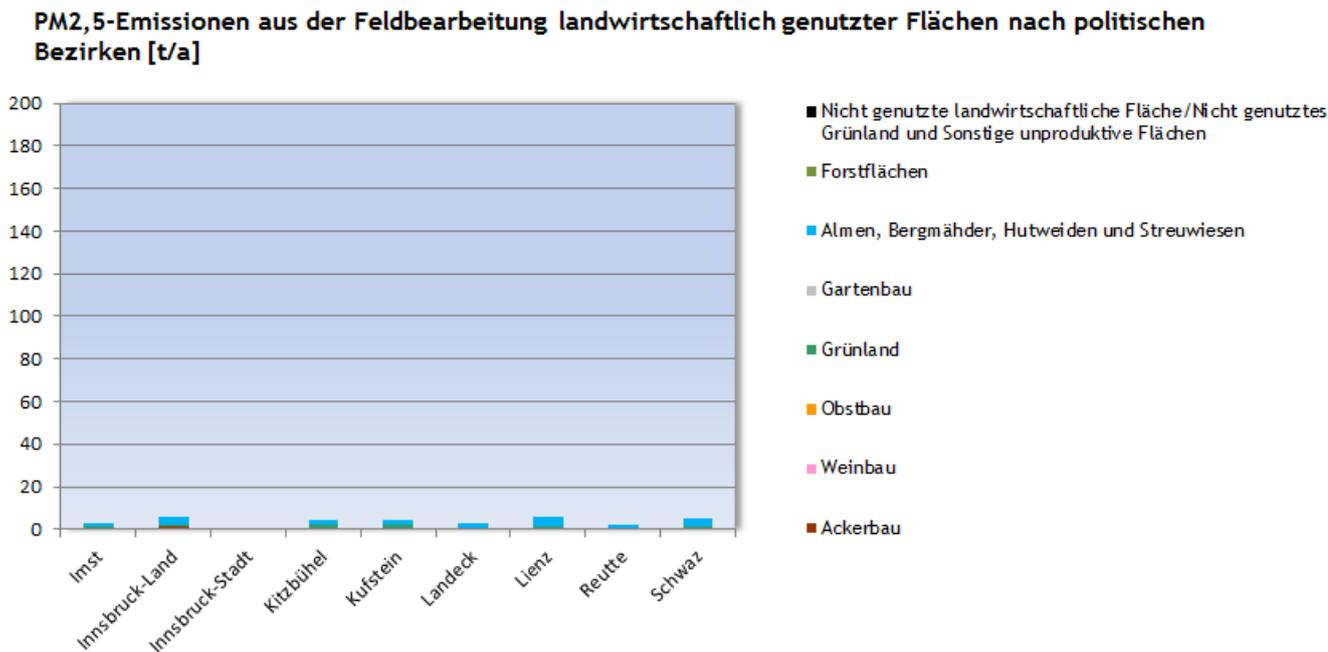


Tabelle 3.12: Emissionsfrachten für TSP nach landwirtschaftlich genutzten Flächen und politischen Bezirken [t/a]

Kulturfläche	IM	IL	I	KB	KU	LA	LZ	RE	SZ	Σ Summe
1	4	11	1	1	3	1	5	0	4	28
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	8	14	1	18	18	8	12	7	12	97
5	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01	0,004	0,02	0,002	0,01	0,1
6	20	35	1	28	21	24	41	13	32	215
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ Summe	31	60	2	47	42	32	58	20	47	340

1	Ackerbau	5	Gartenbau
2	Weinbau	6	Almen, Bergmäher, Hutweiden und Streuwiesen
3	Obstbau	7	Forstflächen
4	Grünland	8	Nicht genutzte landwirtschaftliche Fläche/Nicht genutztes Grünland und Sonstige unproduktive Flächen

Tabelle 3.13: Emissionsfrachten für PM10 nach landwirtschaftlich genutzten Flächen und politischen Bezirken [t/a]

Kulturfläche	IM	IL	I	KB	KU	LA	LZ	RE	SZ	Σ Summe
1	1,6	5,0	0,3	0,3	1,4	0,3	2,3	0,0	1,6	13
2	0,0009	0,0003	0,0001	0,0002	0	0	0	0	0,0004	0,002
3	0,03	0,04	0,01	0,002	0,004	0,02	0,01	0	0,002	0,10
4	4	6	0	8	8	3	5	3	6	44
5	0,00	0,01	0,0003	0,005	0,003	0,002	0,01	0,001	0,01	0
6	9	16	0	13	10	11	18	6	14	97
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ Summe	14	27	1	21	19	14	26	9	21	153

Tabelle 3.14: Emissionsfrachten für PM2,5 nach landwirtschaftlich genutzten Flächen und politischen Bezirken [t/a]

Kulturfläche	IM	IL	I	KB	KU	LA	LZ	RE	SZ	Σ Summe
1	0,4	1,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,5	0,002	0,4	2,8
2	0,0002	0,0001	0	0	0	0	0	0	0,0001	0
3	0,0056	0,0083	0,0013	0,0004	0,0010	0,0038	0,0025	0,0000	0,0005	0
4	0,8	1,4	0,1	1,8	1,8	0,8	1,2	0,7	1,2	9,7
5	0,001	0,001	0,0001	0,001	0,001	0,0004	0,002	0,0002	0,001	0,01
6	2,0	3,5	0,1	2,8	2,1	2,4	4,1	1,3	3,2	21,5
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ Summe	3	6	0	5	4	3	6	2	5	34

3.5 Landwirtschaftliche Viehhaltung in Tirol

Die Daten der unter 3.1 eingangs erwähnten Agrarstrukturerhebung 2010 beinhalteten neben Informationen über die landwirtschaftlich genutzten Flächen Tirols auch die Viehbestände des Bundeslandes Tirol. Anhand dieser Informationen konnten die durch die landwirtschaftliche Viehhaltung bedingten Emissionen ermittelt werden.

3.5.1 Viehbestände in Tirol

Im Gegensatz zum Emissionskataster des Basisjahres 2005 konnten aufgrund der detaillierten Daten zu den Viehbeständen aus der Agrarstrukturerhebung 2010 wesentlich feiner untergliederte Emissionsfrachten ermittelt werden. Neben den Beständen von Rindern ermöglichte die Verfügbarkeit von Tierbeständen betreffend Schweine, Pferde, Schafe und Geflügel zusätzliche Betrachtungen von Emissionen aus der Landwirtschaft. Außer dem Luftschadstoff Methan (CH₄), welcher vorwiegend Verdauungsvorgängen von Wiederkäuern entstammt, wurden Distickstoffmonoxid (N₂O, Lachgas) sowie Ammoniak (NH₃) und Feinstaub (PM10) aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung bilanziert. Die Tabellen 3.15 bis 3.17 zeigen zunächst die Viehbestände nach politischen Bezirken.

Tabelle 3.15: Rinderbestände in Tirol nach politischen Bezirken [Stück]

Politischer Bezirk	Milchkühe	Kälber	Färsen	Mastbullen ¹⁾	Mutterkühe
IM	2.544	3.453	4.209	-	2.256
IL	7.692	6.661	10.043	-	4.042
I	488	198	455	-	84
KB	11.974	5.626	11.355	-	2.998
KU	13.994	6.146	14.017	-	2.899
LA	1.740	3.112	3.632	-	2.276
LZ	3.949	6.410	7.792	-	5.498
RE	1.669	1.270	1.683	-	861
SZ	13.662	5.002	11.491	-	1.701
Σ Summe	57.712	37.878	64.677	-	22.615

¹⁾keine Daten vorhanden

Tabelle 3.16: Schweine-, Schaf- und Pferdebestände in Tirol nach politischen Bezirken [Stück]

Politischer Bezirk	Zucht-bullen ¹⁾	Sauen	Ferkel	Mast-schweine	Eber	Schafe	Pferde	Klein-pferde ¹⁾	Ponies ¹⁾
IM	-	199	1.185	798	8	17.148	1.327	-	-
IL	-	173	1.062	957	10	21.644	2.068	-	-
I	-	22	95	60	1	1.383	96	-	-
KB	-	140	523	452	5	3.610	1.268	-	-
KU	-	176	878	1.023	10	2.971	972	-	-
LA	-	46	438	546	5	6.546	1.083	-	-
LZ	-	103	837	878	12	16.954	609	-	-
RE	-	19	133	207	3	3.690	760	-	-
SZ	-	432	2.705	803	24	6.412	852	-	-
Σ Summe	-	1.310	7.856	5.724	78	80.358	9.035	-	-

¹⁾keine Daten vorhanden

Tabelle 3.17: Geflügelbestände in Tirol nach politischen Bezirken [Stück]

Politischer Bezirk	Legehennen	Masthühner	Junghennen	Gänse	Enten	Truthühner ¹⁾
IM	11.953	25	198	17	149	40
IL	25.892	197	5.309	66	306	428
I	1.300	0	0	1	4	0
KB	18.773	33	1.129	26	384	8
KU	15.802	164	13.238	140	408	26
LA	4.528	9	93	3	119	46
LZ	11.670	22	134	39	202	19
RE	3.050	0	83	12	94	33
SZ	12.125	190	657	25	203	12
Σ Summe	105.093	640	20.841	329	1.869	612

¹⁾ Puten-Hähne und Puten-Hennen

3.5.2 Emissionsfaktoren zur Ermittlung von Emissionsfrachten aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Tirol

Die Emissionsfaktoren, welche zur Ermittlung von Emissionsfrachten aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Tirol zur Anwendung kamen, entstammen dem Emissionskataster Bayern⁸. Bei Methan (CH₄) wird dabei prinzipiell zw. Emissionsfaktoren für die Tierhaltung und Emissionsfaktoren für verdauungsbedingte Emissionen unterschieden. Für den Emissionskataster Tirol wurden diese beiden Faktoren für die Berechnung aufsummiert, wodurch sich eine Gesamtemissionsfracht an Methan pro Jahr und Tier ergibt. Tabelle 3.18 zeigt die Emissionsfaktoren für alle Luftschadstoffe, die in der landwirtschaftlichen Tierhaltung bilanziert wurden.

Tabelle 3.18: Emissionsfaktoren zur Ermittlung von Emissionsfrachten aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Tirol [kg/Tier]

Tierart	Aktivität	Particulate Matter 10 PM10	Ammoniak NH ₃	Methan CH ₄	Distickstoffmonoxid (Lachgas) N ₂ O
Milchkühe	Tierhaltung	0,39	36,1	19,1	0,37
	Verdauung			103,4	
Kälber	Tierhaltung	0,16	4,2	0,7	0,18
	Verdauung			3,8	
Färsen	Tierhaltung	0,23	13,7	5,6	0,16
	Verdauung			36,3	
Mastbullen	Tierhaltung	0,24	15	8,8	0,16
	Verdauung			60,3	
Mutterkühe	Tierhaltung	0,2	16,6	2,9	0,25
	Verdauung			61,4	
Zuchtbullen	Tierhaltung	0,38	22,5	21,4	0,35
	Verdauung			77,5	
Sauen	Tierhaltung	0,54	9,8	5,8	0,1
	Verdauung			1,9	
Ferkel	Tierhaltung	0,08	0,8	1	0,01
	Verdauung			0,4	
Mastschweine	Tierhaltung	0,49	6,2	4,6	0,06

Tierart	Aktivität	Particulate Matter 10 PM10	Ammoniak NH ₃	Methan CH ₄	Distickstoffmonoxid (Lachgas) N ₂ O
Mastschweine	Tierhaltung	0,49	6,2	4,6	0,06
	Verdauung			1,4	
Eber	Tierhaltung	0,26	8,1	4,2	0,11
	Verdauung			1,5	
Schafe	Tierhaltung	0,5	0,3	0,013	0
	Verdauung			8	
Großpferde	Tierhaltung	15,4	4,7	0,26	
	Verdauung			18	
Kleinpferde, Ponies	Tierhaltung	9,5	3	0,16	
	Verdauung			12	
Pferde	Tierhaltung	0,1	13,7	4,2	0,23
	Verdauung			16,3	
Legehennen	Tierhaltung	0,033	0,45	0,026	0,0013
Masthühner	Tierhaltung	0,052	0,19	0,02	0,0007
Junghennen	Tierhaltung	0,16	0,012	0,0005	0
Gänse	Tierhaltung	0,42	0,078	0,0009	0
Enten	Tierhaltung	0,7	0,02	0,0023	0
Puten-Hähne	Tierhaltung	0,032	1,35	0,115	0,0036
Puten-Hennen	Tierhaltung	0,032	1	0,073	0,0025

3.5.3 Emissionen durch landwirtschaftliche Viehhaltung in Tirol - Berechnungsmethodik

Die Berechnung der Emissionsfrachten aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung erfolgt über die entsprechenden Emissionsfaktoren je Tier. Nachstehende Formel 3.6 veranschaulicht den Berechnungsweg.

$$E \text{ [t / a]} = \frac{\text{Tiere [Stück]} \times \text{EF [kg / Tier]}}{1.000} \quad \text{F.3.6}$$

Die Abbildungen 3.9 bis 3.12 zeigen beispielhaft die Emissionsfrachten aus der Rinderhaltung für die Luftschadstoffe Ammoniak (NH₃), Distickstoffmonoxid (Lachgas N₂O), Feinstaub (PM10), und Methan (CH₄), nach politischen Bezirken. Anschließend weisen die nachfolgenden Tabellen 3.19 bis 3.30 die Emissionsfrachten aus der landwirtschaftlichen Viehhaltung für die genannten Luftschadstoffe nach unterschiedlichen Tiergattungen und den politischen Bezirken Tirols aus.

Abbildung 3.9: NH₃-Emissionen aus der Rinderhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

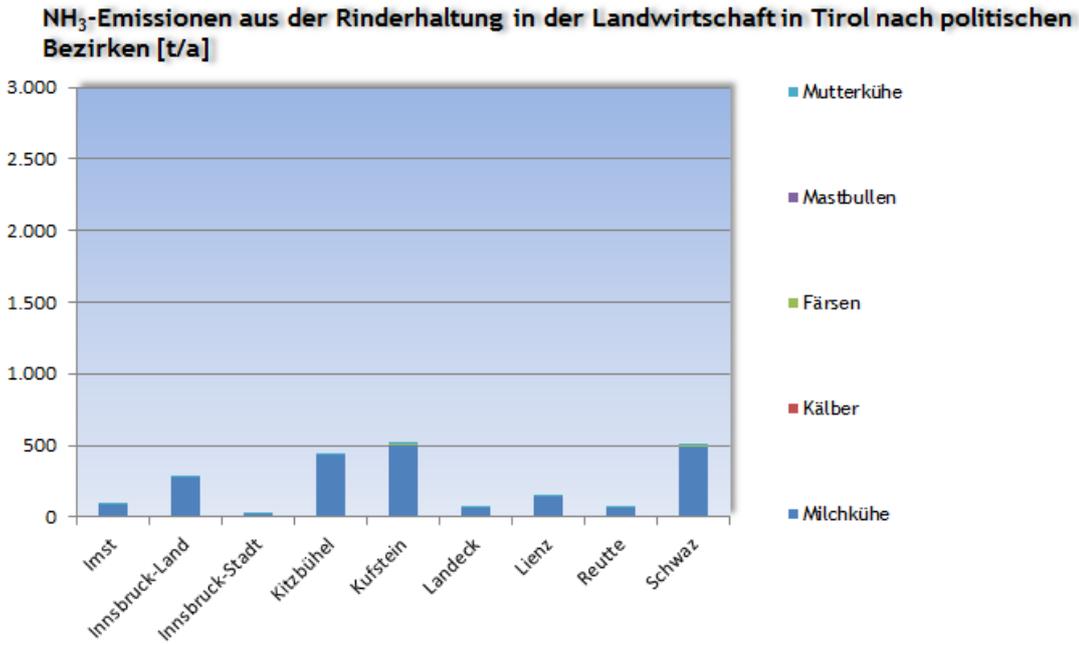


Abbildung 3.10: N₂O-Emissionen aus der Rinderhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

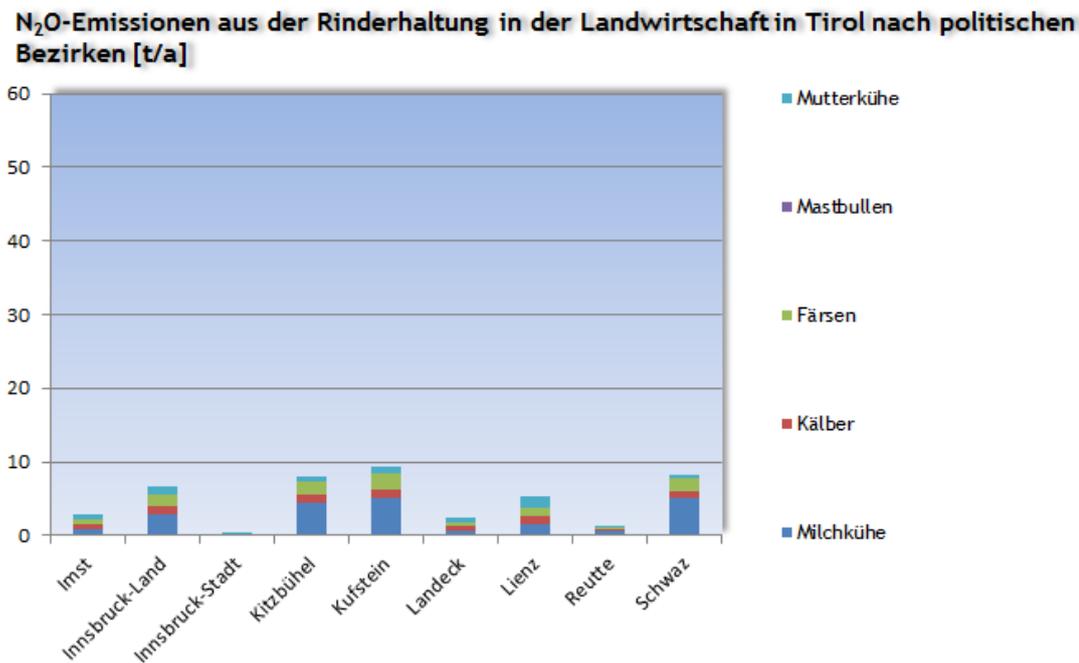


Abbildung 3.11: PM10-Emissionen aus der Rinderhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

PM10-Emissionen aus der Rinderhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

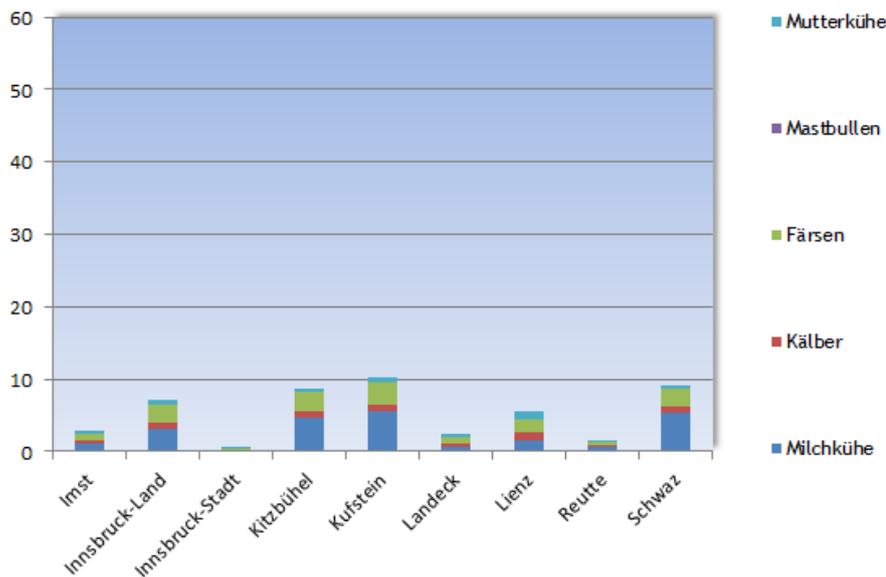


Abbildung 3.12: CH₄-Emissionen aus der Rinderhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

CH₄-Emissionen aus der Rinderhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

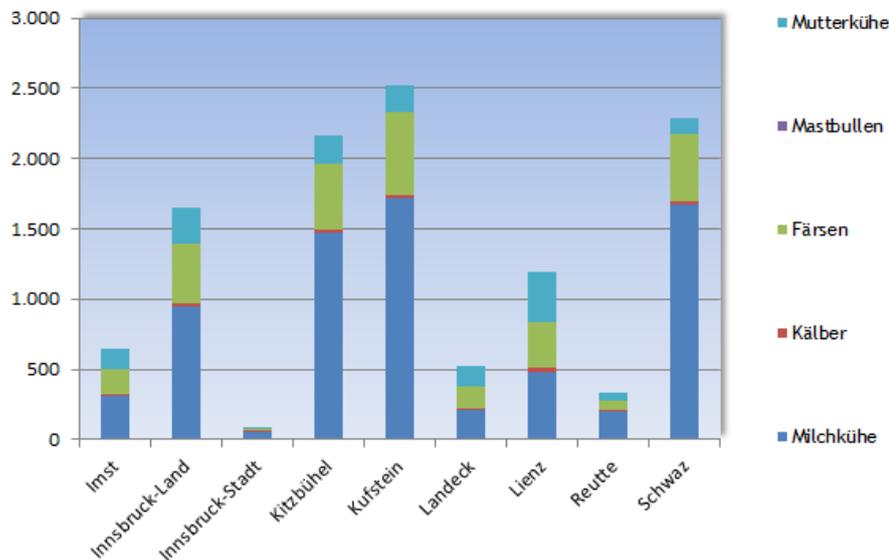


Tabelle 3.19: NH₃-Emissionen aus der Rinderhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

Politischer Bezirk	Milchkühe	Kälber	Färsen	Mastbullen ¹⁾	Mutterkühe	Σ Summe
IM	91,8	14,5	57,7	-	37,4	201
IL	277,7	28	137,6	-	67,1	510
I	17,6	0,8	6,2	-	1,4	26
KB	432,3	23,6	155,6	-	49,8	661
KU	505,2	25,8	192	-	48,1	771
LA	62,8	13,1	49,8	-	37,8	164
LZ	142,6	26,9	106,8	-	91,3	368
RE	60,3	5,3	23,1	-	14,3	103
SZ	493,2	21	157,4	-	28,2	700
Σ Summe	2.083	159	886	-	375	3.504

¹⁾keine Daten vorhanden

Tabelle 3.20: N₂O-Emissionen aus der Rinderhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

Politischer Bezirk	Milchkühe	Kälber	Färsen	Mastbullen ¹⁾	Mutterkühe	Σ Summe
IM	0,9	0,6	0,7	-	0,6	3
IL	2,8	1,2	1,6	-	1	7
I	0,2	0	0,1	-	0	0
KB	4,4	1	1,8	-	0,7	8
KU	5,2	1,1	2,2	-	0,7	9
LA	0,6	0,6	0,6	-	0,6	2
LZ	1,5	1,2	1,2	-	1,4	5
RE	0,6	0,2	0,3	-	0,2	1
SZ	5,1	0,9	1,8	-	0,4	8
Σ Summe	21	7	10	-	6	44

¹⁾keine Daten vorhanden (betrifft Position „Mastbullen“ in den Tabellen 3.20 und Tabelle 3.21)

Tabelle 3.21: PM₁₀-Emissionen aus der Rinderhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

Politischer Bezirk	Milchkühe	Kälber	Färsen	Mastbullen ¹⁾	Mutterkühe	Σ Summe
IM	1	0,6	1	-	0,5	3
IL	3	1,1	2,3	-	0,8	7
I	0,2	0	0,1	-	0	0
KB	4,7	0,9	2,6	-	0,6	9
KU	5,5	1	3,2	-	0,6	10
LA	0,7	0,5	0,8	-	0,5	3
LZ	1,5	1	1,8	-	1,1	5
RE	0,7	0,2	0,4	-	0,2	2
SZ	5,3	0,8	2,6	-	0,3	9
Σ Summe	23	6	15	-	5	48

Tabelle 3.22: CH₄-Emissionen aus der Rinderhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

Politischer Bezirk	Milchkühe	Kälber	Färsen	Mastbullen ¹⁾	Mutterkühe	Σ Summe
IM	311,6	15,5	176,4	-	145,1	649
IL	942,3	30	420,8	-	259,9	1.653
I	59,8	0,9	19,1	-	5,4	85
KB	1.466,8	25,3	475,8	-	192,8	2.161
KU	1.714,3	27,7	587,3	-	186,4	2.516
LA	213,2	14	152,2	-	146,3	526
LZ	483,8	28,8	326,5	-	353,5	1.193
RE	204,5	5,7	70,5	-	55,4	336
SZ	1.673,60	22,5	481,5	-	109,4	2.287
Σ Summe	7.070	171	2.710	-	1.454	11.404

¹⁾keine Daten vorhandenTabelle 3.23: NH₃-Emissionen aus Haltung von Schweinen, Schafen und Pferden in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

Politischer Bezirk	Zucht-bullen ¹⁾	Sauen	Ferkel	Mast-schweine	Eber	Schafe	Pferde	Klein-pferde ¹⁾	Ponies ¹⁾	Σ Summe
IM	-	2	0,9	4,9	0,06	5,1	18,2	-	-	31,2
IL	-	1,7	0,8	5,9	0,08	6,5	28,3	-	-	43,3
I	-	0,2	0,1	0,4	0,01	0,4	1,3	-	-	2,4
KB	-	1,4	0,4	2,8	0,04	1,1	17,4	-	-	23,1
KU	-	1,7	0,7	6,3	0,08	0,9	13,3	-	-	23,0
LA	-	0,5	0,4	3,4	0,04	2	14,8	-	-	21,1
LZ	-	1	0,7	5,4	0,1	5,1	8,3	-	-	20,6
RE	-	0,2	0,1	1,3	0,02	1,1	10,4	-	-	13,1
SZ	-	4,2	2,2	5	0,19	1,9	11,7	-	-	25,2
Σ Summe	-	13	6	36	1	24	124	-	-	203

¹⁾keine Daten vorhanden

Tabelle 3.24: N₂O-Emissionen aus Haltung von Schweinen, Schafen und Pferden in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

Politischer Bezirk	Zucht-bullen ¹⁾	Sauen	Ferkel	Mast-schweine	Eber	Schafe	Pferde	Klein-pferde ¹⁾	Ponies ¹⁾	Σ Summe
IM	-	0,02	0,01	0,05	0,001	0	0,31	-	-	0,4
IL	-	0,02	0,01	0,06	0,001	0	0,48	-	-	0,6
I	-	0,002	0,001	0,004	0,000 ₁	0	0,02	-	-	0,0
KB	-	0,01	0,01	0,03	0,001	0	0,29	-	-	0,3
KU	-	0,02	0,01	0,06	0,001	0	0,22	-	-	0,3
LA	-	0,005	0,004	0,03	0,001	0	0,25	-	-	0,3
LZ	-	0,01	0,01	0,05	0,001	0	0,14	-	-	0,2
RE	-	0,002	0,001	0,01	0,000 ₃	0	0,17	-	-	0,2
SZ	-	0,04	0,03	0,05	0,003	0	0,2	-	-	0,3
Σ Summe	-	0,1	0,1	0,3	0,01	0	2,1	-	-	2,6

¹⁾keine Daten vorhandenTabelle 3.25: PM₁₀-Emissionen aus Haltung von Schweinen, Schafen und Pferden in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

Politischer Bezirk	Zucht-bullen ¹⁾	Sauen	Ferkel	Mast-schweine	Eber	Schafe	Pferde	Klein-pferde ¹⁾	Ponies ¹⁾	Σ Summe
IM	-	0,11	0,09	0,39	0,002	8,6	0,1	-	-	9
IL	-	0,09	0,08	0,47	0,003	10,8	0,2	-	-	12
I	-	0,01	0,01	0,03	0,0003	0,7	0	-	-	1
KB	-	0,08	0,04	0,22	0,001	1,8	0,1	-	-	2
KU	-	0,1	0,07	0,5	0,003	1,5	0,1	-	-	2
LA	-	0,02	0,04	0,27	0,001	3,3	0,1	-	-	4
LZ	-	0,06	0,07	0,43	0,003	8,5	0,1	-	-	9
RE	-	0,01	0,01	0,1	0,001	1,8	0,1	-	-	2
SZ	-	0,23	0,22	0,39	0,01	3,2	0,1	-	-	4
Σ Summe	-	1	1	3	0,02	40	1	-	-	45

¹⁾keine Daten vorhanden

Tabelle 3.26: CH₄-Emissionen aus Haltung von Schweinen, Schafen und Pferden in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

Politischer Bezirk	Zucht-bullen ¹⁾	Sauen	Ferkel	Mast-schweine	Eber	Schafe	Pferde	Klein-pferde ¹⁾	Ponies ¹⁾	Σ Summe
IM	-	1,5	1,7	4,8	0,05	137,4	27,2	-	-	173
IL	-	1,3	1,5	5,7	0,06	173,4	42,4	-	-	224
I	-	0,2	0,1	0,4	0,01	11,1	2	-	-	14
KB	-	1,1	0,7	2,7	0,03	28,9	26	-	-	59
KU	-	1,4	1,2	6,1	0,06	23,8	19,9	-	-	52
LA	-	0,4	0,6	3,3	0,03	52,5	22,2	-	-	79
LZ	-	0,8	1,2	5,3	0,07	135,9	12,5	-	-	156
RE	-	0,1	0,2	1,2	0,02	29,6	15,6	-	-	47
SZ	-	3,3	3,8	4,8	0,14	51,4	17,5	-	-	81
Σ Summe	-	10	11	34	0	644	185	-	-	885

¹⁾keine Daten vorhanden

Tabelle 3.27: NH₃-Emissionen aus der Geflügelhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

Politischer Bezirk	Legehennen	Masthühner	Junghennen	Gänse	Enten	Truthühner ¹⁾	Σ Summe
IM	5,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
IL	11,7	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,5	12
I	0,6	0	0	< 0,1	< 0,1	0	1
KB	8,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	8
KU	7,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	7
LA	2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	2
LZ	5,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5
RE	1,4	0	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1
SZ	5,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	6
Σ Summe	47	0,1	0,3	0,03	0,04	0,72	48

¹⁾Puten-Hähne und Puten-Hennen

Tabelle 3.28: N₂O-Emissionen aus der Geflügelhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

Politischer Bezirk	Legehennen	Masthühner	Junghennen	Gänse	Enten	Truthühner ¹⁾	Σ Summe
IM	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
IL	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
I	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KB	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KU	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
LA	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
LZ	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
RE	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
SZ	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Σ Summe	0,140	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,14

¹⁾Puten-Hähne und Puten-Hennen

Tabelle 3.29: PM10-Emissionen aus der Geflügelhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

Politischer Bezirk	Legehennen	Masthühner	Junghennen	Gänse	Enten	Truthühner ¹⁾	Σ Summe
IM	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	0,5
IL	0,9	< 0,1	0,8	< 0,1	0,2	< 0,1	1,9
I	0,04	0	0	< 0,1	< 0,1	0	< 0,1
KB	0,6	< 0,1	0,2	< 0,1	0,3	< 0,1	1,1
KU	0,5	< 0,1	2,1	< 0,1	0,3	< 0,1	2,9
LA	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	0,2
LZ	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	0,5
RE	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	0,2
SZ	0,4	< 0,1	0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	0,6
Σ Summe	3	0,03	3	0,1	1	< 0,1	8,3

¹⁾Puten-Hähne und Puten-Hennen

Tabelle 3.30: CH₄-Emissionen aus der Geflügelhaltung in der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

Politischer Bezirk	Legehennen	Masthühner	Junghennen	Gänse	Enten	Truthühner ¹⁾	Σ Summe
IM	0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,3
IL	0,7	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,7
I	0,03	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
KB	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,5
KU	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,4
LA	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
LZ	0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,3
RE	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1
SZ	0,3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,3
Σ Summe	2,73	0,013	0,010	0,000	0,004	0,120	2,9

¹⁾ Puten-Hähne und Puten-Hennen

3.6 Gesamtemissionen aus der Landwirtschaft in Tirol

Die Gesamtemissionsfrachten setzen sich wie den vorangegangenen Kapiteln der Landwirtschaft gezeigt aus folgenden Unterkategorien zusammen:

- motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen
- nicht motorbedingte Emissionen durch landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen - Staubemissionen durch landwirtschaftliche Feldbearbeitung
- Emissionen durch landwirtschaftliche Viehhaltung in Tirol

Für diese drei Unterkategorien teilen sich die jeweiligen Luftschadstoffkomponenten wie folgt auf: Die Stickoxide (NO_x, 401,1 t) entstammen gänzlich dem landwirtschaftlichen Dieseleinsatz bzw. den motorbedingten Verbrennungsvorgängen in landwirtschaftlich genutzten Fahrzeugen und Maschinen. Die Methanemissionen (CH₄) sind zum Großteil der Viehhaltung sowie den Verdauungsvorgängen zuzuordnen (12.292,2 t), ein geringer Anteil fällt dem Einsatz landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen zu (1,4 t). Ähnlich verhält es sich mit den Ammoniakausstößen (NH₃), hier überwiegen ebenfalls die aus der Viehhaltung und Verdauung stammenden Emissionen (3.755,6 t), der Rest (0,06 t) entfällt auf den Einsatz landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen.

Die Emissionsfrachten von Distickstoffmonoxid (N₂O, Lachgas) haben ihren Ursprung ebenfalls zum Großteil in der Viehhaltung und Verdauung (47,0 t), der kleinere Anteil (10,3 t) wird durch den Einsatz von Diesel in landwirtschaftlich genutzten Fahrzeugen und Maschinen freigesetzt.

Bei den Feinstaubemissionen (PM₁₀) ist der größere Anteil der landwirtschaftlichen Feldbearbeitung zuzuordnen (153 t), auf die Viehhaltung entfällt in etwa ein Drittel dieses Betrages (101,5 t). Der vergleichsweise geringste Anteil an Feinstaub (31,4 t) wird durch verbrennungsbedingte Vorgänge in landwirtschaftlich genutzten Fahrzeugen und Maschinen emittiert.

Im Folgenden zeigen die Tortendiagramme für Ammoniak (NH₃), Distickstoffmonoxid (N₂O, Lachgas), Feinstaub (PM₁₀), Methan (CH₄) sowie Stickoxide (Abbildungen 3.13 bis 3.17) die Verteilung dieser Parameter nach politischen Bezirken in Tirol. Gegen Ende des Punktes 3.6 listen die Tabellen 3.31 und 3.32 die Gesamtemissionsfrachten für alle berechneten Luftschadstoffe nach Bezirken auf.

Abbildung 3.13: NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

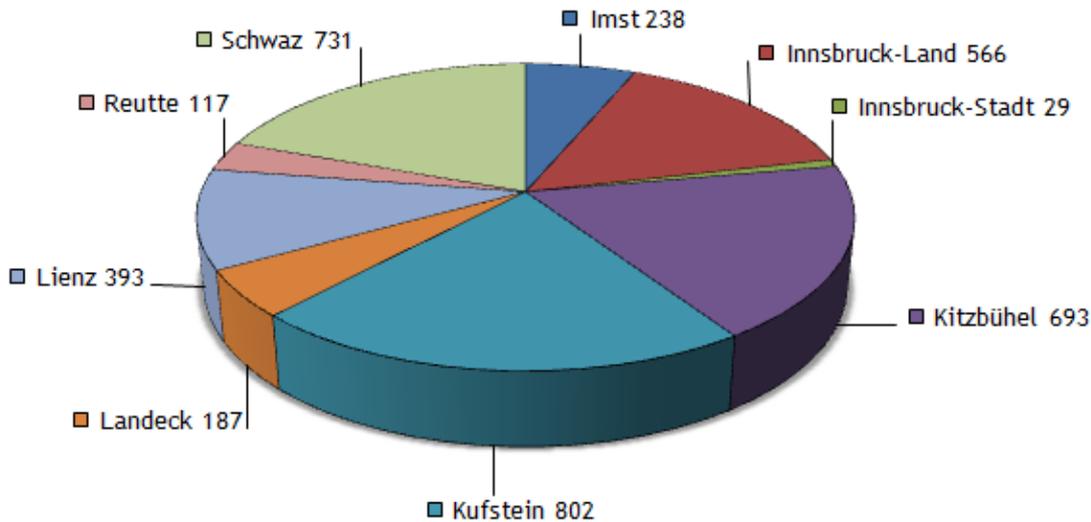


Abbildung 3.14: N₂O-Emissionen aus der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

N₂O-Emissionen aus der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

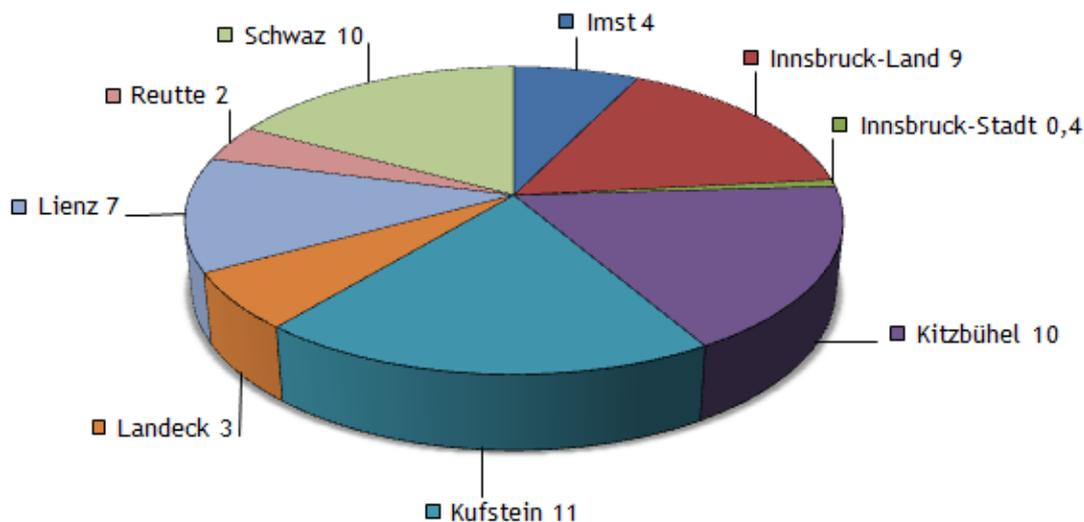


Abbildung 3.15: CH₄-Emissionen aus der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

CH₄-Emissionen aus der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

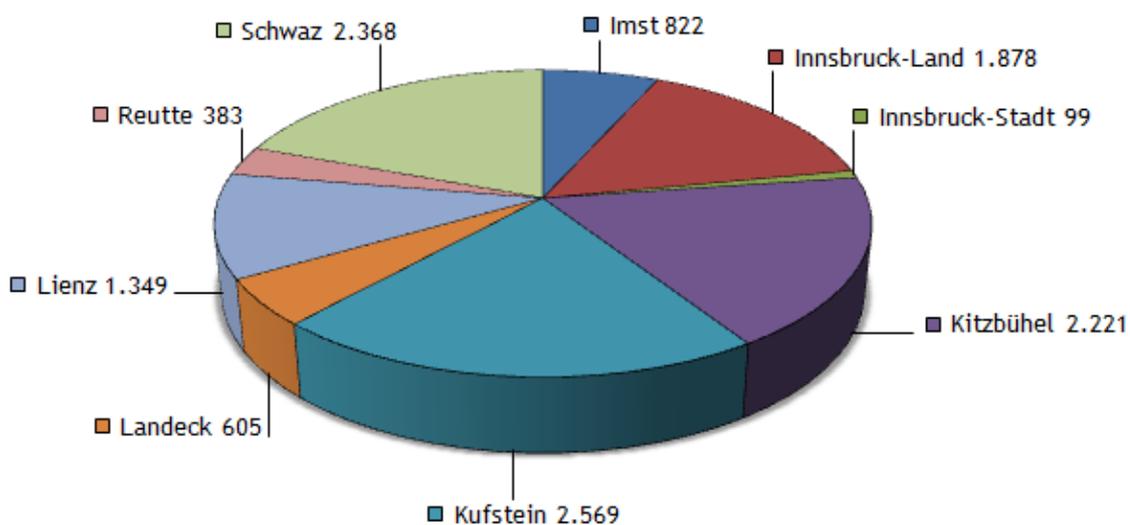


Abbildung 3.16: NO_x-Emissionen aus der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

NO_x-Emissionen aus der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

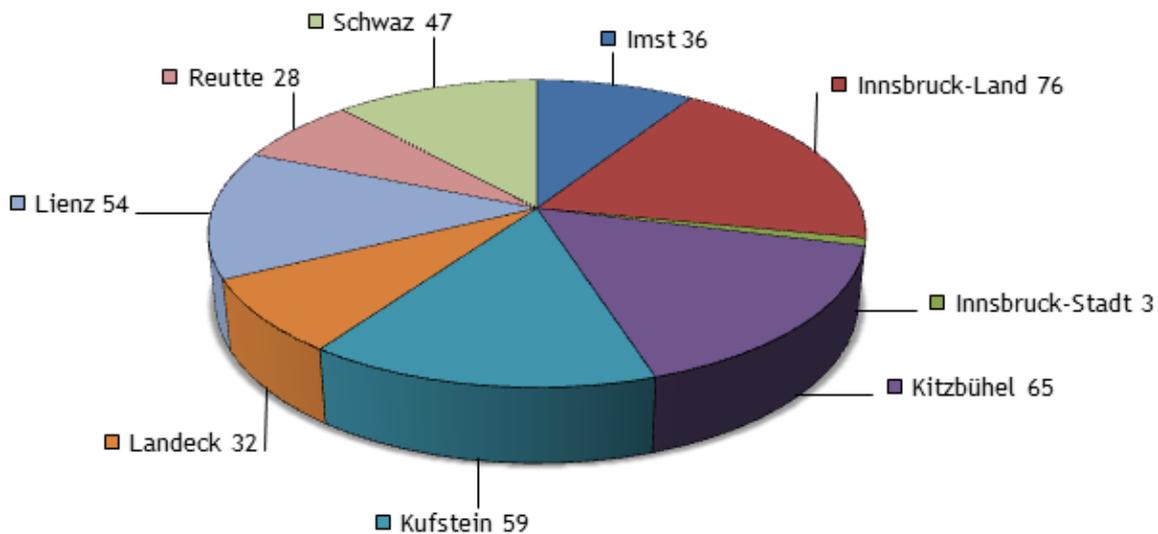


Abbildung 3.17: PM10-Emissionen aus der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

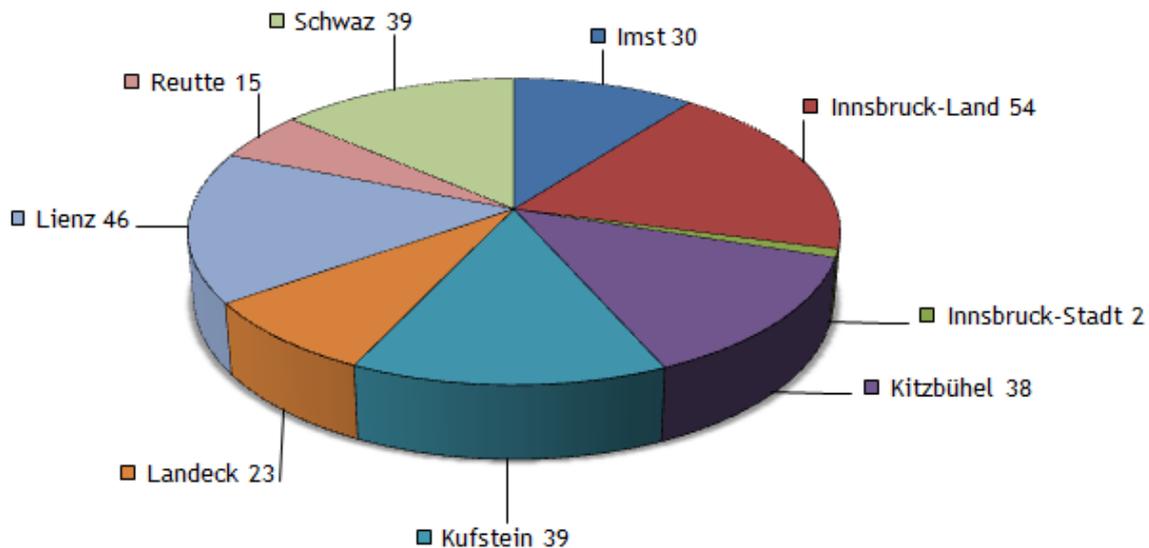
PM10-Emissionen aus der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken [t/a]

Tabelle 3.31: Gesamtemissionsfrachten aus der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken - klassische Luftschadstoffe und Klimagase [t/a]

Luftschadstoff	IM	IL	I	KB	KU	LA	LZ	RE	SZ	Σ Summe
Stickoxide NO _x	36,4	76,2	3,2	64,6	59,3	31,6	54,3	28,2	47,2	401
Nichtmethankohlen- wasserstoffe NMVOC	5,3	11	0,5	9,3	8,6	4,6	7,8	4,1	6,8	58
Methan CH ₄	821,7	1.878,4	98,9	2.220,9	2.568,8	604,8	1.348,7	383	2.368,3	12.294
Kohlenwasserstoffe HC	5,4	11,3	0,5	9,6	8,8	4,7	8	4,2	7	60
Kohlenmonoxid CO	11,6	24,3	1	20,6	18,9	10	17,3	9	15	128
Kohlendioxid CO ₂	2.282,5	4.774,9	203,5	4.048,4	3.716,3	1.976,8	3.397,6	1.764,5	2.955,3	25.120
Ammoniak NH ₃	238,1	566	29,1	692,8	801,6	186,6	393,4	117,5	730,6	3.756
Distickstoffoxid (Lachgas) N ₂ O	4,1	9,2	0,4	10	11,1	3,5	6,9	2,2	9,8	57
Particulate Matter PM10	29,8	53,6	2,5	38,3	39,1	23,4	45,5	15,0	39,0	286
Particulate Matter 2,5 PM2,5	5,8	11,6	0,5	9,4	8,6	5,5	9,8	4,1	8,2	64
Schwefeldioxid SO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 3.32: Gesamtemissionsfrachten aus der Landwirtschaft in Tirol nach politischen Bezirken - Schwermetalle und polycyclische, organische Verbindungen [t/a]

Luftschadstoff	IM	IL	I	KB	KU	LA	LZ	RE	SZ	Σ Summe ¹⁾
Cadmium Cd	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kupfer Cu	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chrom Cr	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nickel Ni	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Selen Se	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zink Zn	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)anthracen C ₁₈ H ₁₂	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(b)fluoranthren C ₂₀ H ₁₂	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibenzo(a,h)anthra- cen C ₂₂ H ₁₄	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo(a)pyren C ₂₀ H ₁₂	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chrysen C ₁₈ H ₁₂	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluoranthren C ₁₆ H ₁₂	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phenanthren C ₁₄ H ₁₀	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

¹⁾Die Summen der Massen von Schwermetallen sowie polycyclischen, organischen Verbindungen liegen im Bereich von 9,4E-9 t bis 2,3E-3 t, was für die verschiedenen Schadstoffkomponenten - verteilt über die gesamte Landesfläche Tirols - einer Bandbreite von 9,4 mg bis 2,3 kg entspricht.

3.7 Vergleich des Sektors Landwirtschaft zum Emissionskataster 2005

Unterschiede in den Emissionsfrachten aus der Landwirtschaft im Vergleich zum Basisjahr 2005 ergeben sich nicht nur durch veränderte Bestandszahlen (z. B. Viehbestand), sondern auch durch teilw. geänderte Berechnungsverfahren der Emissionsfrachten. Wie bereits zuvor erwähnt (vgl. Punkt 3.1 Landwirtschaftlich genutzte Flächen in Tirol) hat sich innerhalb der Nutzung landwirtschaftlicher Flächen eine leichte Verschiebung ergeben. Die im Basisjahr 2005 aus der digitalen Katastralmappe entnommene Fläche betrug 1.277.291 ha, wohingegen sich diese Fläche bis zum Jahr 2010 auf 1.176.094 ha reduziert hat, was einer Abnahme von 7,9 % entspricht.

3.7.1 Motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol

Die motorbedingten Emissionsausstöße der auf den landwirtschaftlichen Flächen verkehrenden Fahrzeuge und Maschinen wurden im Jahr 2005 nur für die klassischen Luftschadstoffe ermittelt, zudem wurden die motorbedingten Emissionsoutputs für Methan vernachlässigt. Eine Gegenüberstellung der motorbedingten Emissionsfrachten der Jahre 2005 und 2010 zeigt Tabelle 3.33.

Tabelle 3.33: Motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen in Tirol -
Gegenüberstellung der Jahre 2005 und 2010 [t/a]

Luftschadstoff	Basisjahr 2005	Fortschreibungsjahr 2010	Δ
Stickoxide NO _x	376	401	+ 25
Nichtmethankohlen- wasserstoffe NMVOC	55	58	+ 3
Methan CH ₄	n. b. ¹⁾	1	-
Kohlenwasserstoffe HC	n. b.	59	-
Kohlenmonoxid CO	122	128	+ 6
Kohlendioxid CO ₂	12.904	25.120	+ 12.216
Ammoniak NH ₃	n. b.	0	-
Distickstoffmonoxid (Lachgas) N ₂ O	n. b.	10	-
Particulate Matter PM10	16	31	+ 15
Particulate Matter 2,5 PM2,5	n. b.	30	-
Schwefeldioxid SO ₂	0	0	0

¹⁾nicht bilanziert

Auffallend ist die Abweichung der Emissionsfrachten (Faktor 2) beim Kohlendioxid sowie beim Feinstaub. Dies lässt sich mit der Anwendung anderer Emissionsfaktoren für den Kohlendioxid- sowie den Feinstaubausstoß im Fortschreibungsjahr 2010 begründen. Hinsichtlich CO₂ wurde für das Basisjahr 2005 ein von einer wissenschaftlichen Begleitung vorgegebener Emissionsfaktor von 1.377 g/l Diesel für „Dieselmotoren > 80 kW“ angewandt. Dieser dürfte um etwa die Größenordnung 2 zu gering angesetzt sein. Hausberger [1999] definiert das Verhältnis von CO zu CO₂ bei Verbrennungsvorgängen mit 1:218,37, was bei einem CO-Ausstoß von 16 g/kg eingesetztem Diesel (vgl. Emissionsfaktoren Tabelle 3.6) 3.494 g an CO₂ ergibt. Für einen Umrechnungsfaktor von CO auf CO₂ wurde jedoch für die aktuelle Auflage des Emissionskatasters Tirol auf eine Studie aus der Schweiz zurückgegriffen⁹, in welcher der CO₂-Ausstoß mit 3,150 g/g Dieselkraftstoff veranschlagt ist.

Für die motorbedingten Feinstaubemissionen wurde im Jahr 2005 ein Emissionsfaktor vorgegeben, welcher dem EMEP-CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2007 entstammt⁴. Dieser Faktor bezieht sich jedoch auf die Untergruppe „Industry“ und ist niedriger angesetzt (2,29 g PM/kg fuel) als der Faktor für die Untergruppe „Agriculture“ (3,93 g PM/kg fuel), was die Erhöhung der motorbedingten Feinstaubfrachten im Jahr 2010 erklärt.

3.7.2 Nicht motorbedingte Emissionen durch landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen in Tirol - (Staubemissionen durch landwirtschaftliche Feldbearbeitung)

Im Bereich der landwirtschaftlichen Feldbearbeitung wurden die Emissionen für das Basisjahr 2005 mit den Emissionsfaktoren von Winiwarter et al. berechnet (vgl. Punkt 3.4.1). Die Emissionsfracht für Gesamtstaub (TSP) ergab im Jahr 2005 eine Fracht von 88 t, die Feinstaubemissionen wurden mit 39 t veranschlagt. Hierbei ist zu erwähnen, dass der Berechnung von Staubemissionen durch die landwirtschaftliche Feldbearbeitung nur die Ackerflächen unterworfen wurden.

Für das Fortschreibungsjahr 2010 wurden mit Ausnahme der Forst- sowie der nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen neben den Ackerflächen auch alle anderen Kulturflächen zu der Betrachtung von Stäuben durch die Feldbearbeitung hinzugezogen, wobei hier jedoch unterschiedliche Emissionsfaktoren zum Einsatz kamen (vgl. Punkt 3.4.1). Dies ergab eine höhere Emissionsfrachten an Stäuben: Gesamtstaub (TSP) 340 t, Feinstaub (PM₁₀) 153 t sowie Feinstaub (PM_{2,5}) 34 t. Die Emissionsfaktoren wurden dabei z. T. durch die jährliche Niederschlagsmenge in den unterschiedlichen Regionen Tirols hinsichtlich der Feuchtigkeit im Boden gewichtet. Der Miteinbezug anderer landwirtschaftlich genutzter Flächen als Ackerland findet seine Begründung darin, dass die Auflockerung des Untergrundes und der daraus folgende Eintrag von Partikel in die Atmosphäre z. B. auch im Falle von Gartenbau oder Obst- und Weinbauflächen gegeben ist. Die mehrfache maschinelle Bearbeitung des Mähgutes nach der Trocknung am Feld (Wenden und Schwaden sowie nachfolgende Ladeprozesse) untermauert auch eine Betrachtung der Staubemissionen mit Bezug auf Grünland.

3.7.3 Emissionen durch landwirtschaftliche Viehhaltung in Tirol

Die Emissionsfrachten aus der Landwirtschaftlichen Tierhaltung haben sich betreffend Methan (CH₄) im Vergleich zum Basisjahr 2005 nur geringfügig geändert. Methan (CH₄) verzeichnet gegenüber 2005 (11.436 t) eine Steigerung auf 12.292,2 t. Die zusätzliche Aufnahme anderer Tiergattungen hatte hier aufgrund relativ niedriger Emissionsfaktoren (vgl. Tabelle 3.18) für die betreffende Tierart kaum Auswirkungen.

Hinsichtlich des Feinstaubes (PM₁₀) ergibt sich eine Steigerung von 48 t auf 101,5 t. Zwar sind Tierarten wie Pferde oder Schafe in nicht so großer Stückzahl vorhanden wie Rinder, jedoch liegen hier die Emissionsfaktoren pro Tier für Feinstaub teilweise deutlich höher als jene für die Rinder. Die Luftschadstoffe Ammoniak (NH₃) und Distickstoffmonoxid (N₂O, Lachgas) wurden im Jahr 2005 in der Tierhaltung noch nicht bilanziert, weshalb keine Vergleiche zum Basisjahr angestellt werden können.

3.8 Vergleich des Sektors Landwirtschaft mit der Bundesländer Luftschadstoff-Inventur (BLI) 2010

Wie auch im Berichtsteil des Sektors Gewerbe und Industrie angeführt, gestaltet sich auch betreffend den Agrarsektor ein Vergleich des Emissionskatasters Tirol mit der Bundesländer Luftschadstoff-Inventur nur mit erläuternden Bemerkungen zu den sich ergebenden Differenzen als sinnvoll. Die in der BLI bilanzierten Untergliederungen des Sektors Landwirtschaft unterteilen sich in verdauungsbedingte Emissionen des Viehs, Emissionen von Gülle und Mist, Düngung mit organischem und mineralischem Stickstoff-Dünger, Verbrennung von Pflanzenresten am Feld, Feinstaub aus Viehhaltung und Bearbeitung landwirtschaftlicher Flächen sowie Feinstaub aus Schüttgutumschlag von Agrarprodukten.

Für den Emissionskataster Tirol wurden nur die Teilbereiche motorbedingte Emissionen landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge und Maschinen, nicht motorbedingte Emissionen durch landwirtschaftlich genutzte Fahrzeuge und Maschinen (Staubemissionen durch landwirtschaftliche Feldbearbeitung) sowie Emissionen durch landwirtschaftliche Viehhaltung für die Emissionsberechnung herangezogen. Für die Betrachtung von Emissionsfrachten von Gülle und Mist, der landwirtschaftlichen Düngung, der Verbrennung von Pflanzenresten am Feld sowie dem Feinstaub aus dem Schüttgutumschlag von Agrarprodukten fehlten in Tirol entsprechende Datengrundlagen.

Der Stickoxidausstoß der Landwirtschaft wurde für das Jahr 2010 mit 367 Tonnen beziffert, dem gegenüber stehen 401 Tonnen an NO_x für das entsprechende Jahr aus dem Emissionskataster Tirol. Die Nicht-Methankohlenwasserstoffe NMHC werden von der BLI mit 67 t angegeben, während für Tirol ein etwas niedriger

Output von 58 t angeführt wird, was einer Differenz von 13,4 % entspricht. Methan CH_4 wird von der BLI mit einem Gesamtausstoß von 15.841 t angeführt, Tirol liegt hier bei rund 12.300 t, was einem Δ von rund 3.500 t entspricht. Dieser Unterschied lässt sich hauptsächlich auf die in Tirol nicht bilanzierten Teilbereichsemissionen von Gülle und Mist zurückführen.

Die für das Bundesland Tirol ermittelte Emissionsfracht an CO_2 beläuft sich auf rund 25.100 t und kann gänzlich auf die Anwendung von Diesel in landwirtschaftlich eingesetzten Maschinen und Geräten zurückgeführt werden. In der BLI werden die Kohlendioxidemissionen aus der Landwirtschaft dem Sektor Kleinverbrauch (land- und forstwirtschaftliche Geräte, z. B. Traktoren, Motorsägen u. Ä.) zugeordnet, weshalb hier kein Vergleich möglich ist.

Ammoniak NH_3 aus der Landwirtschaft schlägt sich in der BLI mit rund 3.900 t zu Buche. Dem gegenüber stehen etwa 3.800 t Ammoniakausstoß laut Berechnung im Emissionskataster Tirol.

Lachgas oder Distickstoffmonoxid N_2O wird von der BLI 2010 mit 687 t beziffert, Tirol hingegen weist für dieses Klimagas mit rund 57 t weniger als 10 % dieser Fracht aus. Hier zeigt sich deutlich das Fehlen der Datengrundlagen zu landwirtschaftlich eingesetzten Stickstoffdüngern und die dadurch um ein Vielfaches unterschätzte Emissionsfracht für Tirol, da nur die N_2O -Emissionen für die landwirtschaftliche Nutztierhaltung sowie die Nutzung landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte bilanziert wurden.

Die Emissionen für Feinstaub PM_{10} ergeben in der BLI für 2010 eine Fracht von 239 t, was im Vergleich etwas niedriger angesiedelt ist, als die im Emissionskataster für Tirol ermittelten Emissionen mit 286 t. Der Unterschied in den beiden Werten dürfte hier auf die Anwendung unterschiedlicher Emissionsfaktoren zurückzuführen sein bzw. die Betrachtung z. T. unterschiedlicher, landwirtschaftlich genutzter Flächen.

Dieselbe Aussage kann für $\text{PM}_{2,5}$ getätigt werden, wo sich der Unterschied in absoluten Zahlen bei 53 t (BLI) zu 64 t (Emissionskataster Tirol) niederschlägt.

Der Ausstoß von Schwefeldioxid SO_2 wurde für Tirol mit 0 t angenommen, da davon ausgegangen wird, dass die eingesetzten Energieträger - hauptsächlich Diesel - schwefelfrei sind, die BLI beziffert die Emissionsfracht an Schwefeldioxid ebenfalls mit 0 t.

Tabelle 3.34 zeigt abschließend eine Gegenüberstellung der Daten aus der Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 2010 und des Emissionskatasters Tirol, Fortschreibungsjahr 2010, für den Sektor Landwirtschaft, in welcher die oben beschriebenen Unterschiede noch einmal tabellarisch veranschaulicht werden.

Tabelle 3.34: Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft in Tirol - Gegenüberstellung der der Bundesländer
Luftschadstoff-Inventur (BLI) 2010 und des Fortschreibungsjahres 2010 [t/a]

Luftschadstoff	BLI 2010	Fortschreibungsjahr 2010	Δ
Stickoxide NO _x	367	401	+ 34
Nichtmethankohlen- wasserstoffe NMVOC	67	58	- 9
Methan CH ₄	15.841	12.294	- 3.547
Kohlenwasserstoffe HC	n. b. ¹⁾	59	-
Kohlenmonoxid CO	n. b.	128	-
Kohlendioxid CO ₂	0	25.120	+ 25.120
Ammoniak NH ₃	3.899	3.756	- 143
Distickstoffmonoxid (Lachgas) N ₂ O	687	57	+ 630
Particulate Matter PM10	239	286	+ 47
Particulate Matter 2,5 PM2,5	53	64	+ 11
Schwefeldioxid SO ₂	0	0	0

¹⁾nicht bilanziert

1 Statistik Austria - Die Informationsmanager, Direktion Raumwirtschaft, Agrarstrukturerhebung 2010, Bundesländer - Datenfiles

2 Verordnung des Bundesministers für Finanzen im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Vergütung der Mineralölsteuer für Agrardiesel (Agrardieselerordnung)
StF: BGBl. II Nr. 506/2004, § 3, Pauschalvergütung gemäß § 7a Abs. 3 Z 1 MöStG

3 Statistik Austria - Die Informationsmanager, Bestand 2010 Q, Tirol nach Meldestellen, Gemeindenummer, Fahrzeugarten, Antrieb Benzin und Diesel und ausgewählten kW-Klassen

4 EMEP-CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2007, Group 8, Other mobile sources and machinery, SNAP 0810 Other off-road, Table 8-1: Bulk emission factors for 'Other Mobile Sources and Machinery', part 1: Diesel engines

5 Winiwarter, W., Trenker, Ch., Höflinger, W., Österreichische Emissionsinventur für Staub, Studie im Auftrag des österreichischen Umweltbundesamtes Wien, Endbericht, September 2001, Tabelle 5-12: Emissionsfaktoren für nicht staubende landwirtschaftliche Produkte (Feldfrüchte: nur Feldbearbeitung)

6 EMEP-CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2013, , 3. Agriculture, NFR 3.D Crop production and agricultural soils, Table 3-3 Tier 2 EFs for agricultural crop operations, in kg ha⁻¹ PM10, wet climate conditions

7 Winiwarter, W., Schmidt-Stejskal, H., Windsberger, A., Aktualisierung und methodischen Verbesserung der österreichischen Luftschadstoffinventur für Schwebstaub, Endbericht, Endbericht Dezember 2007, 4.10.1 Feldbearbeitung

8 Kummer, U., Pregger, Th., Theloke, J., Gefthler, T., Nicklaß, D., Thiruchittampalam, B., Köble, R., Wagner, S., Haigis, J., Blank, P., Friedrich, R., Endbericht, Fortschreibung des Emissionskatasters Bayern für das Jahr 2004, Universität Stuttgart Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, S. 15 u. 16, Tabelle 2-6: Verwendete mittlere Emissionsfaktoren (EF) für CH₄-, NH₃-, N₂O- und PM10-Emissionen aus landwirtschaftlichen Tierhaltungen (inkl. Weidehaltung) in Bayern

9 Schöffeler U., Keller M. 2008: Treibstoffverbrauch und Schadstoff-emissionen des Offroad-Sektors. Studie für die Jahre 1980-2020. Umwelt-Wissen Nr. 0828. Bundesamt für Umwelt, Bern: 172 S.