



lebensministerium.at

GeoPEARL-Austria

Austragspotential von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und deren
Metaboliten in das Grundwasser





Nachhaltig für Natur und Mensch / *Sustainable for nature and mankind*

Lebensqualität / *Quality of life*

Wir schaffen und sichern die Voraussetzungen für eine hohe Qualität des Lebens in Österreich /
We create and we assure the requirements for a high quality of life in Austria

Lebensgrundlagen / *Bases of life*

Wir stehen für vorsorgende Verwaltung und verantwortungsvolle Nutzung der Lebensgrundlagen Boden, Wasser, Luft, Energie und biologische Vielfalt. / *We stand for a preventive conservation as well as responsible use of soil, water, air, energy and biodiversity*

Lebensraum / *Living environment*

Wir setzen uns für eine umweltgerechte Entwicklung und den Schutz der Lebensräume in Stadt und Land ein. / *We support an environmentally friendly development and the protection of living environments in urban and rural areas*

Lebensmittel / *Food*

Wir sorgen für die nachhaltige Produktion insbesondere sicherer und hochwertiger Lebensmittel und nachwachsender Rohstoffe. / *We ensure sustainable production in particular of safe and high-quality food as well as renewable resources*

Impressum

Medieninhaber, Herausgeber, Copyright:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft,
Sektion III Landwirtschaft und Ernährung,
Stubenring 12, 1010 Wien

Alle Rechte vorbehalten

Erscheinungsdatum:

November 2012

Gesamtkoordination:

Dr. Robert Fenz (BMLFUW, Abt. VII/1)
Dipl.-Biö. Britta Möbes-Hansen
(AGES, Institut für Pflanzenschutzmittel)

AutorInnen:

Dr. Michael Stemmer
(AGES, Institut für Pflanzenschutzmittel)
DI Erwin Murer
(Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik & Bodenwasserhaushalt),

Unter Mitarbeit von:

Dr. Joachim Dayteg
Mag. Christiane Pöttinger
(AGES, Institut für Pflanzenschutzmittel),
DI Michael Schwarz
(AGES, Institut für Datenmanagement)

Dr. Aaldrik Tiktak
(Netherlands Environmental Assessment Agency, PBL)

Layout:

ZS communication + art GmbH

Bildnachweis, Produktion und Druck:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier mit Pflanzenfarben.

Zusammenfassung

Mit Stand 2011 waren in Österreich etwa 300 chemische Pflanzenschutzmittelwirkstoffe zugelassen. Zu diesen Wirkstoffen sind derzeit etwa 700 Metaboliten unterschiedlichster Persistenz und Mobilität im Boden bekannt. Bislang gibt es für diese Wirkstoffe und deren Metaboliten keine regionalspezifische Versickerungsabschätzung für Österreich. Vor diesem Hintergrund wurde die Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) vom Lebensministerium und den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark und Burgenland beauftragt, das Gefährdungspotential für das Grundwasser dieser Wirkstoffe und deren Metaboliten unter Berücksichtigung regionaler Boden- und Witterungsbedingungen zu bewerten und gegebenenfalls Möglichkeiten zur Austragsreduktion zu erarbeiten.

In Kooperation mit dem Bundesamt für Wasserwirtschaft, Petzenkirchen (BAW) und der Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL) wurde ein georeferenziertes Stofftransportmodell (GeoPEARL-Austria) für die Ackerfläche Österreichs basierend auf 1-km²-Rasterzellen entwickelt. Die Datenbasis bilden die Digitale Bodenkarte Österreichs, Wetterdaten von Klimastationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik sowie Daten zur aktuellen Bewirtschaftung (Invekos Datenbank) und Bewässerung. Das Modell wurde auf seine Sensibilität überprüft und mittels Messergebnissen aus Lysimetern verifiziert. GeoPEARL-Austria ist ein eindimensionales Konvektion/Dispersion-Modell, das nur Matrixfluss aber keinen präferenziellen Fluss berücksichtigt. Das Modell beinhaltet zurzeit 14 Hauptkulturen. Im Mittel werden je Kultur etwa 93 % der Ackerfläche in Österreich abgedeckt. Der Berechnungszeitraum umfasst die Periode von 1990 bis 2010.

GeoPEARL-Austria berechnet, unter Annahme einer langjährigen Anwendung entsprechend den Zulassungsbestimmungen und guter landwirtschaftlicher Praxis, die zu erwartenden Konzentrationen von Wirkstoffen und deren Metaboliten im Sickerwasser in 1 m Bodentiefe unter regionalen Boden- und Witterungsbedingungen. Über den Kulturartenanteil wird die regionale Konzentration im grundwassernahen Sickerwasser einer 1-km²-Rasterzelle abgeleitet.

Ein Vergleich der Berechnungsergebnisse mit Messergebnissen aus Lysimetern in Oberösterreich, Steiermark und Niederösterreich zeigt, dass das Modell in der Lage ist, die Sickerwassermenge unterschiedlicher Standorte zufriedenstellend wiederzugeben. In seichtgründigen Böden mit geringer Struktur wird die Sickerwasserdynamik (abgeleitet über Tracerversuche) sehr gut abgebildet, präferenzieller Stofftransport in strukturierten Böden kann nicht nachvollzogen werden.

Im Zuge des Projekts wurde eine Datenbank der in Österreich 2011 aktuell zugelassenen Wirkstoffe mit Stoffeigenschaften zu Wirkstoffen und Metaboliten erstellt und Ergebnisse deren EU-Bewertung erhoben. Basierend auf dieser Datenbank konnten etwa 300 Metaboliten identifiziert werden, die entsprechend der EU-Bewertung das Potential haben, eine Jahresmittelkonzentration von 0,1 µg/L im Sickerwasser (in 1 m Bodentiefe) zu überschreiten. Basierend auf dieser Auswertung wurden 117 Wirkstoffe mit in Summe 212 Metaboliten entsprechend nachfolgender Kriterien für Berechnungen mit GeoPEARL-Austria ausgewählt:

- Wirkstoffe mit einer Inverkehrbringungsmenge 2011 über 5 t,
- Wirkstoffe mit einer Inverkehrbringungsmenge 2011 über 1 t, sofern der Wirkstoff eine hohe bzw. mittlere Austragsgefährdung ($GUS \geq 1,8$) aufweist,
- Wirkstoffe mit Metaboliten, für die im Zuge der EU-Bewertung Jahresmittelkonzentrationen über $0,75 \mu\text{g/L}$ im Sickerwasser prognostiziert wurden, auch mit einer Inverkehrbringungsmenge $< 1 \text{ t}$,
- Wirkstoffe, die selbst oder deren Metaboliten im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV) wiederholt über $0,1 \mu\text{g/L}$ im Grundwasser detektiert wurden.

Ergänzend dazu wurden zu Vergleichszwecken Berechnungen für drei nicht mehr zugelassene Wirkstoffe (Atrazin, Dichlobenil und Tolyfluanid) durchgeführt. Berechnungen mit GeoPEARL-Austria beziehen sich in der Regel auf Anwendungen in ein bis zwei repräsentativen Kulturen je Wirkstoff.

Bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen in der 1-km^2 -Rasterzelle und sachgerechter Anwendung prognostiziert GeoPEARL-Austria für sämtliche 117 berechneten Wirkstoffe im grundwassernahen Sickerwasser Jahresmittelkonzentrationen unter $0,1 \mu\text{g/L}$. Lediglich für den nicht mehr zugelassenen Wirkstoff Atrazin werden bereits bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen Jahresmittelkonzentrationen von $0,2 \mu\text{g/L}$ prognostiziert. Bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen liegen die zu erwartenden Jahresmittelkonzentrationen für Atrazin und Triclopyr bei $2 \mu\text{g/L}$, für Ethofumesat und Bentazon bei $0,3 \mu\text{g/L}$, für Chlortoluron und Clopyralid bei $0,2 \mu\text{g/L}$ und für Flazasulfuron bei $0,1 \mu\text{g/L}$. Für die Wirkstoffe Clothianidin, Dichloprop-P, Fluopicolid, Iprovalicarb, Isoproturon, Isoxaben, Mesotrion, Metalaxyl-M, Metribuzin, Quinmerac, Rimsulfuron, Thiamethoxam, Tribenuron-methyl und Tritosulfuron liegen die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen zwischen $0,01$ und $0,1 \mu\text{g/L}$, für sämtliche anderen Wirkstoffe durchwegs unter $0,01 \mu\text{g/L}$.

Im Gegensatz zu den Wirkstoffen prognostiziert GeoPEARL-Austria für viele der 212 berechneten Metaboliten bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen auch bei sachgerechter Anwendung des Wirkstoffes Jahresmittelkonzentrationen über $0,1 \mu\text{g/L}$ im grundwassernahen Sickerwasser (Tabelle A).

Tabelle A: Metaboliten mit einer berechneten Jahresmittelkonzentration über 0,1 µg/L im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen.

Wirkstoff	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Metabolit	Anwendung auf Kultur	Berechnete Jahresmittel- konzentration im grundwassernahen Sickerwasser ^b (µg/L)
Atrazin	-	Atrazin-Desethyl	Mais	5
		Atrazin-2-Hydroxy		2
		Atrazin-Desisopropyl		0,5
Azoxystrobin	Mittel	Azoxystrobin-O-Demethyl (R234886)	Wintergetreide	2
Captan	Hoch	THPAM	Obstbau	0,3
		THPI		0,3
Chloridazon	Mittel	Chloridazon-Desphenyl	Zuckerrübe	10
		Chloridazon-Methyl-desphenyl		2
Chlorthalonil	Mittel	Chlorthalonil-Sulfonsäure (R 417888)	Wintergetreide	4
		R 611965 (SDS 46851)		1
Chlortoluron	Gering	Chlortoluron-Desmethyl	Wintergetreide	0,2
Clothianidin	Gering	N-Methyl-N-Nitroguanidin (MNG)	Mais	0,3
		2-Nitroguanidin (NTG)		0,6
Cyflufenamid	Sehr gering	149-F1	Wintergetreide	0,3
		149-F6		4
Dichlobenil	-	2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	Wein	> 10
Dimethachlor	Mittel	Dimethachlor-Sulfonsäure (CGA 354742)	Raps	4
		Dimethachlor-Säure (CGA 50266)		8
Dimethenamid-P	Hoch	Dimethenamid-P-Sulfonsäure (M27)	Mais	5
		Dimethenamid-P-Säure (M23)		2
Flazasulfuron	Sehr gering	DTPU	Wein	1
		DTPP		0,3
		TPSA		1
Fluazifop-P	Mittel	Compound X	Obstbau	0,4
Flufenacet	Hoch	Flufenacet-Sulfonsäure	Wintergetreide	0,3
Fluopicolid	Mittel	2,6-Dichlorbenamid (BAM)	Kartoffel	1
		M05		0,2
Fluoxastrobin	Sehr gering	Fluoxastrobin-Deschlorphenyl (M48)	Wintergetreide	0,6
Flurtamon	Gering	Trifluoressigsäure (TFAA)	Wintergetreide	5
Isoproturon	Hoch	Isoproturon-Desmethyl	Wintergetreide	0,5
Isoxaben	Gering	Isoxaben-Hydroxy	Kürbis	2
		2,6-Dimethoxybenzamid		0,6
Metalaxyl-M	Gering	NOA 409045	Kartoffel	0,4
Metazachlor	Hoch	Metazachlor-Sulfonsäure (BH479-8)	Raps	5
			Kohlgemüse	3
		Metazachlor-Säure (BH479-4)	Raps	4
			Kohlgemüse	2
Nicosulfuron	Gering	AUSN	Mais	0,3
		UCSN		0,3
		ASDM		0,2
Pethoxamid	Mittel	Pethoxamid-Sulfonsäure (TKC94)	Mais	2
Picoxystrobin	Sehr gering	Compound 3	Wintergetreide	0,2
Quinmerac	Mittel	BH 518-2	Raps	0,6

Wirkstoff	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Metabolit	Anwendung auf Kultur	Berechnete Jahresmittel- konzentration im grundwassernahen Sickerwasser ^b (µg/L)
		BH 518-5		3
S-Metolachlor	Hoch	S-Metolachlor-Sulfonsäure (CGA 354743)	Mais	7
		S-Metolachlor-Säure (CGA 51202)		0,8
Sulcotrion	Gering	2-Chlor-4-Methylsulfonylbenzoesäure (CMBA)	Mais	0,3
Tembotrion	Mittel	M06	Mais	0,2
Terbuthylazin	Sehr hoch	Terbuthylazin-Desethyl	Mais	0,2
Thiacloprid	Mittel	Thiacloprid-Sulfonsäure	Mais	0,2
Thiamethoxam	Gering	NOA 459602	Mais	0,2
Tolyfluanid	-	N,N-Dimethylsulfamid	Wein	7
Topramezon	Gering	M670H05	Mais	0,3
Triclopyr	Gering	3,5,6-Trichlor-2-Pyridinol (TCP)	Wein	0,2
Trifloxystrobin	Mittel	NOA 413161	Wintergetreide	1
		NOA 413163		0,4
Triflursulfuron-methyl	Sehr gering	Methylsaccharin (IN-W6725)	Zuckerrübe	0,2
Tritosulfuron	Mittel	635M01	Wintergetreide	0,2
		635M03		0,2

^a Sehr gering: < 1 t, Gering: > 1 - 5 t, Mittel: > 5 - 25 t, Hoch: > 25 - 100 t, Sehr hoch: > 100 t
^b Bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen

Für einige Metaboliten konnten aufgrund unzureichender oder fehlender Informationen zu Stoffeigenschaften keine Berechnungen mit GeoPEARL-Austria durchgeführt werden. Basierend auf Ergebnissen von Lysimeterstudien, die im Zuge der EU-Bewertung vorgelegt wurden, sind bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen ebenfalls Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L im grundwassernahen Sickerwasser zu erwarten (Tabelle B).

Tabelle B: Geschätzte Jahresmittelkonzentration ($\mu\text{g/L}$) von Metaboliten mit unzureichenden oder fehlenden Informationen zu Stoffeigenschaften im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen.

Wirkstoff	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Metabolit	Anwendung auf Kultur	Geschätzte Jahresmittel- konzentration im grundwassernahen Sickerwasser ^b ($\mu\text{g/L}$)
Chlorthalonil	Gering	R 419492	Wintergetreide	1 - 3
Dimethachlor	Mittel	SYN 528702	Raps	1 - 3
		CGA 369873		0,1 - 1
		CGA 373464		0,1 - 1
		CGA 102935		0,1 - 1
		SYN 530561		0,1 - 1
Metazachlor	Hoch	BH479-9	Raps	0,1 - 1
		BH479-11		0,1 - 1
		BH479-12		0,1 - 1
S-Metolachlor	Hoch	CGA 50267	Mais	0,1 - 1
		CGA 368208		1 - 3
		CGA 357704		0,1 - 1
		CGA 37735		0,1 - 1
		CGA 50720		0,1 - 1
Terbuthylazin	Sehr hoch	Terbuthylazin-2-Hydroxy	Mais	0,1 - 1
		Terbuthylazin-2-Hydroxy-Desethyl		0,1 - 1
		LM3		0,1 - 1
		LM5		0,1 - 1
		LM6		0,1 - 1

^a Sehr gering: < 1 t, Gering: > 1 - 5 t, Mittel: > 5 - 25 t, Hoch: > 25 - 100 t, Sehr hoch: > 100 t
^b Bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen

Die Anwendung von Wirkstoffen mit austragsgefährdeten Metaboliten hat sich besonders auf humusarmen, gut durchlässigen und seicht- bis mittelgründigen Böden als kritisch erwiesen, solchen Standorten ist erhöhte Beachtung zu schenken. Ebenso führt eine Anwendung im Herbst in der Regel zu deutlich höheren Austrägen als im Frühjahr. Berechnungen mit GeoPEARL-Austria ergeben auch, dass der Austrag von Wirkstoffen und deren Metaboliten in erster Linie über eine Reduktion der Aufwandmenge (z.B. bedarfsgerechte Anwendung) und der Anwendungshäufigkeit (z.B. Umstellung der Fruchtfolge) der Wirkstoffe verringert werden kann. Liegt der Adsorptionskoeffizient des Metaboliten über etwa 50 L/kg, verringert sich der Austrag mit steigendem Humusgehalt. Eine Anwendungseinschränkung für Wirkstoffe und Metaboliten, deren Adsorptionskoeffizient unter 50 L/kg liegt, wird auf humusarmen Böden für sinnvoll erachtet.

Ein Vergleich der berechneten Konzentrationen von Wirkstoffen im grundwassernahen Sickerwasser mit Erhebungen zur Grundwassergüte im Rahmen der GZÜV zeigt teils voneinander abweichende Ergebnisse. Da in GeoPEARL-Austria die gesamte Wirkstoffmenge dem Matrixfluss zugeführt wird, wird der Austrag von Wirkstoffen mit dem Modell unterschätzt. Bei präferentiellem Fluss wird der Wirkstoff ohne wesentliche

Bildung von Metaboliten rasch in tiefere Bodenschichten verlagert. Ein Vergleich der Berechnungsergebnisse von Metaboliten mit Ergebnissen der GZÜV zeigt eine gute Übereinstimmung.

Für einen verbesserten und gezielteren Einsatz des Modells wird nachfolgende Vorgangsweise vorgeschlagen:

- Verbesserung der Modellprozesse in GeoPEARL-Austria
- Validierung der Modellprozesse und Berechnungsergebnisse mit Messwerten von Wirkstoffen und deren Metaboliten in Lysimetern und Drainagen und mit Ergebnissen des GZÜV-Messprogramms
- Beschränkung auf kritische Wirkstoffe und deren Metaboliten in gefährdeten Grundwasserkörpern unter Berücksichtigung regionaler Anwendungspraktiken und Aufwandmengen und verfeinerter regionale Auflösung
- Berücksichtigung neuer Erkenntnisse von Stoffeigenschaften der Wirkstoffe und deren Metaboliten
- Laufende Einbeziehung neuer Wirkstoffe und deren Metaboliten
- Frühzeitige Start von Lysimeteruntersuchungen in gefährdeten Grundwasserkörpern für Wirkstoffen und deren Metaboliten mit Schwellenwertüberschreitungen und steigenden Konzentrationen im Grundwasser (z.B. Petzenkirchen, Pettenbach, Pucking, Wagna, AGES)

Summary

About 300 pesticides releasing approximately 700 metabolites of different persistence and mobility in soil were registered in Austria in 2011. Up to now an assessment of the leaching potential of these compounds on a regional scale in Austria was not available. In 2009 the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES) was commissioned by the Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management and by the provinces Lower Austria, Upper Austria, Styria and Burgenland to evaluate the leaching and groundwater exposure of actives and metabolites taking into account regional soil and climate conditions and to evaluate risk mitigation measures.

A spatial leaching model (GeoPEARL-Austria) was developed in co-operation with the Federal Agency for Water Management, Petzenkirchen (BAW) and the Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL) covering the entire arable area of Austria based on 1 km² raster grid cells. GeoPEARL-Austria is based on the digital soil map of Austria, weather data from the Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Invekos crop and irrigation data. GeoPEARL-Austria is a one-dimensional convection/dispersion-model without taking into account preferential flow. The model was tested for sensitivity and was verified based on lysimeter data. The model includes 14 major crops, covering about 93 % of total area for area crop. Climatic data are available for the time period from 1990 - 2010.

GeoPEARL-Austria calculates the annual average concentration of actives and metabolites in the leachate at 1 m of soil depth taking into account regional soil and climate conditions assuming continuous application from 1990 - 2010 in accordance with good agricultural practice. The compound concentration in the leachate is assumed to be diluted with the leachate of non-treated areas within each raster grid cell.

GeoPEARL-Austria was shown to adequately describe the total amount of leachate as measured in several lysimeter stations in Austria. Based on results from tracer experiments the water flow velocity in shallow soils is reasonably described as well. However, rapid water flow in structured soils is not adequately addressed.

Within the project, a database with all pesticides register for use in Austria in 2011 was compiled. This database comprises information on compound properties, intended uses and results from the EU risk assessment (in particular in respect to metabolites). Based on this database about 300 metabolites with a potential to exceed an annual average leaching concentration of 0.1 µg/L under vulnerable conditions were identified. Based on the following criteria 117 actives with totally 212 metabolites were selected for detailed evaluation with GeoPEARL-Austria:

- Actives which were used in total amounts above 5 t in 2011,
- Actives which were used in total amounts above 5 t in 2011 and with a medium to high leaching risk for the parent ($GUS \geq 1.8$),
- Actives with metabolites, exceeding 0.75 µg/L in the leachate under vulnerable conditions based on the EU risk assessment
- Actives and metabolites frequently measured above 0,1 µ/L in national groundwater monitoring programs

Additional runs were made for atrazine, dichlobenil and tolylfluanid, all of them not registered in Austria anymore. Calculations with GeoPEARL-Austria are in general based on one or two representative uses in Austria.

Based on median soil and climate conditions calculated annual average concentrations of all actives in the leachate close to groundwater are below 0.1 µg/L with the exception of atrazine (i.e. 0.2 µg/L). Under unfavourable soil and climate conditions calculated leaching concentrations close to groundwater were about 2 µg/L for atrazine and triclopyr, 0.3 µg/L for bentazone and ethofumesate and 0.01 to 0.1 µg/L for clothianidin, dichloprop-P, fluopicolide, iprovalicarb, isoproturon, isoxaben, mesotrion, metalaxyl-M, metribuzin, quinmerac, rimsulfuron, thiamethoxam, tribenuron-methyl und tritosulfuron. For all other actives annual average concentrations in the leachate close to groundwater were calculated to be below 0.01 µg/L.

In contrast, leaching concentrations calculated for metabolites were distinct higher. Metabolites expected to leach with annual average concentrations above 0.1 µg/L under vulnerable conditions are given in Table A.

Table A: Metabolites with a calculated annual average concentration in the leachate close to groundwater above 0.1 µg/L under unfavourable soil and climate conditions.

Active	Total amount of use ^a 2011	Metabolite	Use	Calculated annual average concentration in the leachate close to groundwater ^b (µg/L)
Atrazine	-	Atrazine-Desethyl	Maize	5
		Atrazine-2-Hydroxy		2
		Atrazine-Desisopropyl		0.5
Azoxystrobin	Medium	Azoxystrobin-O-Demethyl (R234886)	Winter cereals	2
Captan	High	THPAM	Pome/stone fruit	0.3
		THPI		0.3
Chloridazon	Medium	Chloridazon-Desphenyl	Sugar beet	10
		Chloridazon-Methyl-desphenyl		2
Chlorothalonil	Medium	Chlorothalonil-Sulfonic acid (R 417888)	Winter cereals	4
		R 611965 (SDS 46851)		1
Chlortoluron	Low	Chlortoluron-Desmethyl	Winter cereals	0.2
Clothianidin	Low	N-Methyl-N-Nitroguanidin (MNG)	Maize	0.3
		2-Nitroguanidin (NTG)		0.6
Cyflufenamid	Very low	149-F1	Winter cereals	0.3
		149-F6		4
Dichlobenil	-	2,6-Dichlorbenzamide (BAM)	Vines	> 10
Dimethachlor	Medium	Dimethachlor-Sulfonic acid (CGA 354742)	Raps	4
		Dimethachlor-Acid (CGA 50266)		8
Dimethenamid-P	High	Dimethenamid-P-Sulfonic acid (M27)	Maize	5
		Dimethenamid-P-Acid (M23)		2
Flazasulfuron	Very low	DTPU	Vine	1
		DTPP		0.3
		TPSA		1
Fluazifop-P	Medium	Compound X	Pome/stone fruit	0.4
Flufenacet	High	Flufenacet-Sulfonic acid	Winter cereals	0.3
Fluopicolide	Medium	2,6-Dichlorbenzamide (BAM)	Potatoes	1
		M05		0.2
Fluoxastrobin	Very low	Fluoxastrobin-Deschlorphenyl (M48)	Winter cereals	0.6
Flurtamon	Low	Trifluoroacetic acid (TFAA)	Winter cereals	5
Isoproturon	High	Isoproturon-Desmethyl	Winter cereals	0.5
Isoxaben	Low	Isoxaben-Hydroxy	Cucurbit	2
		2,6-Dimethoxybenzamide		0.6
Metalaxyl-M	Low	NOA 409045	Potatoes	0.4
Metazachlor	High	Metazachlor-Sulfonic acid (BH479-8)	Oil seed rape	5
			Cabbage	3
		Metazachlor-Acid (BH479-4)	Raps	4
			Cabbage	2
Nicosulfuron	Low	AUSN	Maize	0.3
		UCSN		0.3
		ASDM		0.2
Pethoxamid	Medium	Pethoxamid-Sulfonic acid (TKC94)	Maize	2
Picoxystrobin	Very low	Compound 3	Winter cereals	0.2
Quinmerac	Medium	BH 518-2	Oil seed rape	0.6

Active	Total amount of use ^a 2011	Metabolite	Use	Calculated annual average concentration in the leachate close to groundwater ^b (µg/L)
		BH 518-5		3
S-Metolachlor	High	S-Metolachlor-Sulfonic acid (CGA 354743)	Maize	7
		S-Metolachlor-Acid (CGA 51202)		0.8
Sulcotrione	Low	2-Chloro-4-Methylsulfonylbenzoic acid (CMBA)	Maize	0.3
Tembotrione	Medium	M06	Maize	0.2
Terbuthylazine	Very high	Terbuthylazine-Desethyl	Maize	0.2
Thiacloprid	Medium	Thiacloprid-Sulfonic acid	Maize	0.2
Thiamethoxam	Low	NOA 459602	Maize	0.2
Tolyfluanid	-	N,N-Dimethylsulfamide	Vine	7
Topramezone	Low	M670H05	Maize	0.3
Triclopyr	Low	3,5,6-Trichloro-2-Pyridinol (TCP)	Vine	0.2
Trifloxystrobin	Medium	NOA 413161	Winter cereals	1
		NOA 413163		0.4
Triflurosulfuron-methyl	Very low	Methylsaccharin (IN-W6725)	Sugar beet	0.2
Tritosulfuron	Medium	635M01	Winter cereals	0.2
		635M03		0.2

^a Very low: < 1 t, Low: > 1 - 5 t, Medium: > 5 - 25 t, High: > 25 - 100 t, Very high: > 100 t
^b Under unfavourable soil and climate conditions

Some metabolites could not be calculated with GeoPEARL-Austria due to missing or unreliable compound properties. Most of these compounds were found in lysimeter leachates, only. Based on data from lysimeter studies available for the EU risk assessment some of these metabolites are also expected to leach with annual average concentrations above 0.1 µg/L under vulnerable conditions (Table B).

Table B: Metabolites with missing or unreliable compound properties, expected to leach with an annual average concentration above 0.1 µg/L under unfavourable soil and climate conditions.

Active	Total amount of use ^a 2011	Metabolite	Use	Estimated annual average concentration in the leachate close to groundwater ^b (µg/L)
Chlorothalonil	Low	R 419492	Winter cereals	1 - 3
Dimethachlor	Medium	SYN 528702	Oil seed rape	1 - 3
		CGA 369873		0.1 - 1
		CGA 373464		0.1 - 1
		CGA 102935		0.1 - 1
		SYN 530561		0.1 - 1
Metazachlor	High	BH479-9	Oil seed rape	0.1 - 1
		BH479-11		0.1 - 1
		BH479-12		0.1 - 1
S-Metolachlor	High	CGA 50267	Maize	0.1 - 1
		CGA 368208		1 - 3
		CGA 357704		0.1 - 1
		CGA 37735		0.1 - 1
		CGA 50720		0.1 - 1
Terbutylazine	Very high	Terbutylazine-2-Hydroxy	Maize	0.1 - 1
		Terbutylazine-2-Hydroxy-Desethyl		0.1 - 1
		LM3		0.1 - 1
		LM5		0.1 - 1
		LM6		0.1 - 1

^a Very low: < 1 t, Low: > 1 - 5 t, Medium: > 5 - 25 t, High: > 25 - 100 t, Very high: > 100 t
^b Under unfavourable soil and climate conditions

In general, leaching of actives and metabolites is most pronounced in soils with a low organic matter and in sandy, shallow soils. Leaching is also higher following autumn application. Modelling results indicate that dose reduction and increase of the application interval (e.g. crop rotation) are the most effective mitigation measures in many cases. Nevertheless, leaching is clearly reduced in soils with high soil organic matter content if the adsorption coefficient (K_{FOC}) of the compound is above 50 L/kg. Application of compounds with a K_{FOC} below 50 L/kg on soils with low organic matter content should be avoided.

A comparison of GeoPEARL-Austria results with results from groundwater monitoring indicates that GeoPEARL-Austria tends to underestimate the leaching of actives (parent compounds) and to overestimate the leaching of metabolites, in particular in soils prone to preferential flow. In particular, this can be observed for actives more frequently found above 0.1 µg/L in groundwater samples. In case of preferential flow the active is rapidly transferred into deeper soil layers without extensive formation of metabolites.

Outlook and recommendations:

- Improvement of model processes in GeoPEARL-Austria
- Model validation with results from pesticide leaching experiments (lysimeter and drainages) and groundwater monitoring data
- Focus on critical compounds and metabolites in vulnerable areas with a higher spatial resolution taking into account regional data on use
- Consideration of most adequate compound properties
- Consideration of new actives and their metabolites
- Initiation of lysimeter experiments with critical compounds in vulnerable areas (e.g. in Petzenkirchen, Pettenbach, Pucking, Wagna, AGES)

Danksagung

Das Projektteam möchte sich ganz herzlich bei nachfolgenden Personen und Institutionen für die kostenlose Bereitstellung von Datenmaterial bedanken:

- Univ. Doz. Dr. Johann Fank (Johanneum Resarch)
- Mag. Dr. Andreas Schaumberger (Ifz raumberg gumpenstein)
- Dr. Michael Pollak, Dr. Max Kuderna (wpa - Beratende Ingenieure)
- Oberösterreichische Landesregierung (Lysimeterdaten)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	20
2	Grundlagen.....	21
2.1	Modell GeoPEARL-Austria	21
2.2	Datenbasis	22
2.3	Georeferenzsystem	22
2.4	Datenverschneidung.....	22
2.5	Modellaggregation.....	25
2.6	Datenerganzung/-bearbeitung.....	26
2.6.1	Boden.....	26
2.6.2	Wetter	27
2.6.3	Bewirtschaftung	28
2.6.4	Bewässerung	29
2.7	Modellparametrisierung	30
2.7.1	Boden.....	30
2.7.2	Wetter	32
2.7.3	Kultur.....	32
2.7.4	Randbedingungen zum Grundwasser	33
2.7.5	Bewässerung	33
2.7.6	Prozesse ohne Berücksichtigung in GeoPEARL-Austria	34
2.8	Berechnungsannahmen.....	35
2.8.1	Aufwandmenge.....	35
2.8.2	Stoffeigenschaften	35
2.9	Auswertungsgrundlagen	37
2.9.1	Jahresmittelkonzentration im Sickerwasser (1 m).....	37
2.9.2	Jahresmittelkonzentration im grundwassernahen Sickerwasser.....	37
2.9.3	Jahresmittelkonzentration bei unterschiedlichen Anwendungsintervallen	38
2.9.4	Jahresmittelkonzentration bei unterschiedlichen Boden- und Witterungsbedingungen.....	38
2.10	Darstellung der Berechnungsergebnisse	40
2.11	Darstellung der Effektivität möglicher austragsreduzierender Maßnahmen	40
2.12	Berechnungsroutine.....	40
2.13	Wirkstoffauswahl.....	41
2.14	Projekt-Datenbank.....	41
3	Ergebnisse.....	43
3.1	Gesamtdarstellung.....	43
3.2	Azoxystrobin	59
3.3	Bentazon.....	66
3.4	Captan	76
3.5	Chloridazon.....	83
3.6	Chlorthalonil.....	91

3.7	Clothianidin	100
3.8	Dimethachlor	108
3.9	Dimethenamid-P	116
3.10	Ethofumesat	123
3.11	Flufenacet	127
3.12	Fluopicolid	134
3.13	Flurtamon	147
3.14	Glyphosat	153
3.15	Metalaxyl-M	154
3.16	Metazachlor	161
3.17	Nicosulfuron	171
3.18	Quinmerac	182
3.19	S-Metolachlor	189
3.20	Sulcotrion	197
3.21	Terbuthylazin	203
3.22	Thiaclopid	211
3.23	Thiamethoxam	219
3.24	Trifloxystrobin	228
3.25	Triflusulfuron-methyl	237
3.26	Eintrag in Grundwasserkörper	247
4	Diskussion	251
4.1	Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen	251
4.2	Vergleich der Berechnungsergebnisse mit Erhebungen im Rahmen der GZÜV	252
5	Ausblick	254
6	Literatur	255
7	Anhang	258
7.1	Liste sämtlicher 2011 in Österreich in Verkehr gebrachten Wirkstoffe	258
7.2	Datenbankauswertung bzgl. EU-Bewertung von Metaboliten	270
7.3	Modellverifizierung mit Lysimeterdaten	274
7.4	Vergleichende Berechnungen	283
7.4.1	Bodenhydrologischen Parametrisierung (Mualem-van Genuchten- Parameter)	283
7.4.2	Parametrisierung der Verdunstung von der vegetationsfreien Bodenoberfläche	288
7.4.3	Sensibilitätsabschätzung	290
7.4.4	Einfluss der Modellaggregation (Rastermodell vs. Plotmodell)	292
7.4.5	Verwendung aller Plots vs. Verwendung repräsentativer Plots	295
7.5	Wetterstationen	298
8	Kartenteil	300
8.1	Regionalisierte Daten in GeoPEARL-Austria	300
8.1.1	Boden	300
8.1.2	Klima	310
8.1.3	Anbau	314

8.1.4 Bewässerung 329

Glossar

1/n	Freundlich Exponent (-)
DT ₅₀	Halbwertszeit (Tage); Zeitspanne, die notwendig ist, damit sich die Konzentration eines Stoffes auf die Hälfte reduziert
EFSA	European Food Safety Authority
FOCUS	FORum for Co-ordination of pesticide fate models and their Use (http://viso.ei.jrc.it/focus/gw/)
Grundwassernahes Sickerwasser	Sickerwassermenge der 1-km ² -Rasterzelle vor Eintritt in das Grundwasser
GUS	Index für die Austragsgefährdung (Groundwater Ubiquity Score) nach Gustafson (1993); $GUS = \log(DT_{50}) \times [4 - \log(K_{FOC})]$; hohe Austragsgefährdung: $GUS > 2,8$; mittlere Austragsgefährdung: $GUS = 1,8 < 2,7$; geringe Austragsgefährdung: $GUS < 1,8$
Inverkehrbringungsmenge	In Verkehr gebrachte Menge von Wirkstoffen in Österreich (Wirkstoffmeldungen); Klassen: Sehr gering: < 1 t, gering: 1 - 5 t, mittel: > 5 - 25 t, hoch: > 25 - 100 t, sehr hoch: > 100 t
Jahresmittelkonzentration	Stofffracht dividiert durch die Sickerwassermenge eines Jahres
K _{FOC}	Freundlich Adsorptionskoeffizient (K _F , L/kg) bezogen auf die organische Substanz (OC) im Boden
Sickerwasser (1 m)	Sickerwassermenge eines Feldstücks in 1 m Bodentiefe

1 Einleitung

Mit Stand 2011 waren in Österreich etwa 300 chemische Pflanzenschutzmittelwirkstoffe zugelassen. Zu diesen Wirkstoffen sind, den EU-Bewertungskriterien der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 (EU, 2009) entsprechend, zurzeit etwa 700 Metaboliten unterschiedlichster Persistenz und Mobilität im Boden bekannt. Bislang gibt es für diese Substanzen (Wirkstoffe und Metaboliten) in Österreich keine regionalspezifische Versickerungsabschätzung. Aktuelle Erhebungen zur Grundwassergüte in Österreich im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV) zeigen, dass regional erhöhte Konzentrationen an Wirkstoffen und im Besonderen an Metaboliten im Grundwasser gefunden werden. Für ein zielgerichtetes und (kosten)effektives Grundwassermonitoring ist die Kenntnis von potentiell austragsgefährdeten Wirkstoffen und Metaboliten eine Grundvoraussetzung.

Vor diesem Hintergrund wurde die Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), in Kooperation mit dem Bundesamt für Wasserwirtschaft (BAW) und der Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), vom Lebensministerium und den Bundesländern Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark und Burgenland beauftragt, das Versickerungspotential und somit das Grundwassergefährdungspotential von in Österreich zur Zeit zugelassenen Wirkstoffen und deren Metaboliten unter Berücksichtigung regionaler pedo-klimatischer Rahmenbedingungen zu bewerten und gegebenenfalls Möglichkeiten zur Austragsreduzierung zu erarbeiten.

Im Rahmen dieses Projektes wurden im Wesentlichen zwei Fragenkomplexe zum Versickerungspotential von Wirkstoffen und Metaboliten untersucht:

- Wie hoch ist das Austragspotential von in Österreich zugelassenen Wirkstoffen bzw. Metaboliten über das Sickerwasser unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Aufwandmenge und guter landwirtschaftlicher Praxis sowie regionaler Boden- und Witterungsbedingungen?
- Mit welchen Maßnahmen kann der Austrag von Wirkstoffen und deren Metaboliten reduziert werden?

2 Grundlagen

2.1 Modell GeoPEARL-Austria

GeoPEARL-Austria basiert auf dem Pestizid-Expositionsmodell PEARL (Pesticide Emission Assessment at Regional and Local scales), welches in enger Kooperation der zwei Niederländischen Institutionen „National Institute for Public Health and the Environment“ (RIVM) und „Alterra Green World Research“ entwickelt wurde. PEARL wiederum baut auf den Modellen PESTLA (PESTicide Leaching and Accumulation) und PESTRAS (PESTicide TRansport Assessment) (Leistra et al., 2000) auf. PEARL ist in der vorliegenden Version ein deterministisches eindimensionales Konvektion/Dispersion-Modell, das das Schicksal einer Substanz und ihrer im Boden gebildeten Metaboliten unter Berücksichtigung von Freundlich-Adsorption, Transformation und (passiver) Aufnahme in die Pflanze im System Boden/Wasser/Pflanze simuliert. Zur Simulation der Wasserflüsse und der Bodentemperatur benützt PEARL das Modell SWAP (Soil Water Atmosphere Plant, van Dam et al., 1997). GeoPEARL ist letztendlich die Umsetzung von PEARL in einer georeferenzierten Umgebung (Tiktak et al., 2003, Tiktak et al., 2004). In der zurzeit für GeoPEARL-Austria verwendeten Version (3.3.3.) ist PEARL nicht befähigt, präferentiellen Stofftransport über Makroporen, Risse, etc. im Boden zu simulieren. Eine detaillierte Beschreibung sämtlicher implementierter Prozesse in PEARL kann Leistra et al. (2000) bzw. den Update-Reports (alle auf <http://www.pearl.pesticidemodels.eu>) entnommen werden, eine Übersicht darüber gibt Abbildung 2.1-1.

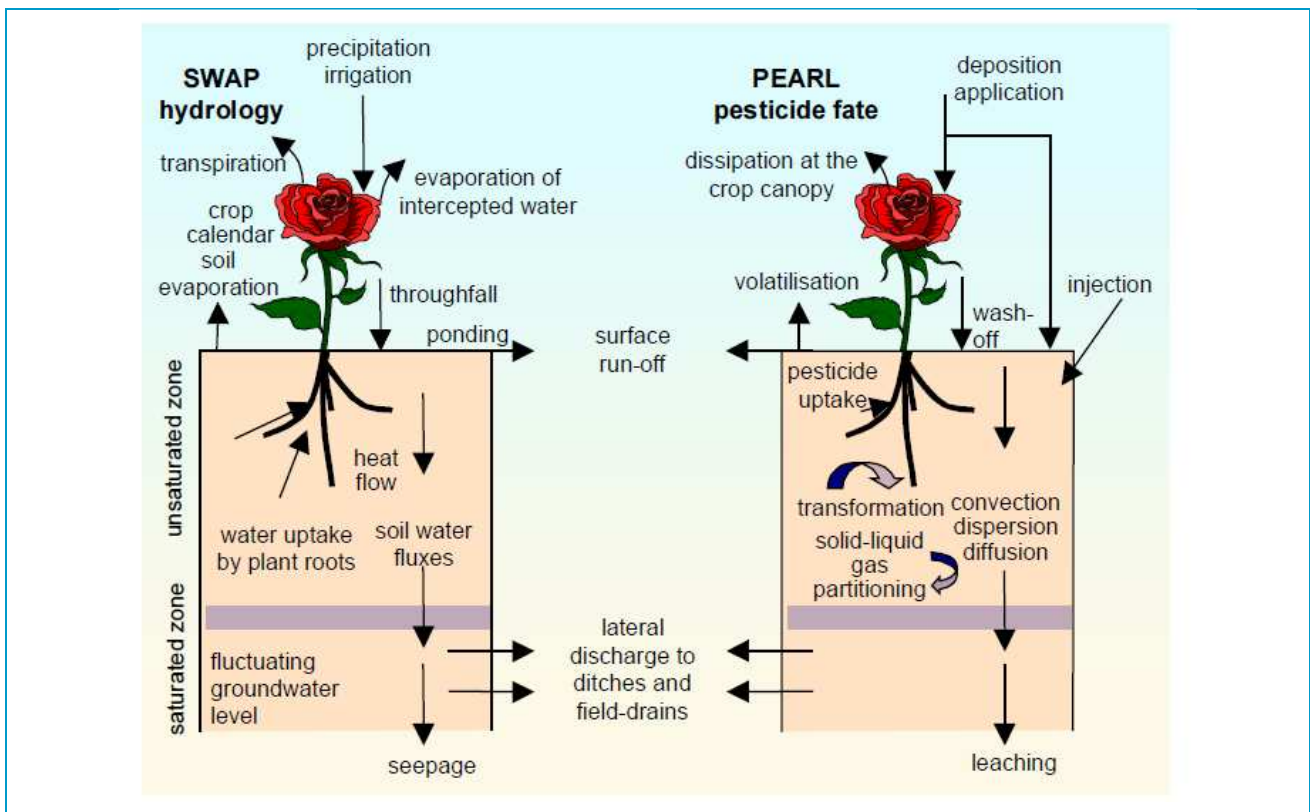


Abbildung 2.1-1: Überblick über wesentliche Modellprozesse in SWAP (links) und PEARL (rechts).

2.2 Datenbasis

Zur Erstellung von GeoPEARL-Austria wurden nachfolgende Datenquellen herangezogen:

- Boden: Digitale Bodenkarte Österreich (BFW, 2010)
- Wetter:
 - Tägliche Wetterdaten zu 55 Klimastationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) der Periode 1980 - 2010 (Ankauf)
 - Mittlere Jahresniederschlagssumme, mittlere Jahresmitteltemperatur sowie mittlere Gras-Referenzverdunstung der Periode 1990 - 2010 in einer Auflösung von 1 km² (Schaumberger, 2011)
- Bewirtschaftung: Invekos-Schlagnutzungstabelle 2009 (BMLFUW, 2009)
- Bewässerung: Bewässerungswürdige Schläge basierend auf der Invekos-Schlagnutzungstabelle 2009 (wpa - Beratende Ingenieure, 2011)
- Kulturparameter: FOCUS (2009)

2.3 Georeferenzsystem

GeoPEARL-Austria basiert auf dem ETRS-LAEA Raster mit 1 km² großen Rasterzellen. Dieser Raster beruht, wie in den Datenspezifikationen der EU-Richtlinie INSPIRE zu den Gittersystemen angegeben, auf der flächentreuen Lambert Azimutal-Projektion (Lambert Azimuthal Equal Area Projection). Der ETRS-LAEA-Raster wird ausgehend von dem Punkt 10 °E 52 °N parallel zum Längengrad 10 °E und parallel zum Breitengrad 52°N aufgezogen. Der Raster steht auf der Homepage der STATISTIK AUSTRIA für das österreichische Staatsgebiet zum Download zur Verfügung (http://www.statistik.at/web_de/services/geodaten/index.html).

2.4 Datenverschneidung

Über die flächengrößte, mit der Nutzung Acker oder Ackerland ausgewiesenen Bodenform der Digitalen Bodenkarte Österreichs und über das mit ihr verknüpfte Musterbodenprofil wurden jeder einzelnen 1-km²-Rasterzelle die für das Modell notwendigen Bodeneigenschaften zugewiesen. Bodenprofile mit Nutzungen wie Grasland, Weingarten, Obstgarten oder ähnliches wurden nicht in Betracht gezogen. Handelt es sich bei der flächengrößten Bodenform um einen sogenannter Bodenformenkomplex, wurde der Rasterzelle das Musterbodenprofil mit dem größten Flächenanteil am Bodenformenkomplex zugeordnet. Ist die Auswahl des Musterbodenprofils über dessen Flächenanteil nicht eindeutig, wurde der Rasterzelle aus konservativen Gründen das Musterbodenprofil mit dem geringeren Humusgehalt im Oberboden zugeordnet.

Die Zuordnung der einzelnen Rasterzellen zu den einzelnen Klimastationen der ZAMG entspricht der Methode des geringsten Abstandes.

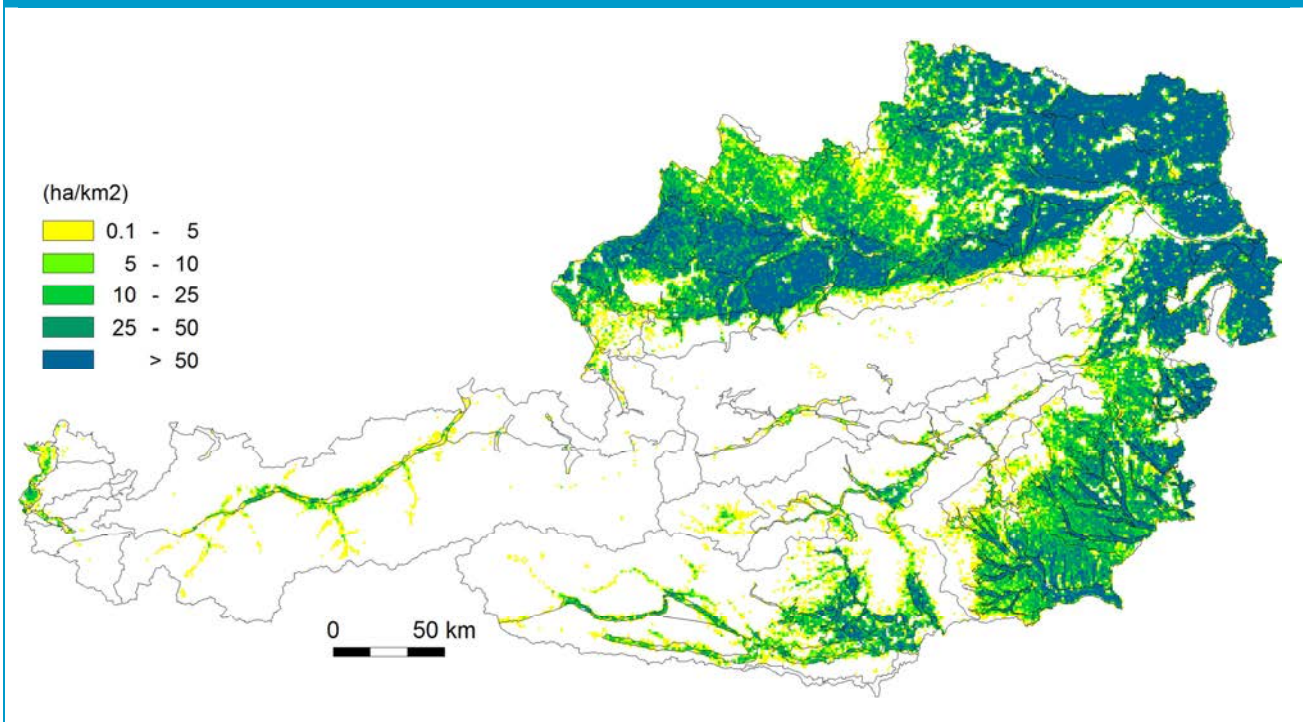
Eine Rasterzelle ist bewässerungswürdig, wenn die Summe aller bewässerungswürdigen Schläge 10 % der ackerbaulich genutzten Anbaufläche einer Rasterzelle überschreitet.

Nach Ausschluss sämtlicher Rasterzellen mit einer ackerbaulich genutzten Anbaufläche (Invekos-Schlagtable 2009) unter 10 ha/km² und einer Ackerfläche (Digitale Bodenkarte Österreichs) unter 10 ha/km² konnten 25164 Rasterzellen für GeoPEARL-Austria mit nachfolgenden Eigenschaften abgeleitet werden (Abbildung 2.4-1):

- Rasterzelle-ID (ID = Identifikationsnummer)
- Lage (ETRS-LAEA-Raster)
- Bodenprofil-ID
- Klimastation-ID
- Mittlerer Jahresniederschlag der Periode 1990 - 2010 (mm)
- Jahresmitteltemperatur der Periode 1990 - 2010 (°C)
- Mittlere Gras-Referenzverdunstung der Periode 1990 - 2010 (mm)
- Kulturanbaufläche (ha/km²)
- Bewässerungswürdig (ja/nein)

Da zur Zeit der Profilaufnahme für die Digitale Bodenkarte Österreich in Westösterreich, und im Besonderen in Vorarlberg kaum ackerbaulich genutzte Anbauflächen vorlagen (damals mehrheitlich Grünland), können diese Regionen angesichts ihrer heutigen Nutzung mit zum Teil intensivem Maisanbau in GeoPEARL-Austria nicht abgebildet werden. Ähnliches gilt auch für viele inneralpine Täler und Becken wie etwa das Inn- oder Ennstal oder den Lungau. Aufgrund fehlender Digitalisierung in der Digitalen Bodenkarte Österreich fehlen in GeoPEARL-Austria außerdem die Gerichtsbezirke Waidhofen an der Ybbs, Mank und Wien West.

Ackerbaulich genutzte Anbaufläche 2009 (Invekos)



Lage der Rasterzellen in GeoPEARL-Austria

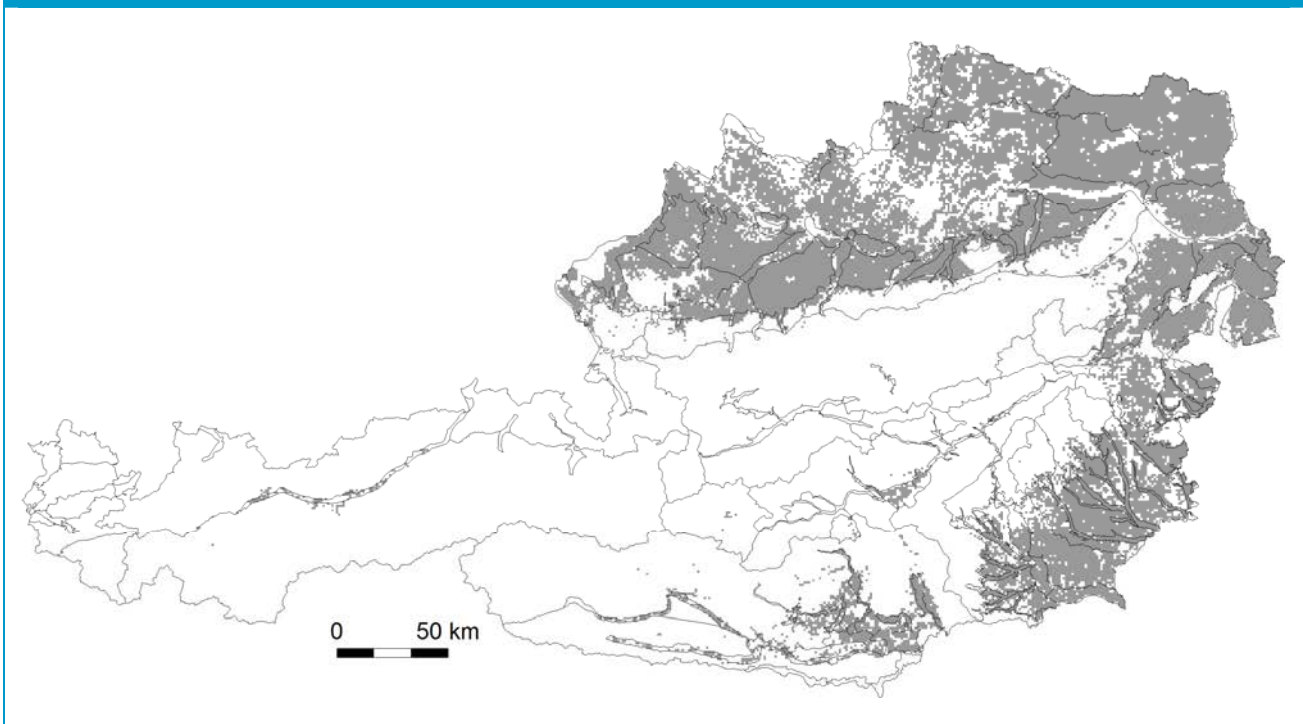


Abbildung 2.4-1: Ackerbaulich genutzte Anbaufläche 2009 (Invekos) und Lage der 25164 Rasterzellen in GeoPEARL-Austria entsprechend dem ETRS-LAEA-Raster.

2.5 Modellaggregation

Das Rastermodell mit 25164 Rasterzellen wurde in weiter Folge auf ein sogenanntes Plotmodell mit größeren, pedo-klimatisch weitgehend homogenen Einheiten aggregiert. Zu diesem Zweck wurden die für den Austrag über Versickerung (im Sinne von Matrixflussprozessen) maßgeblichen Parameter des Rastermodells (i.e. mittlerer Jahresniederschlag, Jahresmitteltemperatur, mittlere Jahres-Gras-Referenzverdunstung, Humusgehalt, Textur und pH-Wert) in Klassen (Perzentilen) unterteilt (Tabelle 2.5-1). Basierend auf dieser Klasseneinteilung konnten die 25164 Rasterzellen des Rastermodells zu 6228 pedo-klimatisch weitgehend homogenen Plots in ein Plotmodell zusammengefasst werden, wobei die Größe der einzelnen Plots von 1 - 110 km² (Median = 2 km²) reicht. Zu erwähnen ist, dass ein Plot nicht zwingend eine geschlossene Fläche darstellt und sich auch aus regional getrennten Rasterzellen zusammensetzen kann. Anschließend wurde für jeden einzelnen Plot der mittlere Jahresniederschlag, die Jahresmitteltemperatur und die mittlere Jahres-Gras-Referenzverdunstung der Periode 1990 - 2010 über den Median aller zugehörigen Rasterzellen bestimmt. Die Anbaufläche der Kulturen eines Plots ergibt sich aus der Summe der Anbauflächen der einzelnen Rasterzellen. Schlussendlich wurde dem Plot das Musterbodenprofil der flächengrößten Bodenform im Plot zugeordnet. Vergleichende Berechnungen zeigen, dass sich die Ergebnisse beider Modellansätze nur unwesentlich unterscheiden und das Plotmodell für eine österreichweite Abschätzung hinreichend genau ist (siehe Anhang 7.4.4).

Tabelle 2.5-1: Klassifizierung der pedo-klimatischen Eigenschaften im Rastermodell für die Ableitung des Plotmodells.

Eigenschaft	Klassenanzahl	Perzentilenbreite (%)	Klassengrenzen
Mittlerer Jahresniederschlag (mm)	8	12,5	≤ 573, 574 - 612, 613 - 698, 699 - 780, 781 - 850, 851 - 911, 912 - 990, ≥ 991
Jahresmitteltemperatur (°C)	5	20	≤ 8,9, 9,0 - 9,6, 9,7 - 10,1, 10,2 - 10,5, ≥ 10,6
Mittlere Jahres-Grasreferenzverdunstung (mm)	5	20	≤ 715, 716 - 743, 744 - 778, 779 - 829, ≥ 830
Humusgehalt 0 - 30 cm (%)	8	12,5	≤ 2,1, 2,2 - 2,4, 2,5 - 2,7, 2,8 - 3,0, 3,1 - 3,3, 3,4 - 3,8, 3,9 - 4,5, ≥ 4,6
Humusgehalt 30 - 60 cm (%)	5	20	≤ 0,6, 0,7 - 0,8, 0,9 - 1,2, 1,3 - 1,9, ≥ 2,0
Humusgehalt 60 - 100 cm (%)	4	25	≤ 0,4, 0,5, 0,6 - 0,8, ≥ 0,9
Sandgehalt 50 - 100 cm (%)	5	20	≤ 15, 16 - 27, 28 - 47, 48 - 82, ≥ 83
pH-Wert 0 - 50 cm (-)	5	20	≤ 4,8, 4,9 - 5,4, 5,5 - 6,1, 6,2 - 7,3, ≥ 7,4

2.6 Datenerganzung/-bearbeitung

2.6.1 Boden

Die Musterbodenprofile der Digitalen Bodenkarte Österreichs sind in den tieferen Horizonten (im Besonderen C- und D-Horizonte) in Bezug auf Angaben zum Humusgehalt, die Textur und den pH-Wert lückenhaft. Da für die Parametrisierung von GeoPEARL-Austria vollständige Profile vorliegen müssen, wurden fehlende Angaben zum Humusgehalt, zur Textur und zum pH-Wert über eine automatisierte Routine wie nachfolgend angeführt ergänzt, wobei die Ergänzungen in der Reihenfolge der Nummerierung durchgeführt wurde.

Humusgehalt:

- 1) D-Horizont: Humusgehalt = 0,0 %
- 2) Ergänzung basierend auf dem berechneten mittlerem Humusgehalt für den Eintrag im Attribut „Humusgehalt“ (z.B. „schwach humos“ → Humusgehalt = 1,1 %)
- 3) Ergänzung basierend auf dem berechneten mittleren Humusgehalt einzelner Horizonte je Bodentyp (z.B. Tschernosem, C-Horizont → Humusgehalt = 0,4 %)
- 4) Ergänzung basierend auf berechneten mittlerem Humusgehalt einzelner Horizonte (z.B. C-Horizont → Humusgehalt = 0,4 %)
- 5) Manuelle Korrektur

pH-Wert:

- 1) Ergänzung basierend auf dem berechneten mittlerem pH-Wert für den Eintrag im Attribut „Kalkgehalt“ (z.B. „mäßig kalkhaltig“ → pH = 7,3)
- 2) Ergänzung basierend auf pH-Wert des darüber liegenden Horizonts
- 3) Manuelle Korrektur

Textur:

- 1) Ergänzung basierend auf der berechneten mittleren Textur für den Eintrag im Attribut „Bodenart“ (z.B. „lehmiger Sand“ → Textur: 52 % Sand, 38 % Schluff, 10 % Ton)
- 2) Ergänzung basierend auf der Textur des darüber liegenden Horizonts
- 3) Manuelle Korrektur

Weitere Bearbeitungsmanahmen:

- Da die Humusgehalte der Musterprofile nasschromatographisch bestimmt wurden, wurden sämtliche Humusgehalte mit einem einheitlicher Faktor von 1,3 (Spiegel et al., 2007) korrigiert um auf den Gesamthumusgehalt nach Trockenverbrennung rückschließen zu können.
- GeoPEARL-Austria berücksichtigt den Grobanteil (> 2 mm) des Bodens nicht, daher wurde bei allen Horizonten mit „sehr hohem“ bzw. „ausschließlich Grobanteil“ (Kies, Schotter, Steine, etc.) die Textur des betreffenden Horizonts unabhängig von der Textur des Feinbodens (< 2 mm) auf die berechnete mittlere Textur eines „Grobsandes“ gesetzt. Das entspricht einer Textur von 89 % Sand, 8 % Schluff

und 3 % Ton. Damit wird die hohe Wasserleitfähigkeit für diese Horizonte, berechnet über Pedotransferfunktionen (siehe Modellparametrisierung), gewährleistet. Für die Auswertung der Berechnungsergebnisse mit GeoPEARL-Austria wurde die Bodentiefe bis zum ersten Horizont mit „hohem“ bzw. „ausschließlich Grobanteil“ der Bodengründigkeit gleichgesetzt.

- Für GeoPEARL-Austria muss die Sand/Schluff-Grenze entsprechend der USDA (United States Department of Agriculture) bei 50 μm liegen. Zu diesem Zweck wurde die österreichische Textureinteilung (Sand/Schluff-Grenze bei 63 μm) in Anlehnung an die „Empfehlungen für die Charakterisierung und Parametrisierung des Transportpfades Boden - Grundwasser als Grundlage für die Sickerwasserprognose“ (UAG Sickerwasserprognose, 2008) korrigiert, indem der Schluffgehalt reduziert (mit 0,928 multipliziert) wurde und der verbleibende Teil des Schluffs (Schluffgehalt \times 0,072) zum Sand addiert wurde.
- Der Untergrenze des untersten Horizonts wurde einheitlich auf 2 m gesetzt. Bei Musterbodenprofilen, deren unterster Horizont vor 2 m Bodentiefe endet, wurde die Untergrenze des untersten Horizontes auf 2 m gesetzt.
- Musterbodenprofile mit Torf-Horizonten wurden nicht in die Bodendatenbank für GeoPEARL-Austria aufgenommen.

Die in GeoPEARL-Austria implementierten Daten zum Humusgehalt, zum pH-Wert, zur Textur und zur Bodengründigkeit können dem Kartenteil (Anhang) entnommen werden.

2.6.2 Wetter

Die Parametrisierung von GeoPEARL-Austria in Bezug auf das Wetter basiert auf Tageswerten einzelner Klimastationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) für die Periode 1990 - 2010, skaliert mittels hochauflösender Klima-Rasterkarten (Auflösung 1 km^2) zu Jahresmittelwerten von Niederschlag, Tagesmitteltemperatur und Gras-Referenzverdunstung über diese Periode (Schaumberger, 2011).

Klimastationen

Zur Erstellung der Wetterdatenbank für das Modell wurden von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) Wetteraufzeichnungen zu 73 in landwirtschaftlichen Gebieten stationierten Klimastationen für die Periode von 1980 - 2010 angekauft. Nachfolgende Wetterelemente wurden auf Tagesbasis erworben:

- Minimumtemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
- Maximumtemperatur ($^{\circ}\text{C}$)
- Niederschlag (mm)
- Globalstrahlung (J/cm^2)
- Mittlerer Dampfdruck (hPa)

- Windgeschwindigkeit (m/s)
- Sonnenscheindauer (h)

Da in GeoPEARL-Austria aufgrund der zur Verfügung stehenden Klima-Rasterkarten letztendlich nur der Zeitraum vom 1990 - 2010 implementiert werden konnte, wurde der vorliegende Datensatz auf diese Periode eingeschränkt. Fehlende Daten einzelner Klimastationen (Details siehe Anhang 7.5) wurden mit Daten jener Klimastation ergänzt, die der betroffenen Klimastation für das Wetterelement der Periode 1990 - 2010 am ähnlichsten ist (in der Regel eine angrenzende Klimastation). Die Ähnlichkeit zweier Klimastationen wurde für jedes Wetterelement über die Summe der quadrierten Residuen der Tagesmesswert-Differenzen ermittelt. Da flächendeckende Aufzeichnungen zur Globalstrahlung erst relativ spät begonnen wurden und daher der Datensatz zur Globalstrahlung besonderes in den frühen Jahren sehr lückenhaft ist, wurde die Globalstrahlung über die aktuelle Sonnenscheindauer nach Ångström (1924) mit der Erweiterung von Prescott (1940) mit den beiden Ångström-Koeffizienten $a_s = 0,25$ und $b_s = 0,50$ (ohne regionale Differenzierung), wie in Allen et al. (1998) beschrieben, berechnet. Um den Datensatz konsistent zu halten, wurde auf die Einbindung von bestehenden Messreihen zur Globalstrahlung in späteren Jahren verzichtet. Die Ableitung der Globalstrahlung nach Ångström hat sich in Vergleichen von Perioden mit gemessener Globalstrahlung als hinreichend genau erwiesen. Nach erfolgter Ergänzung der fehlenden Wetterdaten wurde über das Penman-Monteith-Modell (Allen et al., 1998) die tägliche Gras-Referenzverdunstung ermittelt und dem Wetterdatensatz beigefügt.

Klima-Rasterkarten

Zur regionalen Verfeinerung (Skalierung) der für jede Rasterzelle zur Verfügung stehenden Wetterdaten wurden hochauflösende Klima-Rasterkarten mit Jahresmittelwerten zum Niederschlag, Tagesmitteltemperatur und Gras-Referenzverdunstung der Periode 1990 - 2010 herangezogen (Schaumberger, 2011). Die zur Verfügung gestellten Daten (aggregiert auf dem 1-km²-ETRS-LAEA Raster) konnten ohne weitere Aufbereitung verwendet werden und können dem Kartenteil (Anhang) entnommen werden.

2.6.3 Bewirtschaftung

Die regionale Verbreitung einzelner Kulturen in GeoPEARL-Austria basiert auf der Invekos-Schlagnutzungstabelle 2009 (BMLFUW, 2009), für die auch eine schlagspezifische Abschätzung der bewässerten bzw. bewässerungsbedürftigen Flächen vorliegt (wpa - Beratenden Ingenieure, 2011). In der Schlagnutzungstabelle bereits integriert ist einer Aggregation der schlagspezifischen Daten im 1-km² ETRS-LAEA Raster, der auch für GeoPEARL-Austria verwendet wird. Durch Zusammenführen einzelner Kulturen wurden 14 Hauptkulturen abgeleitet, die zurzeit in GeoPEARL-Austria implementiert sind (Tabelle 2.6-1). Die Modellabdeckung für die einzelnen Kulturen in GeoPEARL-Austria entspricht im Mittel etwa 93 %. Grünland wird in der vorliegenden Version von GeoPEARL-Austria nicht berücksichtigt, da

Musterbodenprofile mit der Nutzung Grünland nicht implementiert sind. Die Anbauflächen für die 14 Hauptkulturen in GeoPEARL-Austria können dem Kartenteil (Anhang) entnommen werden.

Tabelle 2.6-1. In GeoPEARL-Austria implementierte Hauptkulturen, deren Fläche und Modellabdeckung.

Kultur	Anbaufläche 2009 (ha)		Modell-Abdeckung (%)
	Gesamt	GeoPEARL-Austria	
Wintergetreide	470526	444640	95
Mais	283899	260314	92
Sommergetreide	139590	130443	93
Klee/Kleegras/Luzerne	83943	67992	81
Raps	55453	53602	97
Zuckerrübe	43199	42492	98
Wein	41398	39254	95
Sonnenblumen	25268	24749	98
Sojabohne	24376	23125	95
Kartoffel	21327	20189	95
Erbsen/Bohnen	21158	20283	96
Kürbis	18988	18262	96
Feldgemüse	11288	10606	94
Kernobst/Steinobst	10248	8381	82
Summe	1251859	1165368	93

2.6.4 Bewässerung

Eine schlagspezifische Abschätzung bewässerungswürdiger Flächen (im Sinne von ja/nein) wurden von der wpa - Beratende Ingenieure im Auftrag des Lebensministeriums für die Invekos-Schlagnutzungstabelle 2009 erarbeitet und für das Projekt zur Verfügung gestellt (wpa - Beratende Ingenieure, 2011). Die schlagspezifischen Daten wurden auf dem 1-km² ETRS-LAEA Raster aggregiert. Da Bewässerung vor allem in weniger flächendeckenden Kulturen (Gemüse, Zuckerrübe, Wein, etc.) angewendet wird, wurde in GeoPEARL-Austria ab einem Anteil an bewässerungswürdiger Fläche von 10 % an der ackerbaulich genutzten Gesamtfläche je Rasterzelle die Option auf Bewässerung implementiert. Die bewässerungswürdige Fläche in GeoPEARL-Austria kann dem Kartenteil (Anhang) entnommen werden.

2.7 Modellparametrisierung

2.7.1 Boden

Bodenhydrologie

GeoPEARL-Austria (bzw. dessen bodenhydrologisches Modul SWAP) leitet den aktuellen Wassergehalt im Boden (θ , m^3/m^3) als Funktion der Wasserspannung (h (cm), als positiver Term) über die nachfolgende Beziehung (van Genuchten, 1980) ab:

$$\theta(h) = \theta_{res} + (\theta_{sat} - \theta_{res})(1 + (\alpha h)^n)^{-m}$$

Hierbei steht θ_{sat} für den Sättigungswassergehalt (dm^3/dm^3) und θ_{res} für den Residualwassergehalt (dm^3/dm^3). Die Parameter α (1/cm), n (-) und m (-) sind empirische Kurvenkrümmungsparameter, wobei in der Regel $m = 1 - 1/n$ gesetzt wird. Die Wasserleitfähigkeit K als Funktion der Wasserspannung (h , cm, als positiver Term) ergibt sich in weiterer Folge aus

$$K = K_{sat} S_e^\lambda \left[1 - \left(1 - S_e^{\frac{1}{m}} \right)^m \right]^2 \quad \text{mit } S_e = \frac{\theta - \theta_{res}}{\theta_{sat} - \theta_{res}}$$

K_{sat} steht für die gesättigte Wasserleitfähigkeit (cm/d) und λ (-) für die Korrelation zwischen den Poren bzw. die Tortuosität des Strömungsweges (van Genuchten, 1980). Die Mualem-van Genuchten-Parametrisierung ist die zurzeit am häufigsten verwendete Beschreibung der hydraulischen Leitfähigkeit in Konvektion/Dispersion-Modellen.

Da für die benötigten Mualem-van Genuchten-Parameter (θ_{sat} , θ_{res} , α , n und λ) sowie für die gesättigte Wasserleitfähigkeit (K_{sat}) in der Regel keine regionalspezifischen Daten vorliegen, werden diese meist über unterschiedlich komplexe Regressionsgleichungen (sogenannte Pedotransferfunktionen, PTF) aus Bodeneigenschaften, wie Textur, Humusgehalt, Lagerungsdichte, etc., abgeschätzt. In der Literatur steht hierfür eine große Zahl an bekannten und vielfach akzeptierten PTF zur Verfügung. Aufgrund der in der digitalen Bodenkarte Österreichs ausgewiesenen Bodeneigenschaften (lediglich die Textur sowie der Humusgehalt stehen zur Verfügung) ist die Auswahl an geeigneten PTF stark eingeschränkt und reduziert sich im Wesentlichen auf die beiden häufig angewendeten PTF nach Wösten et al. (1999) und Schaap et al. (2001). Vergleichenden Berechnungen (Anhang 7.4) zeigen, dass der Einfluss der bodenhydrologischen Parametrisierung nach Wösten et al. (1999) oder Schaap et al. (2001) auf die Berechnungsergebnisse von GeoPEARL-Austria vergleichsweise gering ist, die Parametrisierung nach Wösten et al. (1999) führt dabei in der Regel zu etwas höheren Sickerwassermengen. Da GeoPEARL-Austria mit bodenhydrologischen Parametrisierung nach Schaap et al. (2001) im pannonischen Raum regional zu langfristig negativen Sickerwasserbilanzen neigt, wurde aus konservativen Gründen der Parametrisierung nach Wösten et al. (1999) der Vorzug gegeben. Wagner et al. (2001) bestätigen in einer umfangreichen Evaluierung die

vergleichsweise gute Eignung der PFT nach Wösten et al. (1999) für mitteleuropäische Böden. Da für die PTF nach Wösten et al. (1999) zusätzlich die Trockenlagerungsdichte (ρ , g/cm³) benötigt wird, wurde diese nach Tiktak et al. (2003) über den Humusgehalt abgeschätzt:

$$\rho = 1,8 + 1,236 f_{om} - 2,91 \sqrt{f_{om}}$$

wobei f_{om} für den Humusgehalt (g/g) steht. Die PTF nach Wösten et al. (1999) unterscheidet zudem zwischen Oberboden und Unterboden, in diesem Sinne wurden alle A-Horizonte der Musterbodenprofile der Digitalen Bodenkarte Österreichs als Oberboden und alle übrigen Horizonte als Unterboden deklariert. Da die bodenhydrologische Parametrisierung nach Wösten et al. (1999) in sandigen Böden zur Unterschätzung der gesättigten Wasserleitfähigkeit neigt (FOCUS, 2009), wurde diese in Horizonten mit „sehr hohem“ bzw. „überwiegend Grobanteil“, im Modell definiert als Grobsand (siehe Datenergänzung/Bearbeitung), einheitlich auf 3 m/d gesetzt.

Reduktion der Abbaugeschwindigkeit mit zunehmender Bodentiefe

Der biologische Abbau von organischen Substanzen im Boden wird vornehmlich über die mikrobielle Biomasse wie Bakterien und Pilze gesteuert. Um der Abnahme der mikrobiellen Biomasse und damit dem reduzierten Abbau von organischen Substanzen mit zunehmender Bodentiefe gerecht zu werden, muss in GeoPEARL-Austria ein tiefenabhängiger Reduktionsfaktor definiert werden. Da hierzu keine regionalspezifischen Daten verfügbar sind, wurde dieser Horizontfaktor für GeoPEARL-Austria entsprechend FOCUS (2009) auf Standardwerte gesetzt (Tabelle 2.7-1). Diesen Annahmen entsprechend findet in GeoPEARL-Austria unter einem Meter Bodentiefe kein Abbau mehr stattfindet.

Tabelle 2.7-1: Reduktionsfaktoren für die Halbwertszeit entsprechend der Bodentiefe in GeoPEARL-Austria (nach FOCUS, 2009).

Bodentiefe	Reduktionsfaktor
0 - 30 cm	1
30 - 60 cm	0,5
60 - 100 cm	0,3
> 100 cm	0

Für Substanzen, die vornehmlich über abiotische Prozesse (z.B. Hydrolyse, etc.) abgebaut werden, führt die Verringerung der Abbaugeschwindigkeit über den oben erwähnten Reduktionsfaktor zu konservativen Berechnungsannahmen, da davon ausgegangen werden kann, dass sich abiotische Abbauprozesse mit zunehmender Bodentiefe nicht wesentlich verändern. Eine strikte Trennung von mikrobiologischen und abiotischen Abbauprozessen im Boden ist in der Regel nicht möglich.

Verdunstung von der vegetationsfreien Bodenoberfläche

Für die Berechnung der Verdunstung von der vegetationsfreien Oberfläche stehen in GeoPEARL-Austria zwei empirische Funktionen zur Verfügung. FOCUS (2009) verwendet für die FOCUS-Szenarien (EU-

Bewertung) eine Berechnung nach Boesten und Stroosnijder (1986), in der Niederländischen Version von GeoPEARL ist davon abweichend eine Berechnung nach Black et al. (1969) implementiert. Vergleichende Berechnungen mit GeoPEARL-Austria (Anhang 7.4.2) zeigen, dass eine Parametrisierung nach Boesten und Stroosnijder (1986) in der Regel zu etwa 80 mm höheren jährlichen Verdunstungsraten führt als eine Parametrisierung nach Black et al. (1969). Daraus resultiert eine entsprechend reduzierte Sickerwassermenge. Um das Modell konservativ zu halten, wurde in GeoPEARL-Austria der Parametrisierung nach Black et al. (1969) der Vorrang gegeben.

Dispersionslänge

Die Dispersionslänge hat einen maßgeblichen Einfluss auf den Stofftransport in eindimensionalen Konvektion/Dispersion-Modellen, große Dispersionslängen führen zu einem rascheren Stofftransport und damit zu einem höheren Austrag mit dem Sickerwasser. Vanderborght und Vereecken (2007) haben sich in einem Review-Report intensiv mit dem Thema der Dispersionslänge auseinandergesetzt und sind zum Ergebnis gekommen, dass Dispersionslängen üblicherweise zwischen etwa 3 und 10 cm/Tag liegen, wobei die Dispersionslänge in fein texturierten Böden größer zu sein scheint als in grob texturierten und die Dispersionslänge mit Dauer des Stofftransports (d.h. in größeren Tiefen) eher zunimmt. FOCUS (2009) schlägt auf Basis dieses Reviews die Verwendung einer einheitlichen Dispersionslänge von 5 cm/Tag vor. Dieser Wert wurde ohne regionale Differenzierung auch in GeoPEARL-Austria implementiert.

2.7.2 Wetter

Zur Verbesserung der regionalen Auflösung der über die Klimastationen eingelesenen Wetterdaten werden in GeoPEARL-Austria Tageswerte zum Niederschlag, zur Temperatur und zur Gras-Referenzverdunstung mit rasterzellenspezifischen Skalierungsfaktoren korrigiert. Diese ergeben sich im Falle der Niederschlagsmenge bzw. der Gras-Referenzverdunstung aus

$$f = \frac{\text{Mittlere Jahressumme der Periode 1990 - 2010 der Rasterzelle}}{\text{Mittlere Jahressumme der Periode 1990 - 2010 der zugeordneten Klimastation}}$$

im Falle der Tagesmitteltemperatur aus

$$f = \text{Jahresmitteltemperatur der Periode 1990 - 2010 der Rasterzelle} \\ - \text{Jahresmitteltemperatur der Periode 1990 - 2010 der zugeordneten Klimastation.}$$

2.7.3 Kultur

Die Parametrisierung für die in GeoPEARL-Austria implementierten Kulturen bezüglich Blattflächenindex, Evapotranspiration und Wurzeltiefe in Abhängigkeit des Entwicklungsstadiums basiert auf der Parametrisierung der FOCUS-Szenarien Kremsmünster und Piacenza (letzteres nur für Sojabohne)

(FOCUS, 2009). Ebenso wurden die kulturspezifischen Angaben zum Wasserentzug über die Wurzeln in Abhängigkeit von der Saugspannung FOCUS (2009) entnommen.

Die Anbaufläche in GeoPEARL-Austria ist für jede Kultur und jedes Jahr ident und unterliegt hinsichtlich der pflanzlichen Entwicklung keiner regionalen Differenzierung. Entscheidend für die Berechnung der aktuellen Evapotranspiration ist der jeweilige Entwicklungsstand einer Kultur zwischen Saatgutaufgang und Ernte, diese Termine wurden in Anlehnung an das FOCUS-Szenarium Kremsmünster (FOCUS, 2009), wie in Tabelle 2.7-2 angeben, in GeoPEARL-Austria implementiert.

Tabelle 2.7-2: Saataufgang und Erntetermin für in GeoPEARL-Austria implementierten Kulturen.

Kultur	Saataufgang	Ernte
Feldbohnen	10. April	25. August
Karotten	10. März bzw. 10. Juli ^b	31. Mai bzw. 20. September ^b
Kartoffel	10. Mai	25. September
Luzerne/Klee	1. Jänner ^a	31. Dezember ^a
Mais	5. Mai	20. September
Salat	20. April bzw. 31. Juli ^b	15. Juli bzw. 15. Oktober ^b
Sojabohne	10. Mai	5. Oktober
Sommergetreide	1. April	20. August
Sonnenblumen	20. April	20. September
Stein-/Kernobst	1. Jänner ^a	31. Dezember ^a
Tomaten	10. Mai	25. August
Wein	1. Jänner ^a	31. Dezember ^a
Wintergetreide	5. November	10. August
Winterraps	2. September	28. Juli
Zuckerrübe	15. April	10. Oktober
Zwiebel	25. April	1. September

^a Dauerkultur
^b Zwei Kulturtermine pro Saison möglich

2.7.4 Randbedingungen zum Grundwasser

GeoPEARL-Austria stellt in der verwendeten Version ein eindimensionales Konvektion/Dispersion-Stofftransportmodell dar. Um zu gewährleisten, dass die Berechnungstiefe (1 m) von vertikalen Grundwasserbewegungen nicht beeinflusst wird, wurde der Grundwasserstand einheitlich auf 2 m unter Flur gesetzt.

2.7.5 Bewässerung

GeoPEARL-Austria führt bei der Berechnung einer Kultur mit Bewässerung (z.B. Zuckerrübe) in bewässerungswürdigen Rasterzellen dem Boden automatisch Wasser bis zum Erreichen der Feldkapazität zu, sobald eine Saugspannung von 300 hPa in 20 cm Bodentiefe unterschritten wird. Für nachfolgende Kulturen ist in GeoPEARL-Austria zurzeit eine Bewässerung implementiert: Mais, Zuckerrübe, Gemüse,

Wein, Sojabohne und Kartoffel. Die auf diese Weise implementierten Bewässerungsmengen bewegen sich in Abhängigkeit der Kultur um etwa 200 mm/Jahr.

2.7.6 Prozesse ohne Berücksichtigung in GeoPEARL-Austria

Nachfolgende Prozesse sind in GeoPEARL-Austria zurzeit nicht implementiert:

- Präferenzieller Fluss (Makroporenfluss, Bypassfluss, Fingerfluss, etc.)
- Grundwassergang
- Entwässerung in Folge von Drainagen
- Oberflächenabfluss und Zwischenabfluss
- Schneedeckenbildung
- Bodenbearbeitung
- Hysterese (Unterschiede in der Entwässerung eines gesättigten Bodens und der Bewässerung eines trockenen Bodens im Verlauf der Wasserspannungskurve)

2.8 Berechnungsannahmen

2.8.1 Aufwandmenge

Die Wirkstoffaufwandmengen für die Berechnungen mit GeoPEARL-Austria orientieren sich im Wesentlichen an den Angaben im Pflanzenschutzmittelregister von Österreich und Deutschland. Da keine regionalen Angaben zur tatsächlichen Anwendung von Pflanzenschutzmittel in Österreich vorliegen, wird bei der Berechnung mit GeoPEARL-Austria von einer flächendeckenden Anwendung in der gesamten Kultur mit der maximal zulässigen Aufwandmenge ohne regionale Differenzierung ausgegangen. Das hat zur Folge, dass sämtliche Berechnungsergebnisse von GeoPEARL-Austria ausschließlich zur Beurteilung des *regional maximal möglichen Austrags* bei zulässiger Aufwandmenge herangezogen werden können und nicht den tatsächlichen Austrag unter gegebenen Anwendungsbedingungen widerspiegeln.

Die Interzeption, d.h. jener Anteil an Wirkstoff, der bei der Anwendung auf der Kulturpflanze verbleibt, richtet sich FOCUS-Angaben (2009) entsprechend nach dem Entwicklungszustand (BBCH-Code) der Kulturpflanze zum Zeitpunkt der jeweiligen Anwendung. In Anlehnung an FOCUS (2009) wird davon ausgegangen, dass der auf der Kulturpflanze verbleibende Wirkstoff nicht auf die Bodenoberfläche abgespült wird.

Der Anwendungszeitpunkt für die Berechnungen mit GeoPEARL-Austria orientiert sich im Wesentlichen an den Angaben im Pflanzenschutzmittelregister von Österreich und Deutschland und an den Daten zur EU-Bewertung. In vielen Fällen liegt der Anwendungszeitpunkt kurz vor oder nach dem Saataufgang, der in der vorliegenden Version von GeoPEARL-Austria für jede einzelne Kultur (siehe Tabelle 2.7-2) ohne regionale Differenzierung fixiert ist.

2.8.2 Stoffeigenschaften

Die für die Berechnungen mit GeoPEARL-Austria verwendeten Stoffeigenschaften von Wirkstoffen und deren Metaboliten basieren im Wesentlichen auf Daten, die von den Antragstellern für die EU-Bewertung eines Wirkstoffes vorgelegt und die in einem umfangreichen peer-review von der Staatengemeinschaft als valide erklärt wurden (EFSA-Conclusions, Draft Assessment Reports und deren Addenden). Mit wenigen Ausnahmen wurden auch Daten von nationalen Zulassungen bzw., soweit verwendbar, aus frei zugänglicher Literatur berücksichtigt, sofern diese Daten plausibel erscheinen und aktueller sind als die Daten für die EU-Bewertung.

Da regionale Stoffeigenschaften nicht vorliegen, werden für die Berechnungen mit GeoPEARL-Austria (in Anlehnung an die EU-Bewertung) in der Regel *repräsentative* Mittelwerte/Mediane für die Stoffeigenschaften Halbwertszeit (DT_{50}), Adsorptionskoeffizient (K_{FOC}) und Freundlich-Exponent ($1/n$) herangezogen, wobei sich *repräsentativ* in der Regel auf ein Probenkontingent von nur wenigen Böden bezieht (Mindestanzahl an Böden bei Wirkstoffen 4, bei Metaboliten 3). Da die Berechnungsergebnisse stark von den Stoffeigenschaften beeinflusst werden (siehe Sensibilitätsprüfung, Anhang), führt diese

Berechnungsannahme zwangsläufig zu Prognoseunsicherheiten auf regionaler Ebene. In manchen Fällen (z.B. Azoxystrobin, MCPA, Mesotrion, Quinmerac, etc.) konnte im Zuge der EU-Bewertung eine signifikante Abhängigkeit einzelner Stoffeigenschaften von Bodeneigenschaften abgeleitet werden (meist eine pH-abhängige Adsorption bei schwachen Säuren) und dementsprechend auch in die Berechnung mit GeoPEARL-Austria implementiert werden.

Weiter ist anzumerken, dass im Besonderen für viele Metaboliten meist nur in Laborinkubationsversuchen erhobene Halbwertszeiten vorliegen. Ein Vergleich von Messdaten aus dem Freiland mit Messdaten im Labor zeigt, dass der Abbau unter Freilandbedingungen in der Regel schneller verläuft als im Labor. Eine Verwendung von Labordaten führt daher in der Regel zu einer Überschätzung des berechneten Stoffaustrags.

Auch die Nichtbeachtung von sogenannten *aged-sorption*-Phänomenen bei der Berechnung mit GeoPEARL-Austria führt tendenziell zur Überschätzung des Austrags von Wirkstoffen und Metaboliten. Unter *aged sorption* versteht man das hinlänglich bekannte Phänomen, dass die Adsorption von organischen Substanzen im Boden mit der Zeit (d.h. mit Alterung der Rückstände) meist zunimmt. Das Ausmaß der *aged sorption* ist von Substanz zu Substanz sehr unterschiedlich. Für die meisten Wirkstoffe und im Besonderen für die Metaboliten ist das Ausmaß der *aged sorption* nicht hinlänglich genau bekannt, sodass dieses austragsreduzierende Verhalten in den Berechnungen in der Regel nicht berücksichtigt werden kann. In ganz wenigen Fällen (z.B. Clothianidin, Topramezon) liegen validierte *aged sorption* Parameter vor, die auch in den Berechnungen mit GeoPEARL-Austria implementiert wurden.

2.9 Auswertungsgrundlagen

2.9.1 Jahresmittelkonzentration im Sickerwasser (1 m)

In GeoPEARL-Austria wird die jährliche Sickerwassermenge der berechneten Sickerwasserbilanz, die sich aus der Summe aller täglichen abwärts- bzw. aufwärtsgerichteten Sickerwasserbewegungen eines Jahres in einer bestimmten Bodentiefe (hier 1 m) ergibt, gleichgesetzt. Über den prognostizierten jährlichen Austrag eines Stoffes (Fracht) und der entsprechenden jährlichen Sickerwassermenge in 1 m Bodentiefe eines Jahres ergibt sich die sickerwassergewichtete Jahresmittelkonzentration im Sickerwasser (1 m). Anzumerken ist, dass Stoffkonzentrationen im Sickerwasser temporär bedeutend höher sein können (Austragsspitzen) als die Jahresmittelkonzentration.

2.9.2 Jahresmittelkonzentration im grundwassernahen Sickerwasser

Die Berechnung der Jahresmittelkonzentration im grundwassernahen Sickerwasser der gesamten Rasterzelle beruht auf den Berechnungsergebnissen für das Sickerwasser (1 m) unter nachfolgenden Annahmen:

- Die berechnete jährliche Sickerwassermenge in 1 m Tiefe wird im vollen Ausmaß der weiteren Versickerung bis zum grundwassernahen Sickerwasser zugeführt
- Die Sickerwassermenge der behandelten Flächen in der Rasterzelle verdünnt sich im vollen Ausmaß mit dem Sickerwassermenge der unbehandelten Flächen
- Die Sickerwassermenge pro Flächeneinheit der unbehandelten Fläche entspricht der Sickerwassermenge der behandelten Fläche pro Flächeneinheit
- Die weitere Versickerung unter 1 m Bodentiefe erfolgt unmittelbar
- Der Wirkstoff bzw. der Metabolit wird unterhalb einer Bodentiefe von 1 m weder abgebaut, transformiert noch adsorbiert

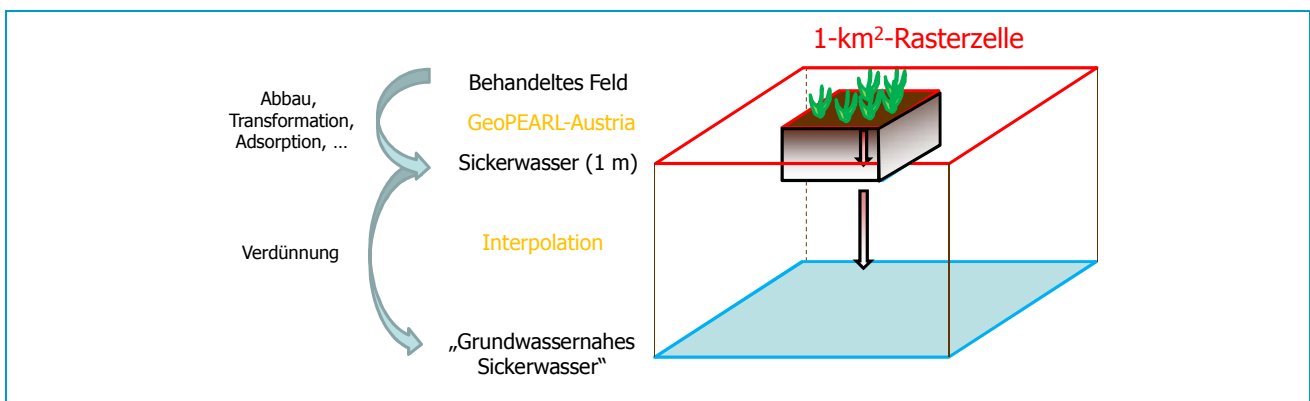


Abbildung 2.9.2-1: Berechnungskonzept für die Stoffkonzentration im Sickerwasser (1 m) und im grundwassernahem Sickerwasser.

Basierend auf diesen Annahmen wird über den Flächenanteil (ha/km²) der behandelten Kultur je Rasterzelle von der berechneten Jahresmittelkonzentration im Sickerwasser (1 m) auf die Jahresmittelkonzentration im grundwassernahen Sickerwasser der gesamten Rasterzelle rückgeschlossen:

$$Konzentration_{Grundwassernahes\ Sickerwasser} = \frac{Konzentration_{Sickerwasser\ 1\ m} \times Kulturflächenanteil\ (ha/km^2)}{100}$$

2.9.3 Jahresmittelkonzentration bei unterschiedlichen Anwendungsintervallen

Grundsätzlich erfolgt die Berechnung mit GeoPEARL-Austria unter Annahme einer jährlichen Anwendung des Wirkstoffes je Rasterzelle, was im Hinblick auf die gesamte Rasterzelle auch bei Kulturen mit Fruchtfolge als gegeben angenommen werden kann, nicht aber für ein einzelnes Feldstück, wenn die betroffene Kultur in Fruchtfolge angebaut wird. Zur Betrachtung der Berechnungsergebnisse bei unterschiedlichen Anwendungshäufigkeiten auf ein und demselben Feldstück wird daher die berechnete Jahresmittelkonzentration im Sickerwasser (1 m) jedes einzelnen Jahres durch die Anwendungshäufigkeit dividiert. Ein Vergleich mit zusätzlichen Berechnungen, in denen der Wirkstoff z.B. nur alle 4 Jahre angewendet wurde, hat gezeigt, dass die über die gesamte Dauer des Anwendungsintervalls gemittelten Jahresmittelkonzentrationen beider Ansätze hinreichend gut übereinstimmen. Bei reduzierten Anwendungshäufigkeiten gilt im Besonderen, dass die Stoffkonzentration im Sickerwasser bei Austragsspitzen temporär bedeutend höher sein kann als die über die Dauer des Anwendungsintervall gemittelte Jahresmittelkonzentration.

Bezogen auf die Berechnungsergebnisse im grundwassernahen Sickerwasser ist die regionale Anwendungshäufigkeit bereits mehr oder weniger aufgrund der Berücksichtigung des relativen Kulturflächenanteils je Rasterzelle implementiert und bedarf (mit Ausnahme von Dauerkulturen) keiner weiteren Berücksichtigung. Berechnungsergebnisse im grundwassernahen Sickerwasser können aus diesem Grund auch nicht für eine Betrachtung der Effektivität einer Reduktion der Anwendungshäufigkeit herangezogen werden.

2.9.4 Jahresmittelkonzentration bei unterschiedlichen Boden- und Witterungsbedingungen

GeoPEARL-Austria berechnet Jahresmittelkonzentrationen von Wirkstoffen und Metaboliten für sämtliche für eine Kultur in Frage kommenden Rasterzellen (definiert ab einer Kulturanbaufläche von 5 ha/km²) und für jedes einzelne Jahr der Periode 1990 - 2010. Um die Berechnungsergebnisse in Abhängigkeit der Witterungsbedingungen darzustellen, erfolgt eine Auswertung entsprechend Jahren mit günstigen, mittleren bzw. ungünstigen Witterungsbedingungen. Dazu werden die berechneten Jahresmittelkonzentrationen der

20 Jahre in Anlehnung an FOCUS (2009) für jede einzelne Rasterzelle in der Reihe aufsteigend angeordnet. Aufbauend auf dieser Reihung wird die Jahresmittelkonzentration in Jahren mit günstigen Witterungsbedingungen dem Mittelwert des 2. und 3. Jahres (= 10. Jahresreihenperzentile) gleichgesetzt, die Jahresmittelkonzentration in Jahren mit mittleren Witterungsverhältnissen dem Mittelwert des 10. und 11. Jahres (= 50. Jahresreihenperzentile), die Jahresmittelkonzentration in Jahren mit ungünstigen Witterungsbedingungen dem Mittelwert des 18. und 19. Jahres (= 90. Jahresreihenperzentile).

Unter Hinzuziehung der Flächenkomponente wird die Jahresmittelkonzentration bei günstigen Boden- und Witterungsbedingungen der 10. Flächenperzentile in Verbindung mit der 10. Jahresreihenperzentile gleichgesetzt, die Jahresmittelkonzentration bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen der 50. Flächenperzentile in Verbindung mit der 50. Jahresreihenperzentile und die Jahresmittelkonzentration bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen der 90. Flächenperzentile in Verbindung mit der 90. Jahresreihenperzentile (Abbildung 2.9.4-2). In Anlehnung an FOCUS (2009) wird die mehrfache Kombination von worst-case-Bedingungen grundsätzlich vermieden.

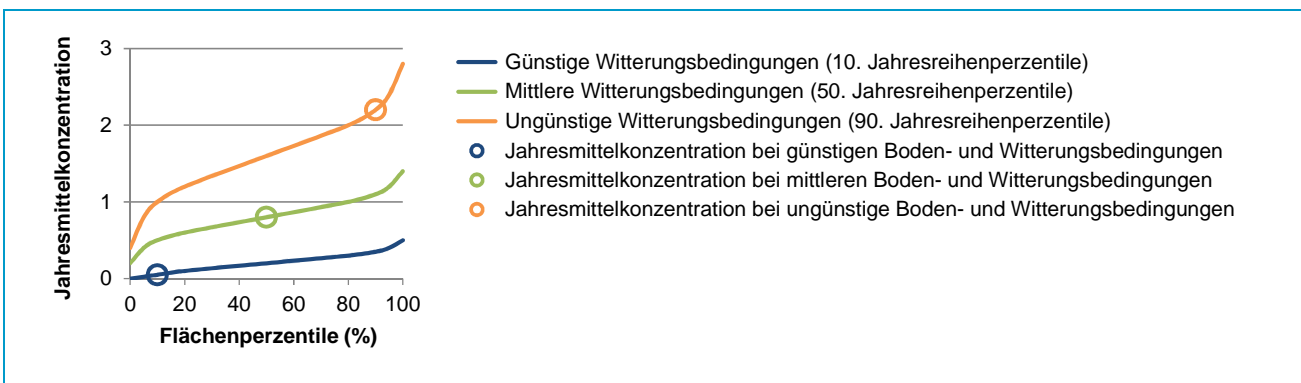


Abbildung 2.9.4-2: Jahresmittelkonzentration einer hypothetischen Substanz in Abhängigkeit von der Flächenperzentile und den Witterungsbedingungen.

2.10 Darstellung der Berechnungsergebnisse

Die Berechnungsergebnisse von GeoPEARL-Austria werden grundsätzlich als Jahresmittelkonzentration im Sickerwasser (1 m) und, korrigiert über die Anbaufläche, als Jahresmittelkonzentration im grundwassernahen Sickerwasser bei verschiedenen Boden- und Witterungsbedingungen dargestellt. Die Berechnungsergebnisse für das grundwassernahe Sickerwasser werden auch in Kartenform präsentiert.

2.11 Darstellung der Effektivität möglicher austragsreduzierender Maßnahmen

Zur Darstellung und Diskussion der Effektivität möglicher austragsreduzierender Maßnahmen werden die Berechnungsergebnisse für die Jahresmittelkonzentration im Sickerwasser (1 m) in Abhängigkeit nachfolgender Parameter dargestellt und diskutiert:

- Anwendungshäufigkeit (jährlich, alle 2 Jahre, alle 4 Jahre)
- Humusgehalt im Oberboden (schwach humos: < 2 %, mittelhumos: 2 - 4,5 %, stark humos: > 4,5 %)
- Bodengründigkeit (seichtgründig: < 0,3 m, mittelgründig: 0,3 - 0,7 m, tiefgründig: > 0,7 m)
- pH-Wert (in KCl; sauer: < 5.6, schwach sauer: 5.6 - 6.5, neutral: 6.6 - 7.2, alkalisch: > 7.2)
- Klimatische Wasserbilanz (= Jahresniederschlags minus der Jahres-Gras-Referenzverdunstung; stark negativ: < -200 mm, schwach negativ: -200 - 0 mm, schwach positiv; > 0 - +200 mm, stark positiv: > +200 mm)

2.12 Berechnungsroutine

Da die vollständige Berechnung aller für eine Kultur in Frage kommenden Plots für einen Wirkstoff und seine Metaboliten auf einem handelsüblichen PC zu unakzeptabel langer Berechnungsdauer führt, werden je Kultur eine bestimmte Anzahl repräsentative Plots ausgewählt und lediglich diese mit GeoPEARL-Austria verrechnet. Die Berechnungsergebnisse der repräsentativen Plots werden anschließend auf die verbleibenden Plots und in weiterer Folge auf die einzelnen Rasterzellen interpoliert. Vergleichende Berechnungen basierend auf dem gesamten Plotmodell bzw. einer Auswahl repräsentativer Plots und anschließender Interpolation zeigen dass der damit verbundene Verlust an regionaler Auflösung vertretbar ist (Anhang 7.4.5).

Zur Auswahl repräsentativer Plots wurden über eine Clusteranalyse (SPSS, Two-Step-Clusteranalyse) sämtliche in Frage kommenden Plots für eine Kultur entsprechend ihrer pedo-klimatischen Klassifizierung (siehe Tabelle 2.5-1) auf 250 bzw. 500 Plot-Cluster (letzteres bei Kulturen mit großer Anbaufläche wie Mais, Wintergetreide und Sommergetreide) reduziert. Von jedem Plot-Cluster wurde der Plot mit der größten Anbaufläche als *Repräsentant* für den betreffenden Plot-Cluster ausgewählt. Somit sind nach 2maliger

Aggregation des Rastermodells (Rastermodell → Plotmodell → Repräsentative Plots) für eine Berechnung eines Wirkstoffes und seiner Metaboliten in einer bestimmten Kultur lediglich 250 bzw. 500 Berechnungen notwendig, und die Berechnungsdauer auf einem handelsüblichen PC reduziert sich in Abhängigkeit von den Stoffeigenschaften und der Anzahl der Metaboliten auf etwa 1 - 3 Tage.

2.13 Wirkstoffauswahl

Da in diesem Projekt aus Zeit- und Kostengründen nicht sämtliche Wirkstoffen und deren Metaboliten einer Berechnung mit GeoPEARL-Austria unterzogen werden konnten, wurde eine Auswahl an Wirkstoffen und ihrer Metaboliten entsprechend den nachfolgenden Kriterien vorgenommen:

- Wirkstoffe mit einer Inverkehrbringungsmenge 2011 über 5 t,
- Wirkstoffe mit einer Inverkehrbringungsmenge 2011 über 1 t, sofern der Wirkstoff eine hohe bzw. mittlere Austragsgefährdung ($GUS \geq 1,8$) aufweist,
- Wirkstoffe mit Metaboliten, für die im Zuge der EU-Bewertung Jahresmittelkonzentrationen über $0,75 \mu\text{g/L}$ im Sickerwasser prognostiziert wurden, auch mit einer Inverkehrbringungsmenge $< 1 \text{ t}$,
- Wirkstoffe, die selbst oder deren Metaboliten im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV) wiederholt über $0,1 \mu\text{g/L}$ im Grundwasser detektiert wurden.

Wirkstoffe, deren nationale Zulassung (bzw. EU-Genehmigung) erst vor kurzem entzogen wurde (z.B. Tolyfluanid oder Diclobenil) wurden ebenfalls mit Hilfe von GeoPEARL-Austria berechnet. Zu Vergleichszwecken wurden auch Berechnungen für den seit 1995 nicht mehr zugelassenen Wirkstoff Atrazin durchgeführt.

2.14 Projekt-Datenbank

Als Basis für die Projektarbeiten wurde eine relationale Projekt-Datenbank (MS Access) mit den umweltrelevanten Stoffeigenschaften aller Wirkstoffe und Metaboliten von in Österreich und Deutschland zugelassenen Pflanzenschutzmitteln erstellt. Die Stoffeigenschaften von Wirkstoffen und Metaboliten wurden zum Großteil über die öffentlich zugängliche FOOTPRINT-Datenbank (siehe unten) beigesteuert. Die Projekt-Datenbank (MS Access) vereint zurzeit folgende Datenquellen:

- FOOTPRINT Pesticide Properties Database
- Pflanzenschutzmittelregister Österreich
- Pflanzenschutzmittelregister Deutschland

Die FOOTPRINT PPDB ist eine umfangreiche relationale Datenbank für physikochemische und ökotoxikologische Eigenschaften von Wirkstoffen und deren Metaboliten. Sie wurde von der Agriculture & Environment Research Unit (AERU) der Universität Hertfordshire (UK) entwickelt. Die Stoffeigenschaften der Wirkstoffe und deren Metaboliten beruhen soweit als möglich auf den von der Saatengemeinschaft *agreed* Endpunkten der EU-Bewertung nach der Pflanzenschutzmittelverordnung (1107/2009/EG). Zum Teil werden auch Daten aus anderen Quellen herangezogen, wobei die Qualität der Daten mitbewertet wurde. Die Datenbank wird laufend aktualisiert und erweitert und ist über das Web (<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/index2.htm>) frei zugänglich. Im Zuge des Projekts wurde ein Auszug (im MS Access Format) dieser Datenbank mit Stand Oktober 2009 erworben und als Arbeitsgrundlage verwendet.

In Bezug auf die Stoffeigenschaften der Metaboliten ist die FOOTPRINT PPDB nicht vollständig. Im Wesentlichen sind nur Metaboliten aufgenommen, die im Boden *major* sind, d.h. deren (molarer) Gehalt im Boden 10 % der applizierten Menge des Wirkstoffes überschreitet. So genannte *minor* Metaboliten, mit einem (molaren) Gehalt unter 10 % im Boden, fehlen in der FOOTPRINT PPDB häufig. Entsprechend der EU-Bewertung muss mittlerweile für jeden Metabolit, der einen (molaren) Gehalt von 5 % der applizierten Menge des Wirkstoffes im Boden überschreiten, eine Grundwasser-Risikoabschätzung vorliegen. Im Zuge der Datenaufbereitung wurden daher fehlende bzw. unzureichend beschriebene Metaboliten in der Projektdatenbank ergänzt bzw. deren Stoffeigenschaften basierend auf EFSA-Conclusions, Draft Assessment Reports und deren Addenden aktualisiert.

Zusätzlich wurde die Grundwasser-Risikoabschätzung, die im Zuge der EU-Bewertung vorgenommen wurde, für sämtliche in Österreich und Deutschland Wirkstoffe und deren Metaboliten überprüft und die Ergebnisse in die Projekt-Datenbank eingepflegt. Im Zuge dieser Evaluierung wurden ausschließlich Ergebnisse von Lysimeterstudien und FOCUS-Berechnungen berücksichtigt. Feldversickerungsstudien und Daten von Grundwasser-Monitoringstudien als sogenannte *higher-tier* Ergebnisse wurden nicht berücksichtigt. Diese Auswertung kann im Detail dem Anhang entnommen werden.

Die Aktualisierung der Projektdatenbank als Grundlage für zukünftige Risikoabschätzungen ist vorgesehen.

3 Ergebnisse

3.1 Gesamtdarstellung

Tabelle 3.1-1 und Tabelle 3.1-2 listen die Berechnungsergebnisse sämtlicher Wirkstoffe ($n = 117$) und deren Metaboliten ($n = 212$) auf, die im Rahmen dieses Projekts mit Hilfe von GeoPEARL-Austria berechnet wurden. Von den 117 Wirkstoffen sind 3 Wirkstoffe nicht mehr zugelassen (Atrazin, Dichlobenil und Tolyfluanid). Zusätzlich geben die Tabellen einen Überblick über die Inverkehrbringungsmenge des Wirkstoffes, über die in die Berechnungen eingegangenen Halbwertszeiten (DT_{50}), Adsorptionskoeffizienten (K_{FOC}) und Freundlich-Koeffizienten ($1/n$) der einzelnen Substanzen, sowie über die jeweils berechnete Kultur(en). Als repräsentatives Endergebnis der Berechnungen mit GeoPEARL-Austria ist die Jahresmittelkonzentration im grundwassernahen Sickerwasser bei günstigen (10. Flächenperzentile in Kombination mit der 10. Jahresreihenperzentile), bei mittleren (50. Flächenperzentile in Kombination mit der 50. Jahresreihenperzentile) bzw. bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen (90. Flächenperzentile in Kombination mit der 90. Jahresreihenperzentile) angegeben.

Tabelle 3.1-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration ($\mu\text{g/L}$) von Wirkstoffen im grundwassernahen Sickerwasser in Abhängigkeit von den Boden- und Witterungsbedingungen.

Wirkstoff	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Mittlere Stoffeigenschaften			Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^b		
		DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)		Günstig	Mittel	Ungünstig
2,4-D	Hoch	10	242	1,13	Wintergetreide, 0,75 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Aclonifen	Hoch	57	7126	0,92	Kartoffel, 2,7 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Atrazin	-	46	91	0,88	Mais, 1,5 kg/ha	< 0,01	0,2	2
Azoxystrobin	Mittel	78	427	0,86	Wintergetreide, 0,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Bentazon	Mittel	9	25 ^c	1,00	Sojabohne, 0,96 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,05
			5 ^c			< 0,01	0,01	0,3
Boscalid	Mittel	139	771	0,86	Winterraps, 0,25 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Bromoxynil ^e	Gering	< 1	192	0,81	Mais, 0,49 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Captan	Hoch	1	200	0,90	Obstbau, 6,25 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chloridazon	Mittel	19	199	0,85	Zuckerrübe, 2,6 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chlormequat	Hoch	23	92	0,54	Wintergetreide, 1,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chlorpyrifos	Mittel	74	5501	0,91	Wintergetreide, 0,96 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chlorpyrifos-methyl	Mittel	2	4585	1,00	Weinbau, 0,675 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chlorthalonil	Mittel	9	850	0,85	Wintergetreide, 1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chlortoluron	Gering	34	207	0,91	Wintergetreide, 2,1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,2
Clomazon	Gering	70	287	0,88	Raps, 0,12 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Clopyralid	Gering	36	5	0,76	Mais, 0,12 kg/ha	< 0,01	0,01	0,2
Clothianidin	Gering	100 (a.S.)	160 (a.S.)	0,83	Mais, 0,05 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,02
Cyflufenamid	Sehr gering	19	1595	0,93	Wintergetreide, 0,05 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cymoxanil	Mittel	1	44	0,86	Wein, 0,67 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cyproconazol	Gering	129	309	0,86	Wintergetreide, 0,08 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dazomet	Mittel	< 1	260	0,84	Kartoffel, 386 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Desmedipham	Mittel	17	5927	0,9 ^d	Zuckerrübe, 0,1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dicamba	Hoch	4	12	0,74	Wintergetreide, 0,12 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Wirkstoff	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Mittlere Stoffeigenschaften			Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^b		
		DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)		Günstig	Mittel	Ungünstig
Dichlobenil	-	24	237	0,84	Wein, 2,7 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dichlorprop-P	Gering	15	45	0,79	Wintergetreide, 1,5 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,04
Difenoconazol	Mittel	130	3759	0,85	Wintergetreide, 0,125 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dimethachlor	Mittel	7	69	0,91	Raps, 1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dimethenamid-P	Hoch	13	170	0,99	Mais, 1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dimethoat	Mittel	3	30	1,02	Wintergetreide, 0,56 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dimethomorph	Mittel	57	430	0,86	Kartoffel, 0,19 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dimoxystrobin	Gering	83	486	0,92	Wintergetreide, 0,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Diquat	Mittel	> 1000	1600000	0,9 ^d	Winterraps, 0,4 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dithianon	Hoch	11	3627	0,9 ^d	Wein, 2,6 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dodin	Mittel	4	4230000	0,9 ^d	Obstbau, 0,63 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Epoxiconazol	Gering	74	280	0,88	Wintergetreide, 0,125 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ethephon	Mittel	13	2540	0,99	Wintergetreide, 0,46 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ethofumesat	Mittel	54	132	0,88	Zuckerrübe, 1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,3
Fenhexamid	Mittel	< 1	475	0,9 ^d	Gemüse, 1,5 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fenpropin	Mittel	64	3808	0,71	Wintergetreide, 0,3 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Flazasulfuron	Sehr gering	39	64	0,9 ^d	Wein, 0,05 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,1
Fluazifop-P ^e	Mittel	9	49	0,9 ^d	Obstbau, 0,5 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluazinam	Mittel	73	1985	0,65	Kartoffel, 0,8 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fludioxonil	Mittel	218	145000	0,9 ^d	Gemüse, 0,75 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Flufenacet	Hoch	17	202	0,89	Wintergetreide, 0,12 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluopicolid	Mittel	139	321	0,90	Kartoffel, 0,4 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,04
Fluoxastrobin	Sehr gering	39	848	0,86	Wintergetreide (Saatgutbeh.), 0,3 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluquinconazol	Sehr gering	193	857	0,9 ^d	Wintergetreide, 0,12 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluroxypyr ^e	Mittel	14	68	0,92	Wintergetreide, 0,15 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Flurtamon	Gering	15	329	0,98	Wintergetreide, 0,25 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Wirkstoff	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Mittlere Stoffeigenschaften			Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^b		
		DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)		Günstig	Mittel	Ungünstig
Flusilazol	Gering	94	1664	0,9 ^d	Wintergetreide, 0,25 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Folpet	Sehr Hoch	5	304	0,9 ^d	Wein, 6 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fosetyl	Hoch	< 1	0	0,9 ^d	Wein, 2,5 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Glufosinat	Mittel	8	0,2 - 3,4 (Kf, Ton)	0,93	Mais, 1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Glyphosat	Sehr Hoch	12	1435	0,96	Wintergetreide, 1,8 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Imidacloprid	Gering	118	225	0,80	Mais (Saatgutbeh.), 0,135 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Iodsulfuron-methyl	Hoch	3	51	0,87	Wintergetreide, 0,01 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ioxynil-oktanoat	Mittel	10	289	0,81	Wintergetreide, 0,32 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Iprodion	Mittel	41	350	0,93	Raps, 0,5 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Iprovalicarb	Gering	15	106	0,9 ^d	Wein, 0,9 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,01
Isoproturon	Hoch	13	122	0,9 ^d	Wintergetreide, 1,5 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,01
Isoxaben	Gering	94	354	0,91	Ölkürbis, 0,375 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,01
Isoxaflutol	Gering	2	112	0,95	Mais, 0,1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kresoxim-methyl	Gering	1	308	0,98	Wein, 0,375 g/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Lenacil	Gering	14	83	0,89	Zuckerrübe, 0,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Linuron	Gering	48	620	0,85	Ackerbohne, 0,9 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Mancozep	Sehr Hoch	< 1	998	0,78	Kartoffel, 6,7 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
MCPA	Hoch	24	37 - 123 (pH)	0,68	Wintergetreide, 1,34 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
MCPB	Mittel	7	31 - 120 (pH)	0,82	Erbsen, 1,6 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Mecoprop-P	Hoch	6	167	0,87	Wintergetreide, 1,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Mepanipyrim	Gering	57	874	0,83	Wein, 0,6 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Meptyldinocarb	Gering	10	9095	1,05	Wein, 0,84 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Mesotrion	Mittel	5 - 45 (pH)	34 - 867 (pH)	0,95	Mais, 0,15 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,01
Metalaxy-M	Gering	15	40	0,93	Kartoffel, 0,4 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,03
Metaldehyd	Hoch	5	77	0,93	Wintergetreide, 0,7 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Wirkstoff	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Mittlere Stoffeigenschaften			Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^b		
		DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)		Günstig	Mittel	Ungünstig
Metamitron	Sehr Hoch	19	86	0,81	Zuckerrübe, 3,5 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metazachlor	Hoch	7	110	0,88	Raps, 1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
					Kohlgemüse, 1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Methiocarb	Mittel	1	660	0,83	Wintergetreide, 0,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metiram	Mittel	< 1	70	0,43	Wein, 5,4 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metosulam	Sehr gering	8	166	0,92	Mais, 0,025 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metribuzin	Mittel	10	37	1,08	Wintergetreide, 0,14 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,05
Myclobutanil	Gering	228	517	0,88	Wein, 0,18 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Napropamid	Mittel	19	649	0,82	Raps, 0,75 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nicosulfuron	Gering	16	0 - 56 (Ton)	0,93	Mais, 0,045 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pencycuron	Sehr gering	38	5667	1,09	Kartoffel (Pflanzgutbeh.), 0,042 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pendimethalin	Hoch	155	15744	0,97	Wintergetreide, 1,6 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pethoxamid	Mittel	4	154	0,88	Mais, 1,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phenmedipham	Mittel	37	888	0,85	Zuckerrübe, 0,45 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Picoxystrobin	Sehr gering	20	898	0,97	Wintergetreide, 0,25 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Propamocarb	Mittel	11	536	0,87	Kartoffel, 3,3 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Propiconazol	Mittel	43	686	0,81	Wintergetreide, 0,125 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Prosulfocarb	Hoch	11	1367	1,00	Wintergetreide, 4 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pyraclostrobin	Mittel	32	9315	0,83	Wintergetreide, 0,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pyridat	Sehr gering	1	130000	0,9 ^d	Mais, 0,48 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pyrimethanil	Mittel	37	419	0,86	Wein, 1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Quinmerac	Mittel	10	30 - 629 (pH)	0,86	Raps, 0,25 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,02
Quizalofop-P ^e	Gering	31	245	0,75	Raps, 0,15 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Rimsulfuron	Sehr gering	22	47	1,02	Mais, 0,01 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,01
S-Metolachlor	Hoch	9	207	1,06	Mais, 1,25 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Spiroxamin	Mittel	61	2415	0,82	Wintergetreide, 0,75 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Wirkstoff	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Mittlere Stoffeigenschaften			Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^b		
		DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)		Günstig	Mittel	Ungünstig
Sulcotrion	Gering	4	36	0,84	Mais, 0,45 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tebuconazol	Hoch	39	769	0,84	Wintergetreide, 0,375 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tembotrion	Mittel	12	8 - 143 (pH)	0,91	Mais, 0,1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Terbutylazin	Sehr Hoch	19	179 - 324 (pH)	0,93	Mais, 0,75 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Thiacloprid	Mittel	1	615	0,88	Mais, 0,15 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Thiamethoxam	Gering	37	70	0,88	Mais, 0,073 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,04
Thifensulfuron-methyl	Gering	3	28	0,89	Mais, 0,075 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tolyfluanid	-	1	2200	0,9 ^d	Wein, 3,6 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Topramezon	Gering	28 (a.S.)	34 - 400 (pH, a.S.)	0,86	Mais, 0,05 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tribenuron-methyl	Gering	14	13	0,98	Wintergetreide, 0,015 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,04
Triclopyr ^e	Gering	31	78	0,9 ^d	Wein, 2 kg/ha	< 0,01	0,1	2
Trifloxystrobin	Mittel	5	2380	0,96	Wintergetreide, 0,188 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Triflusaluron-methyl	Sehr gering	7	40	0,92	Zuckerrübe, 0,045 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Trinexapac ^e	Mittel	12	85	0,9 ^d	Wintergetreide, 0,1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Triticonazol	Sehr gering	185	504	0,88	Wintergetreide (Saatgutbeh.), 0,011 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tritosulfuron	Mittel	14	7	0,91	Wintergetreide, 0,125 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,03
Ziram	Mittel	6	3007	0,71	Mais (Saatgutbeh.), 0,092 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Hellgrün: > 0,01 - 0,1 µg/L, gelb; > 0,1 - 1 µg/L, orange; > 1 - 3 µg/L, braun; > 3 - 10 µg/L, rot: > 10 µg/L
a.S. Aged Sorption
^a Sehr gering: < 1 t, Gering: 1 - 5 t, Mittel: 5 - 25 t, Hoch: 25 - 100 t, Sehr hoch: > 100 t
^b Günstig: 10. Flächenperzentile in Kombination mit der 10. Jahresreiheperzentile, Mittel: 50. Flächenperzentile in Kombination mit der 50. Jahresreiheperzentile, Ungünstig: 90. Flächenperzentile in Kombination mit der 90. Jahresreiheperzentile
^c Berechnungen mit 2 unterschiedlichen Adsorptionskoeffizienten (siehe Detailbewertung)
^d Default
^e Wirkstoffvariante (Ester-Verbindung) mit sehr kurzer Halbwertszeit (< 1 Tag) nicht berücksichtigt

Tabelle 3.1-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration ($\mu\text{g/L}$) von Metaboliten im grundwassernahen Sickerwasser in Abhängigkeit von den Boden- und Witterungsbedingungen.

Wirkstoff	Metabolit	DT ₅₀ (Tage)	K _{F0C} (L/kg)	1/n (-)	Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^a		
						Günstig	Mittel	Ungünstig
Atrazin	Atrazin-Desethyl	49	42	0,95	Mais, 1,5 kg/ha	< 0,01	1	5
	Atrazin-2-Hydroxy	159	382	0,93		< 0,01	0,3	2
	Atrazin-Desisopropyl	27	57	0,95		< 0,01	0,07	0,5
Azoxystrobin	Azoxystrobin-O-Demethyl (R 234886)	112	21 - 630 (pH)	0,85	Wintergetreide, 0,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	2
	R 402173	5	25	0,96		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	R 401553	1	188	0,85		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Bromoxynil ^c	3,5-Dibrom-4-Hydroxybenzoesäure	< 1	348	0,68	Mais, 0,49 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	3,5-Dibrom-4-Hydroxybenzamid	< 1	174	0,80		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Captan	THPI	9	9	0,91	Obstbau, 6,25 kg/ha	< 0,01	0,02	0,3
	THPAM	8	7 - 90 (pH)	1,09		< 0,01	0,02	0,3
Chloridazon	Chloridazon-Desphenyl	108	50	0,83	Zuckerrübe, 2,6 kg/ha	< 0,01	2	10
	Chloridazon-Methyl-desphenyl	145	92	0,87		< 0,01	0,4	2
Chlorpyrifos	3,5,6-Trichlor-2-Methoxypyridin (TMP)	41	888	0,9 ^b	Wintergetreide, 0,96 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	3,5,6-Trichlor-2-Pyridinol (TCP)	38	174	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chlorpyrifos-methyl	3,5,6-Trichlor-2-Pyridinol (TCP)	38	174	0,9 ^b	Weinbau, 0,675 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chlorthalonil	Chlorthalonil-Sulfonsäure (R 41788)	68	10	0,99	Wintergetreide, 1 kg/ha	< 0,01	1	4
	R 182281 (SDS 3701)	82	380	0,89		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	R 611965 (SDS 46851)	103	77	1,07		< 0,01	0,4	1
Chlortoluron	Chlortoluron-Desmethyl	60	250	0,84	Wintergetreide, 2,1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,2
Clothianidin	N-Methyl-N-Nitroguanidin (MNG)	66	21	0,91	Mais, 0,05 kg/ha	< 0,01	0,1	0,3
	2-Nitroguanidin (NTG)	68	16	0,88		< 0,01	0,2	0,6
	TZNG	61	275	0,82		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	TZMU	9	62	0,88		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	TZFA	43	560	0,87		< 0,01	< 0,01	< 0,01

Wirkstoff	Metabolit	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^a		
						Günstig	Mittel	Ungünstig
Cyflufenamid	149-F	9	32	0,84	Wintergetreide, 0,05 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	149-F1	147	79	0,94		< 0,01	0,09	0,3
	149-F6	1162	9	0,99		< 0,01	0,5	4
	149-F11	2	14	0,88		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cymoxanil	IN-U3204	< 1	28	0,9 ^b	Wein, 0,67 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	IN-JX915	1	16	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	IN-W3595	3	2 - 33 (pH)	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	IN-KQ960	2	22	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cyproconazol	1,2,4-Triazol	7	89	0,9 ^b	Wintergetreide, 0,08 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	1,2,4-Triazol-Säure	12	15	0,91		< 0,01	< 0,01	0,03
Dazomet	MITC	8	14	0,83	Kartoffel, 386 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	TDL-S	1	105	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Formaldehyd	2	37	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Desmedipham	EHPC	< 1	229	0,77	Zuckerrübe, 0,1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dicamba	3,6-Dichlorsalicylsäure (DCSA)	9	1209	0,80	Wintergetreide, 0,12 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dichlobenil	2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	138	41	0,92	Wein, 2,7 kg/ha	< 0,01	10	> 10
Difenoconazol	1,2,4-Triazol	7	89	0,9 ^b	Wintergetreide, 0,125 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	CGA 205375	94	2979	0,80		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dimethachlor	Dimethachlor-Sulfonsäure (CGA 354742)	15	4	0,9 ^b	Raps, 1 kg/ha	< 0,01	0,6	4
	Dimethachlor-Säure (CGA 50266)	26	0	0,9 ^b		< 0,01	2	8
Dimethoat	Omethoat	3	41	1,00	Wintergetreide, 0,56 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dimethenamid-P	Dimethenamid-P-Säure (M23)	26	6	0,9 ^b	Mais, 1 kg/ha	< 0,01	0,4	2
	Dimethenamid-P-Sulfonsäure (M27)	60	7	0,9 ^b		< 0,01	2	5
Dimoxystrobin	Dimoxystrobin-M08	19	39	0,95	Wintergetreide, 0,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,01
	Dimoxystrobin-M09	35	47	0,86		< 0,01	< 0,01	0,02
Epoxiconazol	1,2,4-Triazol	7	89	0,9 ^b	Wintergetreide, 0,125 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Wirkstoff	Metabolit	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^a		
						Günstig	Mittel	Ungünstig
Flazasulfuron	DTPU	307	76	0,9 ^b	Wein, 0,05 kg/ha	0,02	0,3	1
	DTPP	197	253	0,9 ^b		< 0,01	0,07	0,3
	TPSA	878	27	0,9 ^b		0,06	0,3	1
Fluazifop-P ^c	Compound IV	105	313	0,9 ^b	Obstbau, 0,5 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Compound X	50	25	0,84		< 0,01	0,1	0,4
Fluazinam	HYP A	118	630	0,81	Kartoffel, 0,8 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fludioxonil	CGA 192155	13	24	0,80	Gemüse, 0,75 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	CGA 339833	9	5	0,73		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	CGA 265378	19	68	0,90		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Flufenacet	Flufenacet-Sulfonsäure	21	10	1,04	Wintergetreide, 0,12 kg/ha	< 0,01	0,06	0,3
	Flufenacet-Säure	10	11	0,91		< 0,01	< 0,01	0,06
Fluopicolid	2,6-Dichlorbenzamid (BAM)	138	41	0,92	Kartoffel, 0,4 kg/ha	< 0,01	0,5	1
	M02	3	6	0,77		< 0,01	< 0,01	0,01
	M03	1 - 5 (pH)	109	0,97		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	M05	43	26	0,92		< 0,01	0,05	0,2
	M10	26	6	0,9 ^b		< 0,01	0,02	0,07
	M11	36	0	0,9 ^b		< 0,01	0,04	0,1
	M12	36	0	0,9 ^b		< 0,01	0,03	0,1
	M13	12	0	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	0,03
	M14	5	19	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	0,01
Fluoxastrobin	Fluoxastrobin-Deschlorphenyl (M48)	54	14 - 200 (pH)	0,95	Wintergetreide (Saatgutbeh.), 0,3 kg/ha	< 0,01	0,02	0,6
	2-Chlorphenol	23	122	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluroxypyr ^c	Fluroxypyr-Methoxy pyridin	18	37 - 1791 (pH)	0,84	Wintergetreide, 0,15 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Fluroxypyr-Pyridinol	170	321	0,84		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Flurtamon	Trifluoressigsäure (TFAA)	730	23	0,9 ^b	Wintergetreide, 0,25 kg/ha	< 0,01	0,4	5
	Trifluormethylbenzoesäure (TFMBA)	9	15	0,67		< 0,01	< 0,01	< 0,01

Wirkstoff	Metabolit	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^a		
						Günstig	Mittel	Ungünstig
Folpet	Phthalimid	8	209	0,87	Wein, 6 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Phthalsäure	3	73	0,90		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Phthalamsäure	< 1	10	0,90		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Glufosinat	MPA	9	0,2 - 1 (Kf, Ton, pH)	0,90	Mais, 0,92 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	MPP	9	0,22 – 22 (Kf, Ton)	0,86		< 0,01	< 0,01	0,01
Glyphosat	Aminomethylphosphonsäure (AMPA)	151	8027	0,80	Wintergetreide, 1,8 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Iodsulfuron-methyl	Metsulfuron-methyl (AE F075736)	43	12	0,91	Wintergetreide, 0,01 kg/ha	< 0,01	0,01	0,1
	N-Demethyl-Triazinamin (AE F059411)	194	71	0,87		< 0,01	< 0,01	0,02
	AE F161778	18	12	0,91		< 0,01	< 0,01	0,02
Ioxynil-oktanoat	Ioxynil (Ioxynil-Phenol)	1	303	0,92	Wintergetreide, 0,32 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	3,5-Diiod-4-hydroxy-benzamid	< 1	214	0,91		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	3,5-Diiod-4-hydroxybenzoesäure	2	464	0,67		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Iprodion	RP 30228	320	9100	1,90	Raps, 0,5 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Iprovalicarb	PMPA (p-Methyl-Phenethylamin)	12	290	0,9 ^b	Wein, 0,9 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Isoproturon	Isoproturon-Desmethyl	43	147	0,9 ^b	Wintergetreide, 1,5 kg/ha	< 0,01	0,01	0,5
Isoxaben	Isoxaben-Hydroxy	121	38	1,08	Ölkürbis, 0,375 kg/ha	< 0,01	0,7	2
	Isoxaben-Oxypropyl	121	1184	0,96		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Isoxaben-AEM-Hexenoyl	12	126	0,88		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Methoxyphenyl-Pyrimidinol	943	3710	1,00		< 0,01	< 0,01	0,01
	2,6-Dimethoxybenzamid	47	10	0,79		< 0,01	0,2	0,6
Isoxaflutol	RPA 202248	14	108	0,94	Mais, 0,1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	RPA 203328	26	55	0,98		< 0,01	0,02	0,1
Kresoxim-methyl	BF 490-1	9	23 - 1231 (pH)	0,9 ^b	Wein, 0,375 g/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Lenacil	IN-KE121	6	38	0,95	Zuckerrübe, 0,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	IN-KF313	41	557	0,89		< 0,01	< 0,01	< 0,01

Wirkstoff	Metabolit	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^a		
						Günstig	Mittel	Ungünstig
Mancozeb	ETU	< 1	70	0,9 ^b	Kartoffel, 6,7 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	EU	3	10	0,98		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	EBIS	< 1	144	1,00		< 0,01	< 0,01	< 0,01
MCPA	2-Methyl-4-Chlorphenol	k.A.	882	0,9 ^b	Wintergetreide, 1,34 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
MCPB	MCPA	24	37 - 123 (pH)	0,9 ^b	Erbsen, 1,6 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Mecoprop-P	2-Methyl-4-Chlorphenol	k.A.	882	0,9 ^b	Wintergetreide, 1,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Meptyldinocarb	Dinocap	5	58245	1,01	Wein, 0,84 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	2,4-Dinitro-6-Octylphenol	15	32483	0,99		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Mesotrion	MNBA	5	6	0,90	Mais, 0,15 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	AMBA	10	22 - 156 (pH)	0,85		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metalaxyl-M	NOA 409045	19	10	0,93	Kartoffel, 0,4 kg/ha	< 0,01	0,05	0,4
	CGA 108906	15	< 1	0,9 ^b		< 0,01	0,03	0,1
Metamitron	Metamitron-Desamino	31	103	0,78	Zuckerrübe, 3,5 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,02
Metazachlor	Metazachlor-Sulfonsäure	116	10	0,83	Raps, 1 kg/ha	< 0,01	2	5
					Kohlgemüse, 1 kg/ha	0,5	1	3
	Metazachlor-Säure	57	9	0,9 ^b	Raps, 1 kg/ha	< 0,01	1	4
					Kohlgemüse, 1 kg/ha	0,3	0,8	2
Methiocarb	Methiocarb-Sulfoxid	4	31	0,9 ^b	Wintergetreide, 0,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Methiocarb-Sulfoxid-Phenol	2	51	0,90		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Methiocarb-Sulfon-Phenol	7	123	0,88		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Methiocarb-Methoxy-Sulfon	9	189	0,84		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metiram	ETU	< 1	k.A.	k.A.	Wein, 5,4 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	EBIS	< 1	144	1,00		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	TDIT	< 1	k.A.	k.A.		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Carbimid	< 1	110	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metosulam	ATSA	50	53	0,90	Mais, 0,025 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,01

Wirkstoff	Metabolit	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^a		
						Günstig	Mittel	Ungünstig
	Metosulam-7-OH	2	107	0,89		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Metribuzin	Metribuzin-Desamino-Diketo	14	32	0,95	Wintergetreide, 0,14 kg/ha	< 0,01	0,01	0,08
	Metribuzin-Diketo	42	99	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	0,06
Myclobutanil	Myclobutanil-Buttersäure	16	13	0,95	Wein, 0,18 kg/ha	< 0,01	0,01	0,09
Napropamid	NOPA	6	46	1,00	Raps, 0,75 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Nicosulfuron	HMUD	24	5	0,9 ^b	Mais, 0,045 kg/ha	< 0,01	0,03	0,1
	AUSN	91	28	0,96		< 0,01	0,09	0,3
	ADMP	5	52	0,91		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	UCSN	160	3	0,9 ^b		< 0,01	0,07	0,3
	ASDM	109	6	0,91		< 0,01	0,06	0,2
	MU-466	67	8	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	0,03
Pencycuron	Pencycuron-Keton	87	1326	1,00	Kartoffel (Pflanzgutbeh.), 0,042 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Pencycuron-PB-Amin	38	718	0,85		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Pencycuron-Phenyl-Cyclopentyl-Urea	4	121	0,89		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pethoxamid	Pethoxamid-Sulfonsäure (TKC94)	38	1	0,9 ^b	Mais, 1,2 kg/ha	< 0,01	0,5	2
Phenmedipham	MHCP	7	220	0,74	Zuckerrübe, 0,45 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Picoxystrobin	Compound 2	29	12 - 550 (pH)	0,96	Wintergetreide, 0,25 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,02
	Compound 3	15	13	0,84		< 0,01	0,02	0,2
	Compound 8	14	24 - 220 (pH)	0,92		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Propiconazol	1,2,4-Triazol	7	89	0,9 ^b	Wintergetreide, 0,125 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	CGA 118245	< 1	134	0,92		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Prosulfocarb	Prosulfocarb-Sulfoxid	3	57	0,91	Wintergetreide, 4 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pyraclostrobin	BF 500-6	148	48115	0,9 ^b	Wintergetreide, 0,2 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	BF 500-7	136	62278	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pyridat	Pyridafol (CL 9673)	11	17 - 180 (pH)	0,9 ^b	Mais, 0,48 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	CL 9869	14	240	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	< 0,01

Wirkstoff	Metabolit	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^a		
						Günstig	Mittel	Ungünstig
Pyrimethanil	2-Amino-4,6-Dimethylpyrimidin	72	143	0,78	Wein, 1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Quinmerac	BH 518-2	30	29	0,88	Raps, 0,25 kg/ha	< 0,01	0,09	0,6
	BH 518-5	602	74	0,80		< 0,01	0,8	3
Quizalofop-P ^c	Quizalofop-P-Hydroxy	46	216	0,80	Raps, 0,15 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Dihydroxy-P-Quinoxalin	56	48	0,80		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Rimsulfuron	IN-70941	140	42	0,96	Mais, 0,01 kg/ha	< 0,01	0,04	0,1
	IN-70942	94	194	0,85		< 0,01	< 0,01	0,01
	IN-E9260	390	24	1,00		< 0,01	0,02	0,1
	IN-J0290	1000	34	1,00		< 0,01	< 0,01	0,01
S-Metolachlor	S-Metolachlor-Sulfonsäure	58	9	0,9 ^b	Mais, 1,25 kg/ha	< 0,01	2	7
	S-Metolachlor-Säure	22	18	0,9 ^b		< 0,01	0,2	0,8
Spiroxamin	Spiroxamin-Desethyl	34	4816	0,85	Wintergetreide, 0,75 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Spiroxamin-Despropyl	33	4165	0,88		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Spiroxamin-N-Oxid	k.A.	848	0,88		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Sulcotrion	CMBA	14	5	0,86	Mais, 0,45 kg/ha	< 0,01	0,04	0,3
Tebuconazol	1,2,4-Triazol	7	89	0,9 ^b	Wintergetreide, 0,375 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tembotrion	Tembotrion-M01	11	0 - 160 (pH)	0,77	Mais, 0,1 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Tembotrion-M02	11	0	0,99		< 0,01	< 0,01	0,02
	Tembotrion-M03	2	878	1,00		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Tembotrion-M06	18	2	0,98		< 0,01	0,04	0,2
	Tembotrion-M07	12	278	0,86		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Terbuthylazin	Terbuthylazin-Desethyl	27	78	0,90	Mais, 0,75 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,2
Thiacloprid	Thiacloprid-Amid	42	288	0,82	Mais, 0,15 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Thiacloprid-Sulfonsäure	23	20	0,94		< 0,01	0,04	0,2
	Thiacloprid-Sulfonsäureamid	15	5	1,00		< 0,01	0,01	0,05
Thiamethoxam	Clothianidin	77	85	0,81	Mais, 0,073 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,03

Wirkstoff	Metabolit	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^a		
						Günstig	Mittel	Ungünstig
	NOA 459602	19	0	0,9 ^b		< 0,01	0,05	0,2
	SYN 501406	24	6	0,75		< 0,01	0,03	0,1
Thifensulfuron-methyl	IN-A4098	54	96	0,87	Mais, 0,075 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	IN-A5546	12	39	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	IN-L9223	11	10	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	IN-L9225	40	11	0,72		< 0,01	< 0,01	0,01
	IN-L9226	1	34	0,8		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	IN-V7160	54	3	1,00		< 0,01	0,01	0,04
	IN-W8268	6	10	0,9 ^b		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Tolylfluamid	DMST	2	76	0,91	Wein, 3,6 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	N,N-Dimethylsulfamid	127	0	0,9 ^b		< 0,01	2	7
Topramezon	M670H05	29	0	0,93	Mais, 0,05 kg/ha	< 0,01	0,08	0,3
Tribenuron-methyl	IN-L5296	139	89	0,80	Wintergetreide, 0,015 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	IN-A4098	30	98	0,90		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	IN-00581 (Saccharin)	139	15	0,92		< 0,01	0,04	0,1
Triclopyr ^c	3,5,6-Trichlor-2-Pyridinol (TCP)	31	174	0,9 ^b	Wein, 2 kg/ha	< 0,01	0,01	0,2
Trifloxystrobin	CGA 321113	42	121	1,01	Wintergetreide, 0,188 kg/ha	< 0,01	< 0,01	0,1
	CGA 373466	36	90	0,89		< 0,01	< 0,01	< 0,01
	NOA 413161	97	4	0,9 ^b		< 0,01	0,4	1
	NOA 413163	44	4	0,9 ^b		< 0,01	0,2	0,4
Triflusulfuron-methyl	Methylsaccharin (IN-W6725)	89	14	0,95	Zuckerrübe, 0,045 kg/ha	< 0,01	0,04	0,2
	IN-D8526	62 - 586 (pH)	172	0,90		< 0,01	< 0,01	0,05
	IN-E7710	109	115	0,86		< 0,01	< 0,01	0,02
	IN-M7222	61 - 312 (pH)	62	0,98		< 0,01	0,03	0,1
Triticonazol	RPA 404766	30	83	0,84	Wintergetreide (Saatgutbeh.), 0,011 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	RPA 407922	5	761	0,78		< 0,01	< 0,01	< 0,01

Wirkstoff	Metabolit	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Anwendung auf Kultur, Aufwandmenge	Boden- und Witterungsbedingungen ^a		
						Günstig	Mittel	Ungünstig
	RPA 406341	222	123	0,86		< 0,01	< 0,01	0,05
Tritosulfuron	635M01	68	89	0,92	Wintergetreide, 0,125 kg/ha	< 0,01	0,02	0,2
	635M02	39	41	0,96		< 0,01	0,04	0,1
	635M03	154	30	0,91		< 0,01	0,05	0,2
	635M04	41	21	0,94		< 0,01	< 0,01	< 0,01
Ziram	Thiram	15	9629	1,10	Mais (Saatgutbeh.), 0,092 kg/ha	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Hellgrün: > 0,01 - 0,1 µg/L, gelb; > 0,1 - 1 µg/L, orange; > 1 - 3 µg/L, braun; > 3 - 10 µg/L, rot: > 10 µg/L
k.A. Keine Angaben
^a Günstig: 10. Flächenperzentile in Kombination mit der 10. Jahresreiheperzentile, Mittel: 50. Flächenperzentile in Kombination mit der 50. Jahresreiheperzentile, Ungünstig: 90. Flächenperzentile in Kombination mit der 90. Jahresreiheperzentile
^b Default
^c Wirkstoffvariante (Ester-Verbindung) mit sehr kurzer Halbwertszeit (< 1 Tag) nicht berücksichtigt

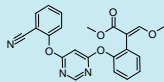
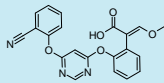
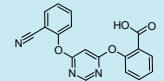
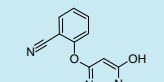


Im Nachfolgenden werden Berechnungsergebnisse zu Wirkstoffen und deren Metaboliten, die in Absprache mit dem Lebensministerium und den Ländern als vorrangig erachtet wurden, im Detail präsentiert und diskutiert.

3.2 Azoxystrobin

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/01/2012
EU-Erneuerung	31/12/2021
Wirkungstyp	Fungizid
Stoffklasse	Strobilurin
Kultur	Getreide, Gemüse, Wein
Inverkehrbringungs menge 2011	Mittel
Produkte	Amistar, Amistar Opti, Askon, Ortiva, Quadris, Universalis, Pilzfrei Saprol Plus

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Azoxystrobin	-		78	427	0,86	6	k.A.
Azoxystrobin-O-Demethyl	R 234886		112	12 - 271 (pH abh.)	0,76	57	k.A.
-	R 402173		5	25	0,96	61	k.A.
-	R 401553		1	188	0,85	560	k.A.

k.A. keine Angaben

EU-Bewertung

Die Grundwasser-Risikobewertung im Zuge der EU-Bewertung beruht ausschließlich auf FOCUS-Berechnungen, Lysimeterstudien wurden nicht vorgelegt.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 703/2011 der Kommission (EU, 2011b) haben „die Mitgliedstaaten insbesondere auf mögliche Grundwasserkontamination zu achten, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit empfindlichen Böden und/oder unter schwierigen klimatischen Bedingungen ausgebracht wird“.

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Wintergetreide	1 × 0,2 kg/ha	1. Juni	50 %	89 t/Jahr

Aufgrund des hohen Adsorptionskoeffizienten von Azoxystrobin ist nicht mit nennenswerten Austrägen des Wirkstoffes über das Sickerwasser (Matrixfluss) zu rechnen. GeoPEARL-Austria prognostiziert für Azoxystrobin im Sickerwasser (1 m) behandelter Wintergetreideanbauflächen durchwegs Jahresmittelkonzentrationen < 0,01 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Für den Wirkstoff und die Metaboliten R 402173 und R 401553 ist aufgrund Ihrer Stoffeigenschaften nicht mit signifikanten Austrägen über das Sickerwasser zu rechnen. Unter Annahme mittlerer Stoffeigenschaften prognostiziert GeoPEARL-Austria bei einer Anwendung von Azoxystrobin in Wintergetreide für diese 3 Substanzen im Sickerwasser (1 m) durchwegs Jahresmittelkonzentrationen unter 0,1 µg/L. Anders stellt sich die Situation für den relativ langlebigen und in Abhängigkeit der Bodenreaktion (pH-Wert) unterschiedlich mobilen Metaboliten Azoxystrobin-O-Demethyl (R 234886) dar. Die berechnete Jahresmittelkonzentration im Sickerwasser (1 m) liegt für diesen Metaboliten bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen bei etwa 2 µg/L, bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bei 7 µg/L. Der Austrag ist in seichtgründigen Böden am höchsten, ebenso in Böden mit neutraler Bodenreaktion. Unter Berücksichtigung der Anbaufläche (Wintergetreide) reduziert sich die berechnete Jahresmittelkonzentration im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen auf etwa 2 µg/L.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.2-3):

Azoxystrobin-O-Demethyl (R 234886):

- Lenkung auf mittel- bis tiefgründige Böden
- Lenkung auf saure Böden
- Lenkung in Regionen mit negativer klimatischer Wasserbilanz

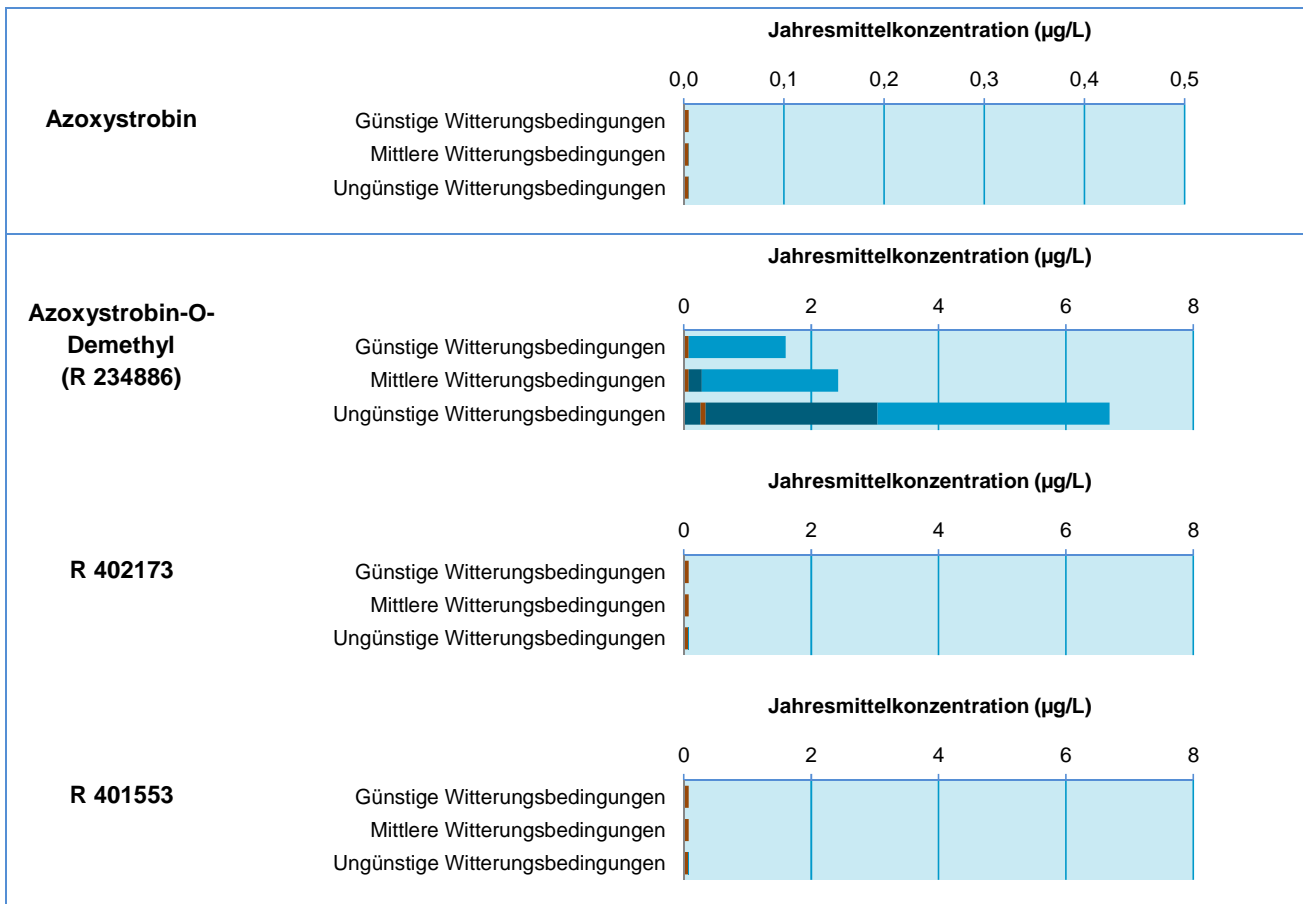


Abbildung 3.2-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Azoxystrobin und seiner Metaboliten Azoxystrobin-O-Demethyl (R 234886), R 402173 und R 401553 im Sickerwasser (1 m) aller Wintergetreideanbauflächen bei jährlicher Anwendung und verschiedenen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

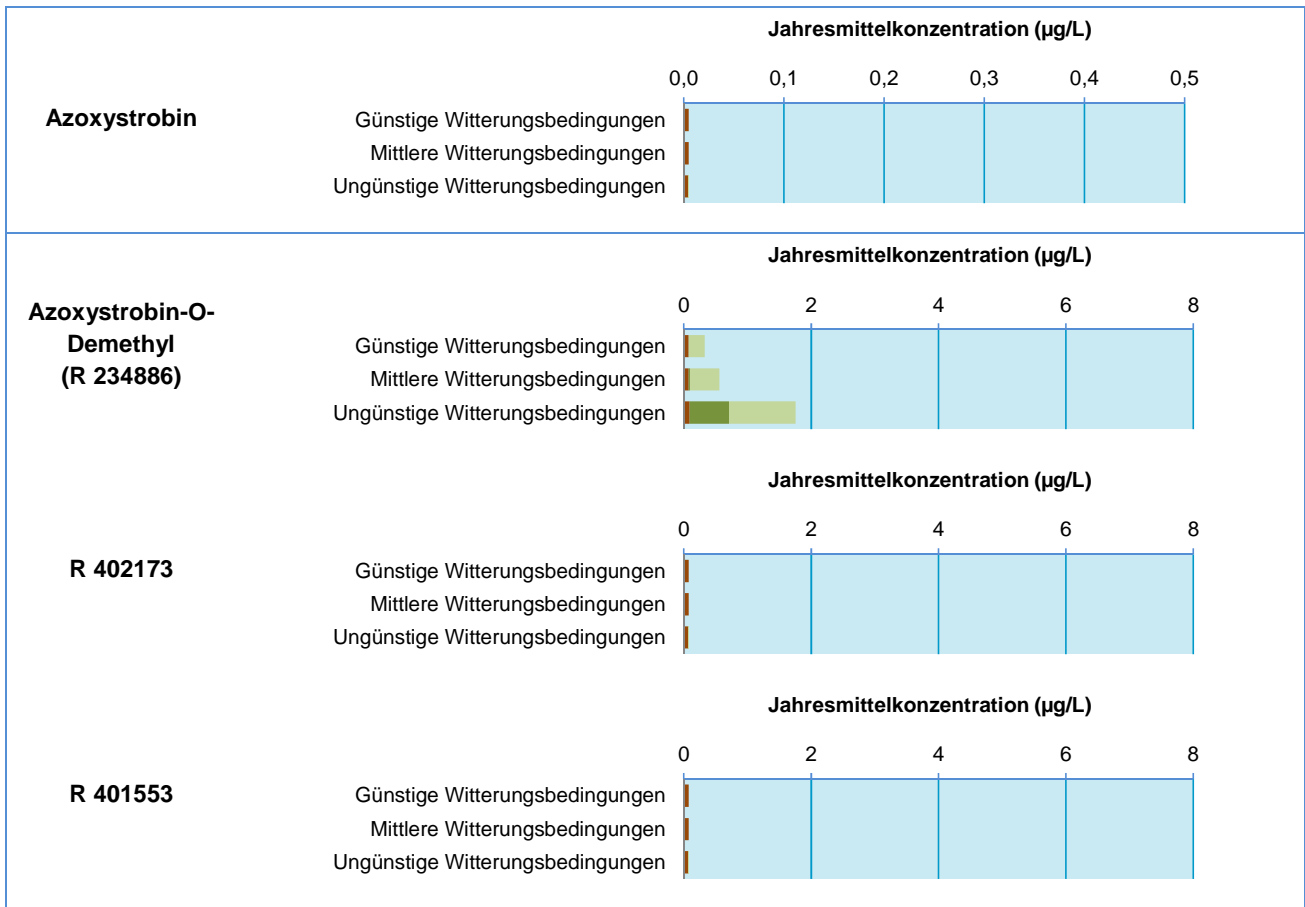


Abbildung 3.2-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Azoxystrobin und seiner Metaboliten Azoxystrobin-O-Demethyl (R 234886), R 402173 und R 401553 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbau bei verschiedenen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

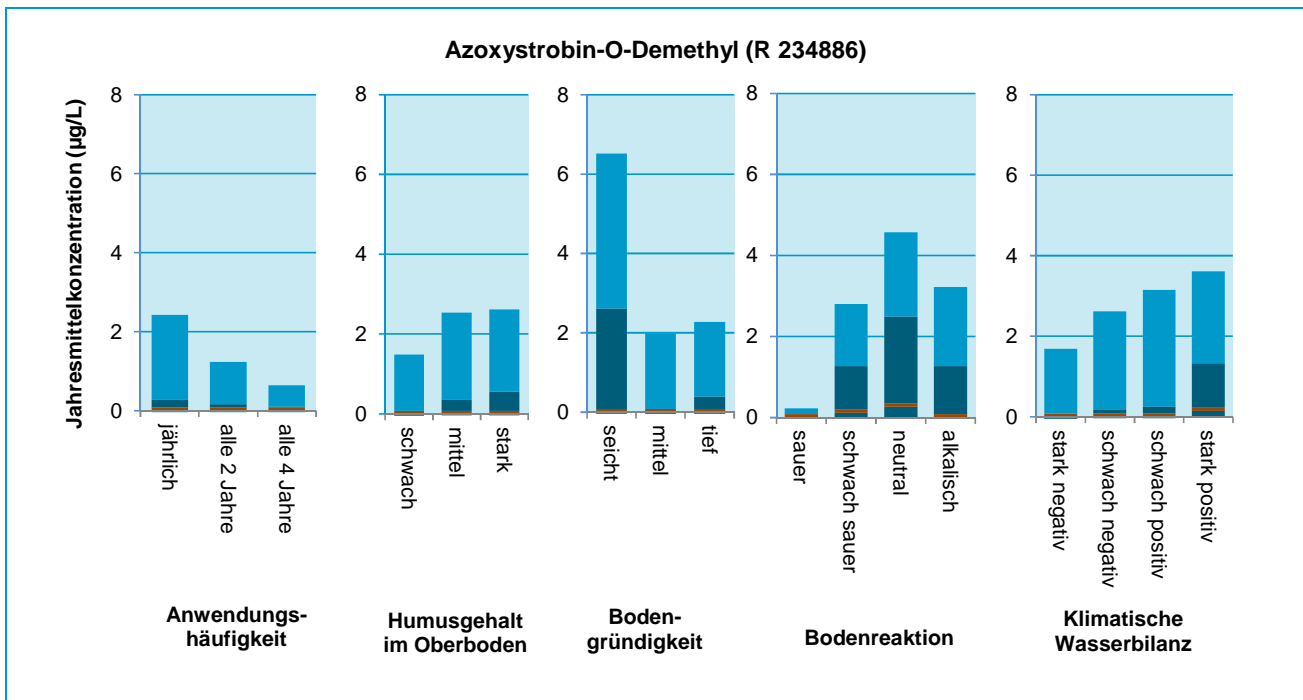


Abbildung 3.2-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration des Metaboliten Azoxystrobin-O-Demethyl (R 234886) im Sickerwasser (1 m) aller Wintergetreideanbauflächen bei verschiedenen Anwendungshäufigkeiten und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit, der Bodenreaktion und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Azoxystrobin
Berechnete Substanz:	Azoxystrobin
Anwendung:	Wintergetreide, 1 x 0,2 kg/ha, 1. Juni, 50 % Interzeption
Gesamtmenge:	89 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

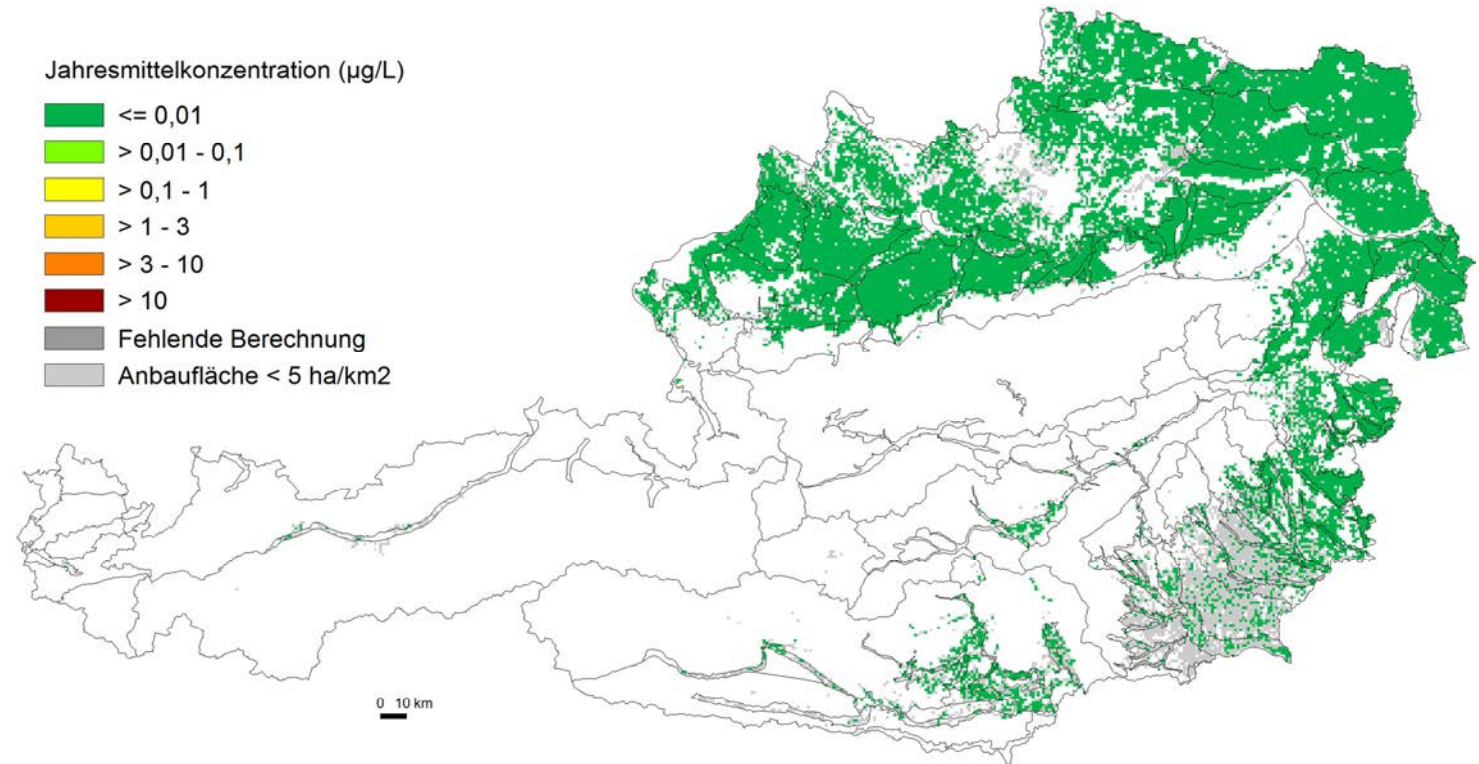


Abbildung 3.2-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Azoxystrobin im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Azoxystrobin
Berechnete Substanz:	Azoxystrobin-O-Demethyl (R 234886)
Anwendung:	Wintergetreide, 1 × 0,2 kg/ha, 1. Juni, 50 % Interzeption
Gesamtmenge:	89 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

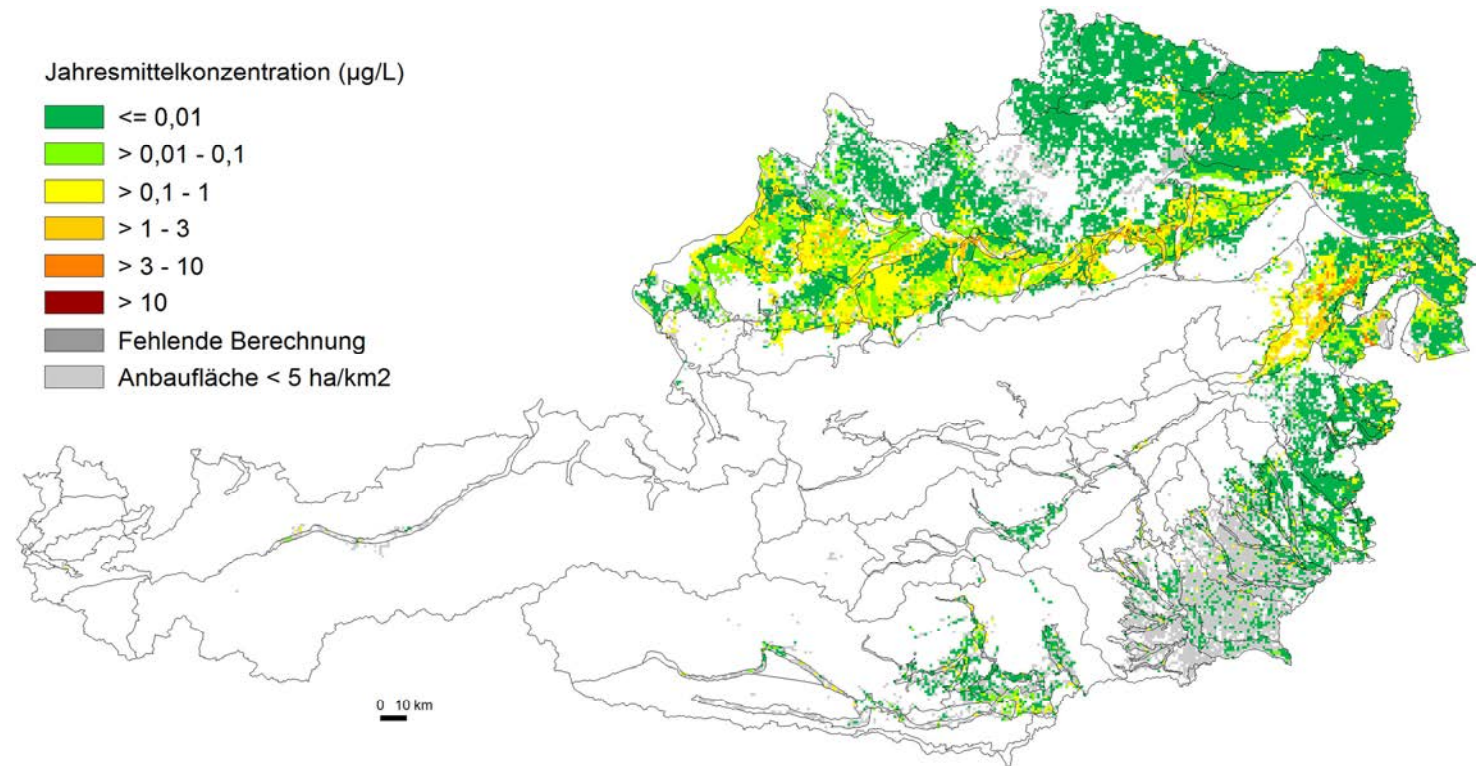
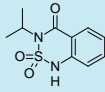


Abbildung 3.2-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Azoxystrobin-O-Demethyl (R 234886) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.3 Bentazon

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/08/2001
EU-Erneuerung	31/12/2015
Wirkungstyp	Herbizid
Wirkstoffklasse	Benzothiazinone
Kultur	Sojabohne, Mais, Sommergetreide, Ackerbohne, Futtererbse
Inverkehrbringungsmenge 2011	Mittel
Produkte	Artett, Basagran, Basagran DP

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Bentazon	-		9	25 ^a	1,00	570	< 0,1

^a Zusätzliche Berechnung mit einem K_{FOC} von 5 L/kg (siehe Text)

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurden im Zuge der EU-Bewertung für Bentazon sieben Lysimeterstudien vorgelegt, in denen Bentazon nicht in Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L im Sickerwasser ermittelt werden konnte. In einer Lysimeterstudie mit Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L wurde der überhöhte Austrag auf unsachgemäße Anwendung auf wassergesättigten Boden zurückgeführt. Da in den Lysimeterstudien weitgehend sandige, humusarme und schwach strukturierte Böden zum Einsatz kamen, können daraus keine Informationen zum Austragspotential von Bentazon über präferenziellen Stofftransport in strukturierten Böden abgeleitet werden.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten besonders auf den Schutz des Grundwassers zu achten“.

Laut EU-Bewertung weist Bentazon eine im Feld gemessene mittlere Halbwertszeit (DT₅₀) von 9 Tagen und einen mittleren Adsorptionskoeffizienten (K_{FOC}) von 25 L/kg auf. Damit ist die Substanz als relativ kurzlebig aber sehr mobil einzustufen. Im Gegensatz zur EU-Bewertung empfehlen Boesten und van der Pas (2000) für die Modellierung von Bentazon in Stofftransportmodellen einen wesentlich geringere Adsorptionskoeffizienten mit lediglich 5 L/kg. Aus diesem Grund wurden für Bentazon im Zuge dieses Projekts eine zusätzliche Berechnungen mit einem K_{FOC} von 3 L/kg durchgeführt. Eine finale Abklärung für den repräsentativen K_{FOC} von Bentazon ist im Zuge der Erneuerung der EU-Genehmigung (etwa 2015) zu erwarten.

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Sojabohne	1 × 0,96 kg/ha	10. Mai	Keine	22 t/Jahr

Mit einem mittleren K_{FOC} von 25 L/kg (Basis der EU-Bewertung) liegen die mit GeoPEARL-Austria berechneten Jahresmittelkonzentrationen von Bentazon im Sickerwasser (1 m) bei praxisüblichen Anwendung (alle 4 Jahre) auch bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen in der Regel unter 0,1 µg/L (Abbildung 3.3-1). Lediglich auf seichtgründigen Böden ist bei ungünstigen Witterungsverhältnissen mit Jahresmittelkonzentrationen bis zu 0,3 µg/L im Sickerwasser (1 m) zu rechnen. Die prognostizierte Jahresmittelkonzentration nimmt aufgrund der kurzen Halbwertszeit von Bentazon mit positiv werdender Wasserbilanz stark zu. Besonders hoch ist auch der Austrag in seichtgründigen Böden. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anwendungsfläche (Sojabohne) ist im grundwassernahen Sickerwasser entsprechend den Berechnungsergebnissen mit GeoPEARL-Austria und einem K_{FOC} von 25 kg/L nicht mit Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L zu rechnen (Abbildung 3.3-2).

Basierend auf einem mittleren K_{FOC} von lediglich 5 L/kg (entsprechend Angaben von Boesten und van der Pas, 2000) liegen die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen für Bentazon deutlich höher. So ist bei einer praxisüblichen Anwendung (alle 4 Jahre) bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen mit Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) bis zu 1 µg/L zu rechnen, in seichtgründigen Böden auch bis zu etwa 3 µg/L (Abbildung 3.3-1). Auffällig ist auch hier, dass die berechnete Jahresmittelkonzentration bei ungünstigen Witterungsbedingungen (hohe Niederschlagsmengen nach erfolgter Anwendung) sprunghaft ansteigt, was im Wesentlichen auf die kurze Halbwertszeit von Bentazon im Boden zurückzuführen ist. Bei günstigen Witterungsbedingungen wird Bentazon ohne wesentliche Tiefenverlagerung rasch im Boden abgebaut. Basierend auf einem K_{FOC} von 5 L/kg liegen für Bentazon die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen um 0,3 µg/L (Abbildung 3.3-2).

Zu möglichem Austrag von Bentazon über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden. Es ist allerdings damit zu rechnen, dass bei Vorhandensein von präferenziellem Fluss dem Witterungsverlauf (im Besonderen Starkregenereignissen) unmittelbar nach der Anwendung von Bentazon eine große Bedeutung zukommt.

Im Zuge der EU-Bewertung wurden keine Metaboliten > 10 % im Boden identifiziert. Es liegen somit zu möglichen Metaboliten von Bentazon mit Bildungsraten unter 10 % zurzeit keine Stoffeigenschaften vor. Es ist allerdings zu erwarten, dass mit Erneuerung der EU-Genehmigung (etwa 2015) auch eine Grundwasser-Risikoabschätzung allfälliger Metaboliten unter 10 % Bildungsrate im Boden möglich sein wird.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.3-3 und Abbildung 3.3-4):

Bentazon:

- Lenkung auf tiefgründige Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer klimatischer Wasserbilanz
- Berücksichtigung der Witterungsverhältnisse nach der Anwendung

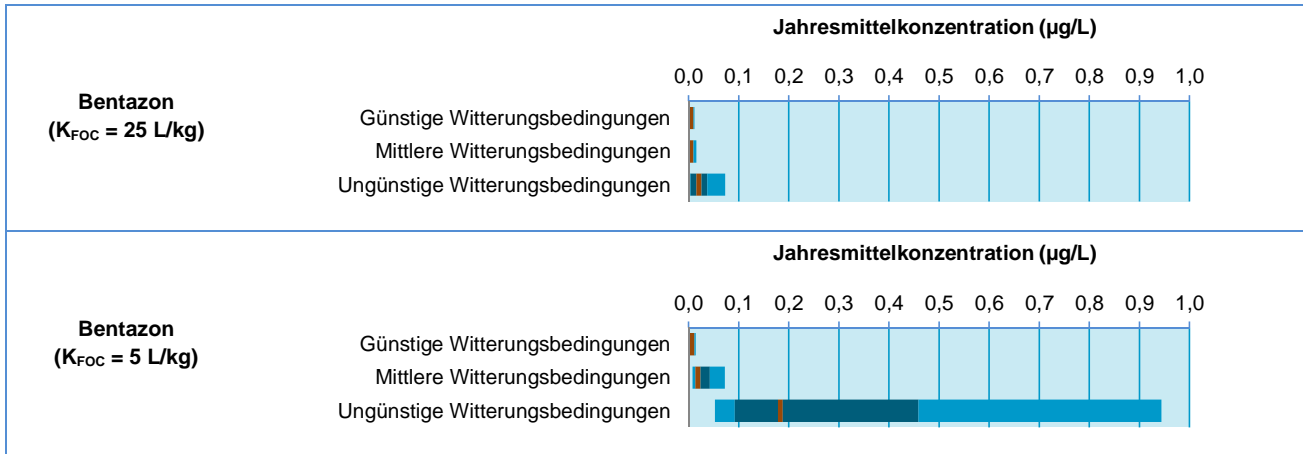


Abbildung 3.3-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Bentazon im Sickerwasser (1 m) aller Sojabohnenanbauflächen bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) und unterschiedlichen Witterungsbedingungen in Abhängigkeit vom Adsorptionskoeffizienten (K_{FOC}) (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

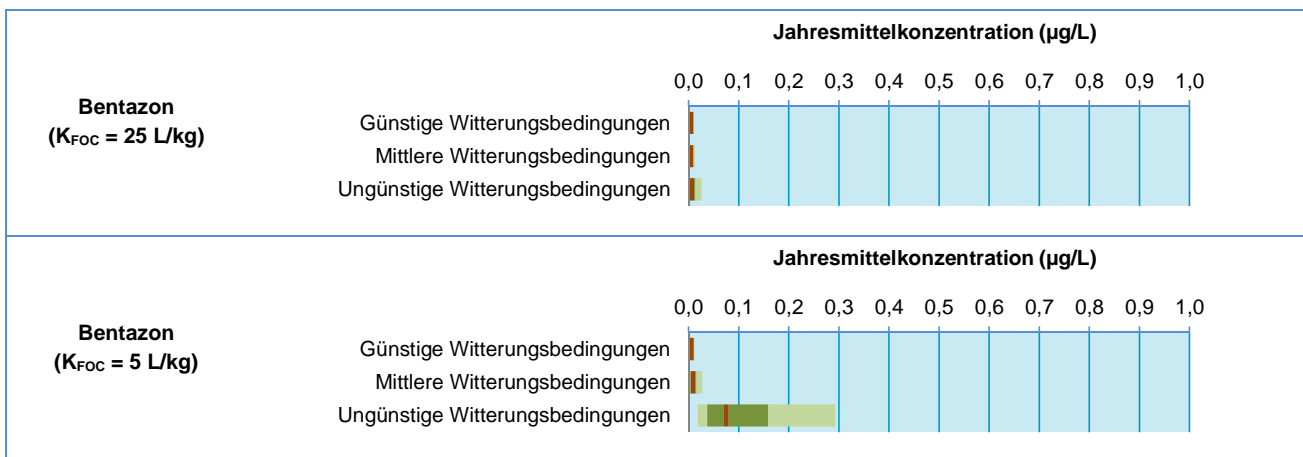


Abbildung 3.3-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Bentazon im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Sojabohnenanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen in Abhängigkeit vom Adsorptionskoeffizienten (K_{FOC}) (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

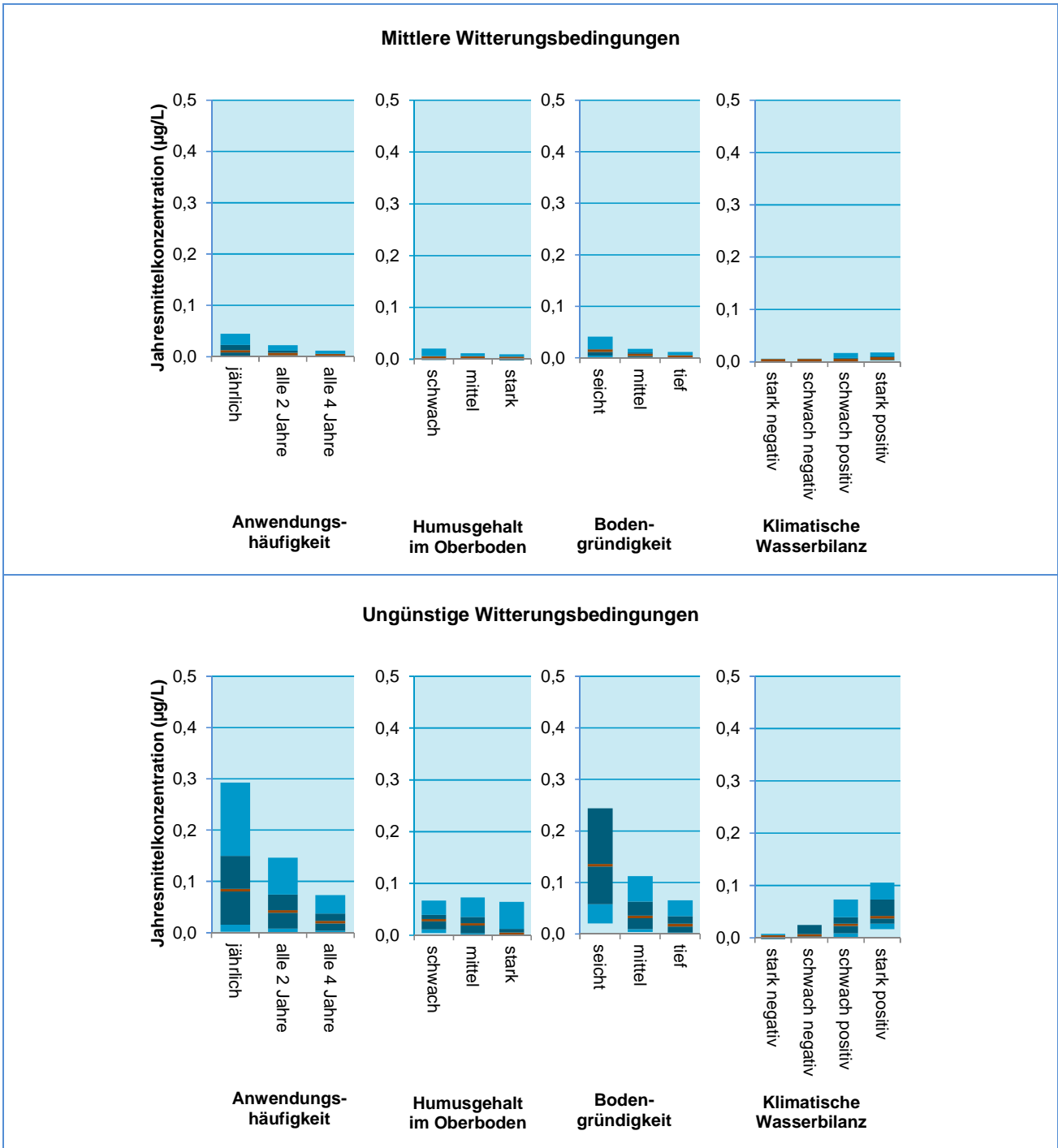


Abbildung 3.3-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Bentazon ($K_{FOC} = 25 \text{ L/kg}$) im Sickerwasser (1 m) aller Sojabohnenanbauflächen bei unterschiedlicher Anwendungshäufigkeit und bei praxisüblichen Anwendung (alle 4 Jahre) in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen, vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

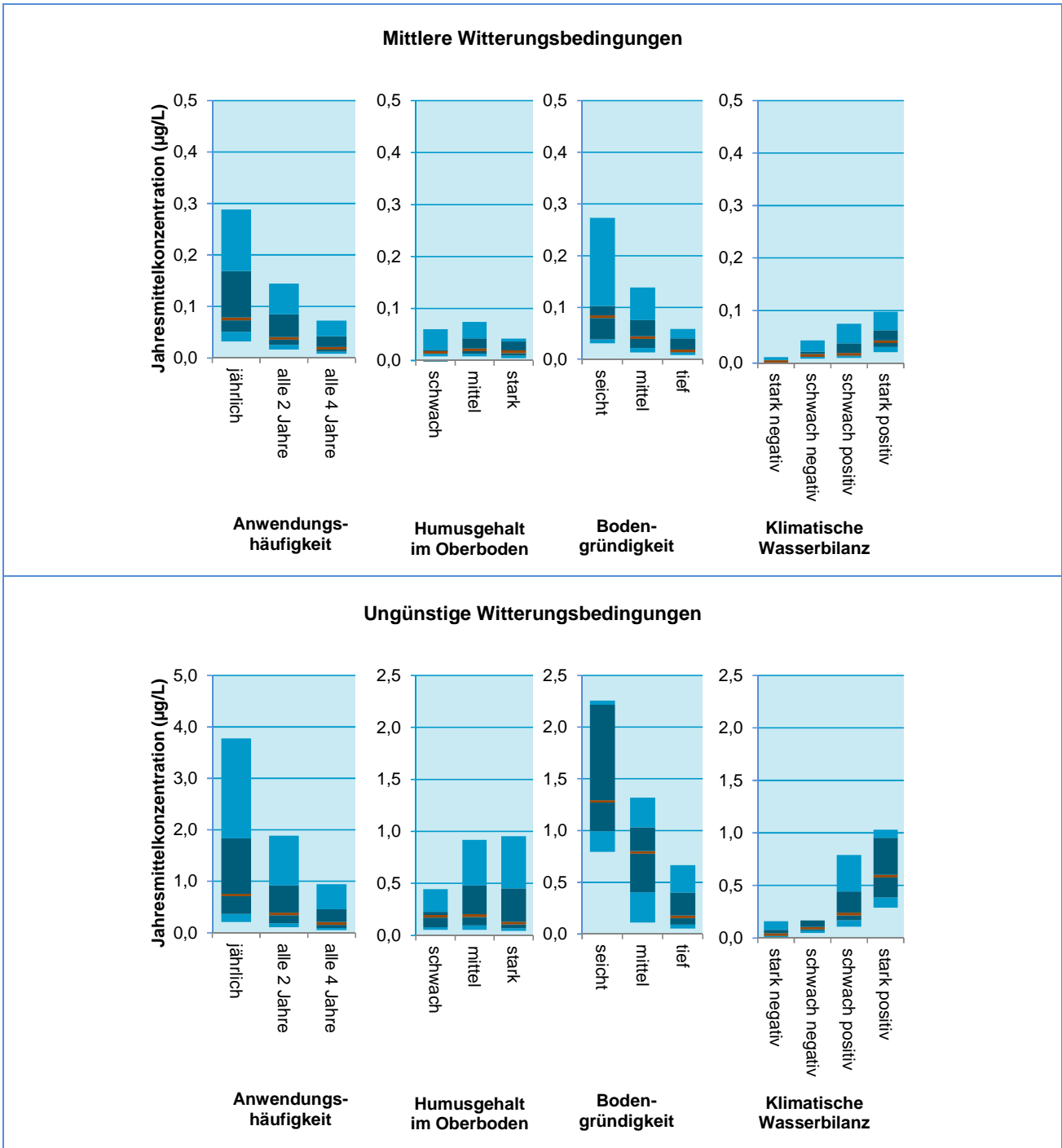


Abbildung 3.3-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Bentazon ($K_{FOC} = 5 \text{ L/kg}$) im Sickerwasser (1 m) aller Sojabohnenanbauflächen bei unterschiedlicher Anwendungshäufigkeit und bei praxisüblichen Anwendung (alle 4 Jahre) in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen, vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Bentazon
Berechnete Substanz:	Bentazon ($K_{FOC} = 25 \text{ L/kg}$)
Anwendung:	Sojabohne, $1 \times 0,96 \text{ kg/ha}$, 15. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	22 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

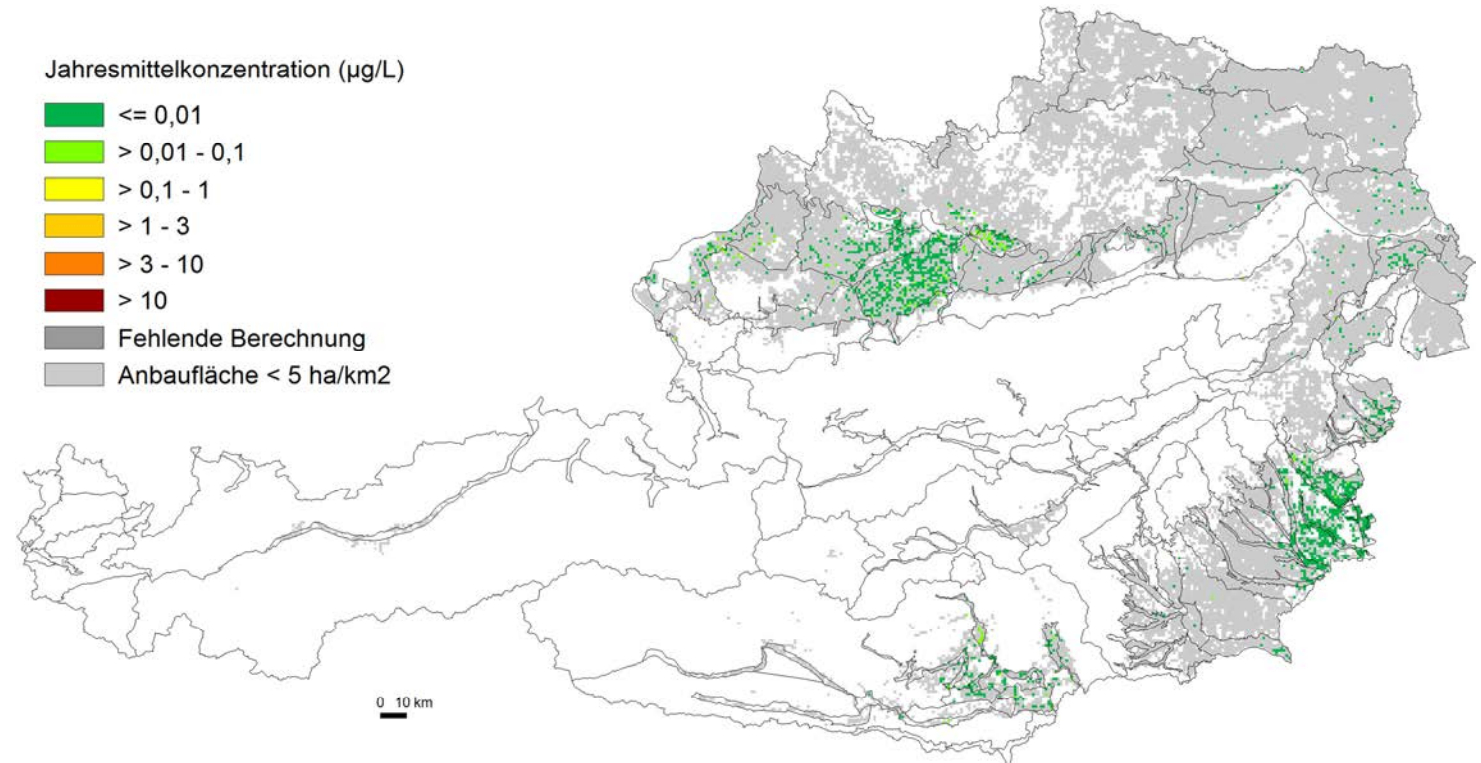


Abbildung 3.3-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Bentazon ($K_{FOC} = 25 \text{ L/kg}$) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Sojabohnenanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Bentazon
Berechnete Substanz:	Bentazon ($K_{FOC} = 25 \text{ L/kg}$)
Anwendung:	Sojabohne, 1 × 0,96 kg/ha, 15. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	22 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Ungünstig

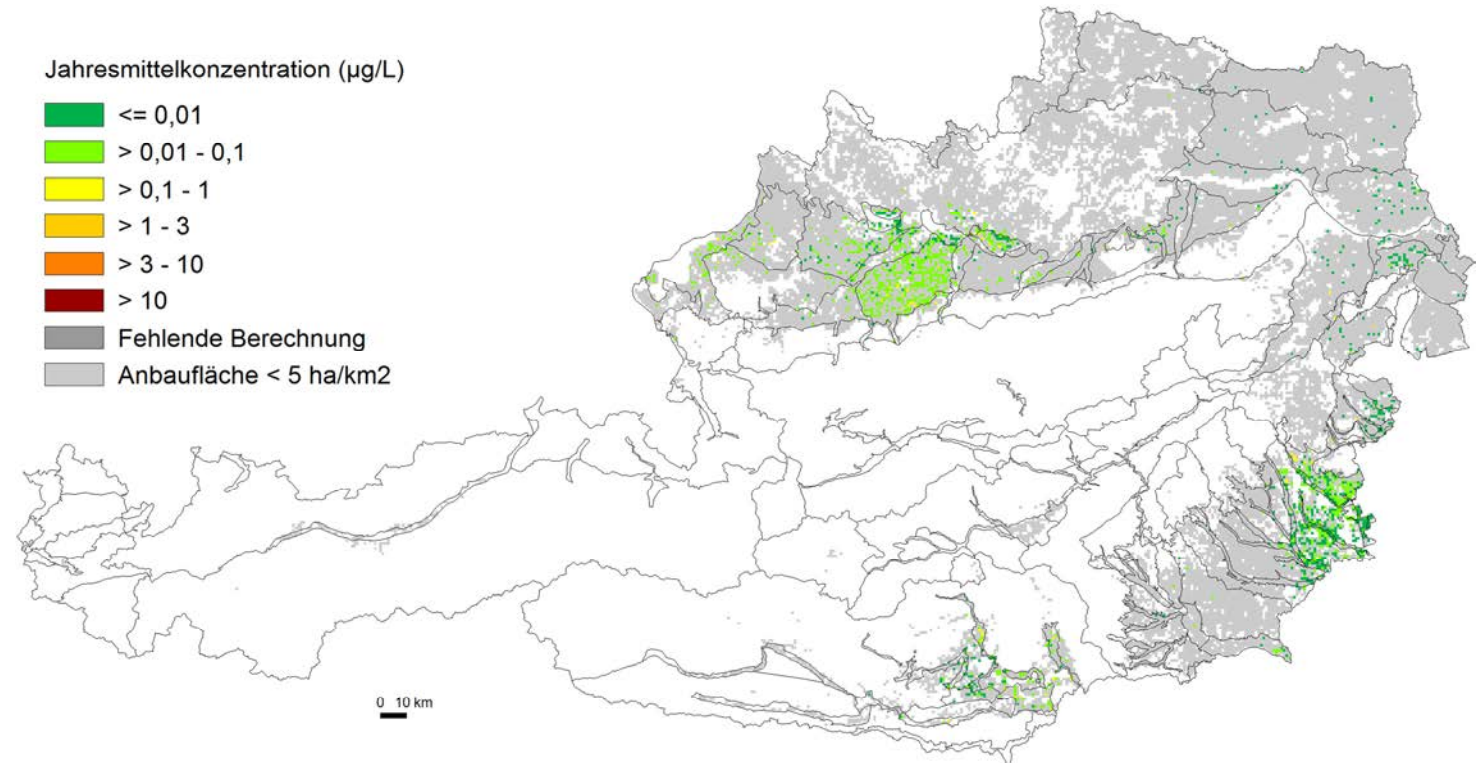


Abbildung 3.3-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Bentazon ($K_{FOC} = 25 \text{ L/kg}$) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Sojabohnenanbau bei ungünstigen Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Bentazon
Berechnete Substanz:	Bentazon ($K_{FOC} = 5 \text{ L/kg}$)
Anwendung:	Sojabohne, 1 × 0,96 kg/ha, 15. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	22 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

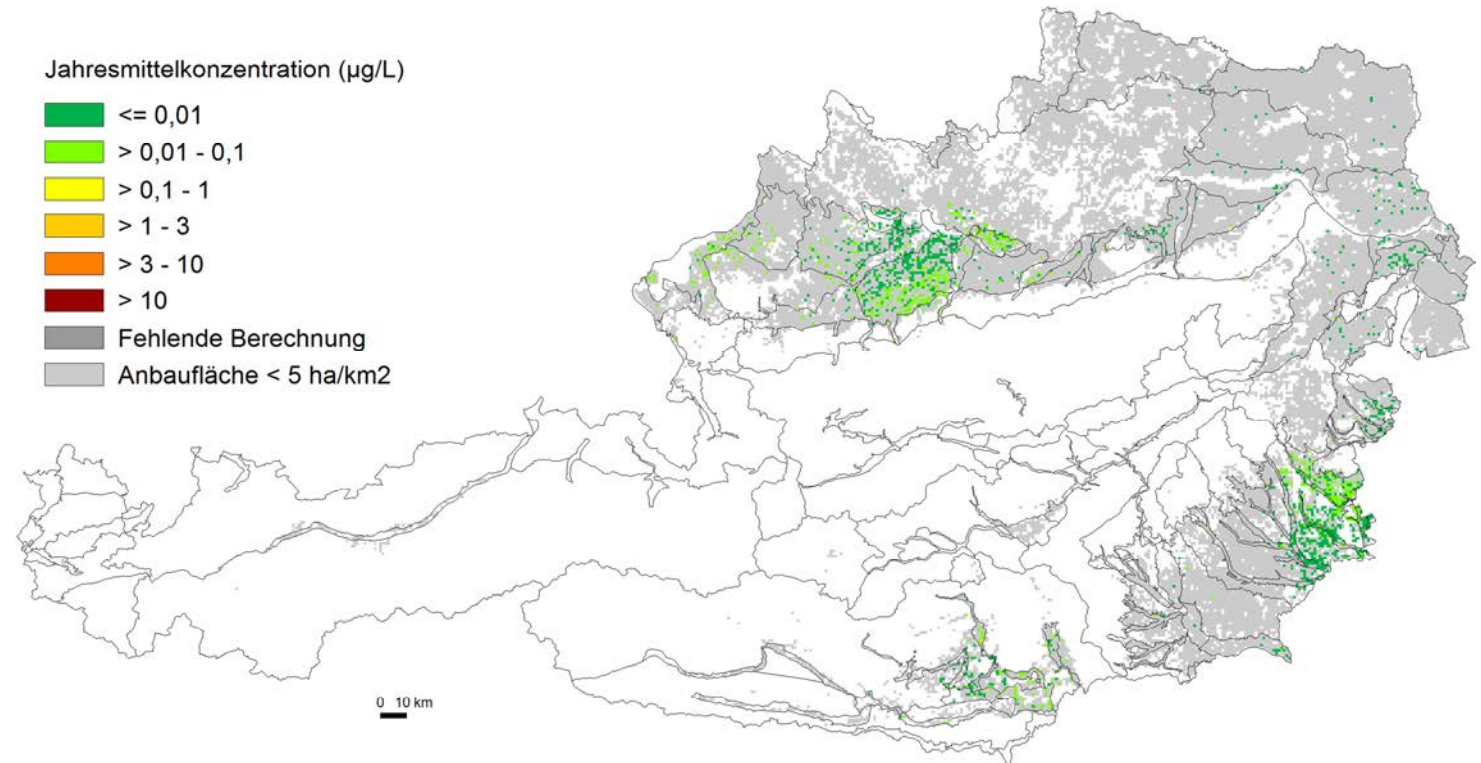


Abbildung 3.3-7: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Bentazon ($K_{FOC} = 5 \text{ L/kg}$) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Sojabohnenanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Bentazon
Berechnete Substanz:	Bentazon ($K_{OC} = 5 \text{ L/kg}$)
Anwendung:	Sojabohne, $1 \times 0,96 \text{ kg/ha}$, 15. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	22 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Ungünstig

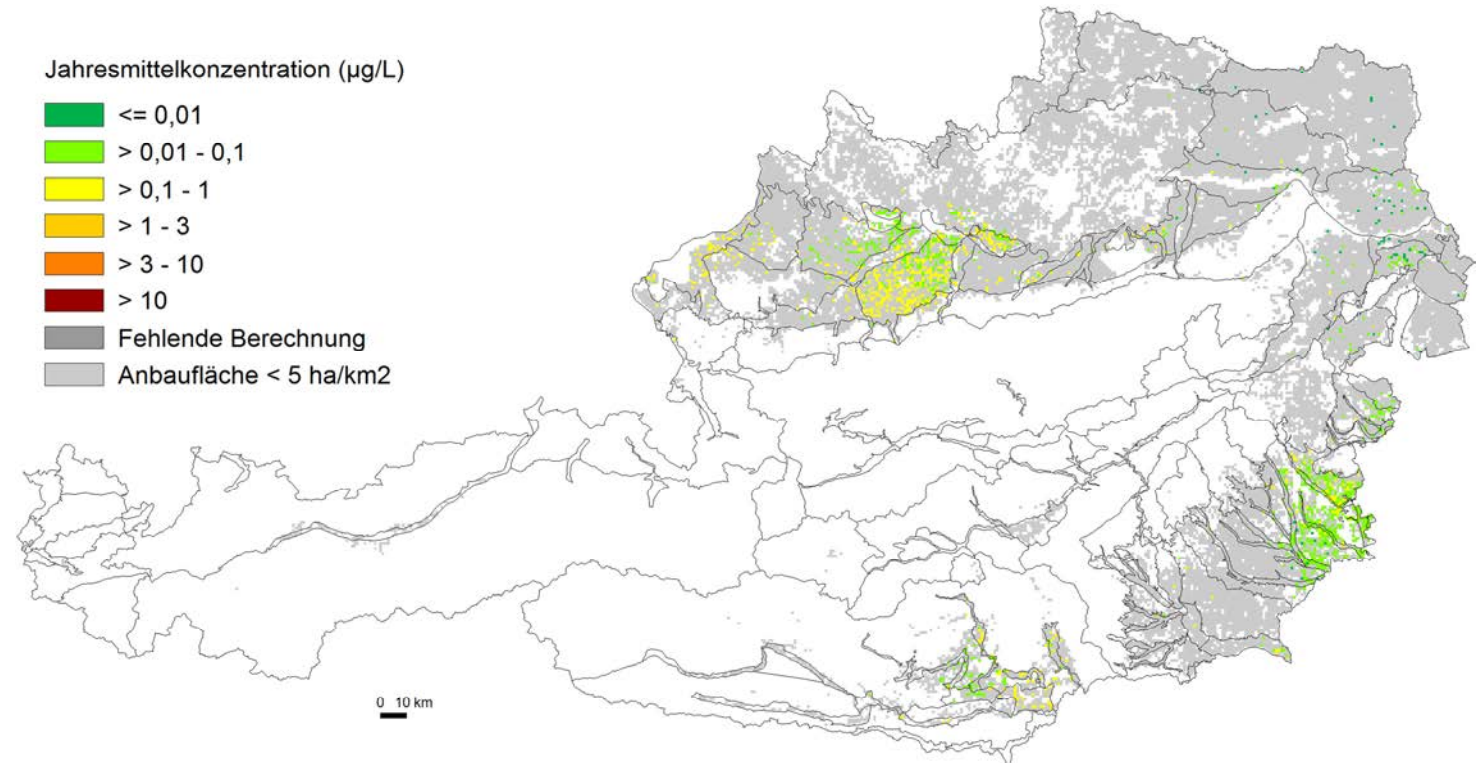
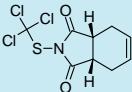
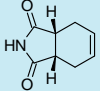
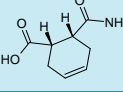


Abbildung 3.3-8: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Bentazon ($K_{FOC} = 5 \text{ L/kg}$) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Sojabohnenanbau bei ungünstigen Witterungsbedingungen.

3.4 Captan

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/10/2007
EU-Erneuerung	30/09/2017
Wirkungstyp	Fungizid, Bakterizid
Wirkstoffklasse	Phthalimide
Kultur	Obstbau
Inverkehrbringungsmenge 2011	Hoch
Produkte	Merpan 80 WDG, Malvin WG, Consist Plus

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Captan	-		1	200	0,90	5	k.A.
Tetrahydro- phthalimid	THPI		9	9	0,91	42	k.A.
Tetrahydro- phthalamsäure	THPAM		8	7 - 90 (pH abh.)	1,09	54	k.A.

k.A. Keine Angaben

EU-Bewertung

Die „Grundwasser“-Bewertung des EU-Genehmigungsverfahrens für Captan beruht ausschließlich auf FOCUS-Berechnungen, es wurden keine Lysimeterstudien eingereicht.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedsstaaten auf den Schutz des Grundwassers unter sensiblen Verhältnissen zu achten. Die Zulassungsbedingungen sollten Maßnahmen zur Risikominimierung umfassen, und in sensiblen Gebieten sind gegebenenfalls Überwachungsprogramme einzuleiten.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Obstbau	5 × 1,25 kg/ha	1. - 17. April	70 %	52 t/Jahr

Aufgrund seiner Stoffeigenschaften prognostiziert GeoPEARL-Austria für den Wirkstoff auch bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen im Sickerwasser (1 m) behandelter Obstbaukulturen Jahresmittelkonzentrationen unter 0,1 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden, die Wahrscheinlichkeit für einen Austrag von Captan über präferenziellen Fluss ist aufgrund der Kurzlebigkeit der Substanz im Boden allerdings gering.

Für die beiden Metaboliten THPI und THPAM liegen die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) behandelter Obstbaukulturen bei jährlicher Anwendung und mittleren Boden- und Witterungsbedingungen unter 0,6 µg/L. Allerdings erhöht sich die berechnete Jahresmittelkonzentration bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen erheblich, sodass in diesen Jahren mit Jahresmittelkonzentrationen bis zu 3 µg/L im Sickerwasser (1 m) behandelter Flächen zu rechnen ist. Die höchsten Austräge sind in schwach humosen und seichtgründigen Böden zu erwarten. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Obstbau) reduziert sich die prognostizierte Jahresmittelkonzentration im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen auf etwa 0,4 µg/L.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.4-3):

THPI:

- Lenkung auf mittel- bis tiefgründige Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer klimatischer Wasserbilanz

THPAM:

- Lenkung auf mittel- bis tiefgründige Böden
- Lenkung auf saure Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer klimatischer Wasserbilanz

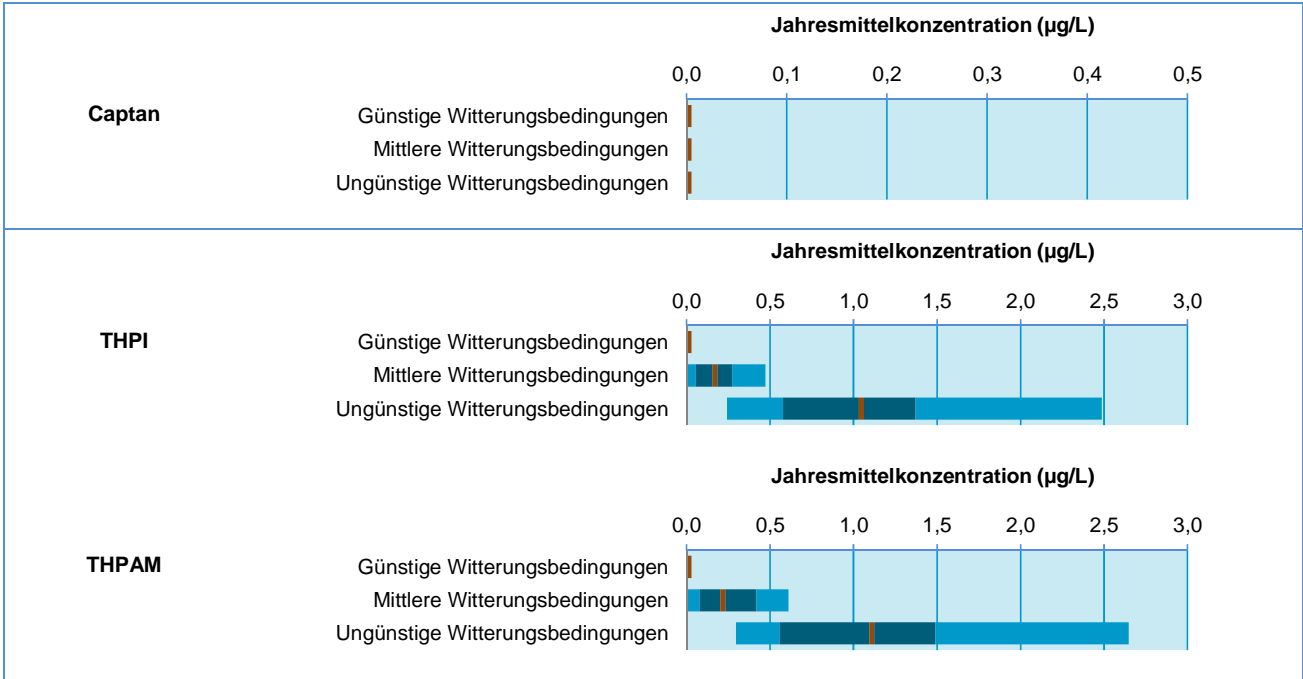


Abbildung 3.4-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Captan und seiner Metaboliten THPI und THPAM im Sickerwasser (1 m) aller Obstanbauflächen bei jährlicher Anwendung und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

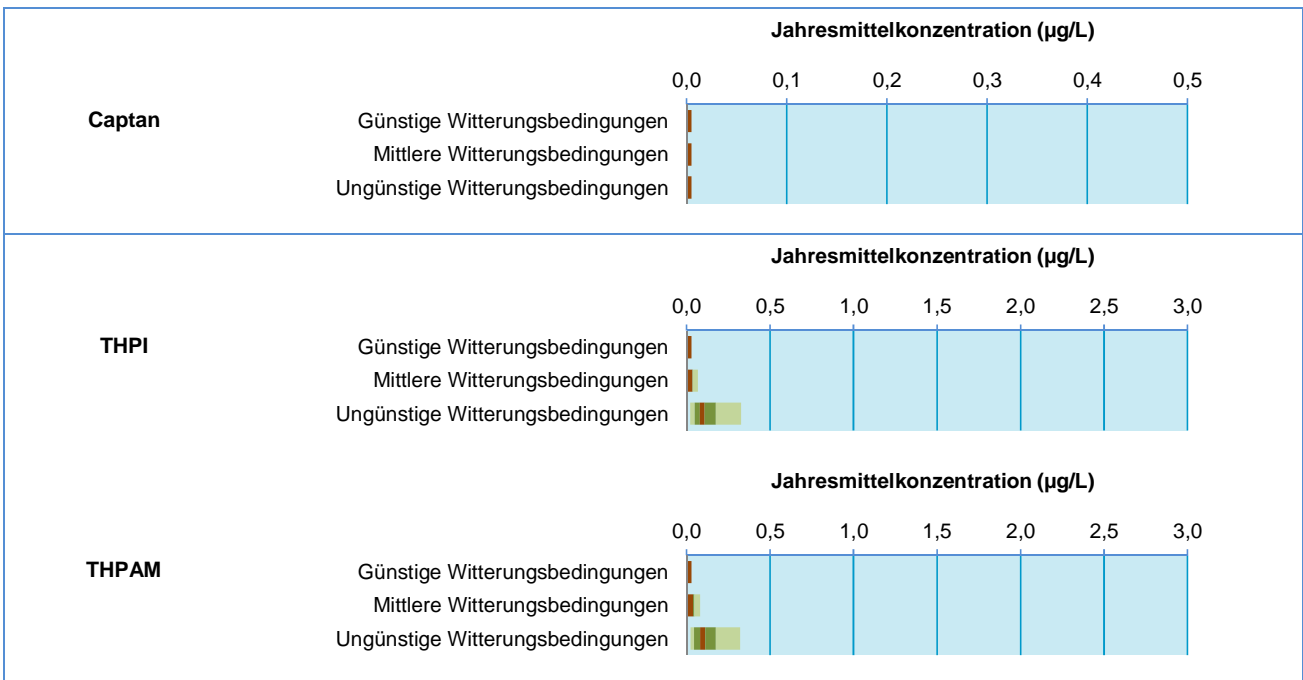


Abbildung 3.4-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Captan und der Metaboliten THPI und THPAM im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Obstanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

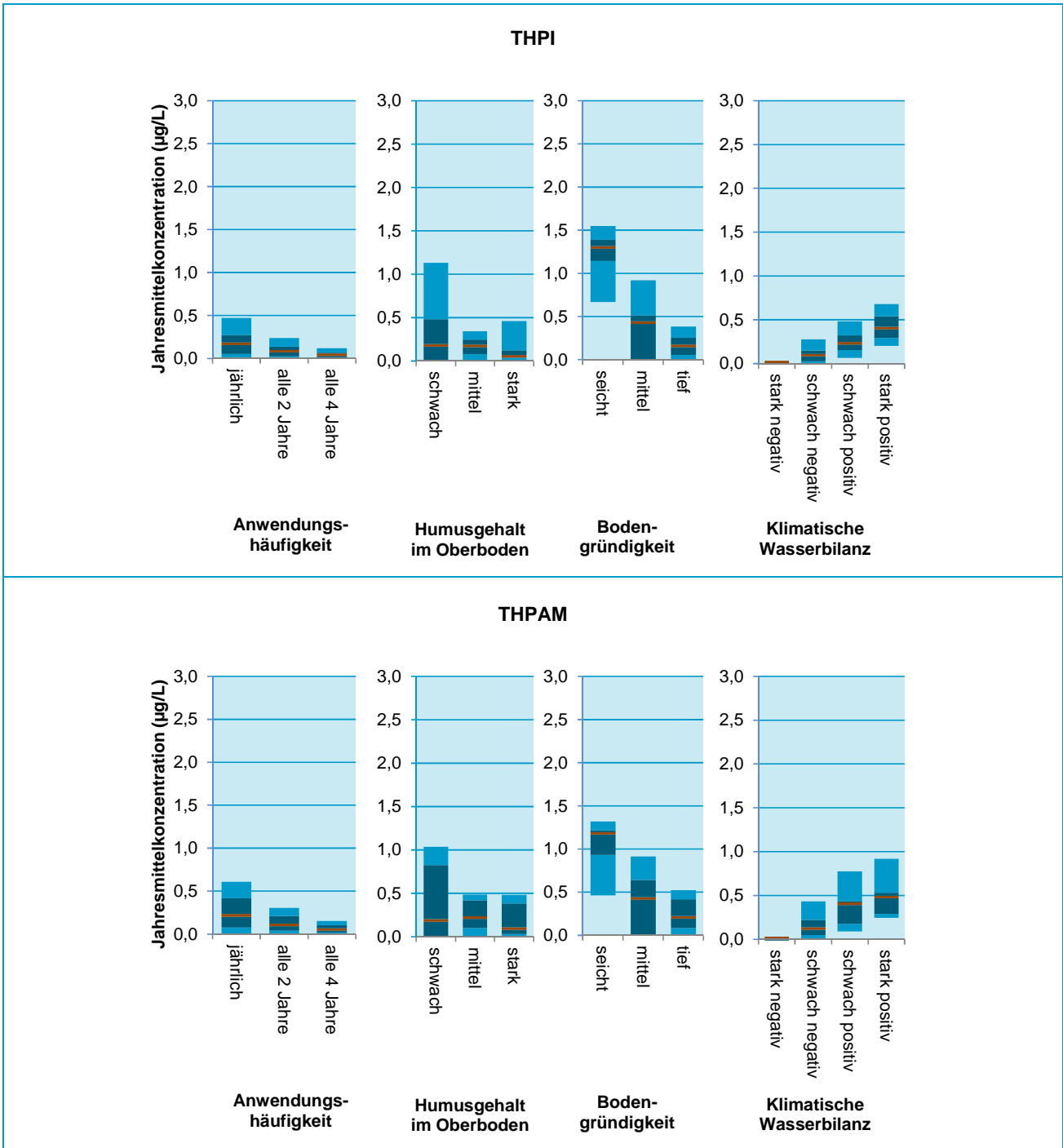


Abbildung 3.4-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration der Metaboliten THPI und THPAM im Sickerwasser (1 m) aller Obstanbauflächen bei unterschiedlichen Anwendungshäufigkeiten und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Captan
Berechnete Substanz:	Captan
Anwendung:	Obst, 5 × 1,25 kg/ha, 1. - 17. April, 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	52 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

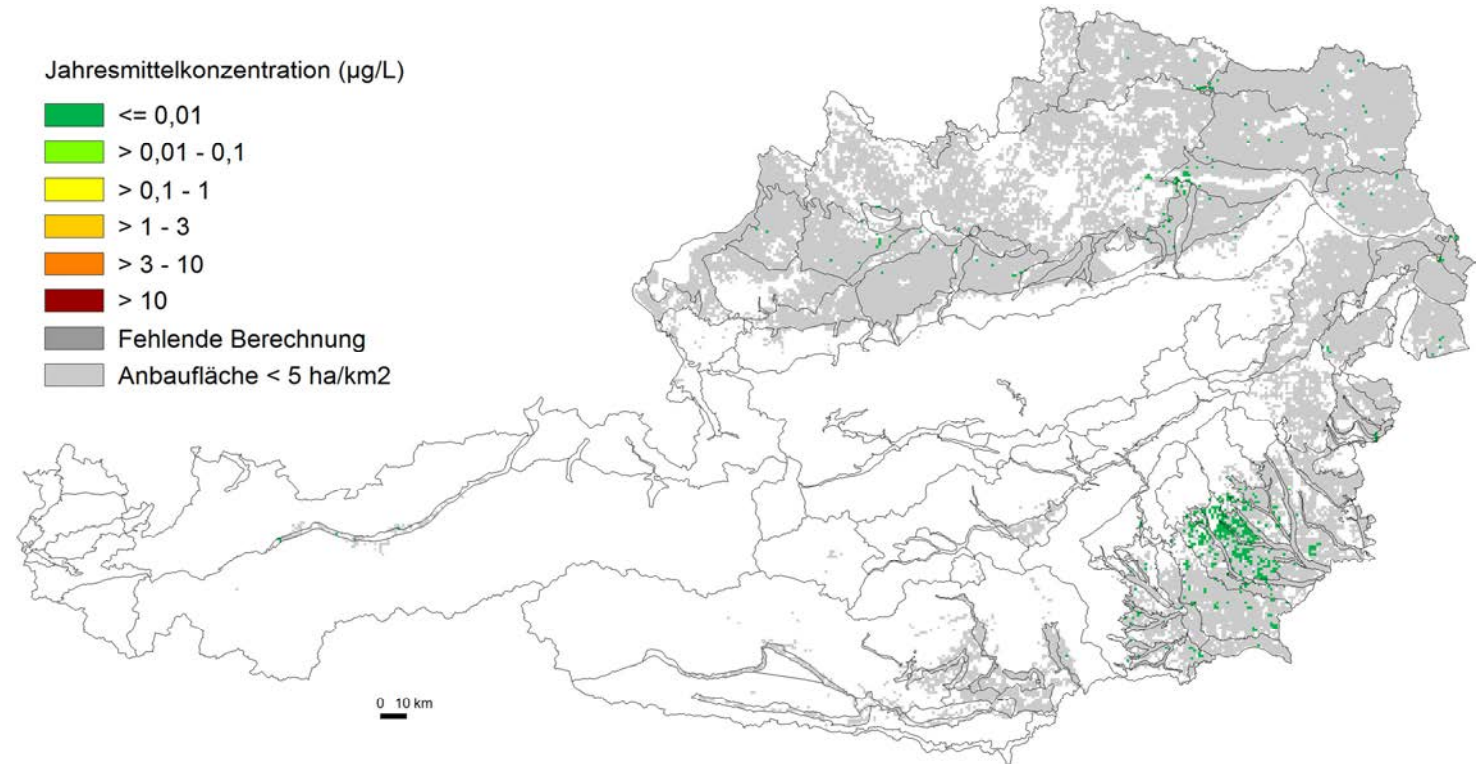


Abbildung 3.4-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Captan im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Obstanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Captan
Berechnete Substanz:	THPI
Anwendung:	Obst, 5 × 1,25 kg/ha, 1. - 17. April, 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	52 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

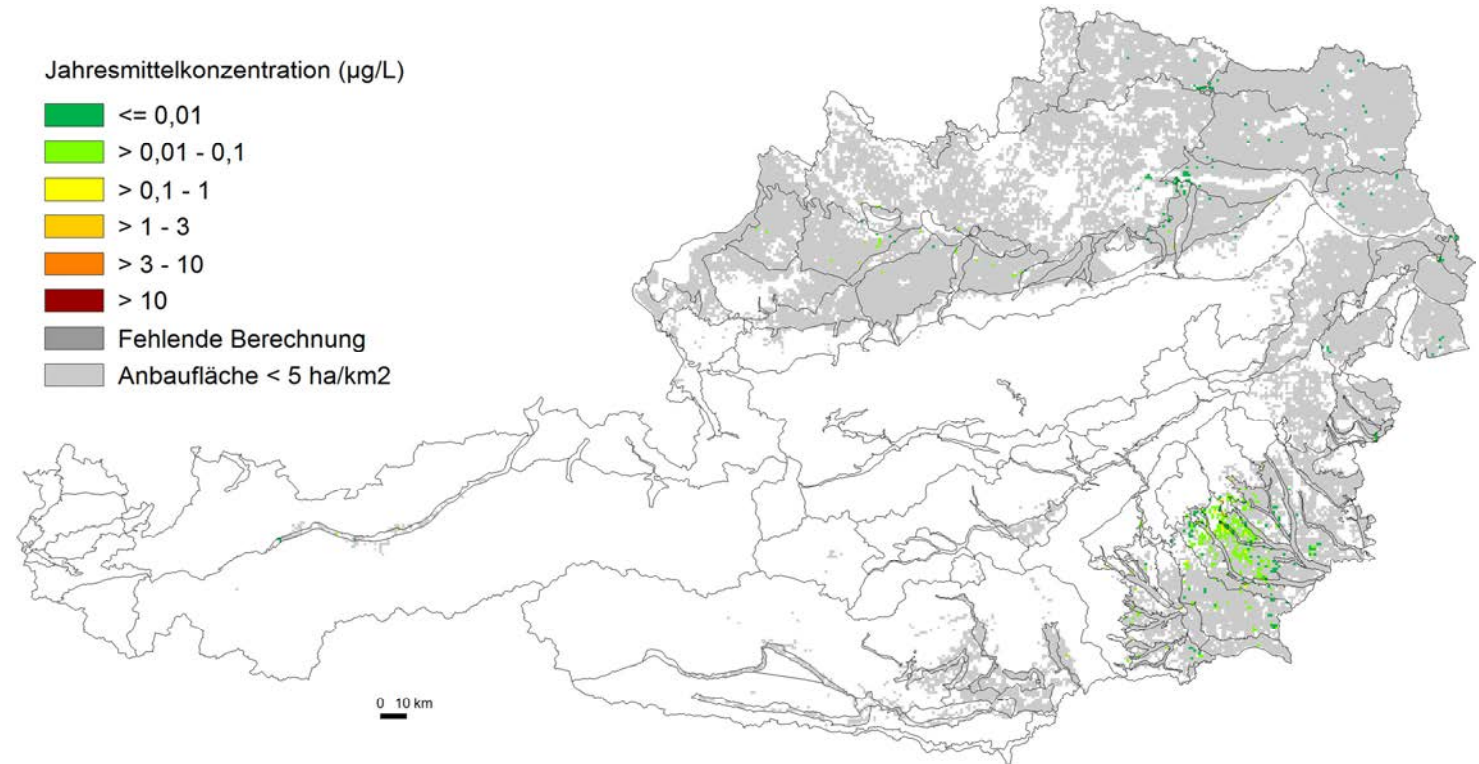


Abbildung 3.4-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von THPI im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Obstanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Captan
Berechnete Substanz:	THPAM
Anwendung:	Obst, 5 × 1,25 kg/ha, 1. - 17. April, 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	52 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

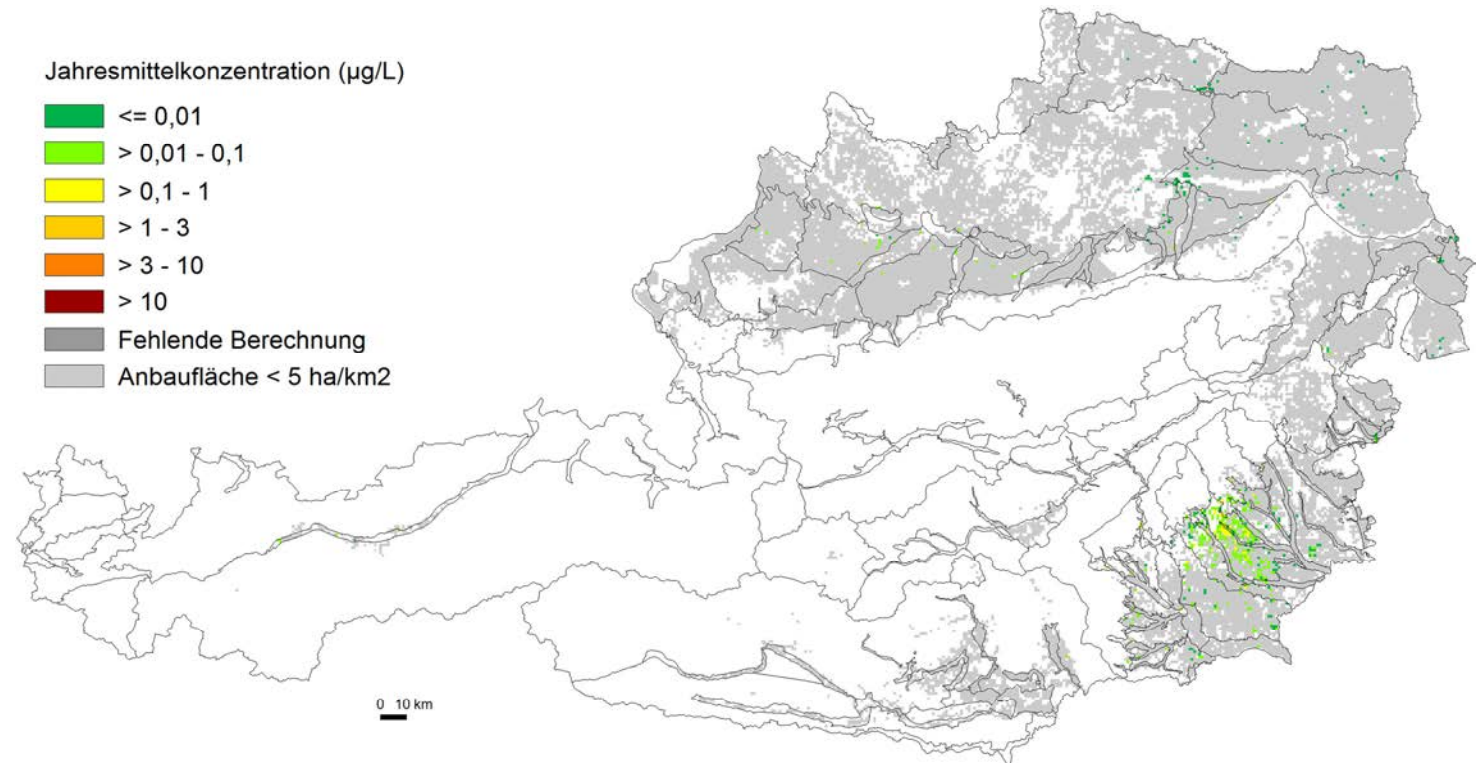
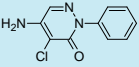




Abbildung 3.4-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von THPAM im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Obstanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.5 Chloridazon

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/01/2009
EU-Erneuerung	31/12/2018
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Pyridazinone
Kultur	Zuckerrübe, Futterrübe, Beta-Rübe
Inverkehrbringungsmenge 2011	Mittel
Produkte	Pyramin DF, Pyramin FL, Pyramin WG, Rebell, Rebell Ultra, Terlin DF, Terlin WG, Betoxon 65 WDG

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Chloridazon	-		19	199	0,85	422	< 0,1
Chloridazon- Desphenyl	Metabolit B		108	50	0,83	k.A.	> 10
Chloridazon- Methylphenyl	Metabolit B1		145	92	0,87	k.A.	1 - 10

k.A. Keine Angaben

EU-Bewertung

Neben den FOCUS-Berechnungen wurden für Chloridazon im Zuge der EU-Bewertung auch Lysimeterstudien vorgelegt. Chloridazon bildet im Boden die zwei mobilen und relativ langlebige Metaboliten Chloridazon-Desphenyl und Chloridazon-Methylphenyl, die in den Lysimeterstudien mit Jahresmittelkonzentrationen deutlich über 10 µg/L (Chloridazon-Desphenyl) bzw. über 1 µg/L (Chloridazon-Methylphenyl) im Sickerwasser gefunden wurden. Der Wirkstoff selbst wurde in den Lysimeterstudien nicht über 0,1 µg/L (Jahresmittelkonzentration) detektiert. Da in den Lysimeterstudien ausschließlich sandige Böden zur Verwendung kamen, können keine Aussagen zum Austragspotential von Chloridazon oder seiner Metaboliten über präferenziellen Fluss in strukturierten Böden getroffen werden.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedsstaaten auf den Schutz des Grundwassers zu achten, wenn der Wirkstoff in Regionen mit empfindlichen Boden- und/oder klimatischen Bedingungen verwendet wird. Die Zulassungsbedingungen sollten Maßnahmen zur Risikobegrenzung umfassen, und in gefährdeten Gebieten müssen gegebenenfalls zur Überprüfung einer möglichen Grundwasserkontamination durch die Metaboliten B und B1 Überwachungsprogramme eingeleitet werden.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Zuckerrübe	1 x 2,6 kg/ha	15. April	Keine	110 t/Jahr

Ein signifikanter Austrag von Chloridazon mit dem Sickerwasser (Matrixfluss) ist auf Grund seiner Stoffeigenschaften entsprechend der guten landwirtschaftlichen Praxis nicht zu erwarten und wird von GeoPEARL-Austria unter Annahme mittlerer Stoffeigenschaften auch nicht prognostiziert. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Demgegenüber ist der berechnete Austrag für den relativ mobilen und eher langlebigen Metaboliten Chloridazon-Desphenyl hoch. Unter Annahme einer praxisüblichen Anwendungshäufigkeit (alle 4 Jahre) werden für Chloridazon-Desphenyl bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) von etwa 4 µg/L prognostiziert, bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen erhöhen sich diese Werte auf etwa 30 µg/L. Die berechneten Jahresmittelkonzentrationen von Chloridazon-Desphenyl sind in schwach humosen, seichtgründigen Böden und bei schwach positiver klimatischer Wasserbilanz am höchsten. In Regionen mit stark positiver klimatischer Wasserbilanz kommt es zu Verdünnungseffekten aufgrund hoher Sickerwassermengen. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Zuckerrüben) liegen die prognostizierten Jahresmittelkonzentration im grundwassernahen Sickerwasser bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen bei etwa 2 µg/L, bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen noch bei etwa 13 µg/L.

Die Situation für Chloridazon-Methyldesphenyl ist ähnlich, allerdings bewegen sich die berechneten Jahresmittelkonzentrationen auf deutlich geringerem Niveau (max. 3 µg/L im grundwassernahen Sickerwasser).

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.5-3):

Chloridazon-Desphenyl

- Lenkung auf mittel bis stark humose Böden
- Lenkung auf tiefgründige Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer klimatischer Wasserbilanz

Chloridazon-Methyldesphenyl

- Lenkung auf mittel bis stark humose Böden
- Lenkung auf tiefgründige Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer klimatischer Wasserbilanz

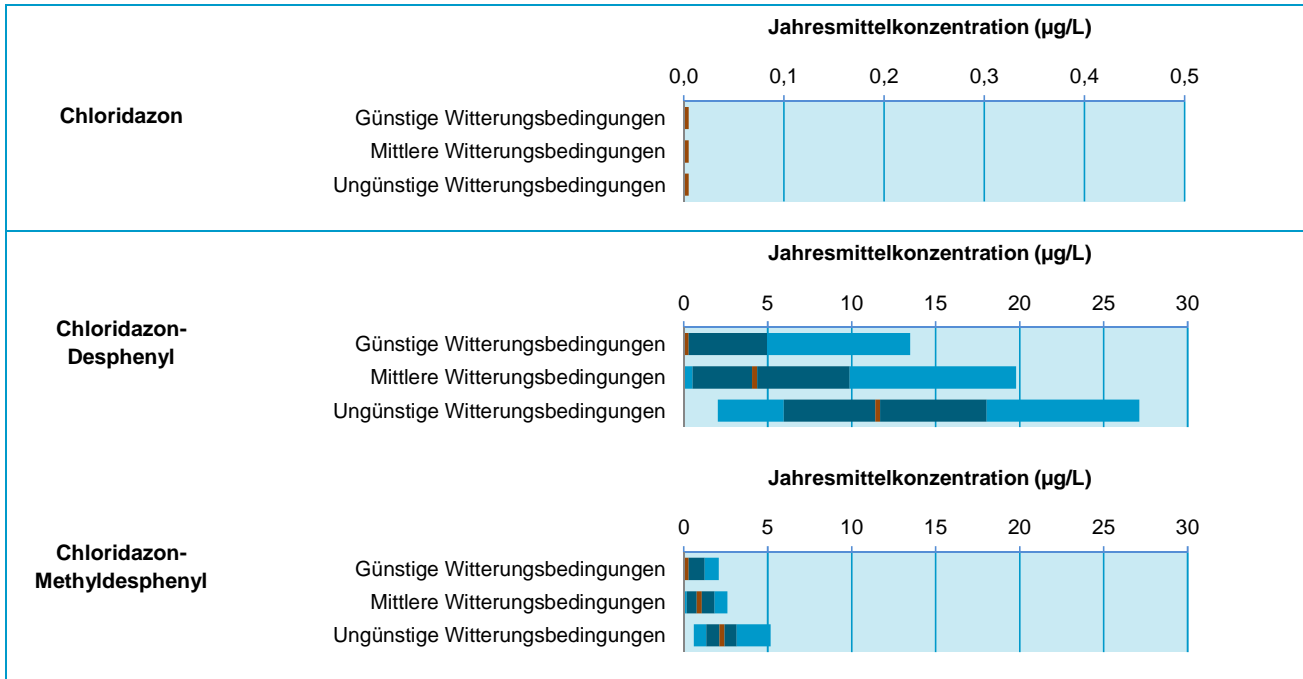


Abbildung 3.5-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Chloridazon und der Metaboliten Chloridazon-Desphenyl und Chloridazon-Methyl-desphenyl im Sickerwasser (1 m) aller Zuckerrübenanbauflächen bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

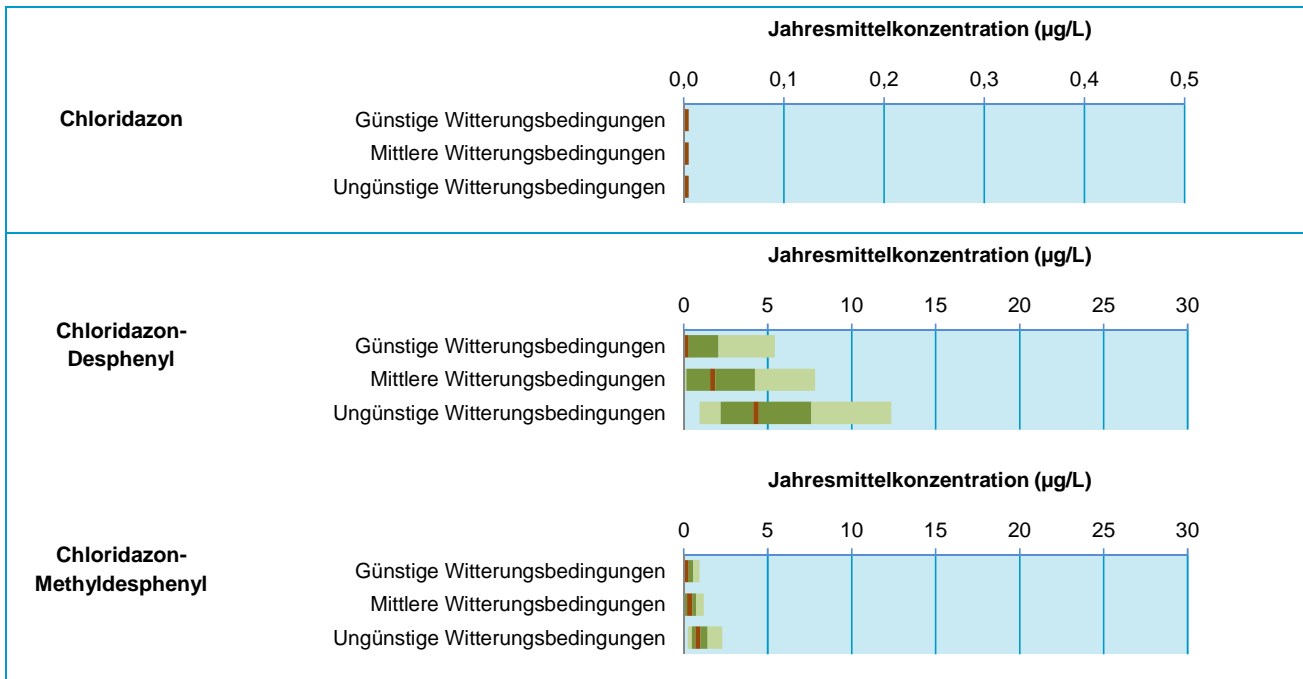


Abbildung 3.5-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Chloridazon und der Metaboliten Chloridazon-Desphenyl und Chloridazon-Methyl-desphenyl im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Zuckerrübenanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

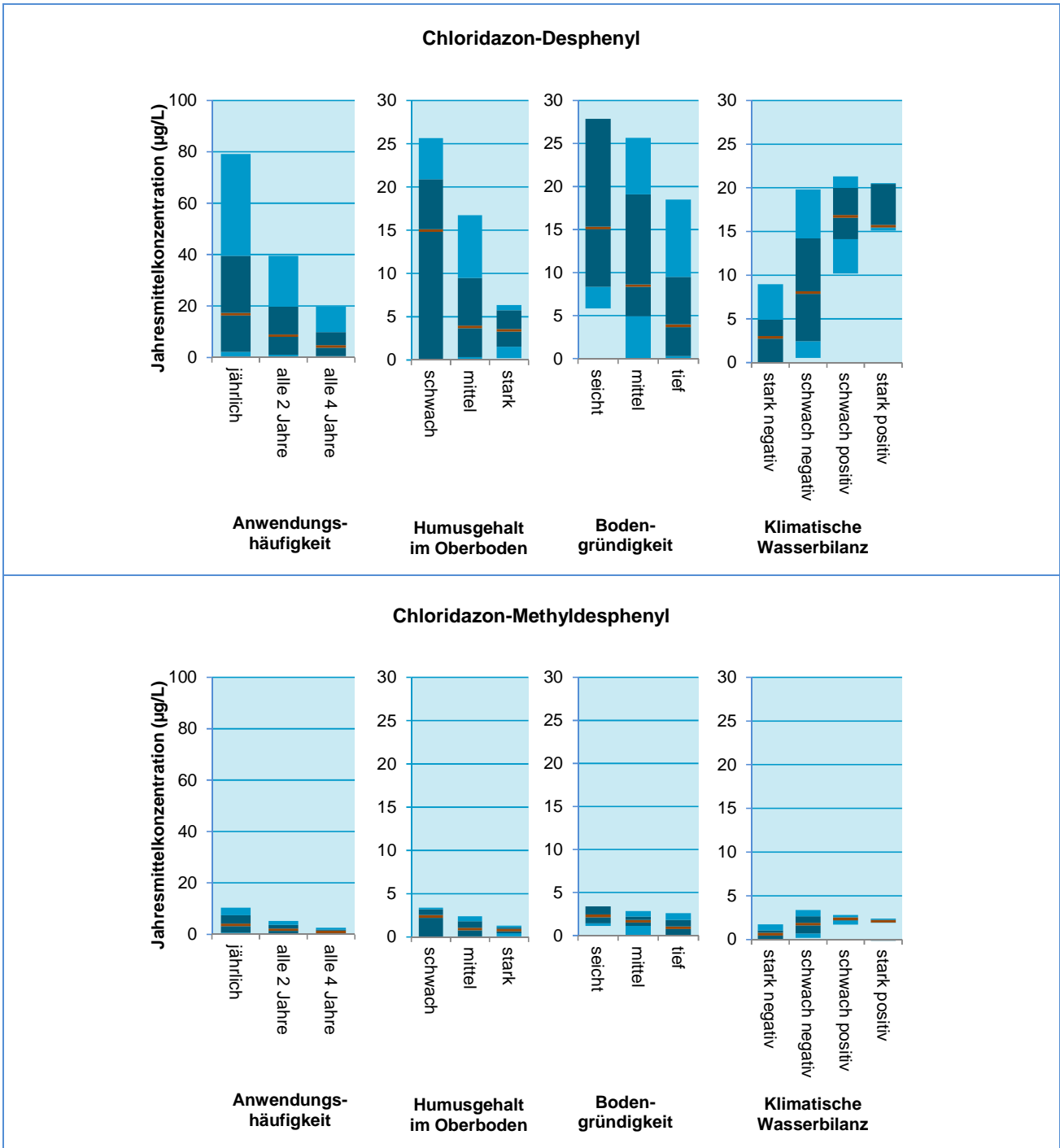


Abbildung 3.5-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration der Metaboliten Chloridazon-Desphenyl und Chloridazon-Methyl-desphenyl im Sickerwasser (1 m) aller Zuckerrübenanbauflächen in Abhängigkeit der Anwendungshäufigkeit und bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Chloridazon
Berechnete Substanz:	Chloridazon
Anwendung:	Zuckerrübe, 15. April, 1 × 2,6 kg/ha, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	110 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

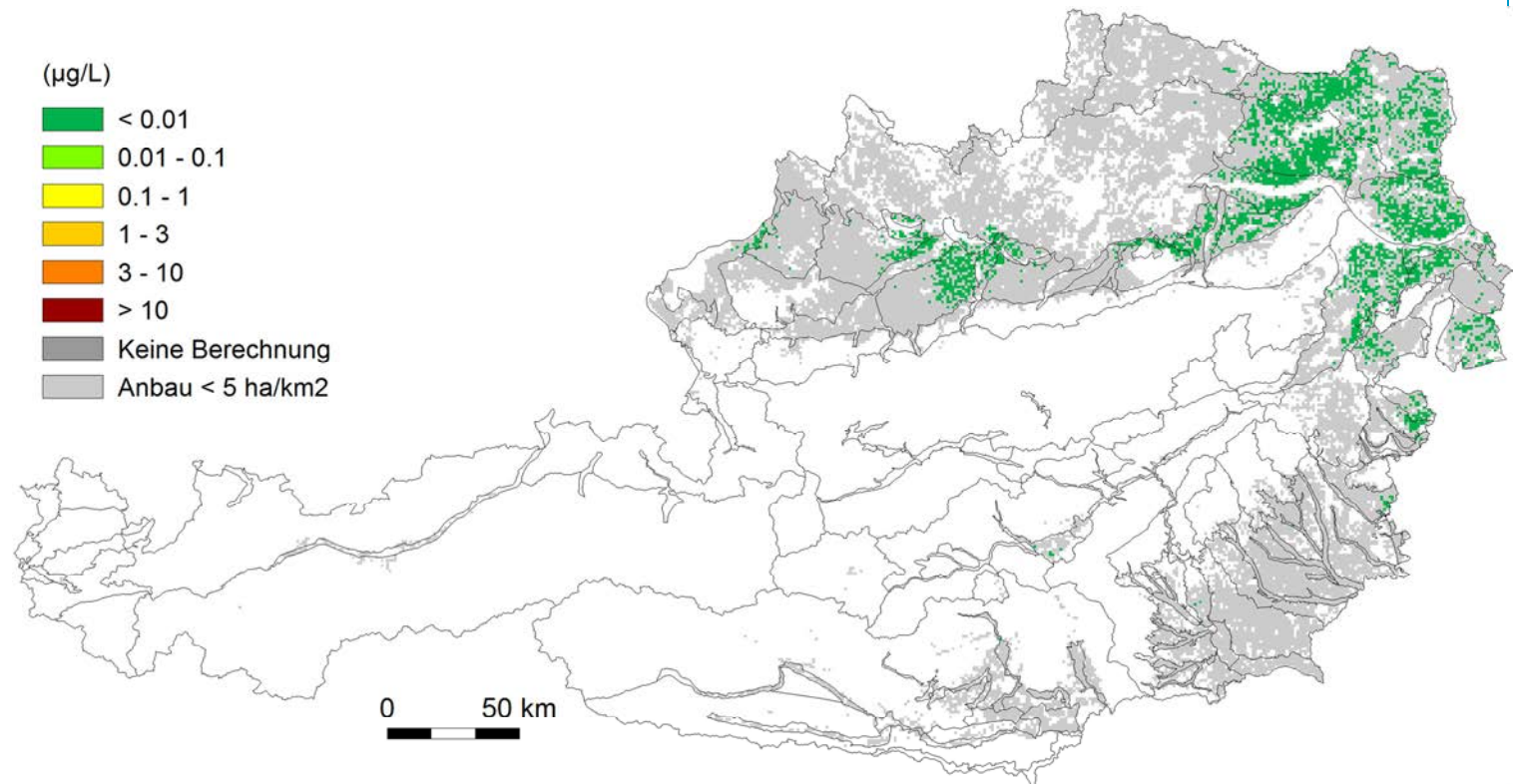


Abbildung 3.5-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Chloridazon im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Zuckerrübenanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Chloridazon
Berechnete Substanz:	Chloridazon-Desphenyl
Anwendung:	Zuckerrübe, 15. April, 1 × 2,6 kg/ha, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	110 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

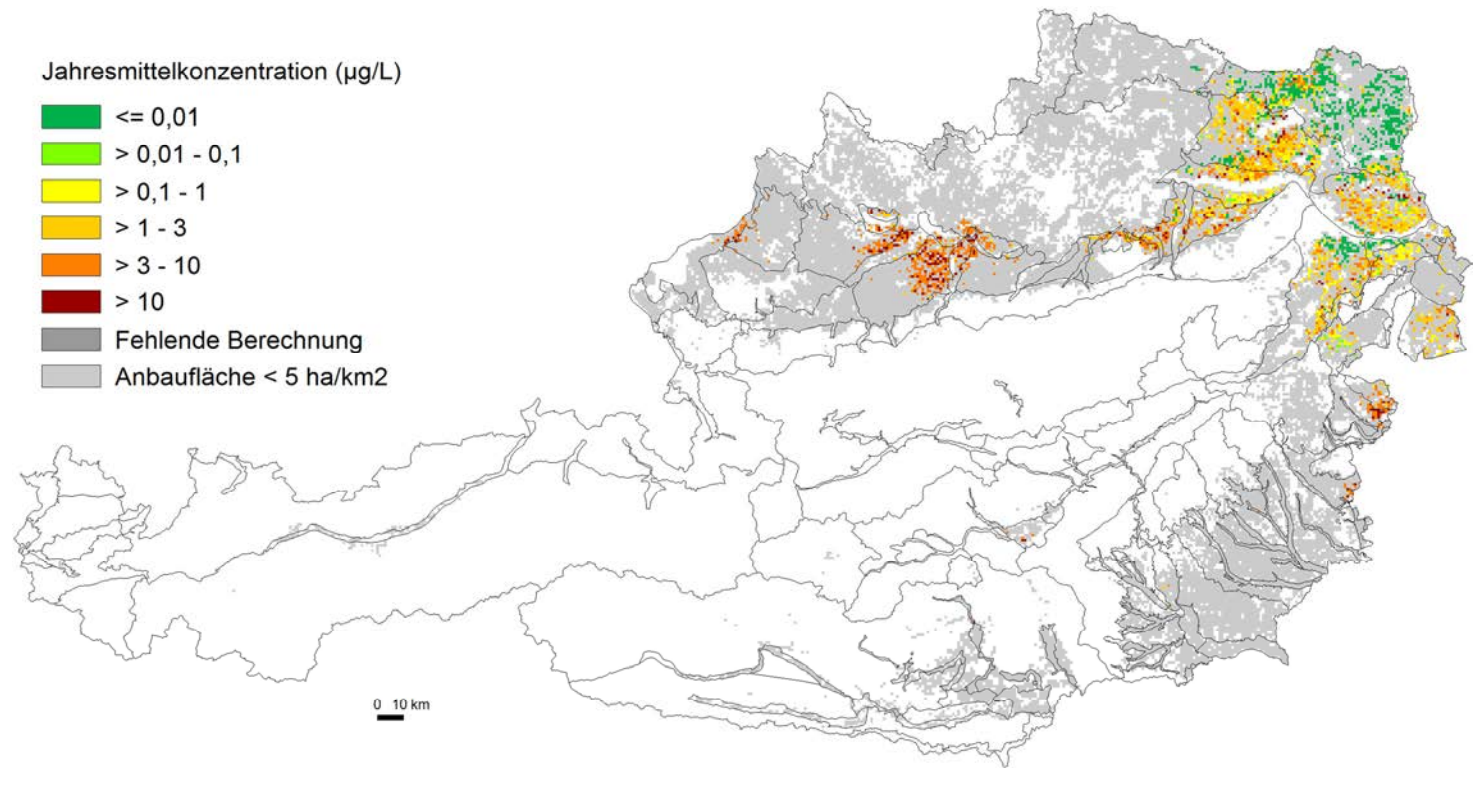


Abbildung 3.5-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Chloridazon-Desphenyl im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Zuckerrübenanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Chloridazon
Berechnete Substanz:	Chloridazon-Methyl-desphenyl
Anwendung:	Zuckerrübe, 15. April, 1 x 2,6 kg/ha, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	110 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

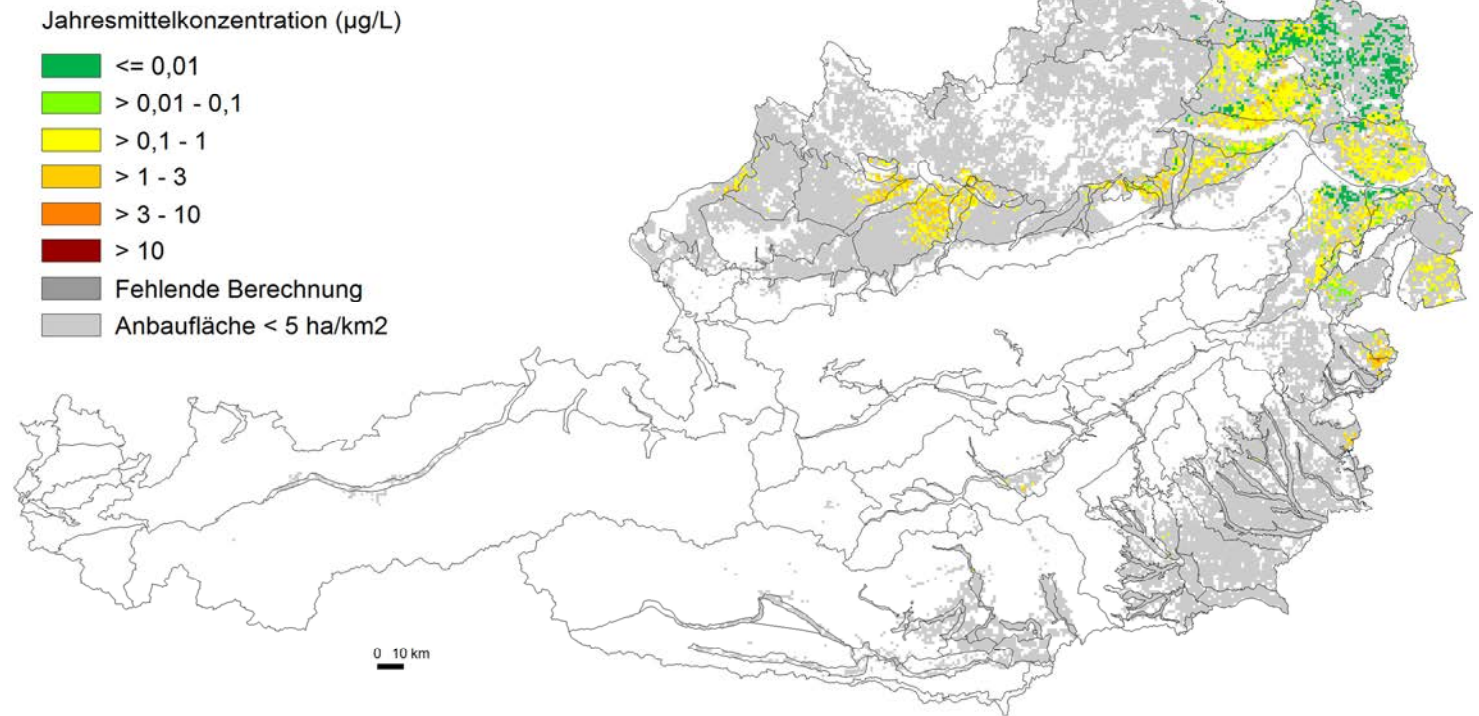
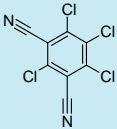
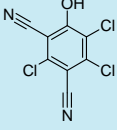
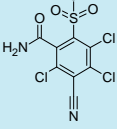
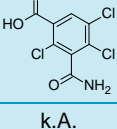


Abbildung 3.5-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Chloridazon-Methyl-desphenyl im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Zuckerrübenanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.6 Chlorthalonil

Factsheet	
Aufnahme in Annex I	01/03/2006
Erneuerung	28/02/2016
Wirkungstyp	Fungizid
Stoffklasse	Chlornitrile
Kultur	Getreide
Inverkehrbringungsmenge 2011	Mittel
Produkte	Amistar Opti, Bravo 500, Credo, Tattoo C

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Chlorthalonil	-		9	850	0,85	0,81	< 0,1
-	R 182281, SDS 3701		82	380	0,89	13320	< 0,1
Chlorthalonil-Sulfonsäure	R 417888		68	10	0,99	15600	> 10
-	R 611965, SDS 46851		103 ^a	77 ^a	1,07	7730	> 10 / 0,1 - 1 ^b
-	R 419492	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1 - 10

k.A. Keine Angaben
^a Nur ein Wert verfügbar
^b Feldversickerungsstudie USA / Lysimeterstudie Deutschland (max. Konzentrationen, keine Jahresmittelkonzentration)

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurden im Zuge der EU-Bewertung von Chlorthalonil Feldversickerungsstudien in den USA und eine Lysimeterstudie in Deutschland vorgelegt. Chlorthalonil und der Metabolit R 182281 (SDS 3701) wurden in keiner der Studien mit einer Jahresmittelkonzentration über 0,1 µg/L ermittelt. Maximale Jahresmittelkonzentrationen für den wesentlich mobileren Metaboliten Chlorthalonil-Sulfonsäure (R 417888) lagen in der Lysimeterstudie knapp über 10 µg/L, für den Metaboliten R 419492 zwischen 1 und 10 µg/L. Für R 419492 sind allerdings keine Stoffeigenschaften für eine Berechnung mit GeoPEARL-Austria verfügbar. Metabolit R 611965 (SDS 46851) wurde nur in den Feldversickerungsstudien in den USA mit Konzentrationen > 10 µg/L detektiert, in der Lysimeterstudie in Deutschland mit maximal 0,2 µg in einer Sickerwasserprobe.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedsstaaten auf den Schutz des Grundwassers zu achten, insbesondere hinsichtlich des Wirkstoffs und seiner Metaboliten R 417888 und R 611965 (SDS 46851), wenn der Wirkstoff in Regionen mit empfindlichen Böden und/oder schwierigen Witterungsbedingungen ausgebracht wird. Die Zulassungsbedingungen sollten gegebenenfalls Maßnahmen zur Risikobegrenzung umfassen.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Wintergetreide	1 × 1 kg/ha	16. April	70 %	444 t/Jahr

Ein signifikanter Austrag von Chlorthalonil mit dem Sickerwasser ist aufgrund seiner Eigenschaften (kurze Halbwertszeit, hoher Adsorptionskoeffizient) nicht zu erwarten. GeoPEARL-Austria prognostiziert für den Wirkstoff im Sickerwasser (1 m) behandelter Wintergetreideanbauflächen durchwegs Jahresmittelkonzentrationen unter 0,1 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Demgegenüber ist der Austrag des Metaboliten Chlorthalonil-Sulfonsäure (R 417888) über das Sickerwasser hoch. GeoPEARL-Austria prognostiziert für diesen Metaboliten im Sickerwasser (1 m) behandelter Wintergetreideanbauflächen bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen Jahresmittelkonzentration um 6 µg/L, bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bis zu 15 µg/L. Aufgrund des sehr geringen Adsorptionskoeffizienten von Chlorthalonil-Sulfonsäure (R 417888) korreliert der berechnete Austrag kaum mit dem Humusgehalt des Bodens oder mit dessen Gründigkeit. Unter Einbezug der tatsächlichen Anbaufläche (Wintergetreide) liegen die berechneten Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen um 4 µg/L.

Deutlich geringer sind die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser für den Metaboliten R 611965 (SDS 46851) mit etwa 0,4 µg/L bei mittleren und knapp über 1 µg/L bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen. Mit nur einem Wertepaar für die Halbwertszeit bzw. den Adsorptionskoeffizienten sind die Berechnungen für diesen Metaboliten allerdings schlecht abgesichert.

Die berechneten Jahresmittelkonzentrationen für den Metaboliten R 182281 (SDS 3701) liegen durchwegs unter 0,1 µg/L.

Für den Metaboliten R 419492 stehen keine Stoffdaten für eine Berechnung mit GeoPEARL-Austria zur Verfügung. Basierend auf den Ergebnissen der im Zuge der EU-Bewertung eingereichten Lysimeterstudie ist für diesen Metaboliten bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen mit Jahresmittelkonzentrationen um 4 µg/L zu rechnen.



Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit können keine effektiven Maßnahmen zur Austragsreduktion von Chlorthalonil-Sulfonsäure (R 417888) abgeleitet werden (Abbildung 3.6-3).

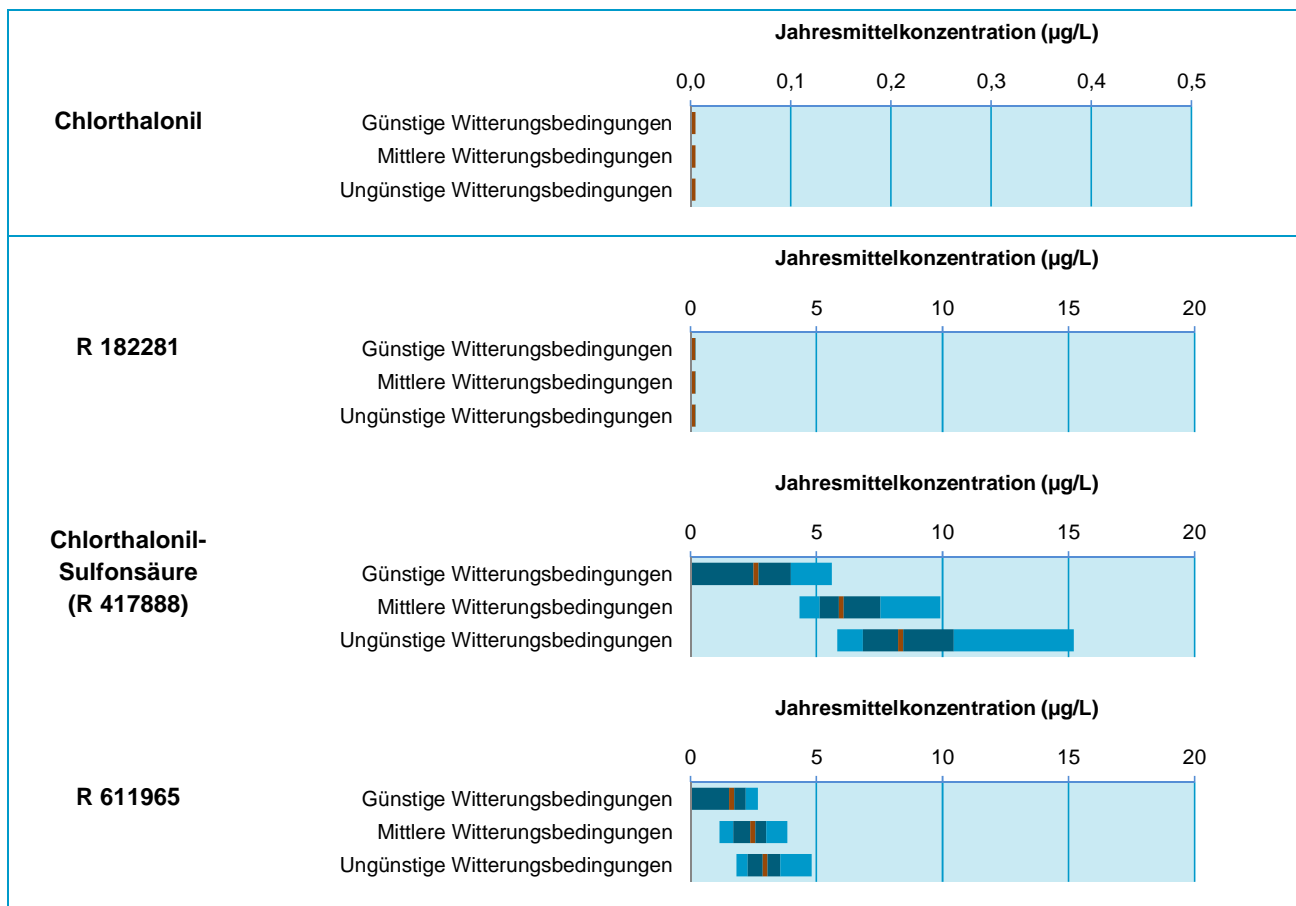


Abbildung 3.6-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Chlorthalonil und der Metaboliten R 182281, Chlorthalonil-Sulfonsäure (R 417888) und R 611965 im Sickerwasser (1 m) aller Wintergetreideanbauflächen bei jährlicher Anwendung und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

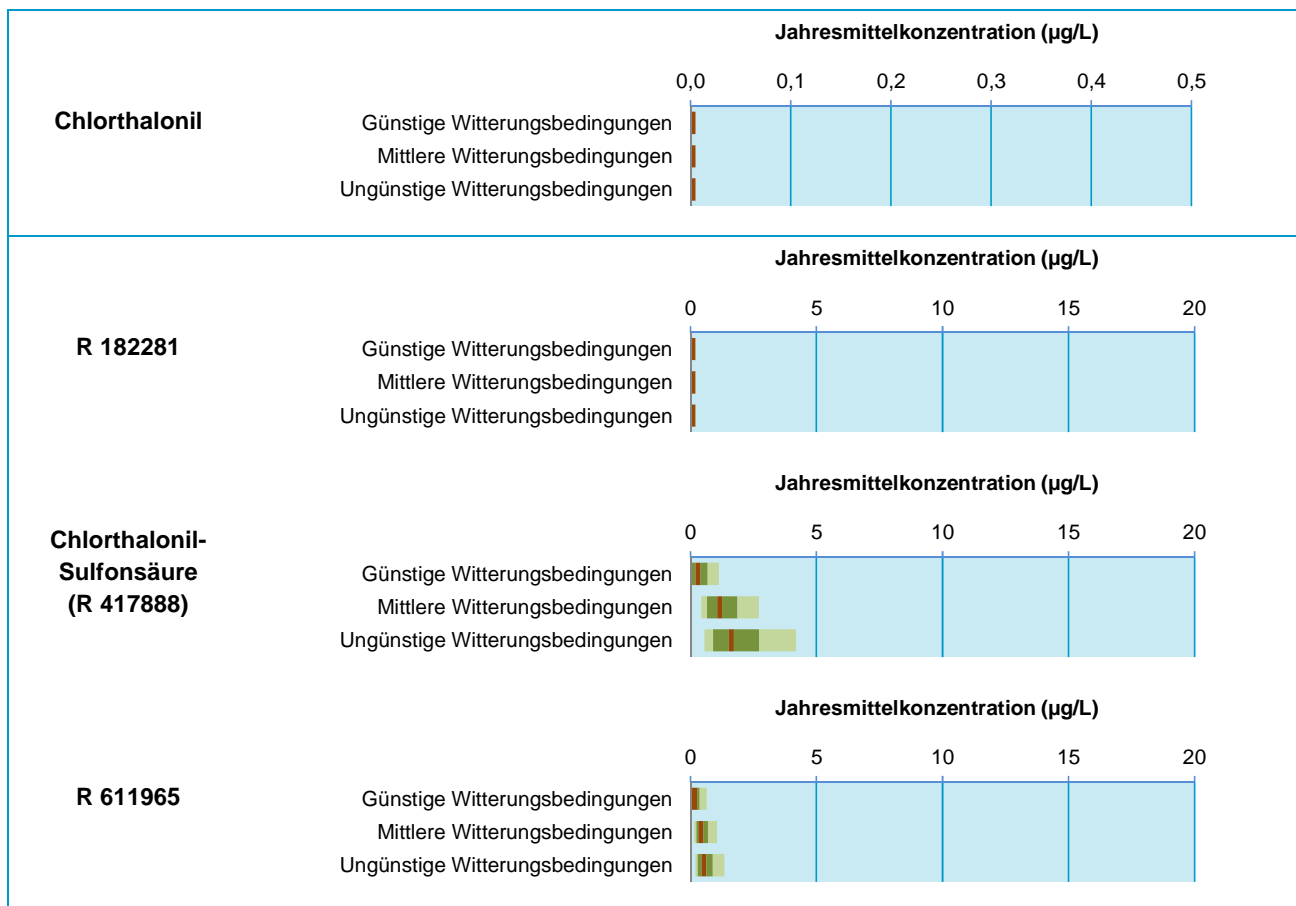


Abbildung 3.6-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Chlorthalonil und der Metaboliten R 182281, Chlorthalonil-Sulfonsäure (R 417888) und R 611965 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

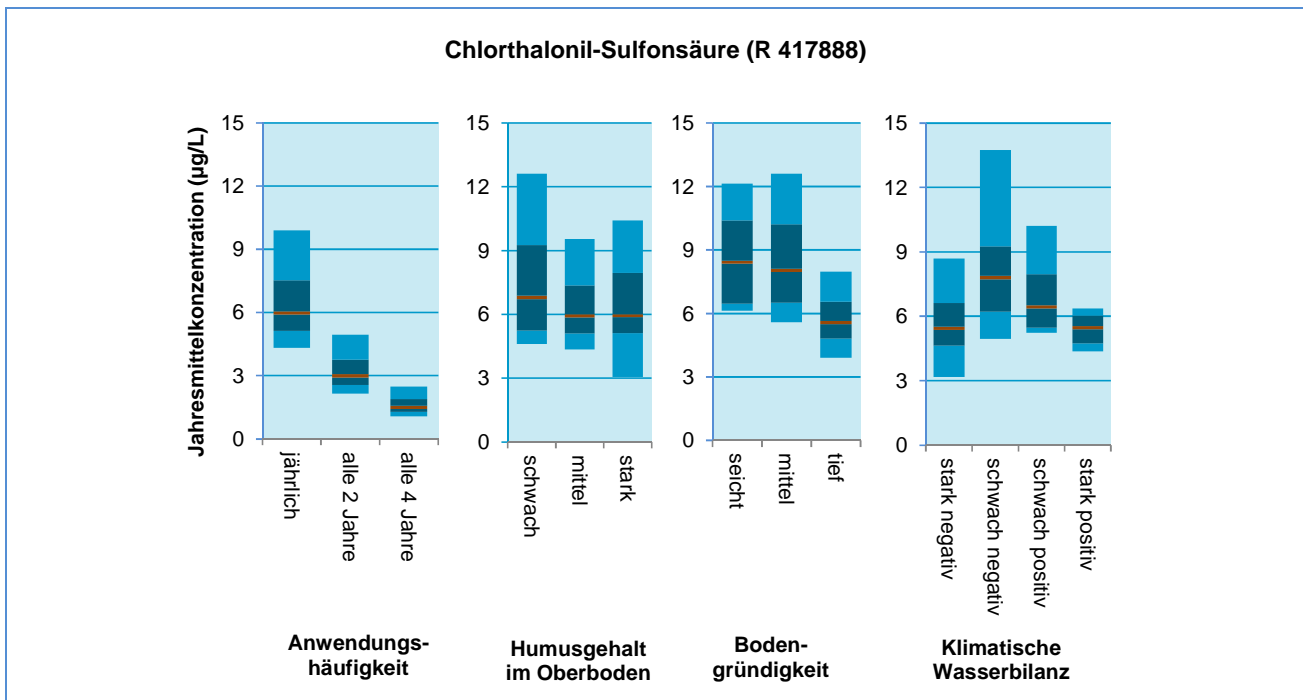


Abbildung 3.6-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration des Metaboliten Chlorthalonil-Sulfonsäure (R 417888) im Sickerwasser (1 m) aller Wintergetreideanbauflächen in Abhängigkeit von der Anwendungshäufigkeit und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodenständigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlerer Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Chlorthalonil
Berechnete Substanz:	Chlorthalonil
Anwendung:	Wintergetreide, 1 × 1 kg/ha, 15. April, 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	444 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2010:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

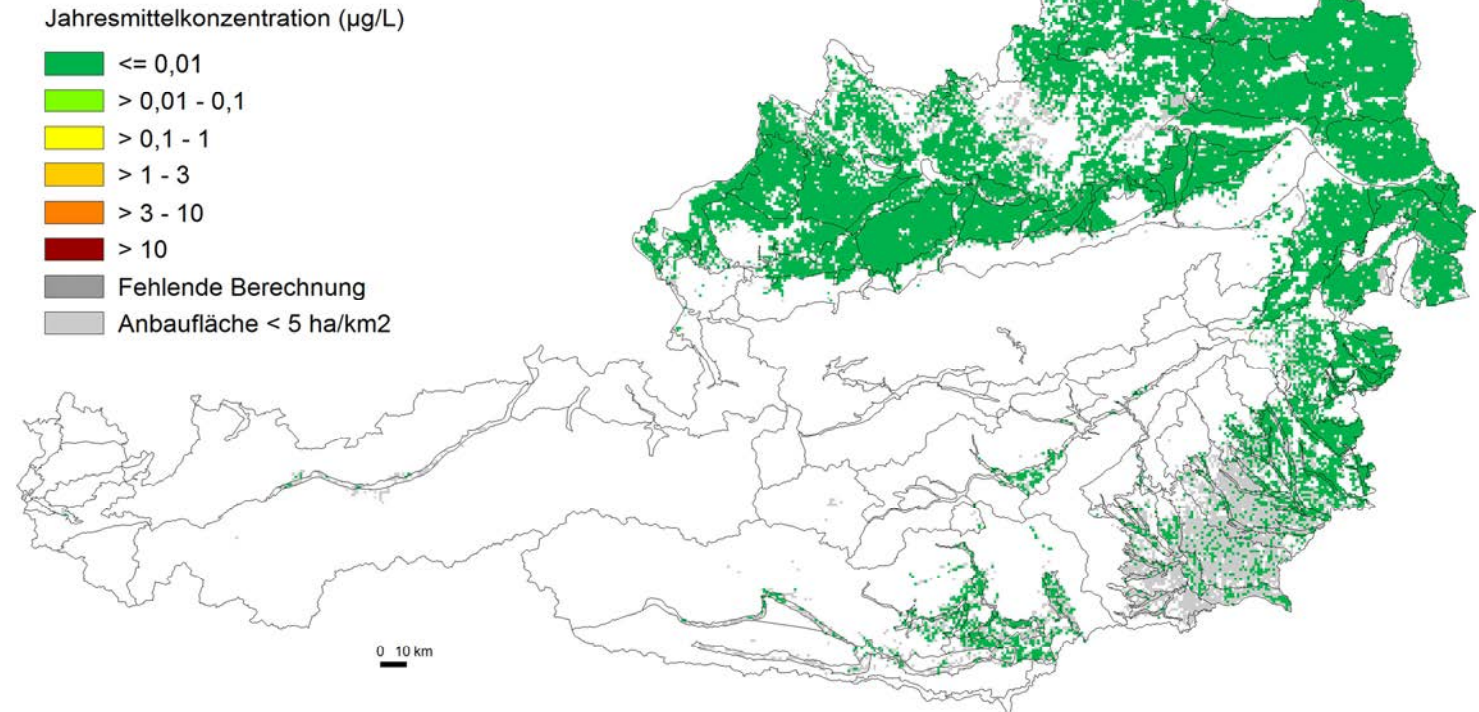


Abbildung 3.6-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Chlorthalonil im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Chlorthalonil
Berechnete Substanz:	Chlorthalonil-Sulfonsäure (R 417888)
Anwendung:	Wintergetreide, 1 × 1 kg/ha, 15. April, 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	444 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2010:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

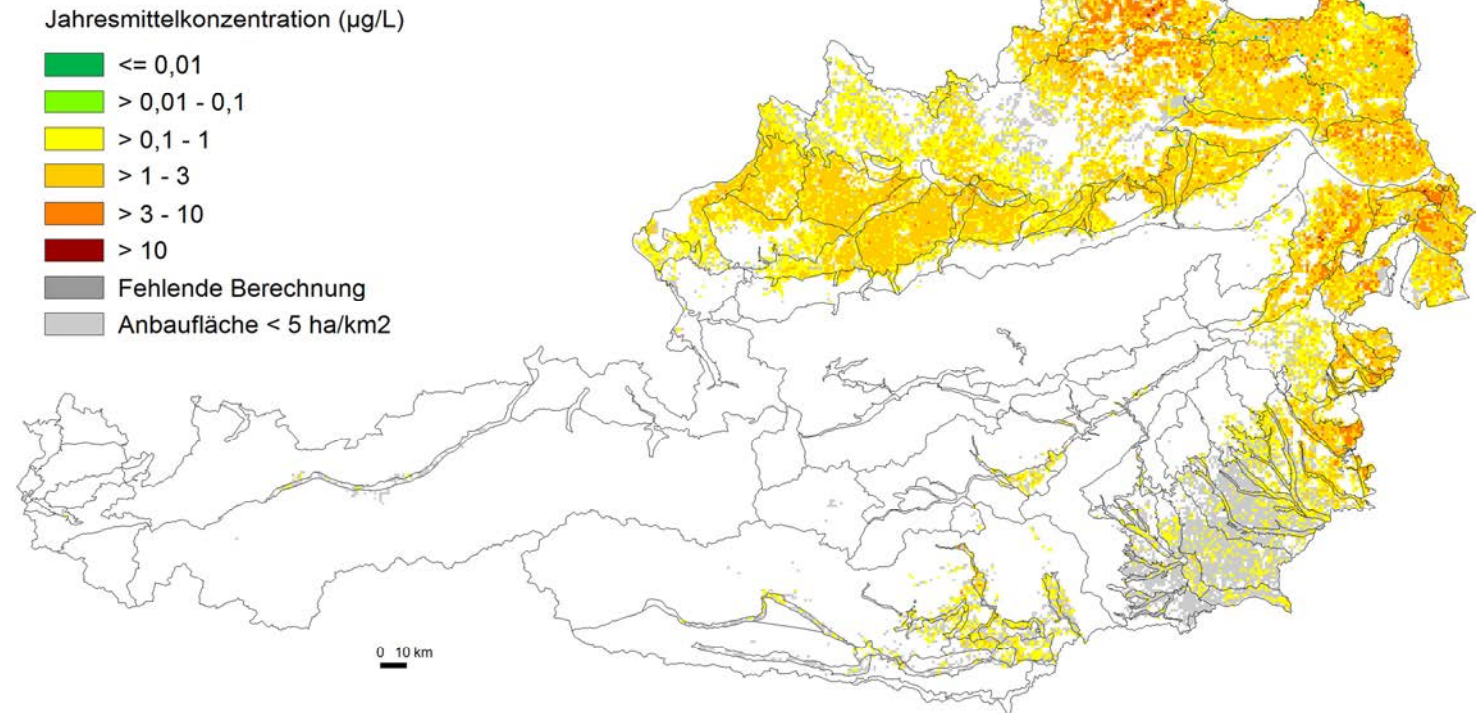


Abbildung 3.6-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Chlorthalonil-Sulfonsäure (R 417888) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Chlorthalonil
Berechnete Substanz:	R 611965
Anwendung:	Wintergetreide, 1 × 1 kg/ha, 15. April, 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	444 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2010:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

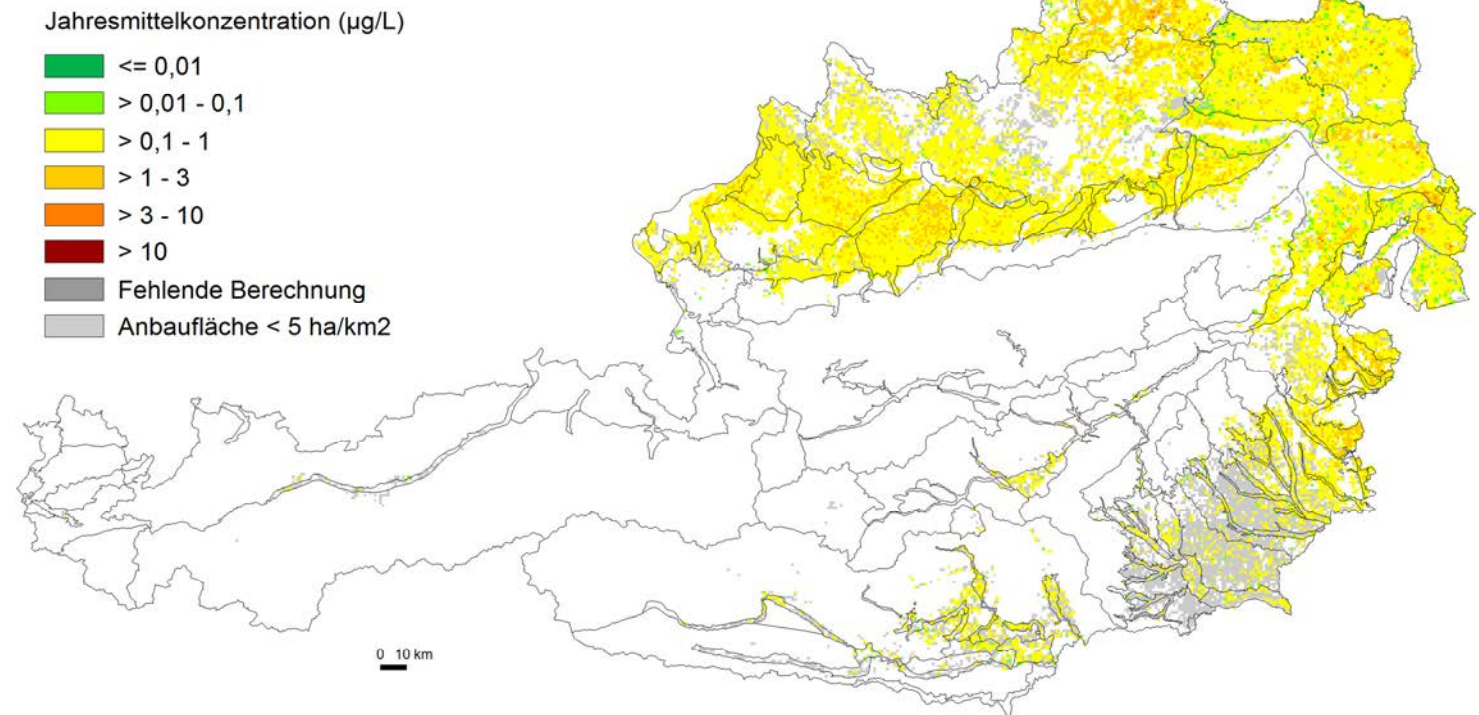
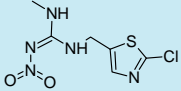


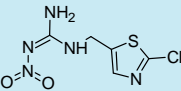
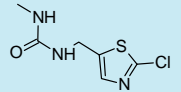
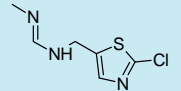


Abbildung 3.6-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von R 611965 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.7 Clothianidin

Factsheet	
Aufnahme in Annex I	01/08/2006
Erneuerung	31/07/2016
Wirkungstyp	Insektizid
Stoffklasse	Neonicotinoide
Kultur	Mais, Zuckerrübe, Futterrübe
Inverkehrbringungsmenge 2011	Gering
Produkte	Poncho, Poncho Beta, Dantop, Elado, Janus, Modesto

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Clothianidin	-		100 ^a	160 ^a	0,83	340	< 0,1
1-Methyl-2-nitroguanidin	MNG		66	21	0,91	k.A.	0,07
2-Nitroguanidin	NTG		68	16	0,88	k.A.	0,04
-	TZNG		61	275	0,82	19950	k.A.
-	TZMU		9	62	0,88	k.A.	k.A.
-	TZFA		43	560	0,87	k.A.	k.A.

k.A. Keine Angaben
^a Aged sorption ($k_d = 0,031/\text{Tag}$, $f_{ns} = 0,6$)

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurden im Zuge der EU-Genehmigung von Clothianidin drei Lysimeterstudien vorgelegt. Der Wirkstoff wurde in keiner der beiden Lysimeterstudien über 0,1 µg/L detektiert. Die beiden Metaboliten 1-Methyl-2-Nitroguanidin (MNG) und 2-Nitroguanidin (NTG) wurden in einer der Studien mit maximal 0,07 bzw. 0,04 µg/L detektiert.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten der Gefahr einer Verschmutzung des Grundwassers besondere Beachtung schenken, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit empfindlichen Böden und/oder Klimabedingungen ausgebracht wird.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Mais	1 × 0,05 kg/ha	5. Mai	Keine	13 t/Jahr

Mit einer relativ langen mittleren Halbwertszeit im Boden von 100 Tagen und einem mittleren Adsorptionskoeffizienten von 160 L/kg weist Clothianidin auch unter Berücksichtigung von *aged sorption* ein etwas erhöhtes Austragspotential mit dem Sickerwasser auf. GeoPEARL-Austria prognostiziert bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen im Sickerwasser (1 m) behandelter Maisanbauflächen Jahresmittelkonzentrationen um 0,1 µg/L. Der berechnete Austrag von Clothianidin ist in schwach humosen Böden höher. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Mais) reduziert sich die Jahresmittelkonzentration im grundwassernahen Sickerwasser auf 0,02 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Für die Metaboliten 1-Methyl-2-Nitroguanidin (MNG) und 2-Nitroguanidin (NTG) werden bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) um 1 bzw. 2 µg/L berechnet. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Mais) reduzieren sich die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser auf etwa 0,3 bzw. 0,5 µg/L. Der berechnete Austrag für 2-Nitroguanidin (NTG) ist in schwach humosen Böden am höchsten, der Einfluss der Bodengründigkeit ist hingegen gering. Die berechnete Jahresmittelkonzentration für die Metaboliten TZNG und TZFA ist aufgrund ihres hohen Adsorptionskoeffizienten gering (< 0,01 µg/L).

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.7-3):

Clothianidin:

- Lenkung auf stark humose Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer klimatischer Wasserbilanz

2-Nitroguanidin (NTG):

- Lenkung auf stark humose Böden

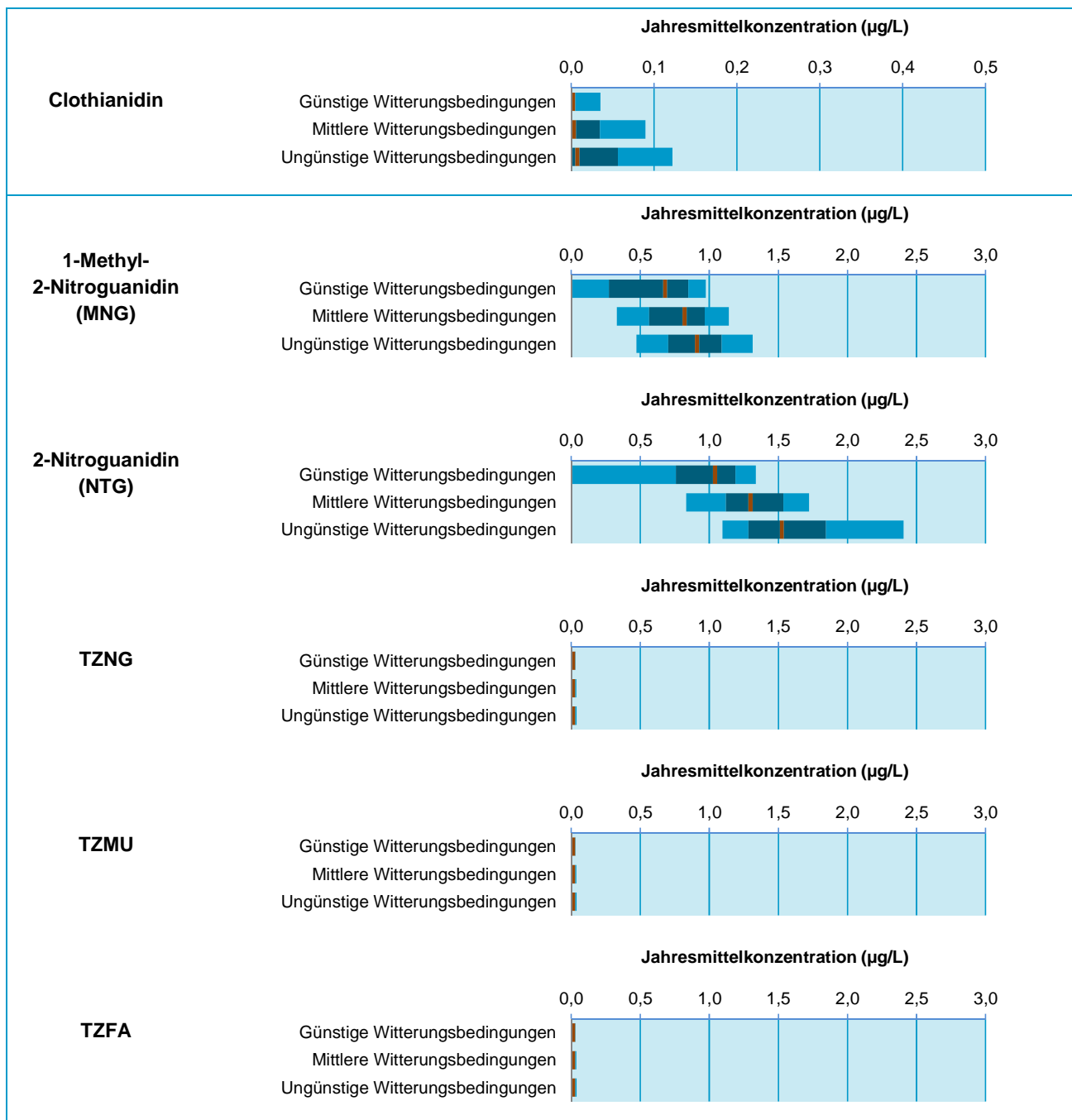


Abbildung 3.7-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Clothianidin und der Metaboliten 1-Methyl-2-Nitroguanidin (MNG), 2-Nitroguanidin (NTG), TZNG, TZMU und TZFA im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei jährlicher Anwendung und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

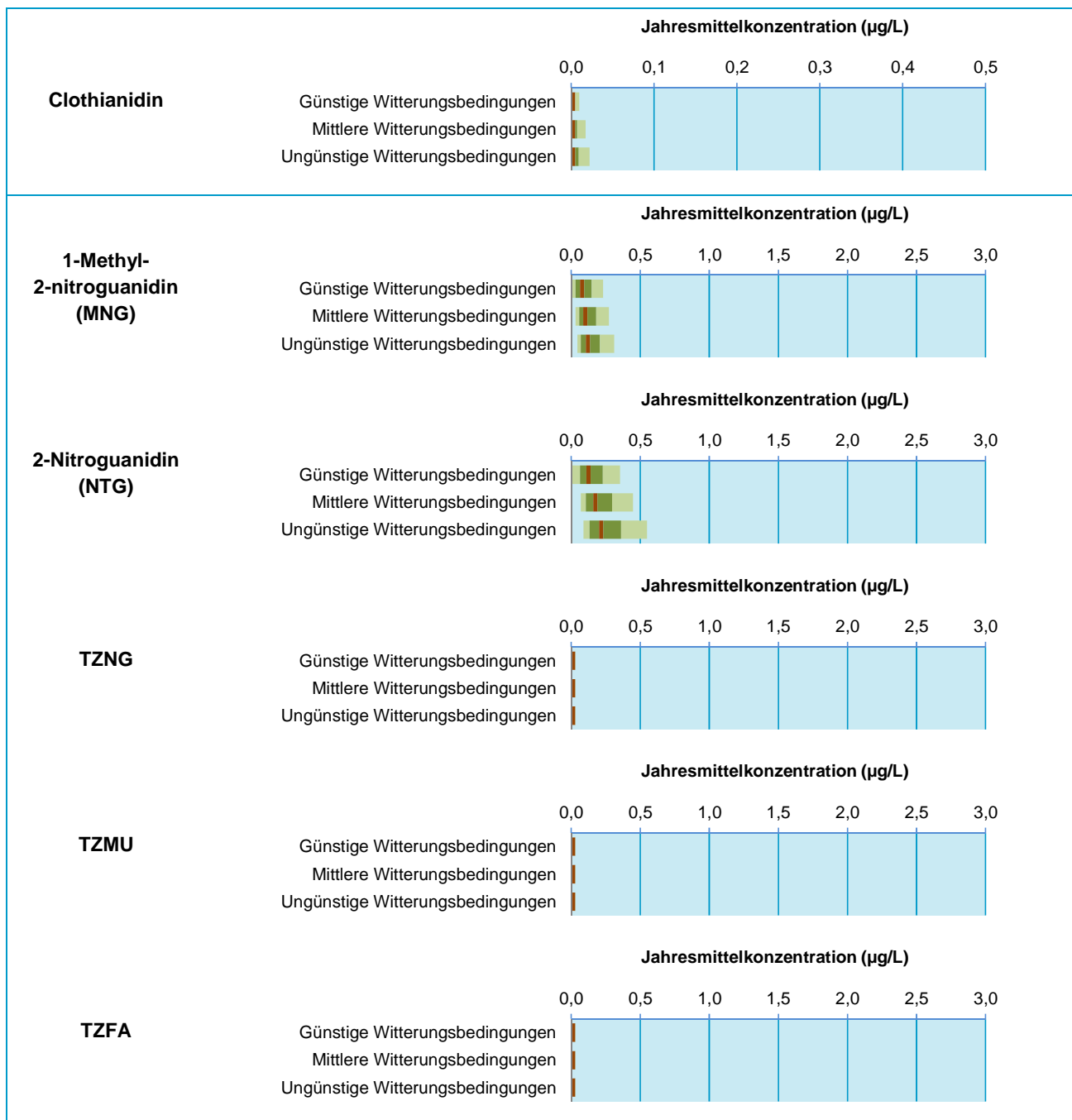


Abbildung 3.7-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Clothianidin und der Metaboliten 1-Methyl-2-Nitroguanidin (MNG), 2-Nitroguanidin (NTG), TZNG, TZMU und TZFA im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

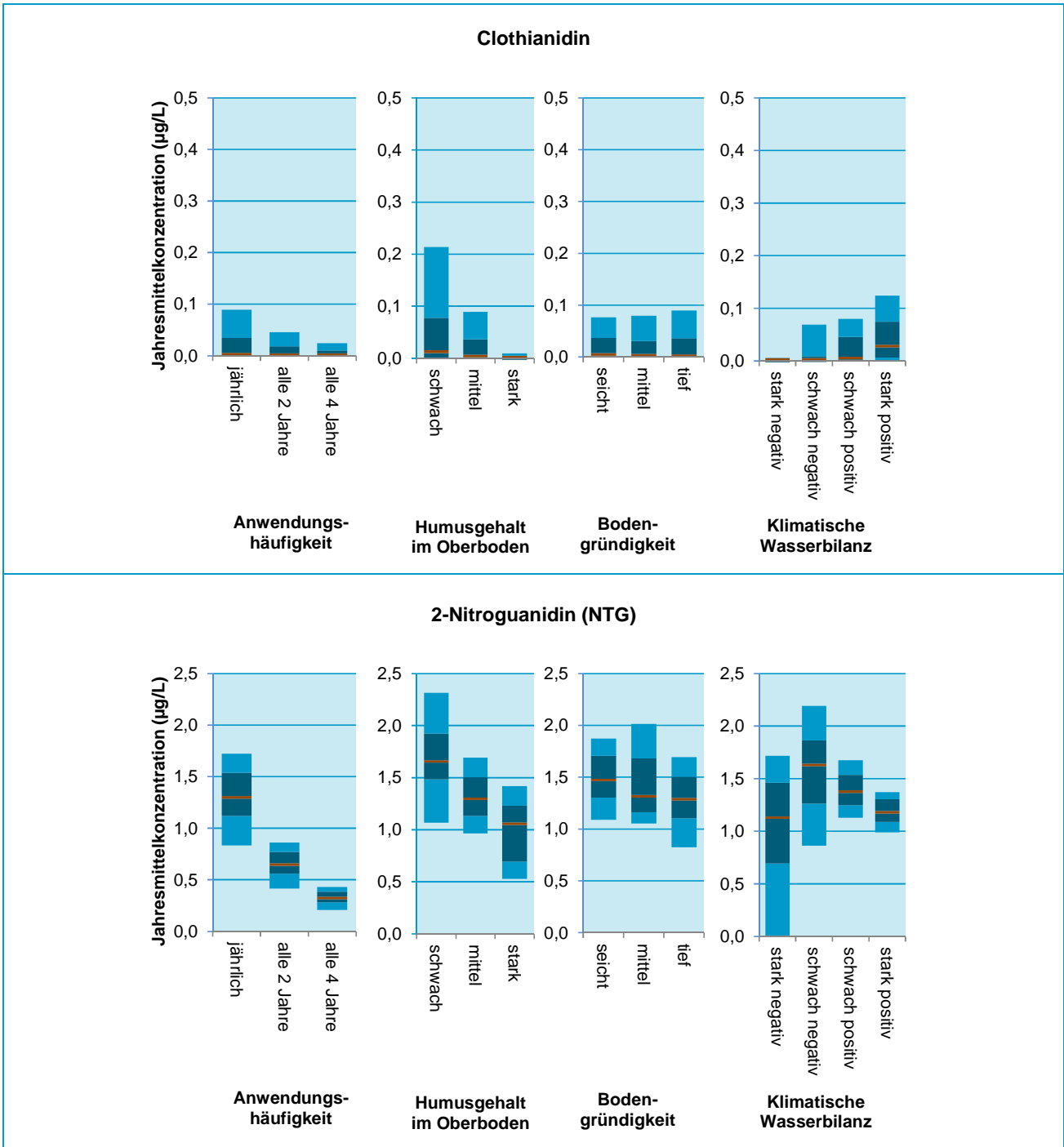


Abbildung 3.7-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Clothianidin und des Metaboliten 2-Nitroguanidin (NTG) im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei unterschiedlicher Anwendungshäufigkeit und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Clothianidin
Berechnete Substanz:	Clothianidin
Anwendung:	Mais, 1 × 0,05 kg/ha, 5. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	13 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

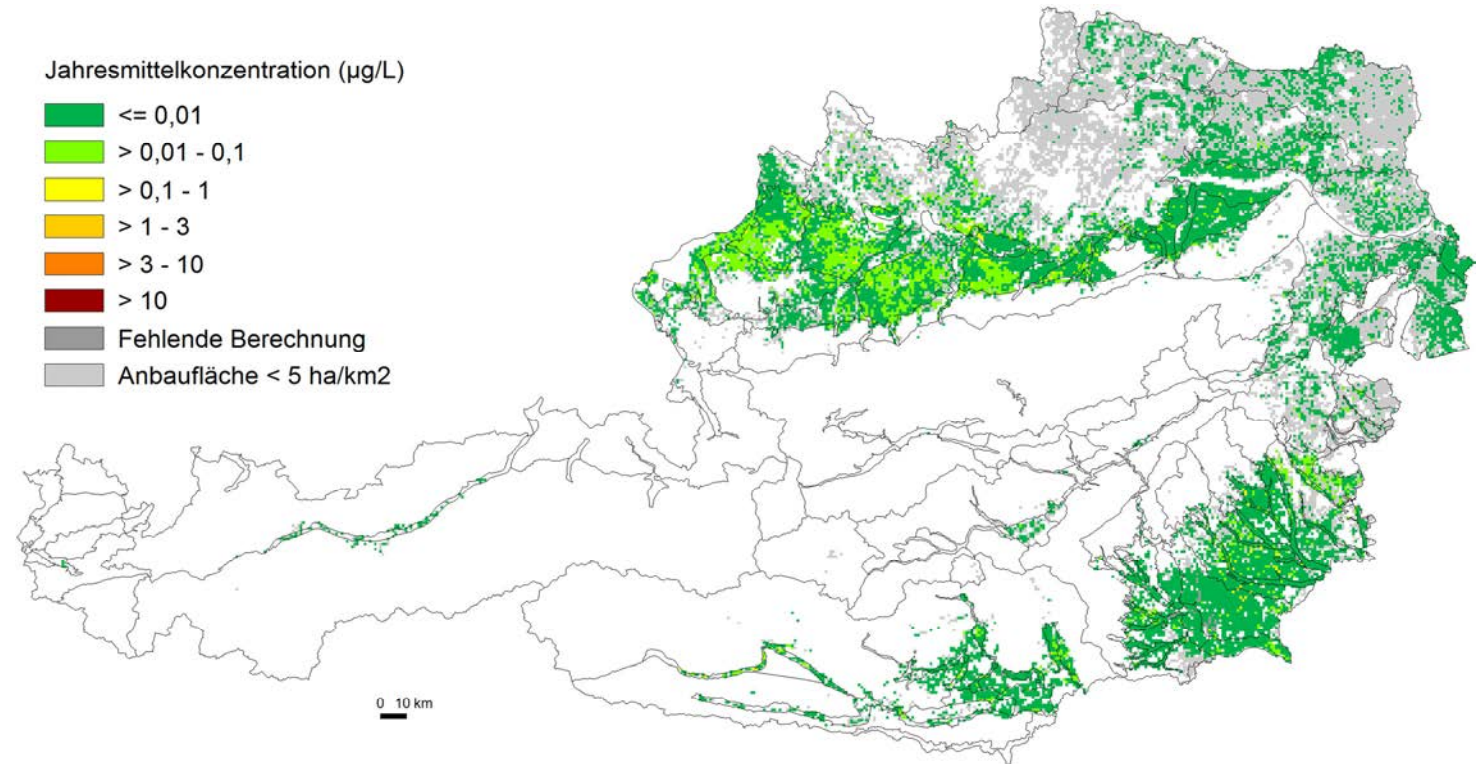


Abbildung 3.7-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Clothianidin im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Clothianidin
Berechnete Substanz:	1-Methyl-2-Nitroguanidin (MNG)
Anwendung:	Mais, 1 × 0,05 kg/ha, 5. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	13 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

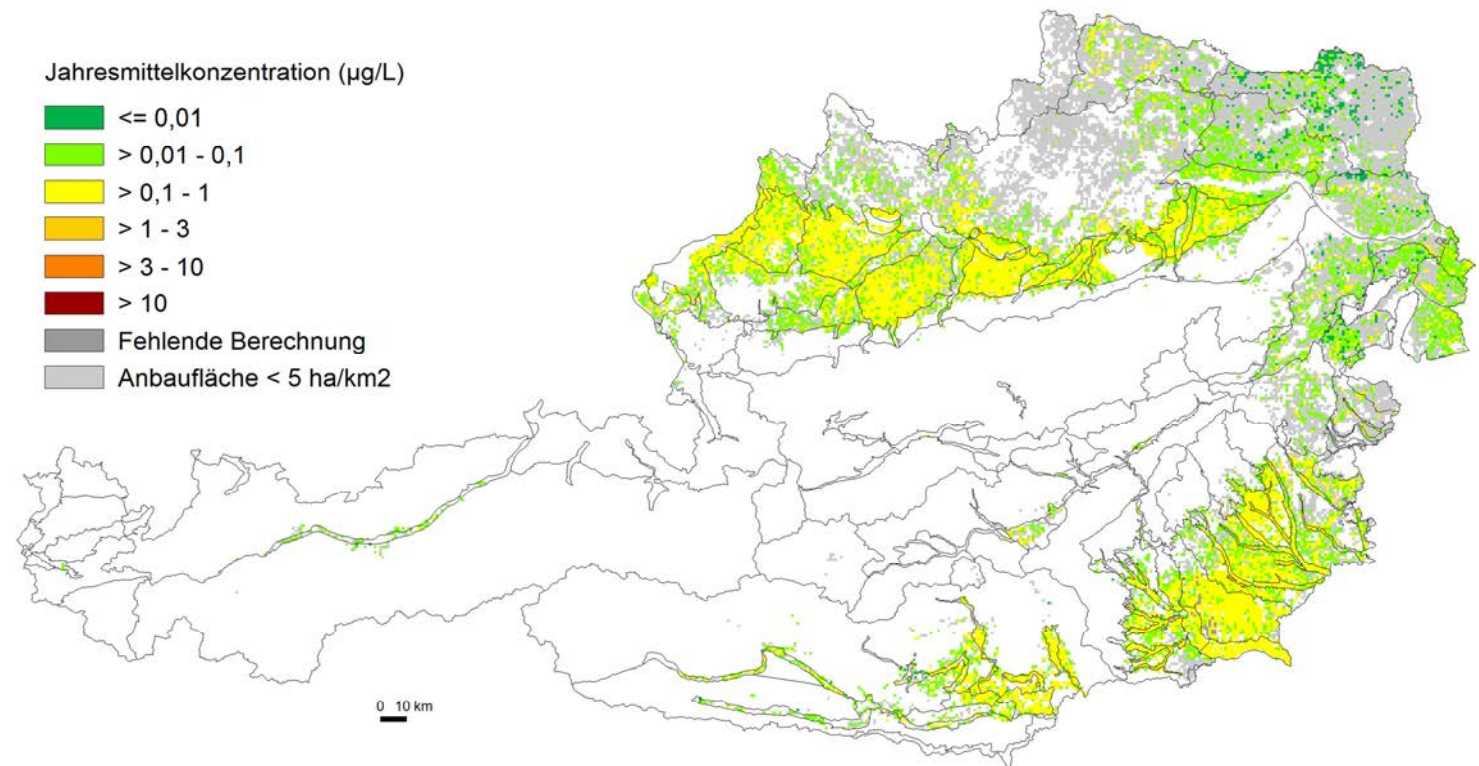


Abbildung 3.7-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von 1-Methyl-2-Nitroguanidin (MNG) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Clothianidin
Berechnete Substanz:	2-Nitroguanidin (NTG)
Anwendung:	Mais, 1 × 0,05 kg/ha, 5. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	13 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

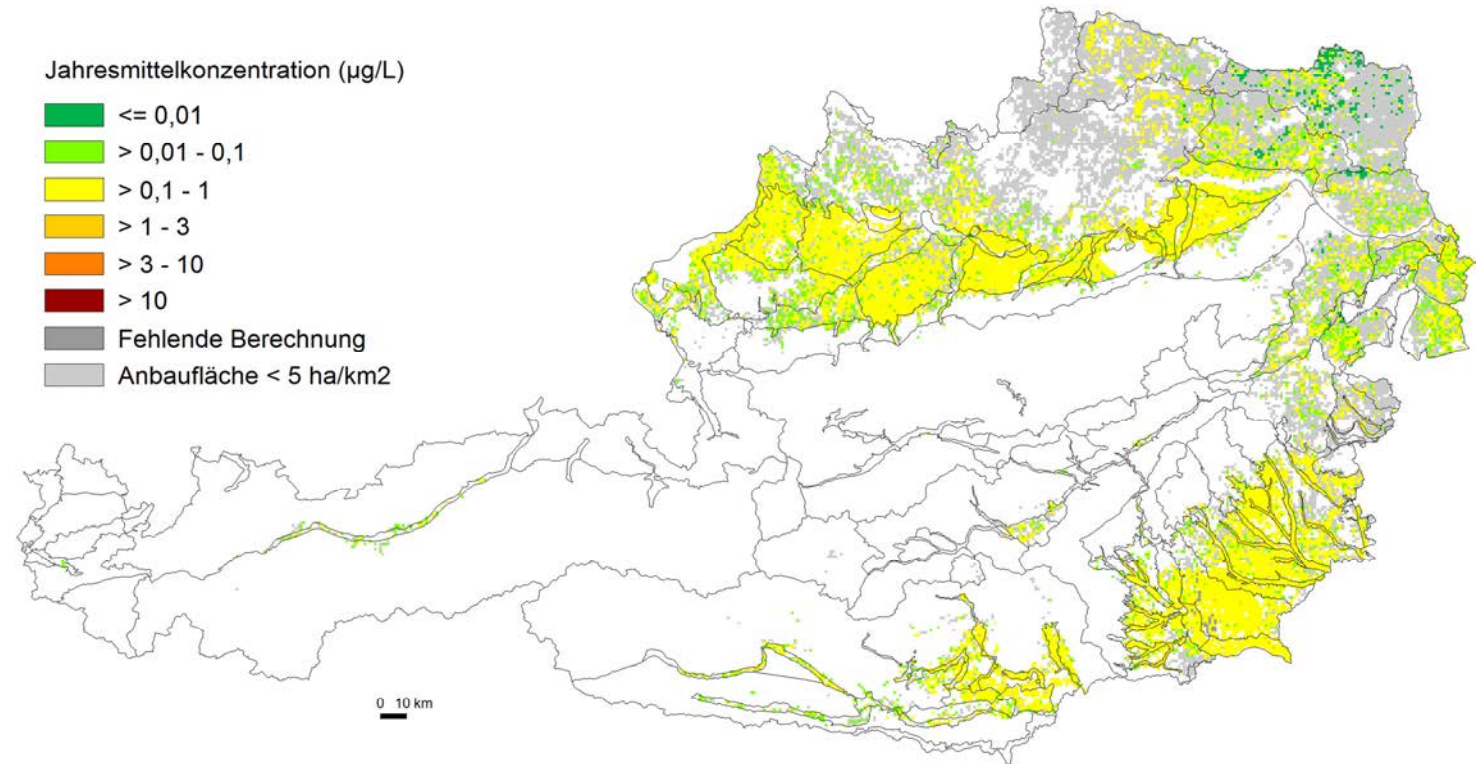
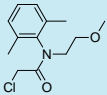
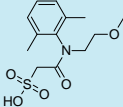
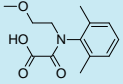


Abbildung 3.7-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von 2-Nitroguanidin (NTG) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.8 Dimethachlor

Factsheet	
Aufnahme in Annex I	01/01/2010
Erneuerung	31/12/2019
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Chloracetamide
Kultur	Winterraps
Inverkehrbringungsmenge 2011	Mittel
Produkte	Brasan, Colzor Trio, Teridox

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Dimethachlor	-		7	69	0,91	2300	< 0,1
Dimethachlor-Sulfonsäure	CGA 354742		15	4	0,9 ^a	1000000	> 10
Dimethachlor-Säure	CGA 50266		26	0	0,9 ^a	490000	> 10
-	SYN 528702	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1 - 10
-	CGA 373464	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1 - 10
-	CGA 369873	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1 - 10
-	SYN 530561	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1 - 10
-	CGA 102935	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	> 0,1 ^b

k.A. Keine Angaben
^a Default
^b Schätzung (EFSA Conclusion)

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurde im Rahmen der EU-Bewertung von Dimethachlor eine Lysimeterstudie (über 2 Jahre) vorgelegt. Der Wirkstoff wurde nicht über 0,1 µg/L im Sickerwasser detektiert, die Metaboliten Dimethachlor-Sulfonsäure (CGA 354742), Dimethachlor-Säure (CGA 50266), SYN 528702, CGA 373464, CGA 369873 und SYN 530561 erreichten maximale Jahresmittelkonzentrationen von 34, 32, 9, 2,4, 2,3 bzw. 2,1 µg/L. Da für die 4 letztgenannten Metaboliten keine Stoffeigenschaften vorliegen, konnten für diese Metaboliten keine Berechnungen mit GeoPEARL-Austria durchgeführt werden. Das Versickerungspotential dieser wurde daher über die berechneten Konzentrationen der beiden Hauptmetaboliten unter Verwendung der Ergebnisse der Lysimeterstudie abgeschätzt.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten auf den Schutz des Grundwassers zu achten, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit

empfindlichen Böden und/oder unter schwierigen klimatischen Bedingungen ausgebracht wird. Die Zulassungsbedingungen sollten Maßnahmen zur Risikobegrenzung umfassen, und in empfindlichen Gebieten müssen gegebenenfalls Überwachungsprogramme zur Überprüfung einer möglichen Grundwasserkontamination durch die Metaboliten CGA 50266, CGA 354742, CGA 102935 und SYN 528702 eingeleitet werden.“

GeoPEARL-Austria-Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Raps	1 x 1 kg/ha	2. September	Keine	54 t/Jahr

Ein signifikanter Austrag von Dimethachlor über den Matrixfluss des Bodens ist auf Grund seiner Stoffeigenschaften nicht zu erwarten, Berechnungen mit GeoPEARL-Austria zufolge liegen die Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) behandelter Rapsanbauflächen bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) und bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen durchwegs unter 0,1 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Demgegenüber ist der berechnete Austrag für die mobilen Metaboliten und Dimethachlor-Sulfonsäure (CGA 354742) und Dimethachlor-Säure (CGA 50266) erwartungsgemäß hoch, bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen sind bei praxisüblichen Anwendung (alle 4 Jahre) im Sickerwasser (1 m) Jahresmittelkonzentrationen von etwa 2 bzw. 5 µg/L zu erwarten. In Jahren mit ungünstigen Witterungsverhältnissen erhöht sich der berechnete Austrag, bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen liegen die berechneten Jahresmittelkonzentrationen für Dimethachlor-Sulfonsäure (CGA 354742) und Dimethachlor-Säure (CGA 50266) im Sickerwasser (1 m) bei 9 bzw. 20 µg/L. Besonders hoch ist der berechnete Austrag in seicht- und mittelgründigen Böden. Aufgrund der geringen Adsorption der Metaboliten kommt dem Humusgehalt im Boden bei der Berechnung keine Bedeutung zu. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Raps) werden für diese beiden Metaboliten bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen Jahresmittelkonzentrationen von 3 bzw. 8 µg/L im grundwassernahen Sickerwasser berechnet.

Werden die in Lysimeter gemessenen Konzentrationen der Metaboliten SYN 528702, CGA 373464, CGA 369873 und SYN 530561 zu den mit GeoPEARL-Austria berechneten Konzentrationen der beiden Hauptmetaboliten Dimethachlor-Sulfonsäure (CGA 354742) und Dimethachlor-Säure (CGA 50266) in Relation gesetzt, ergeben sich für diese 4 Metaboliten Jahresmittelkonzentration im grundwassernahen Sickerwasser von etwa 0,1 - 1 µg/L (im Falle von SYN 528702 etwa 1 - 3 µg/L).

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.8-3):

Dimethachlor-Säure (CGA 50266):

- Lenkung auf tiefgründige Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer Klimabilanz

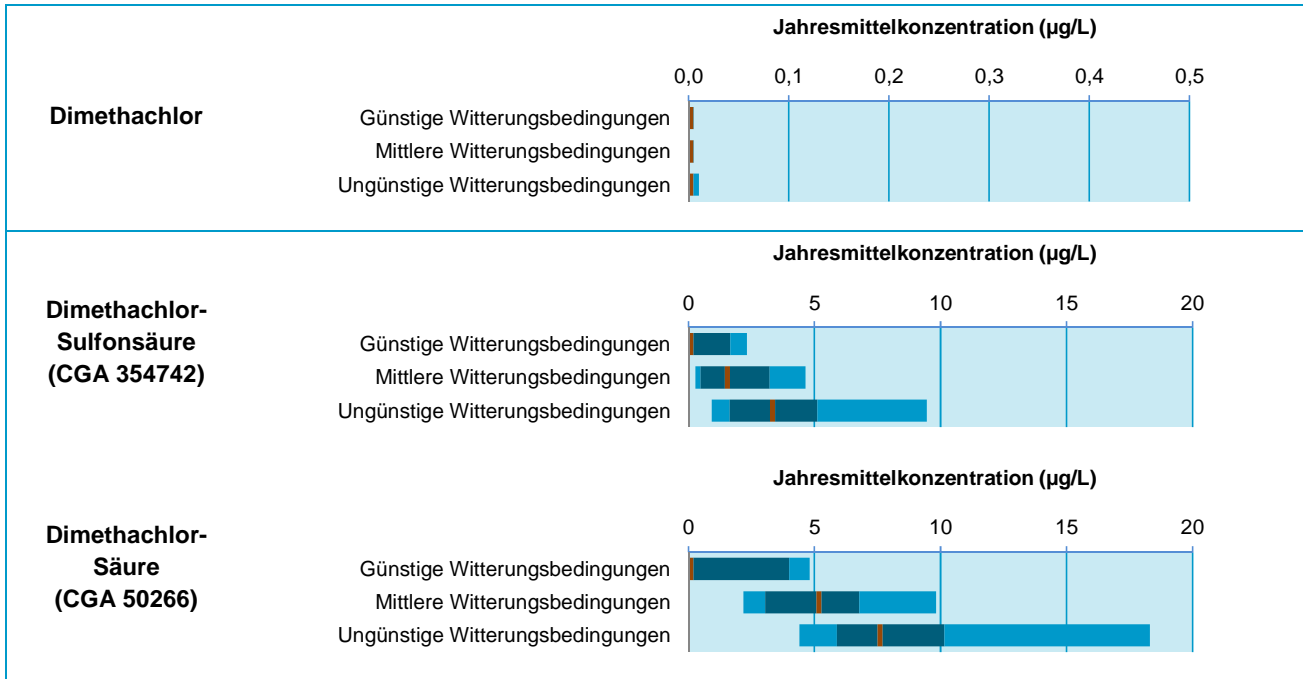


Abbildung 3.8-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Dimethachlor und der Metaboliten Dimethachlor-Sulfonsäure (CGA 354742) und Dimethachlor-Säure (CGA 50266) im Sickerwasser (1 m) aller Rapsanbauflächen bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

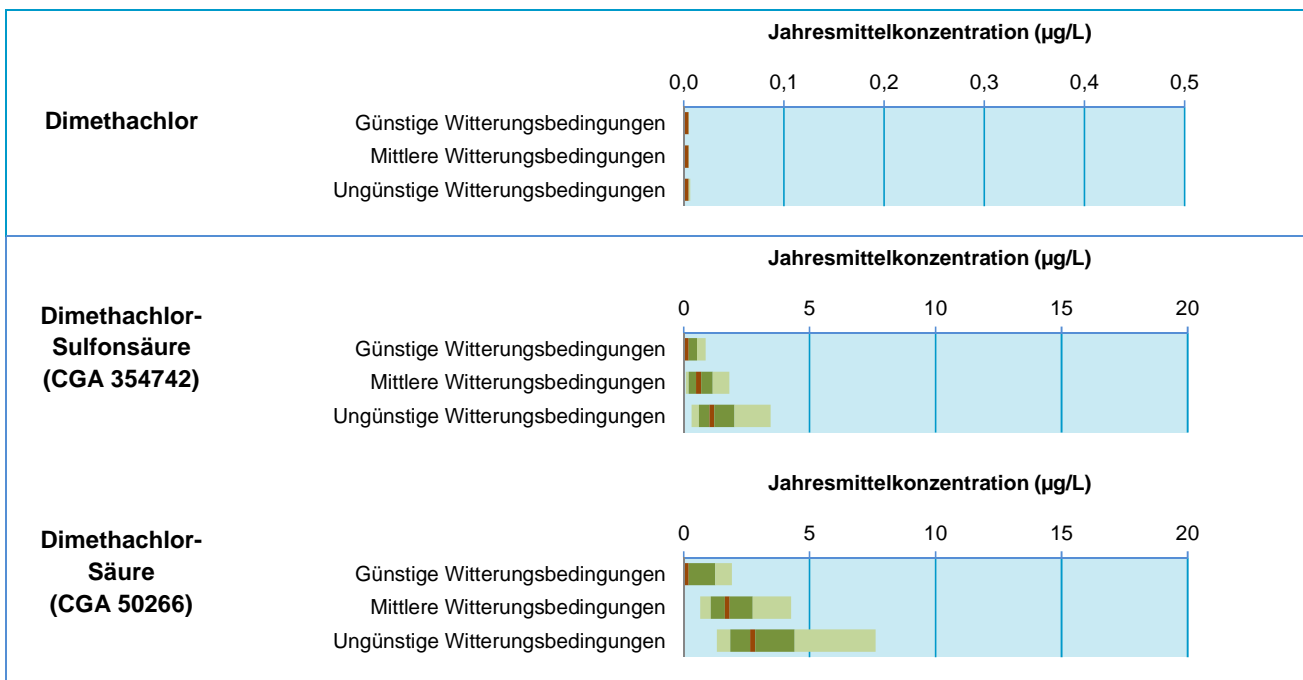


Abbildung 3.8-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Dimethachlor und der Metaboliten Dimethachlor-Sulfonsäure (CGA 354742) und Dimethachlor-Säure (CGA 50266) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Rapsanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

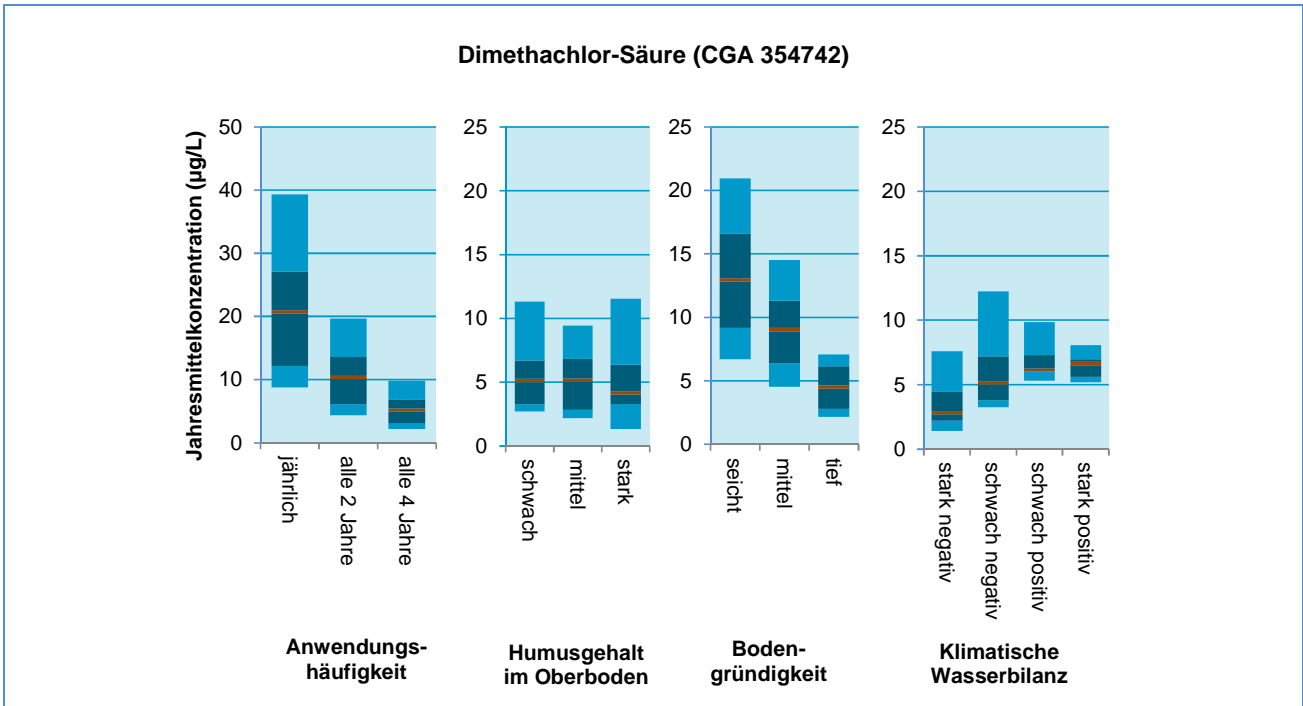


Abbildung 3.8-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration des Metaboliten Dimethachlor-Säure (CGA 354742) im Sickerwasser (1 m) aller Rapsanbauflächen bei verschiedenen Anwendungshäufigkeiten und bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Dimethachlor
Berechnete Substanz:	Dimethachlor
Anwendung:	Raps, 1 × 1 kg/ha, 2. September, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	54 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

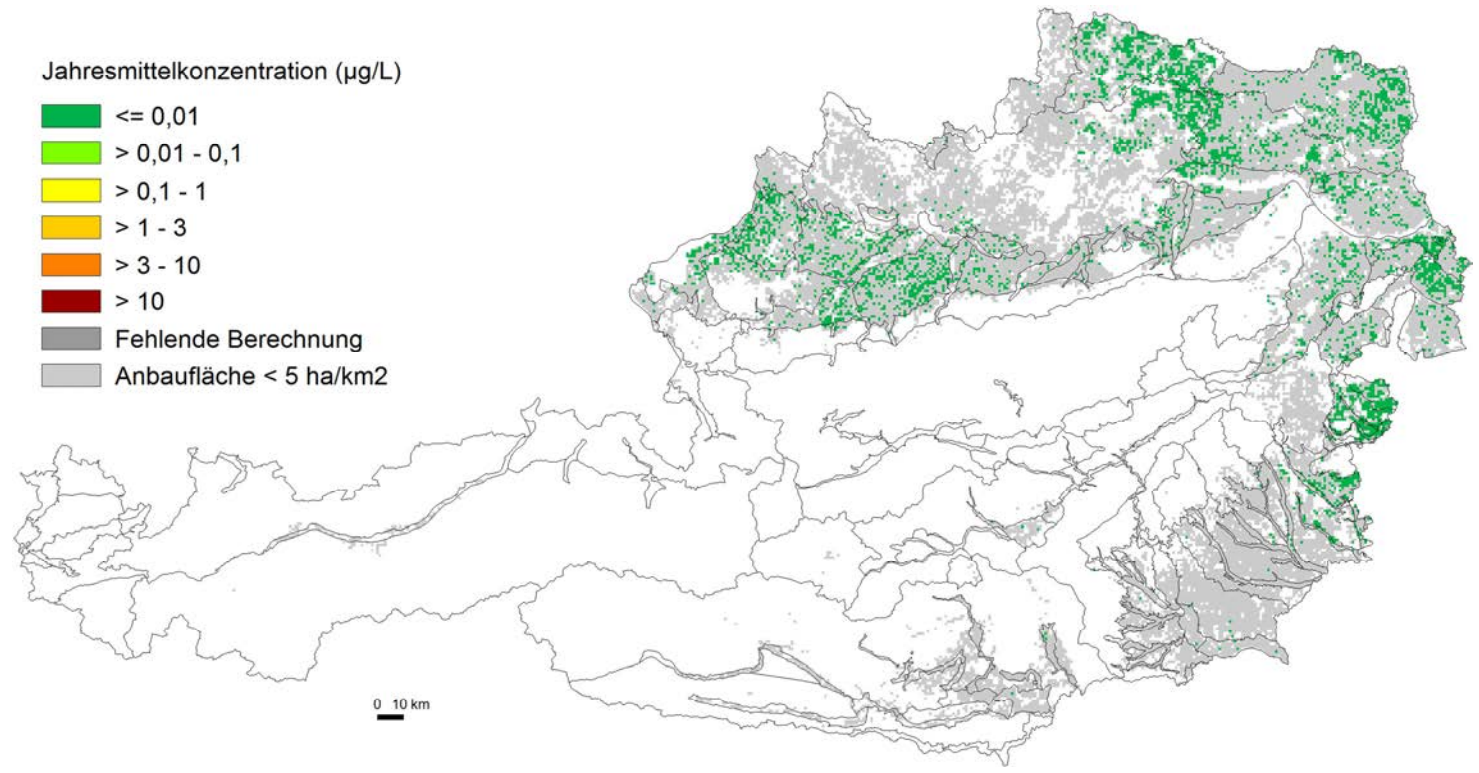


Abbildung 3.8-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Dimethachlor im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Rapsanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Dimethachlor
Berechnete Substanz:	Dimethachlor-Sulfonsäure (CGA 354742)
Anwendung:	Raps, 1 × 1 kg/ha, 2. September, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	54 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

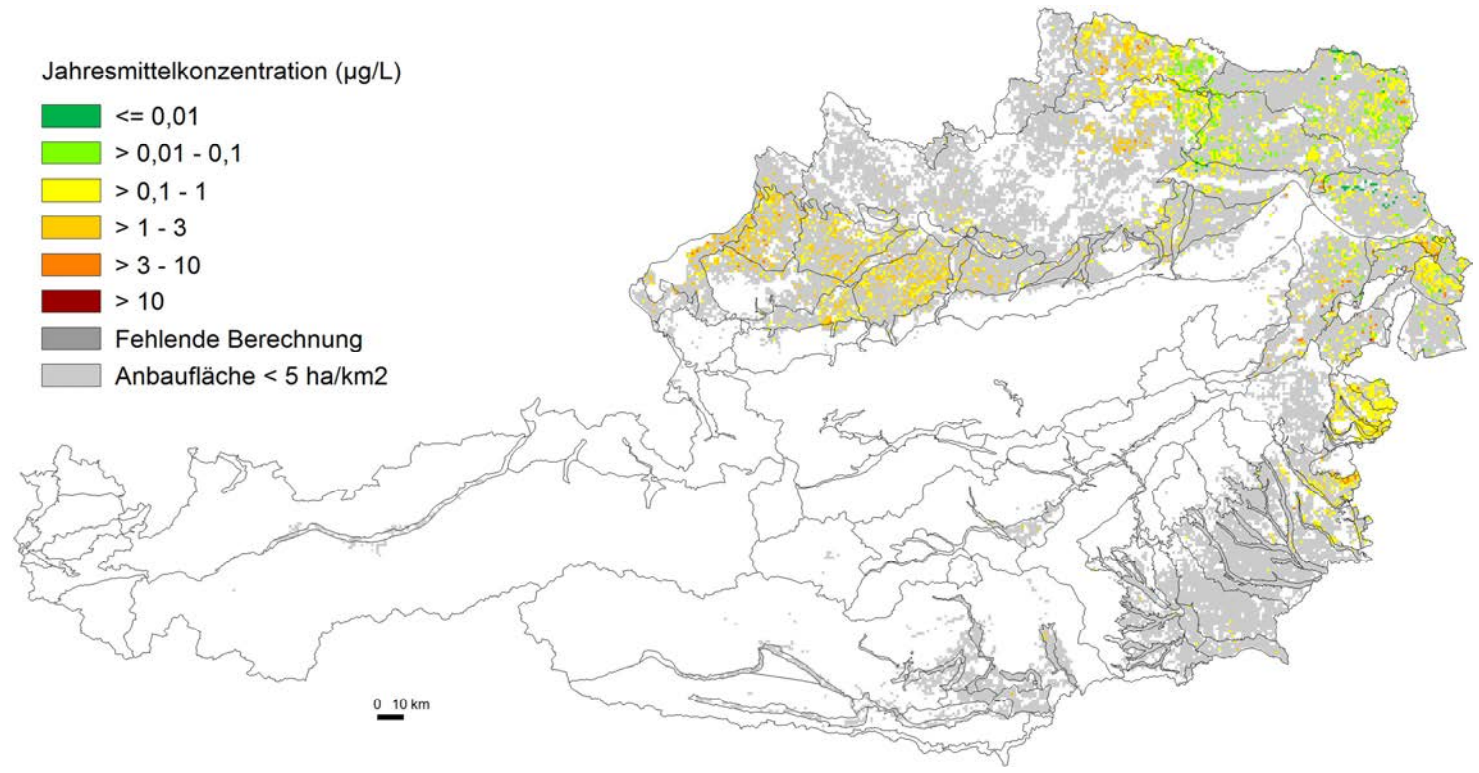


Abbildung 3.8-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Dimethachlor-Sulfonsäure (CGA 354742) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Rapsanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Dimethachlor
Berechnete Substanz:	Dimethachlor-Säure (CGA 50266)
Anwendung:	Raps, 1 × 1 kg/ha, 2. September, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	54 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

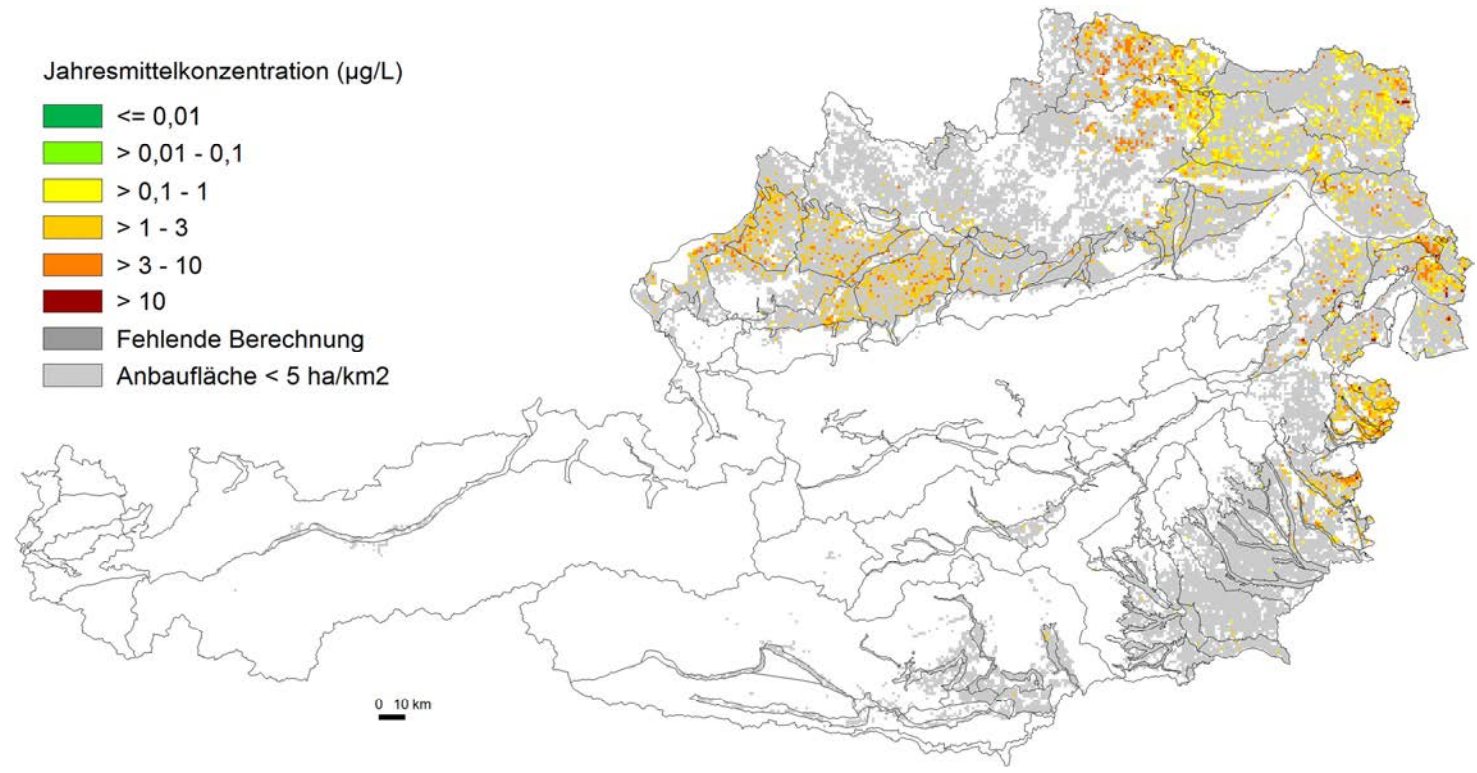
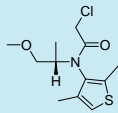
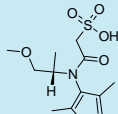
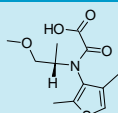


Abbildung 3.8-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Dimethachlor-Säure (CGA 50266) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Rapsanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.9 Dimethenamid-P

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/01/2004
EU-Bewertung	31/10/2016
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Chloracetamide
Kultur	Mais
Inverkehrbringungsmenge 2011	Hoch
Produkte	Clio Super, Spectrum, Spectrum Gold, Butisan Gold, Butisan Kombi, Katamaran Plus

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Dimethenamid-P	-		13	170	0,99	1449	< 0,1
Dimethenamid-P-Sulfonsäure	M27		60	7	0,9 ^a	k.A.	1 - 10
Dimethenamid-P-Säure	M23		26	6	0,9 ^a	k.A.	0,1 - 1

k.A. Keine Angaben
^a Default

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurden für Dimethenamid-P im Zuge der EU-Bewertung drei Lysimeterstudien vorgelegt. Dimethenamid-P wurde in keiner dieser mit Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L detektiert, die beiden Metaboliten Dimethenamid-P-Sulfonsäure (M27) bzw. Dimethenamid-P-Säure (M23) erreichten maximal 4 bzw. 1 µg/L.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten besonders auf die Möglichkeit der Grundwasserverschmutzung durch die Metaboliten von Dimethenamid-P zu achten, wenn der Wirkstoff in Regionen mit empfindlichen Böden und/oder extremen Klimabedingungen ausgebracht wird.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Mais	1 x 1 kg/ha	5. Mai	Keine	260 t/Jahr

Ein signifikanter Austrag von Dimethenamid-P mit dem Sickerwasser (Matrixfluss) ist aufgrund seiner Eigenschaften (kurze Halbwertszeit, relativ hoher Adsorptionskoeffizient) nicht zu erwarten. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Demgegenüber ist der potentielle Austrag der mobilen Metaboliten Dimethenamid-P-Sulfonsäure und Dimethenamid-P-Säure mit dem Sickerwasser hoch. Im Sickerwasser (1 m) behandelter Maisanbauflächen liegen die berechneten Jahresmittelkonzentrationen bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bei etwa 22 bzw. 7 µg/L. Der Einfluss der Bodeneigenschaften auf das Berechnungsergebnis ist gering. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Mais) reduzieren sich die maximale zu erwartenden Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser für Dimethenamid-P-Sulfonsäure bzw. Dimethenamid-P-Säure auf etwa 6 bzw. 2 µg/L.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit können keine effektiven Maßnahmen zur Austragsreduktion von Dimethenamid-P-Sulfonsäure (M27) abgeleitet werden (Abbildung 3.9-3).

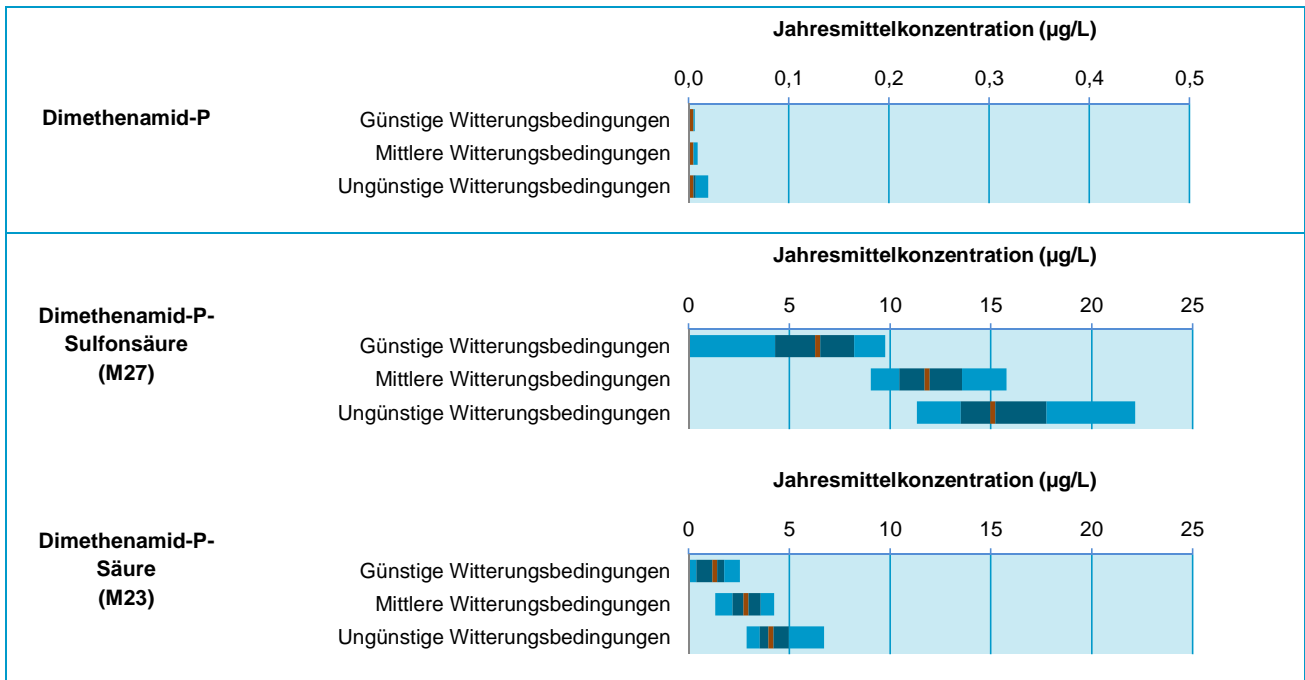


Abbildung 3.9-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Dimethenamid-P und der Metaboliten Dimethenamid-P-Sulfonsäure (M27) und Dimethenamid-P-Säure (M23) im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei jährlicher Anwendung und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

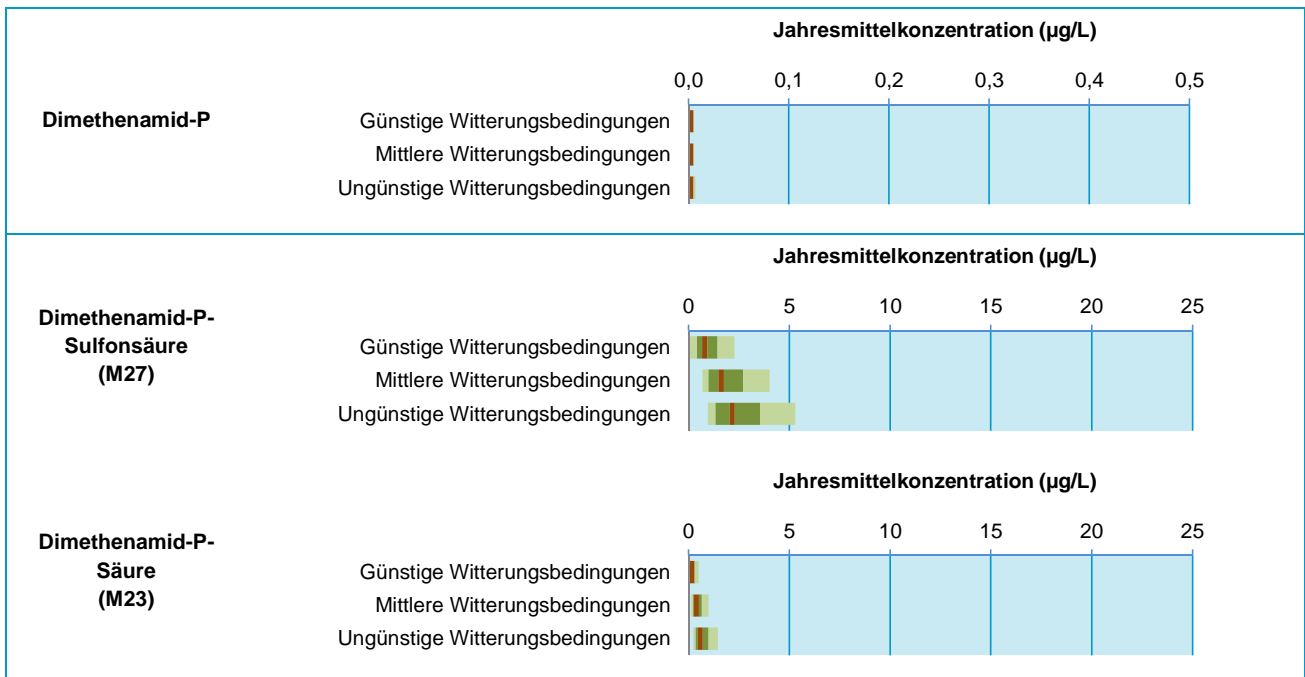


Abbildung 3.9-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Dimethenamid-P und der Metaboliten Dimethenamid-P-Sulfonsäure (M27) und Dimethenamid-P-Säure (M23) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

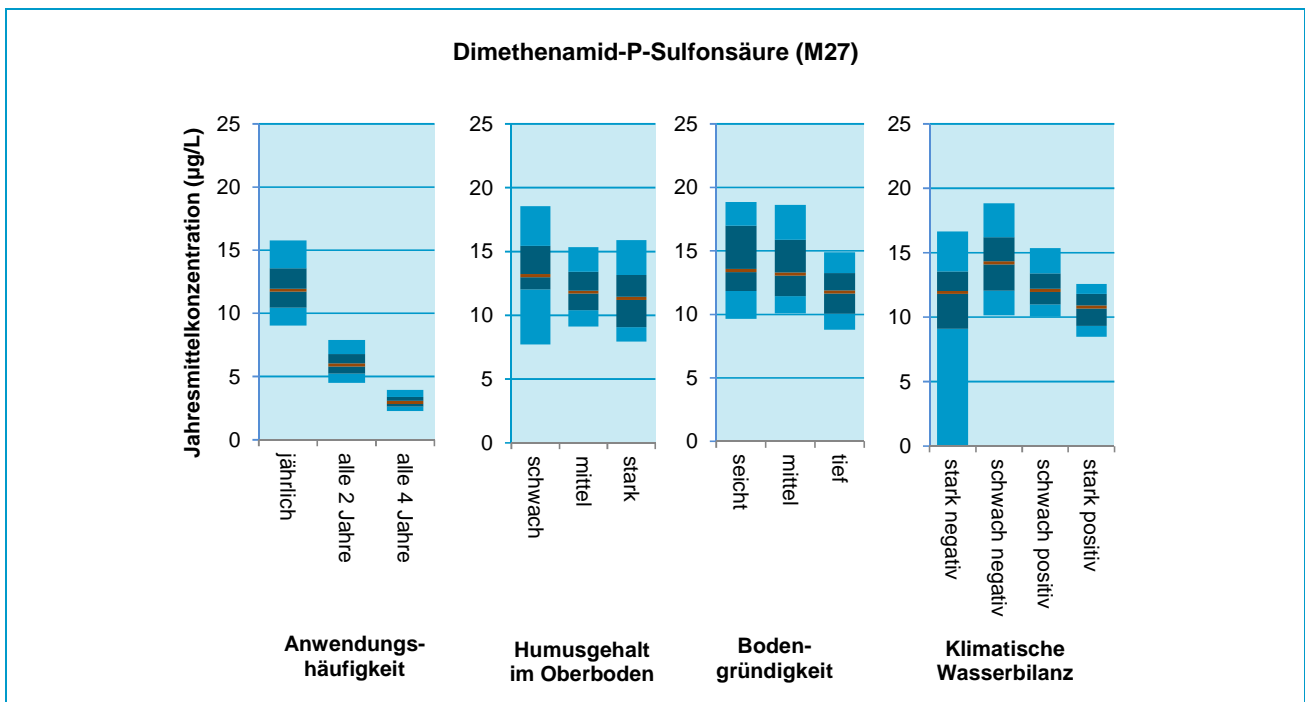


Abbildung 3.9-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration des Metaboliten Dimethenamid-P-Sulfonsäure (M27) im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei unterschiedlicher Anwendungshäufigkeit und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Dimethenamid-P
Berechnete Substanz:	Dimethenamid-P
Anwendung:	Mais, 1 × 1 kg/ha, 5. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	260 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

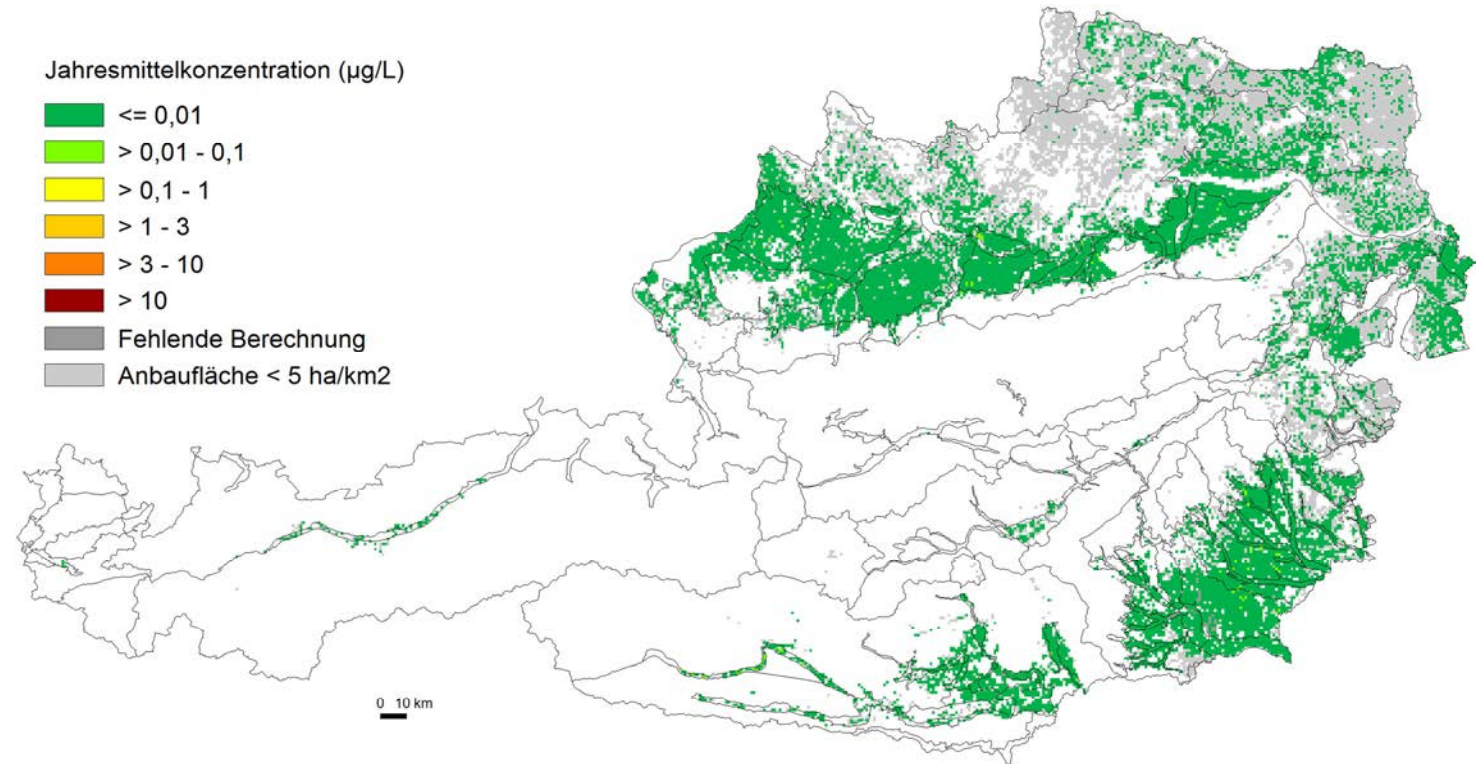


Abbildung 3.9-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Dimethenamid-P im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Dimethenamid-P
Berechnete Substanz:	Dimethenamid-P-Sulfonsäure (M27)
Anwendung:	Mais, 1 × 1 kg/ha, 5. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	260 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

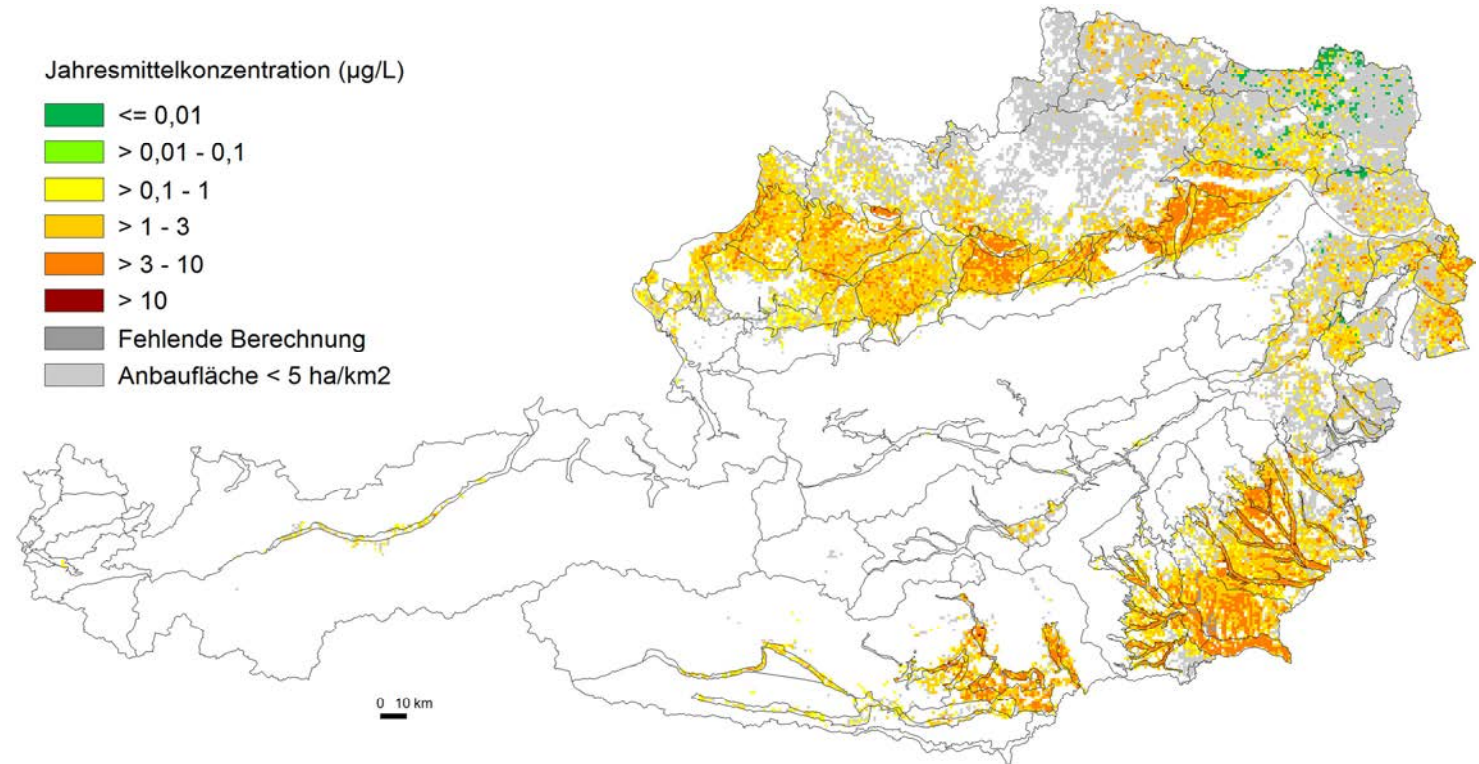


Abbildung 3.9-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Dimethenamid-P-Sulfonsäure (M27) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Dimethenamid-P
Berechnete Substanz:	Dimethenamid-P-Säure (M 23)
Anwendung:	Mais, 1 × 1 kg/ha, 5. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	260 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

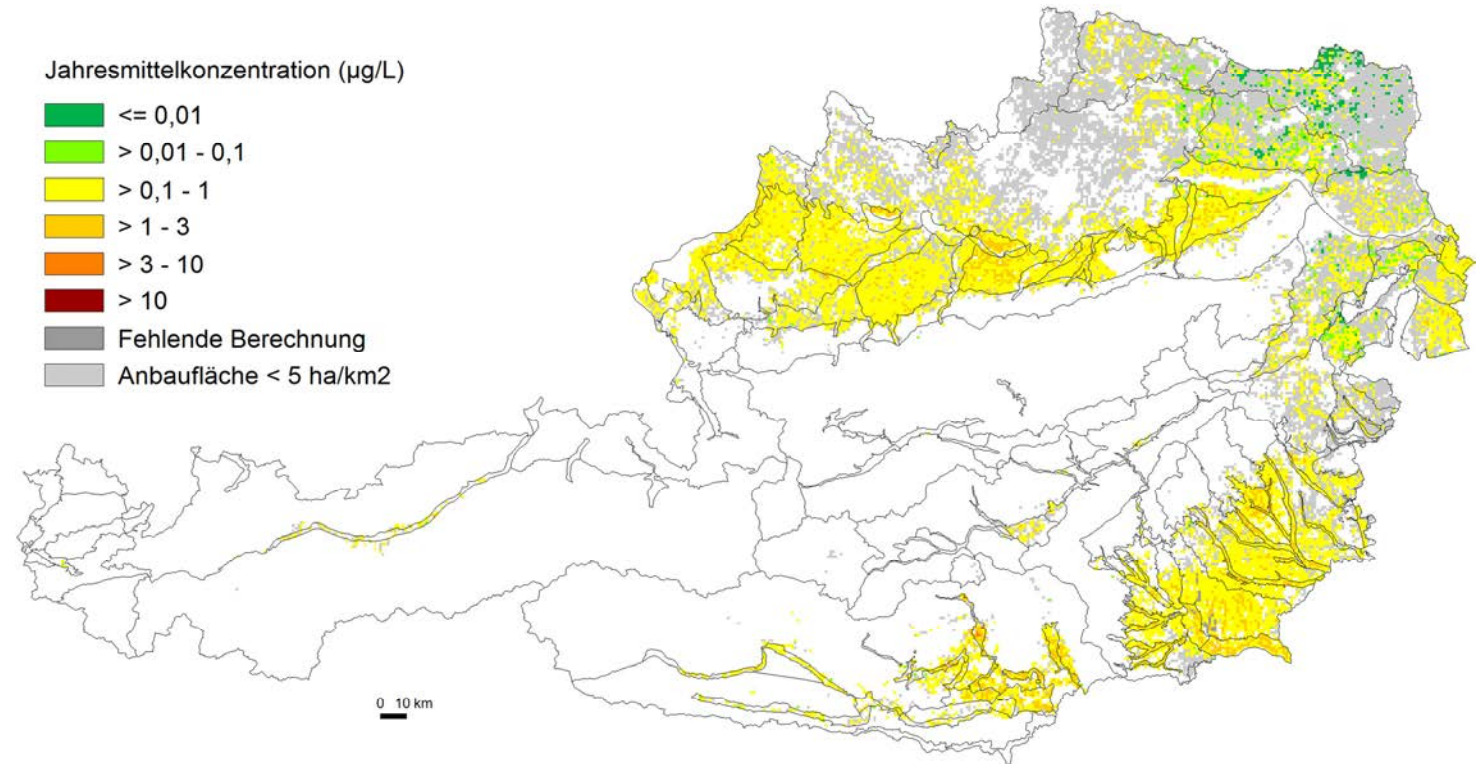


Abbildung 3.9-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Dimethenamid-P-Säure (M23) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.10 Ethofumesat

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/03/2003
EU-Erneuerung	31/07/2016
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Benzofurane
Kultur	Zucker-, Futter-, Beta-Rüben
Inverkehrbringungsmenge 2011	Mittel
Produkte	Powerwin plus, Trammat 500, Stemat, Murena 500, Goltix Super, Ethosat 500, Completo, Betasana Trio SC, Betanal Quatro, Betanal Maxpro, Betanal Expert, Aabetan Tandem

Stoffeigenschaften des Wirkstoffes

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Ethofumesat	-		54	132	0,88	50	< 0,1

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurden für die EU-Bewertung von Ethofumesat zusätzlich 2 Lysimeterstudien vorgelegt. Weder Ethofumesat noch andere Substanzen wurden im Sickerwasser mit einer Jahresmittelkonzentration über 0,1 µg/L detektiert.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten dem Grundwasserschutz besondere Aufmerksamkeit zu widmen, wenn der Wirkstoff in Regionen mit empfindlichen Böden und/oder Klimabedingungen ausgebracht wird, und ggf. Maßnahmen zur Risikominderung zu ergreifen.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Zuckerrübe	1 × 1 kg/ha	15. April	Keine	42 t/Jahr

Unter Annahme einer praxisüblichen Anwendung in Zuckerrübe (alle 4 Jahre) werden für Ethofumesat bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) unter 0,1 µg/L prognostiziert. Bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen liegen die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen allerdings bei etwa 0,7 µg/L. Die höchsten Jahresmittelkonzentrationen werden für schwach humose, seichtgründige Böden sowie für Regionen mit stark positiver klimatischer Wasserbilanz berechnet. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Zuckerrübe) liegt die prognostizierte Jahresmittelkonzentration für Ethofumesat im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bei etwa 0,3 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.10-3):

Ethofumesat:

- Lenkung auf mittel bis stark humose Böden
- Lenkung auf mittel- bis tiefgründige Böden
- Lenkung in Regionen mit negativer klimatischer Wasserbilanz

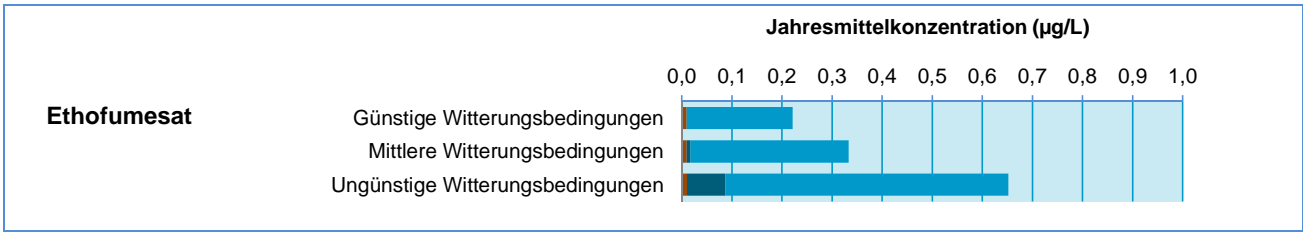


Abbildung 3.10-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Ethofumesat im Sickerwasser (1 m) aller Zuckerrübenanbauflächen bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

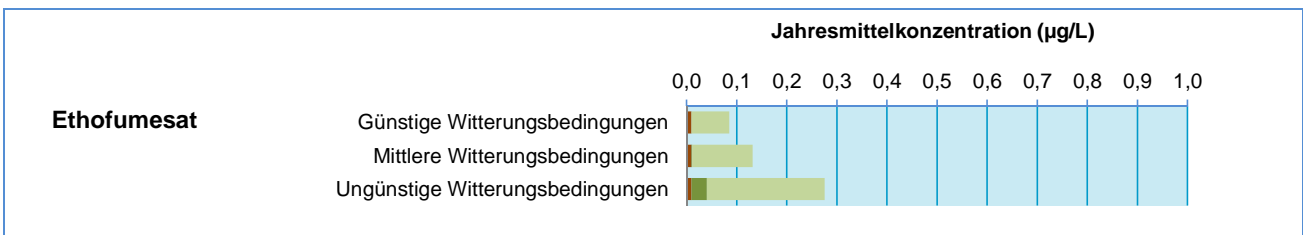


Abbildung 3.10-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Ethofumesat im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Zuckerrübenanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

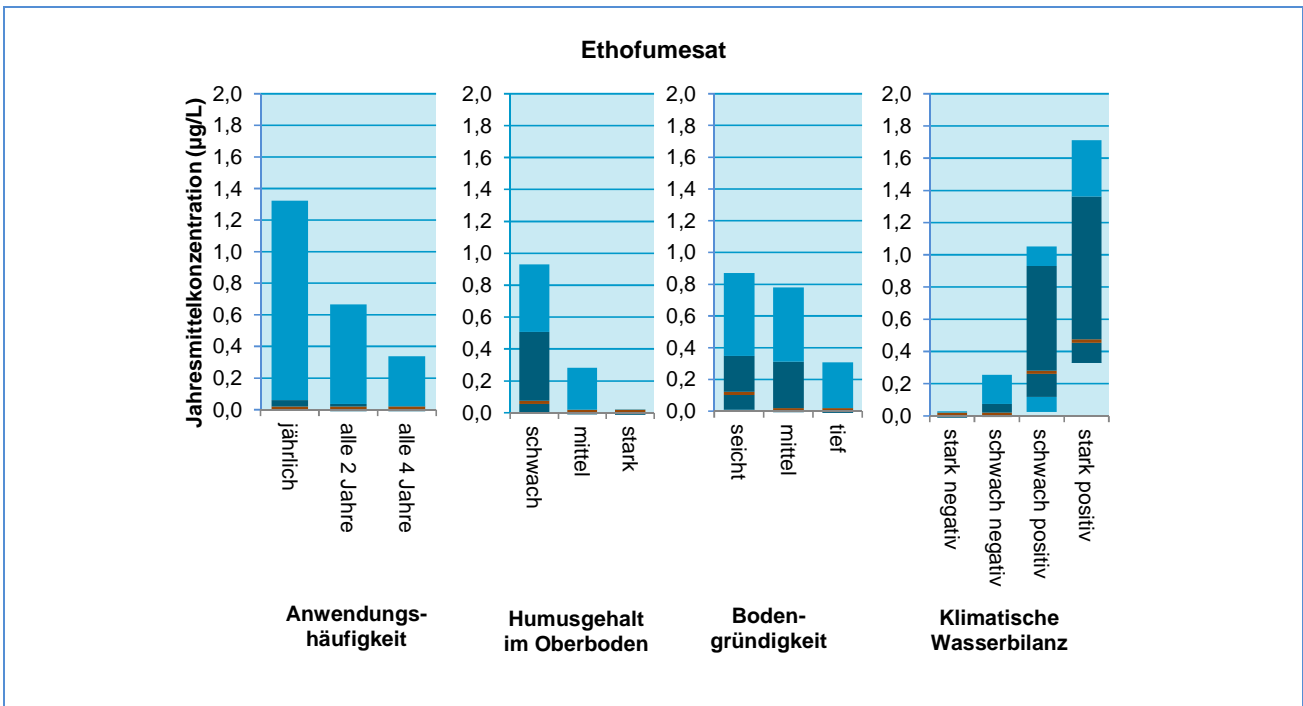


Abbildung 3.10-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Ethofumesat im Sickerwasser (1 m) aller Zuckerrübenanbauflächen bei unterschiedlicher Anwendungshäufigkeit und bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodenständigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlerer Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Ethofumesat
Berechnete Substanz:	Ethofumesat
Anwendung:	Zuckerrübe, 1 x 1 kg/ha, 15. April, keine Interzeption
Gesamtmenge:	42 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

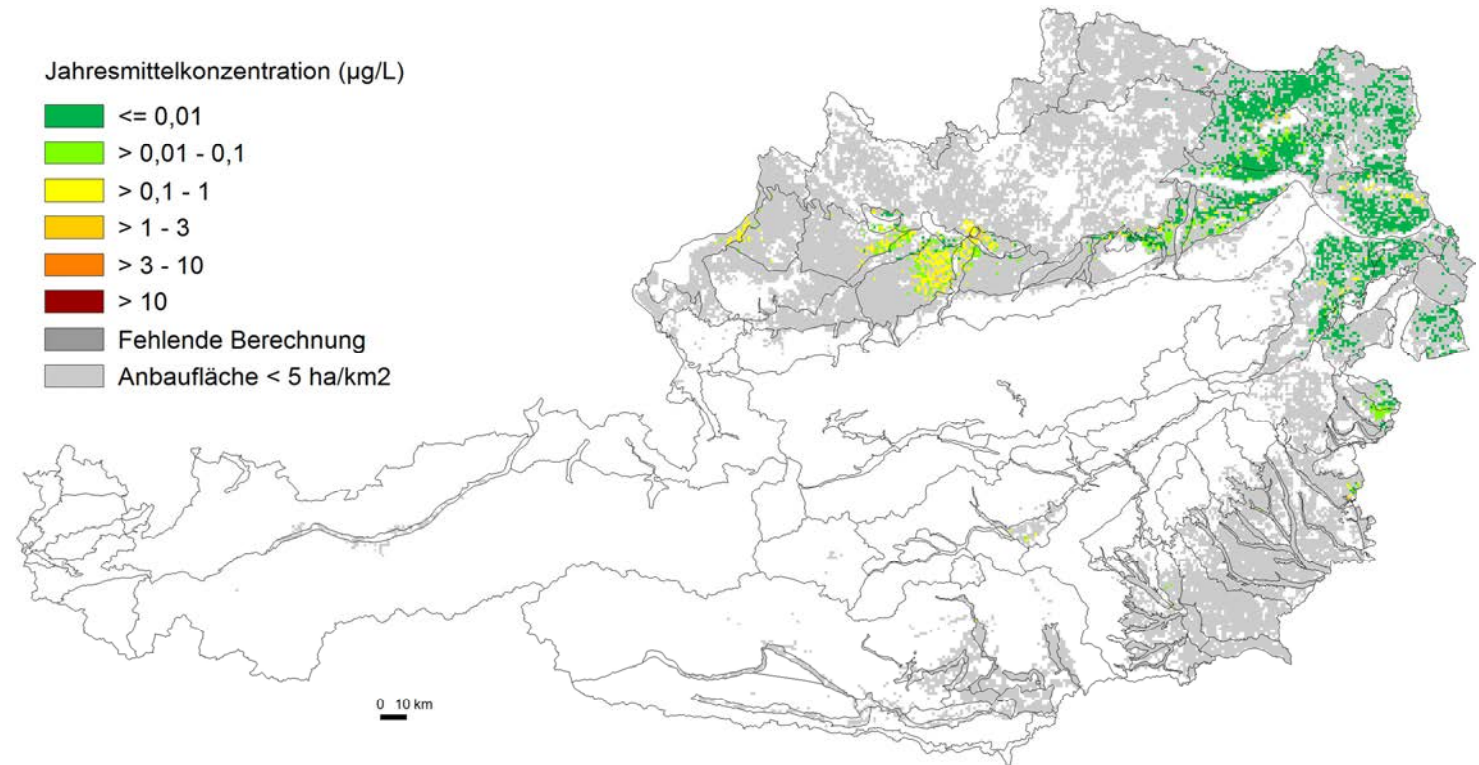
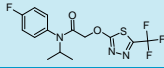
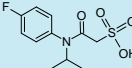
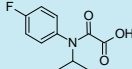


Abbildung 3.10-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Ethofumesat im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Zuckerrübenanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.11 Flufenacet

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/01/2004
EU-Erneuerung	31/10/2016
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Oxyacetamide
Kultur	Wintergetreide, Sommergetreide, Kartoffel, Mais, Sojabohne
Inverkehrbringungsmenge 2011	Hoch
Produkte	Aspect Pro, Artist, Bacara Forte, Cadou SC, Herold, Herold SC, Malibu, Terano, Terano flüssig

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Flufenacet	-		17	202	0,89	56	< 0,1
Flufenacet-Sulfonsäure	FOE Sulfonsäure		21 ^a	10	1,04	2	1 - 10
Flufenacet-Säure	FOE Oxalate		10 ^a	11	0,91	6709	< 0,1

^a Feldstudien (nationale Bewertung)

EU-Bewertung

In 2 repräsentativen Lysimeterstudien, die im Zuge der EU-Bewertung eingereicht wurden, konnten weder der Wirkstoff noch der Metabolit Flufenacet-Säure (FOE Oxalat) in Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L im Sickerwasser ermittelt werden. Flufenacet-Sulfonsäure (FOE Sulfonsäure) wurde allerdings mit Jahresmittelkonzentrationen von etwa 0,5 bis 1,5 µg/L im Sickerwasser detektiert, wobei die Jahresmittelkonzentrationen im 2. Untersuchungsjahr bedeutend geringer waren als im ersten.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten besonders auf den Grundwasserschutz zu achten, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit empfindlichen Böden und/oder extremen Klimabedingungen ausgebracht wird.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Wintergetreide	1 × 0,12 kg/ha	5. November	Keine	53 t/ha

Ein signifikanter Austrag von Flufenacet über den Matrixfluss des Bodens ist auf Grund seiner Stoffeigenschaften (geringe Halbwertszeit, relativ hoher Adsorptionskoeffizient) nicht zu erwarten, Berechnungen mit GeoPEARL-Austria zufolge liegen die Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) behandelter Kulturen (Wintergetreide) durchwegs unter 0,1 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Der berechnete Austrag für den Metaboliten Flufenacet-Sulfonsäure (FOE Sulfonsäure) über das Sickerwasser ist relativ hoch. Bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen werden im Sickerwasser (1 m) behandelter Wintergetreideanbauflächen Jahresmittelkonzentrationen um 1 µg/L prognostiziert. Die höchsten Austräge werden in seicht- und mittelgründigen Böden prognostiziert, der Einfluss des Humusgehalts ist gering. Unter Einbezug der tatsächlichen Anbaufläche (Wintergetreide) reduzieren sich die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen jedoch auf unter 0,3 µg/L.

Für den Metaboliten Flufenacet-Säure (FOE Oxalat) sind die berechneten Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) behandelten Wintergetreideanbauflächen aufgrund seiner Stoffeigenschaften (kürzere Halbwertszeit) um etwa den Faktor 10 geringer, selbst bei jährlicher Anwendung und bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen sind Jahresmittelkonzentrationen über 0,4 µg/L eher nicht zu erwarten. Unter Einbezug der tatsächlichen Anbaufläche (Wintergetreide) reduzieren sich die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen von Flufenacet-Säure (FOE Oxalat) im grundwassernahen Sickerwasser auf unter 0,1 µg/L.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.11-3):

Flufenacet-Sulfonsäure (FOE Sulfonsäure):

- Lenkung auf tiefgründige Böden
- Lenkung in Regionen mit negativer klimatischer Wasserbilanz

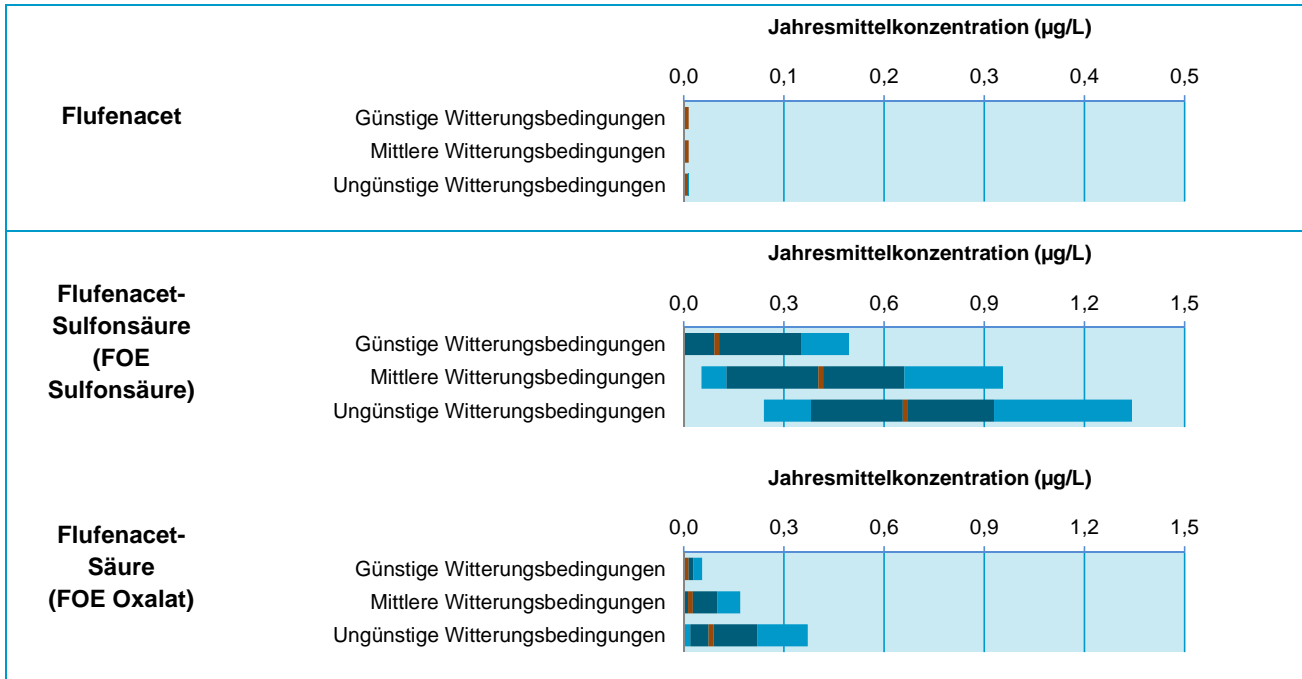


Abbildung 3.11-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Flufenacet und der Metaboliten Flufenacet-Sulfonsäure (FOE Sulfonsäure) und Flufenacet-Säure (FOE Oxalat) im Sickerwasser (1 m) aller Wintergetreideanbauflächen bei jährlicher Anwendung und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

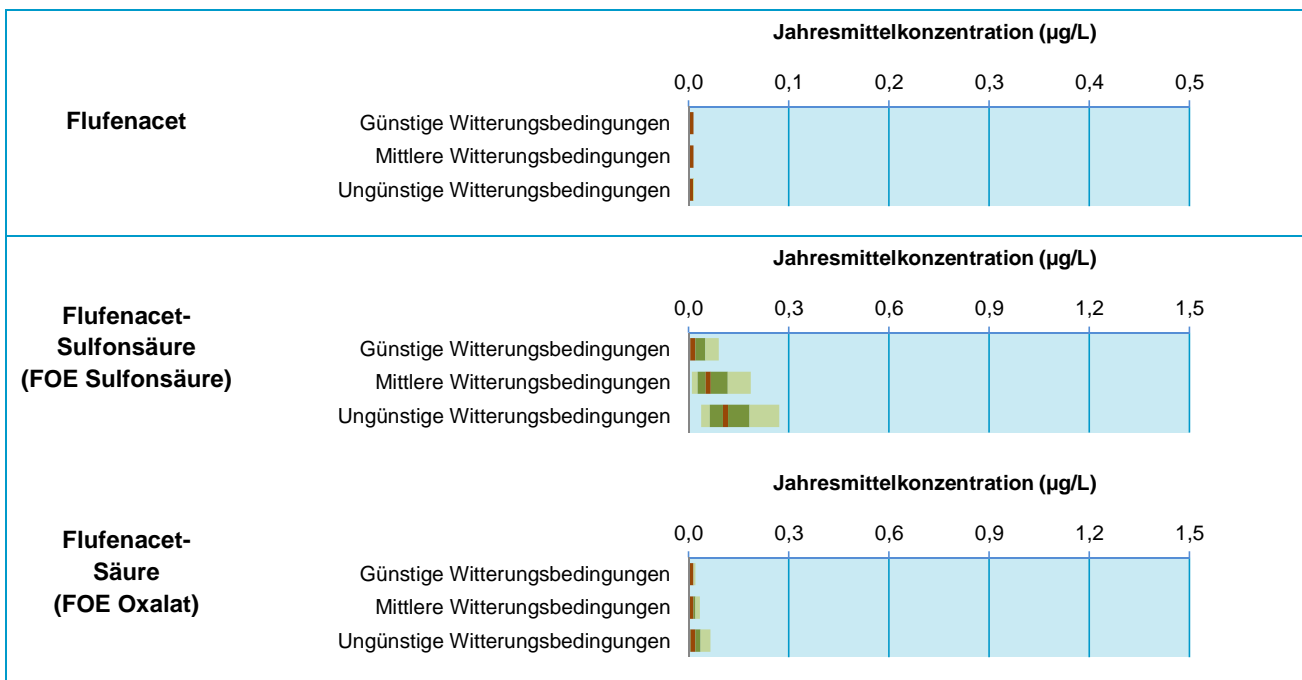


Abbildung 3.11-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Flufenacet und der Metaboliten Flufenacet-Sulfonsäure (FOE Sulfonsäure) und Flufenacet-Säure (FOE Oxalat) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

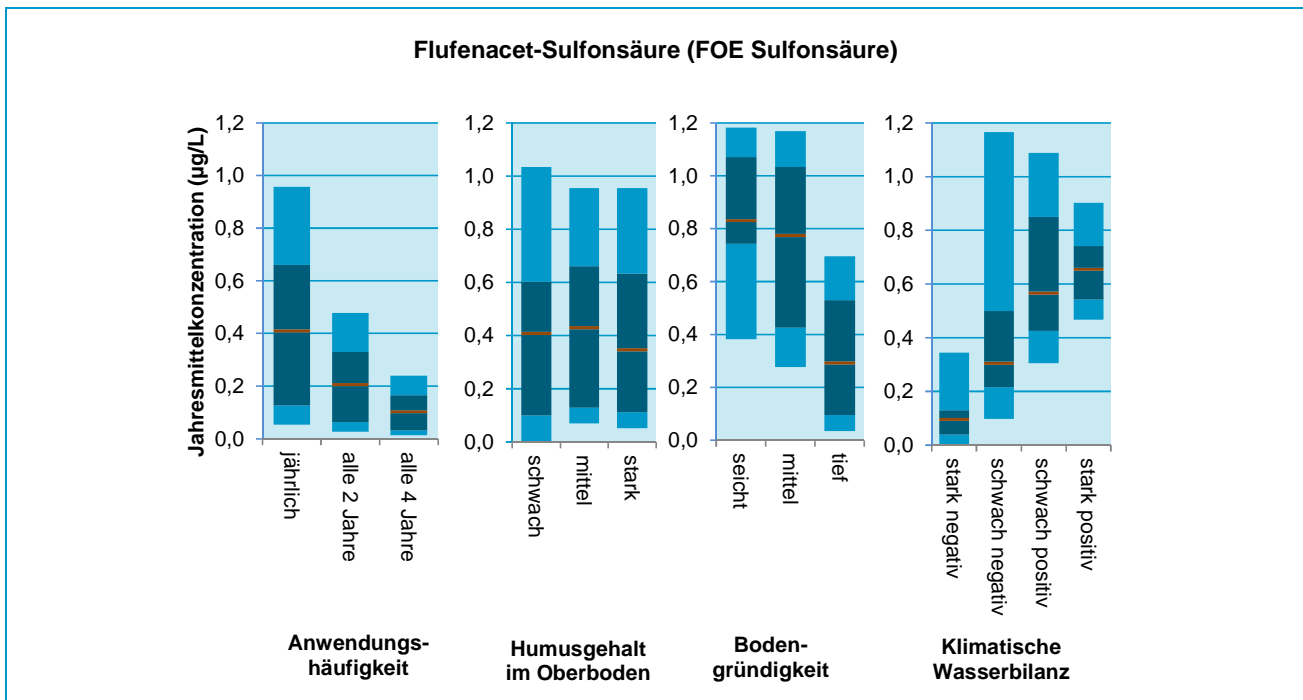


Abbildung 3.11-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Flufenacet-Sulfonsäure (FOE Sulfonsäure) im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei unterschiedlicher Anwendungshäufigkeit und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Flufenacet
Berechnete Substanz:	Flufenacet
Anwendung:	Wintergetreide, 0,12 kg/ha, 5. November, keine Interzeption
Gesamtmenge:	53 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

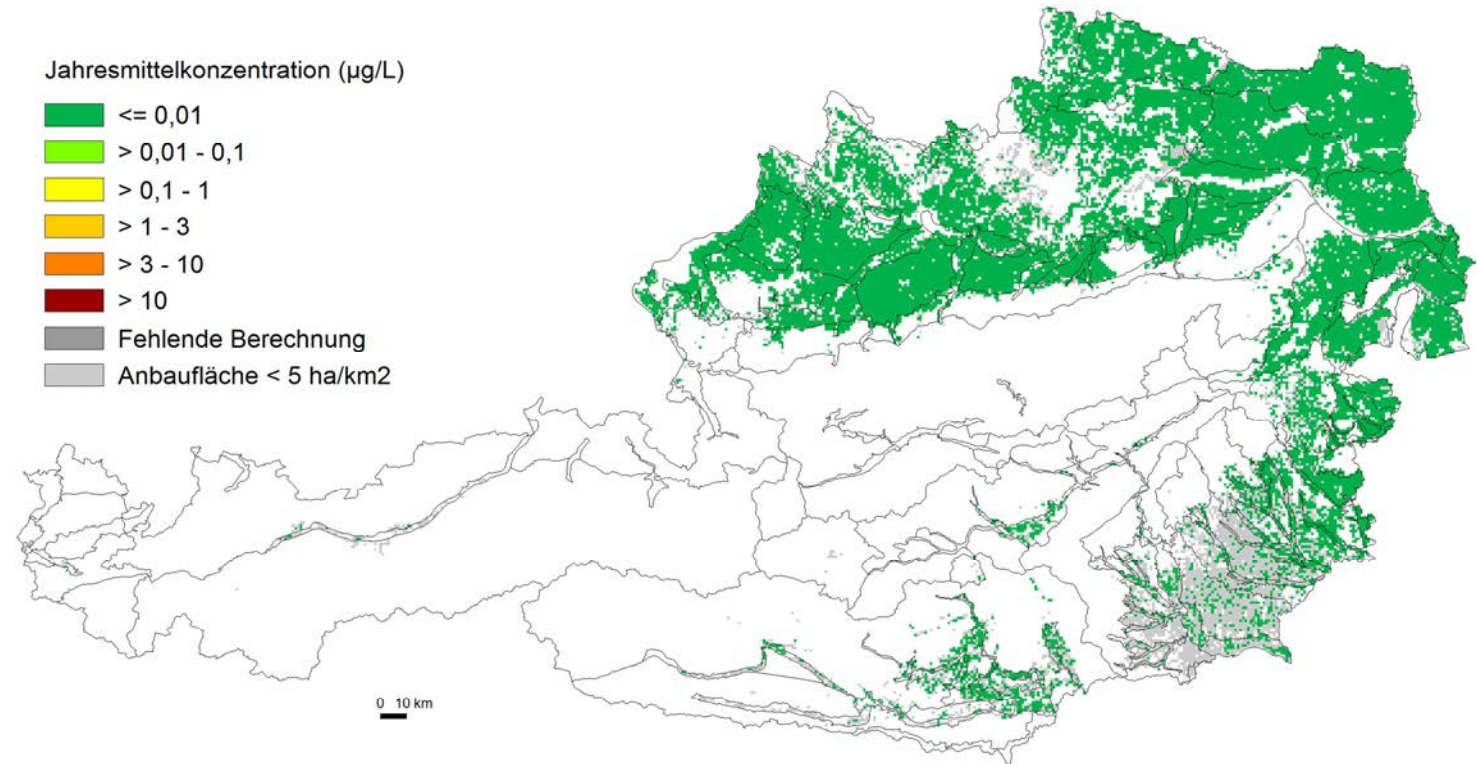


Abbildung 3.11-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Flufenacet im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Flufenacet
Berechnete Substanz:	Flufenacet-Sulfonsäure (FOE Sulfonsäure)
Anwendung:	Wintergetreide, 0,12 kg/ha, 5. November, keine Interzeption
Gesamtmenge:	53 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

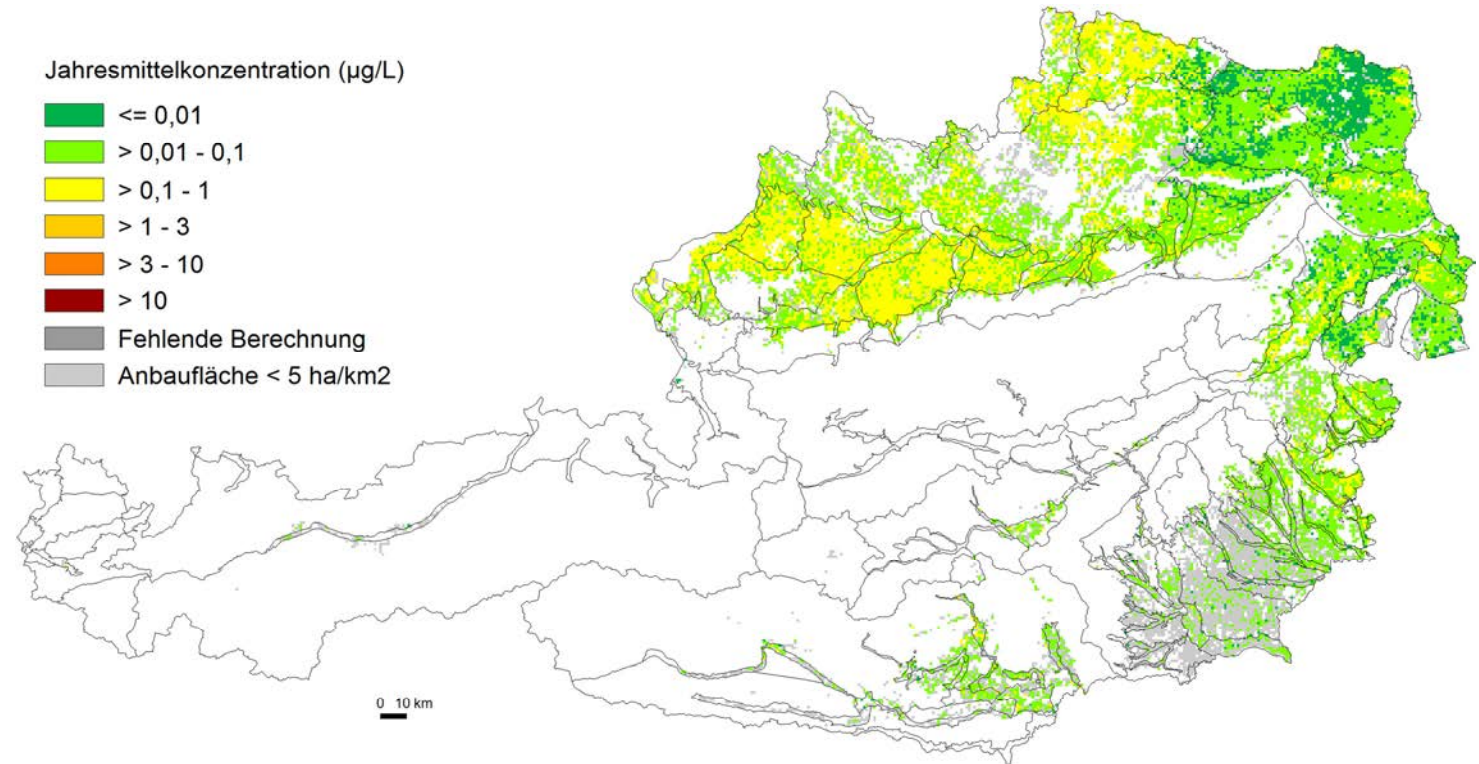


Abbildung 3.11-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Flufenacet-Sulfonsäure (FOE Sulfonsäure) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Flufenacet
Berechnete Substanz:	Flufenacet-Säure (FOE Oxalat)
Anwendung:	Wintergetreide, 0,12 kg/ha, 5. November, keine Interzeption
Gesamtmenge:	53 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

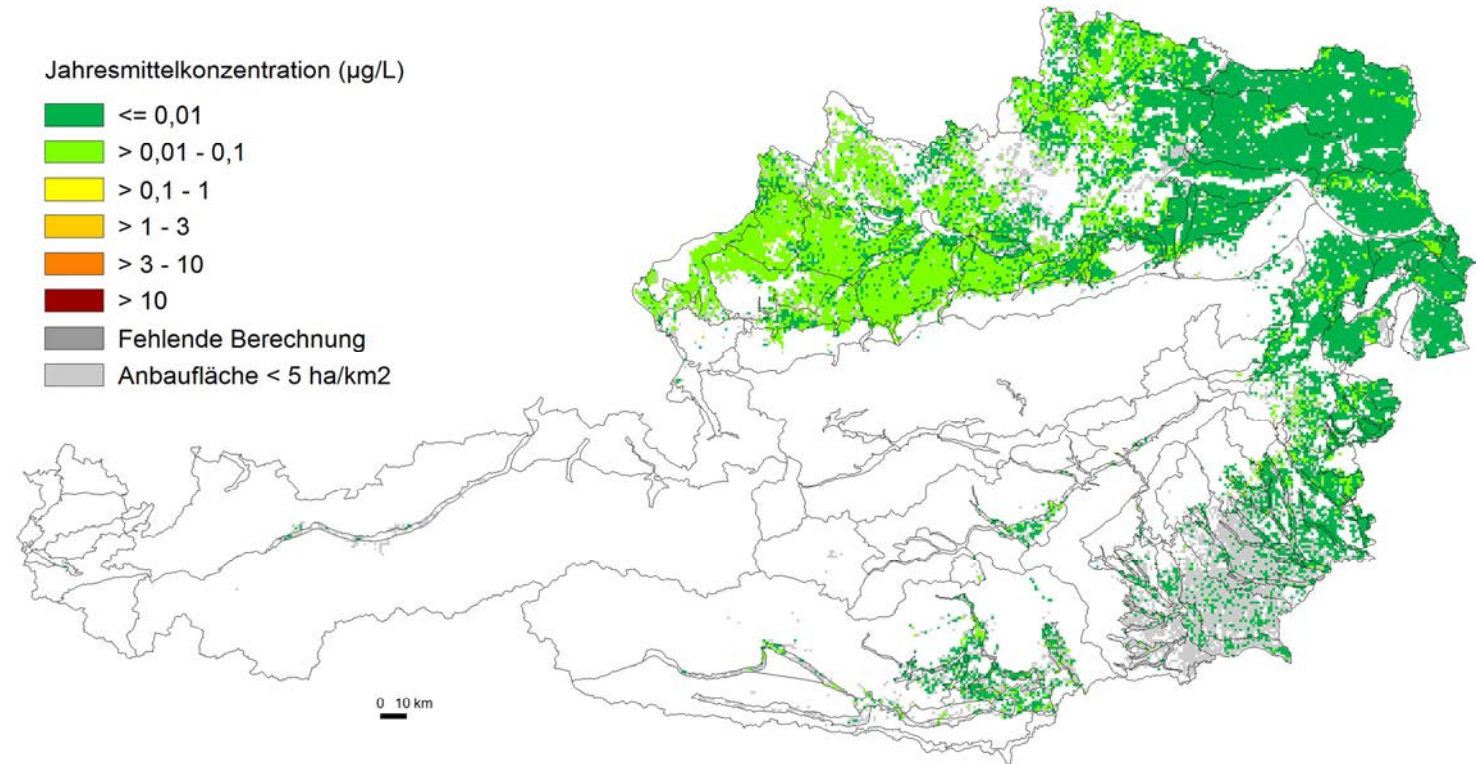
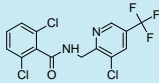

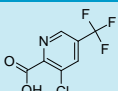
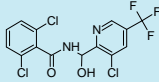
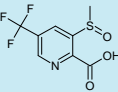
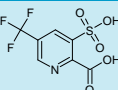
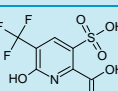
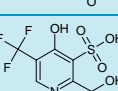
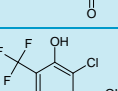
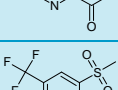


Abbildung 3.11-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Flufenacet-Säure (FOE Oxalat) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.12 Fluopicolid

Factsheet	
Genehmigung (EU)	01/06/2010
Erneuerung (EU)	31/05/2020
Wirkungstyp	Fungizid
Stoffklasse	Benzamide
Kultur	Kartoffel, Wein, Gemüse
Inverkehrbringungsmenge 2011	Mittel
Produkte	Infito, Profiler

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Fluopicolid	-		139	321	0,90	3	< 0,1
2,6-Dichlorbenzamid	BAM, M01		138	41	0,92	1830	1 - 10 ^a
-	M02		3	6	0,77	694	< 0,1 ^a
-	M03		1 - 5 (pH abh.)	109	0,97	7	< 0,1
-	M05		43	26	0,92	k.A.	0,1 - 1
-	M10		26	6 ^b	0,9 ^d	k.A.	0,1 - 1
-	M11		36	0 ^d	0,9 ^d	k.A.	0,1 - 1
-	M12		36	0 ^d	0,9 ^d	k.A.	0,1 - 1
-	M13		12	0 ^d	0,9 ^d	k.A.	0,1 - 1
-	M14		5	19 ^c	0,9 ^d	k.A.	0,1 - 1

k.A. Keine Angaben
^a Feldversickerungsstudie (1,2 m)
^b K_{OC}
^c HPLC-Methode
^d Default

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurden für Fluopicolid im Rahmen der EU-Bewertung Lysimeterstudien mit Anwendung in Wien und Kartoffel vorgelegt. Fluopicolid wurde nicht über 0,1 µg/L im Sickerwasser detektiert. 2,6-Dichlorbenzamid (BAM) konnte in den Studien aufgrund der Wirkstoffmarkierung nicht analysiert werden. Eine Reihe von Metaboliten (M05, M10, M11, M12, M13 und M14) konnte in Jahresmittelkonzentrationen von 0,1 bis 1 µg/L im Sickerwasser ermittelt werden. In einer zusätzlichen Feldversickerungsstudie wurde 2,6-Dichlorbenzamid (BAM) in Konzentrationen bis zu 3 µg/L im Sickerwasser (in 1,2 m) detektiert. Der Wirkstoff selbst, sowie die Metaboliten M02 und M03 wurden in dieser Studie in 1,2 m nicht über 0,1 µg/L im Sickerwasser nachgewiesen.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten den Grundwasserschutz zu beachten, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit empfindlichen Böden und/oder schwierigen Witterungsbedingungen ausgebracht wird.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Kartoffel	4 x 0,1 kg/ha	1. - 22. Juni	50 - 80 %	8 t/ha

Aufgrund der relativ langen Halbwertszeit von Fluopicolid im Boden werden mit GeoPEARL-Austria bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) behandelter Kartoffelanbauflächen von etwa 0,1 µg/L berechnet. Der Austrag ist am höchsten in schwach humosen Böden und in Regionen mit stark positiver klimatischer Wasserbilanz. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Kartoffel) liegt die berechnete Jahresmittelkonzentration von Fluopicolid im grundwassernahen Sickerwasser bei etwa 0,03 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Für 2,6-Dichlorbenzamid (BAM), das auch Metabolit des mittlerweile nicht mehr zugelassenen Wirkstoffes Dichlobenil ist, werden bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen im Sickerwasser (1 m) behandelter Kartoffelanbauflächen bis zu 3 µg/L berechnet, im grundwassernahen Sickerwasser um 1 µg/L. Die höchste Austragsgefährdung liegt in humusarmen und seichtgründigen Böden vor. Mit zunehmend positiv werdender klimatischer Wasserbilanz kommt es zu einem Verdünnungseffekt.

Für die weiteren Metaboliten von Fluopicolid bewegen sich die berechneten Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) behandelter Kartoffelanbauflächen bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen zwischen 0,01 und 0,5 µg/L, im grundwassernahen Sickerwasser durchwegs unter 0,2 µg/L. Bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen ist mit Ausnahme von 2,4-Dichlorbenzamid (BAM) für sämtliche Metaboliten von Fluopicolid nicht mit Jahresmittelkonzentration über 0,1 µg/L im grundwassernahen Sickerwasser zu rechnen.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.12-3):

Fluopicolid:

- Lenkung auf stark humose Böden
- Lenkung in Regionen mit negativer Wasserbilanz

2,6-Dichlorbenzamid (BAM):

- Keine

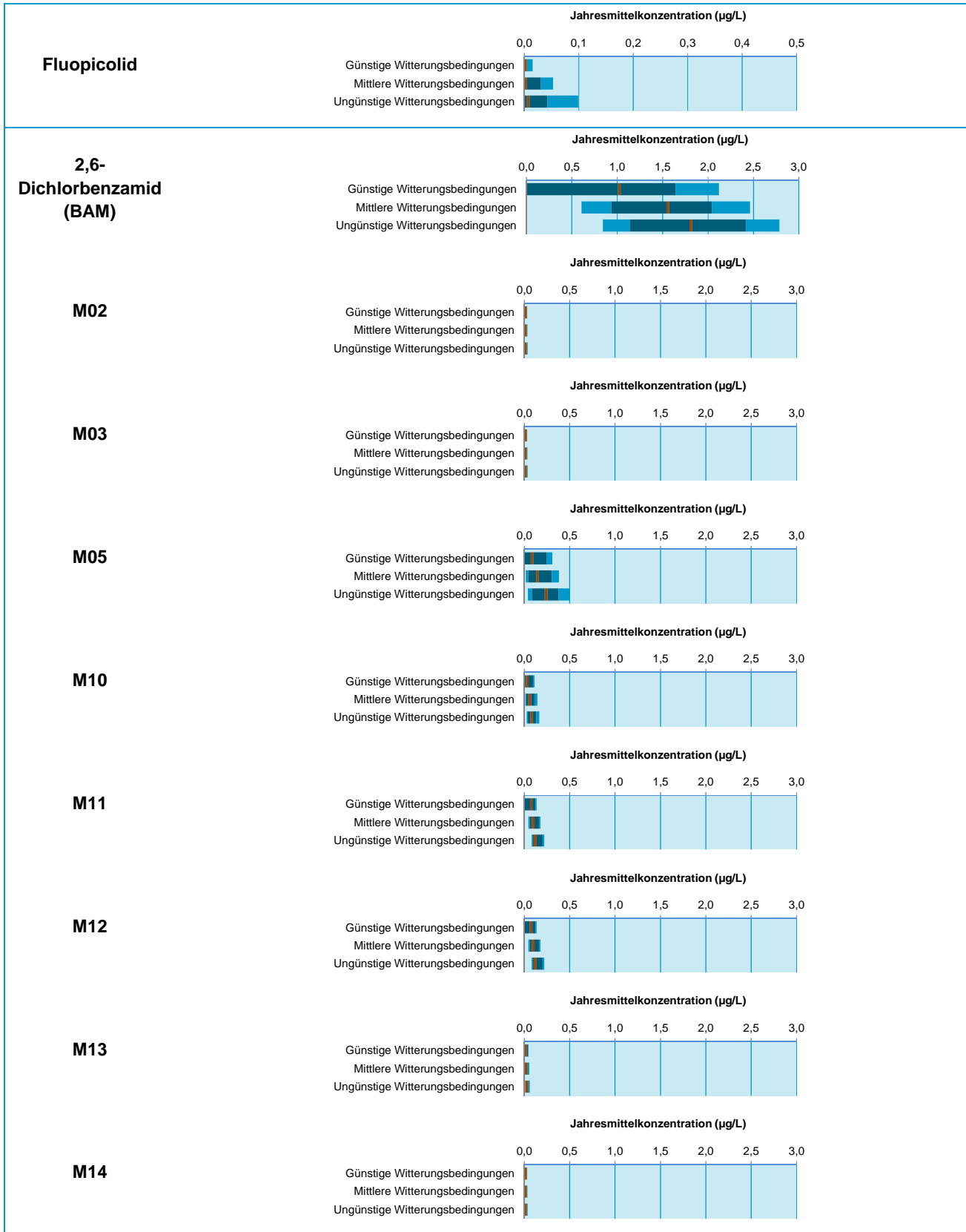


Abbildung 3.12-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Fluopicolid und der Metaboliten 2,6-Dichlorbenzamid (BAM), M02, M03, M05, M10, M11, M12, M13 und M14 im Sickerwasser (1 m) aller Kartoffelanbauflächen bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

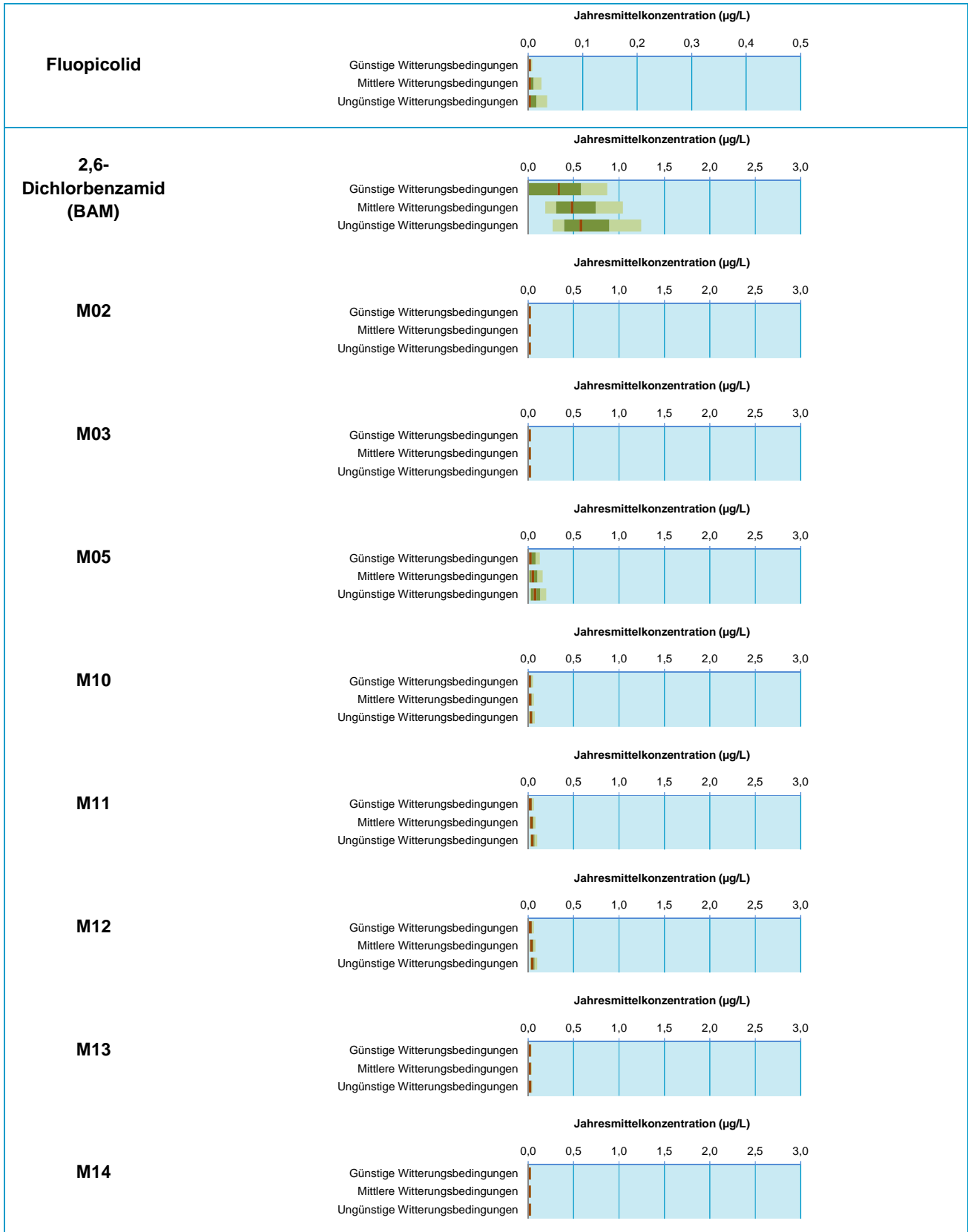


Abbildung 3.12-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Fluopicolid und der Metaboliten 2,6-Dichlorbenzamid (BAM), M02, M03, M05, M10, M11, M12, M13 und M14 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Kartoffelanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Flächenperzentile, hellgrün: 10. - 90. Flächenperzentile).

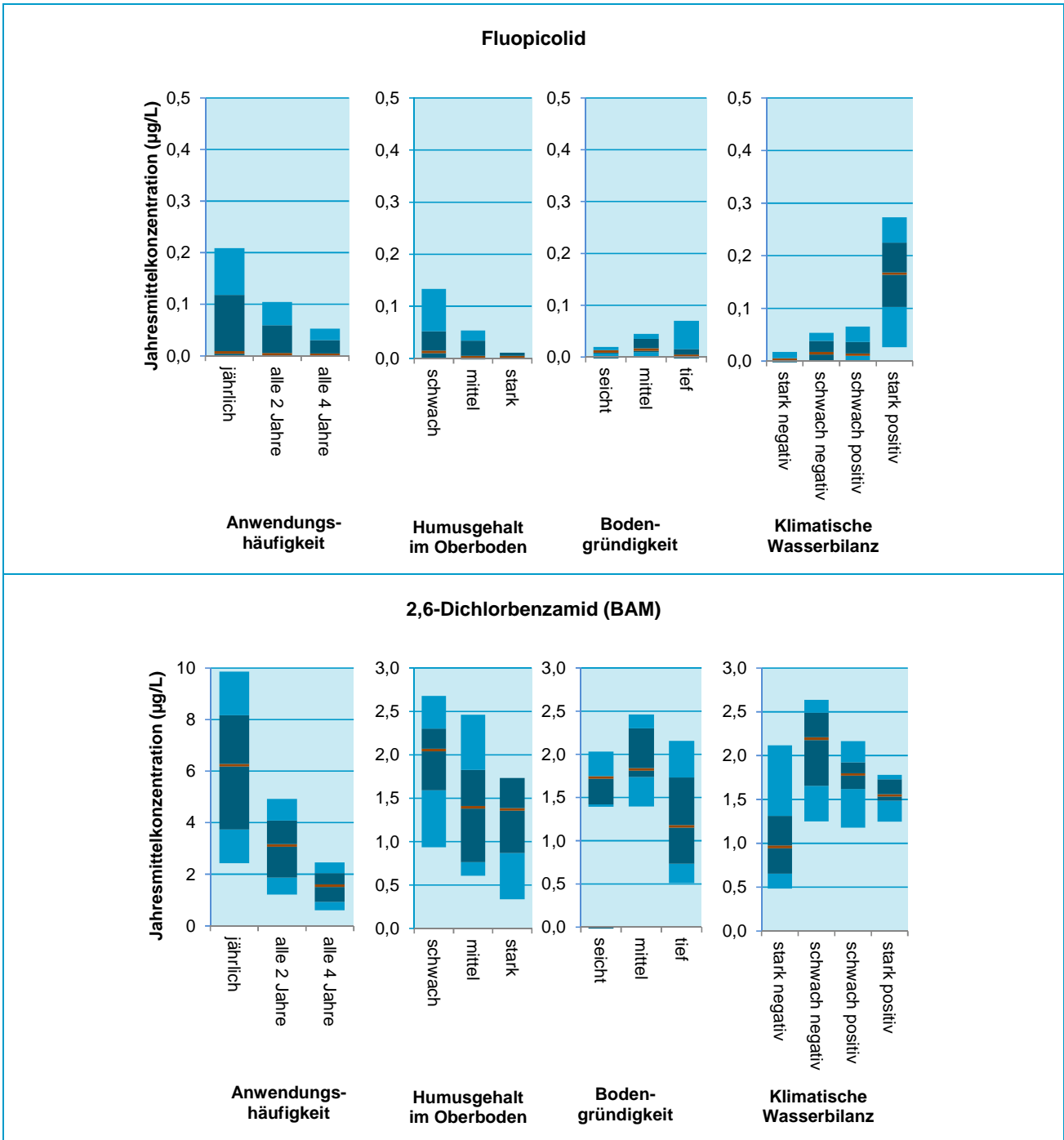


Abbildung 3.12-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Fluopicolid und des Metaboliten 2,6-Dichlorbenzamid (BAM) im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei unterschiedlicher Anwendungshäufigkeit und bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodenständigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Fluopicolid
Berechnete Substanz:	Fluopicolid
Anwendung:	Kartoffel, 4 x 0,1 kg/ha, 1. - 22. Juni, 50 - 80 % Interzeption
Gesamtmenge:	8 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

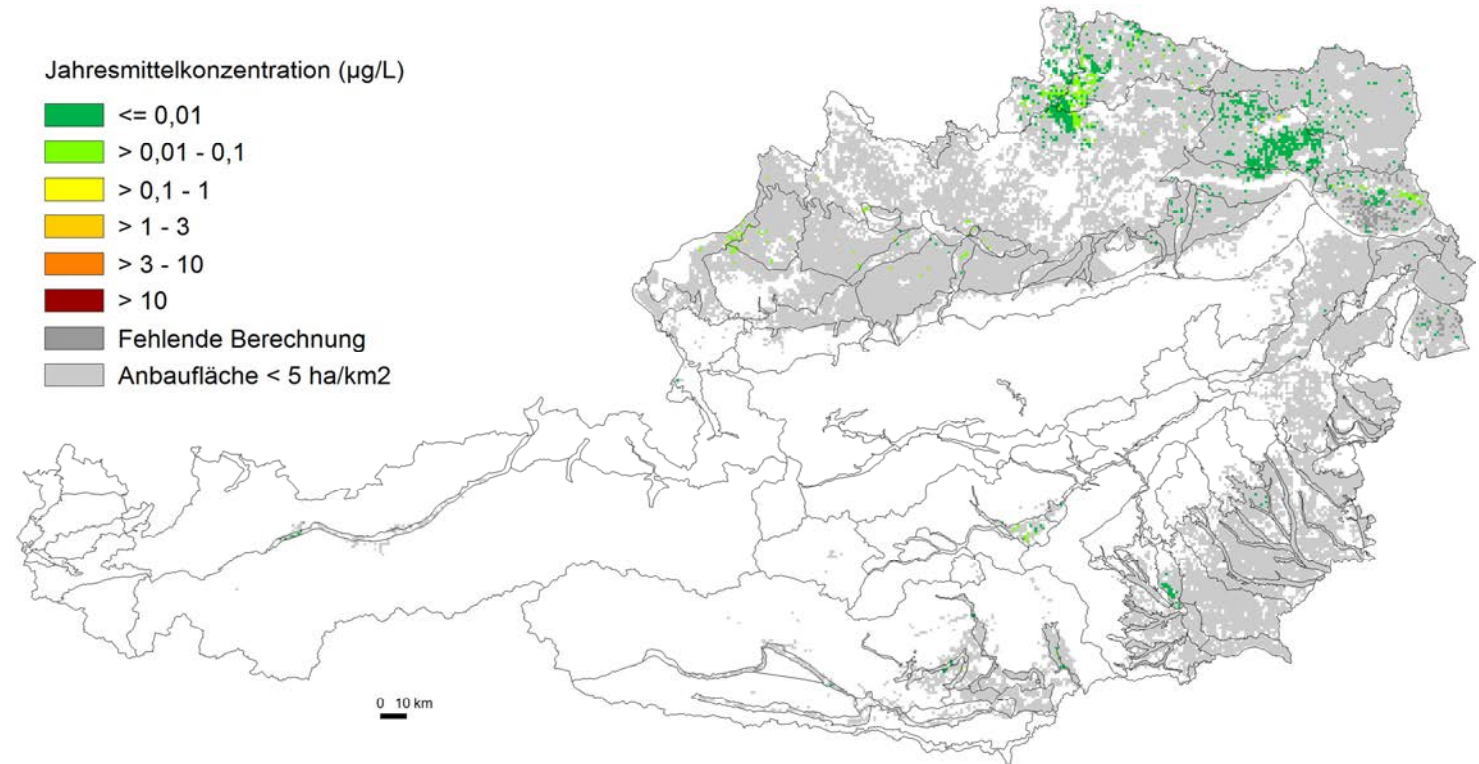


Abbildung 3.12-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Fluopicolid im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Kartoffelanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Fluopicolid
Berechnete Substanz:	2,6-Dichlorbenzamid (BAM)
Anwendung:	Kartoffel, 4 x 0,1 kg/ha, 1. - 22. Juni, 50 - 80 % Interzeption
Gesamtmenge:	8 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

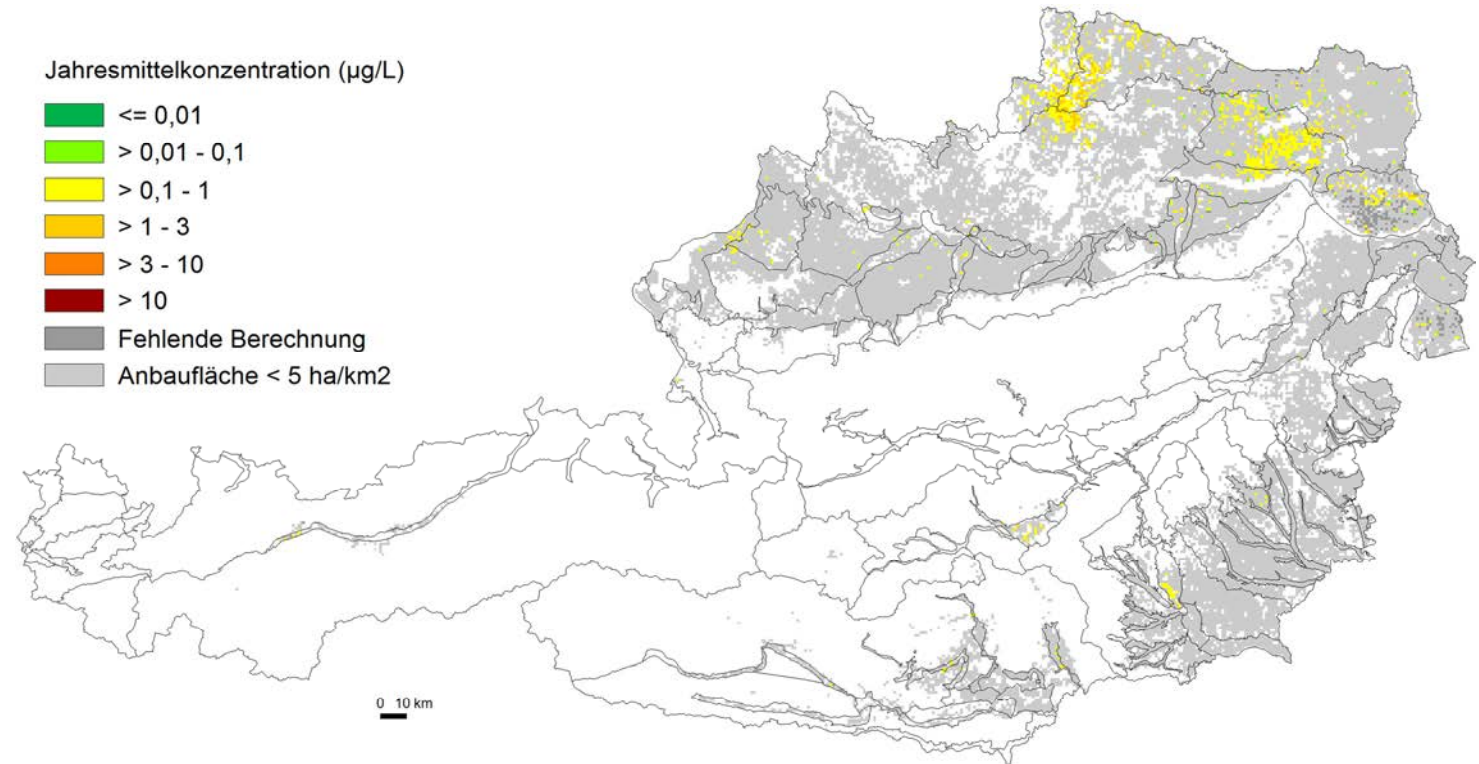


Abbildung 3.12-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von 2,6-Dichlorbenzamid (BAM) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Kartoffelanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Fluopicolid
Berechnete Substanz:	M05
Anwendung:	Kartoffel, 4 × 0,1 kg/ha, 1. - 22. Juni, 50 - 80 % Interzeption
Gesamtmenge:	8 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

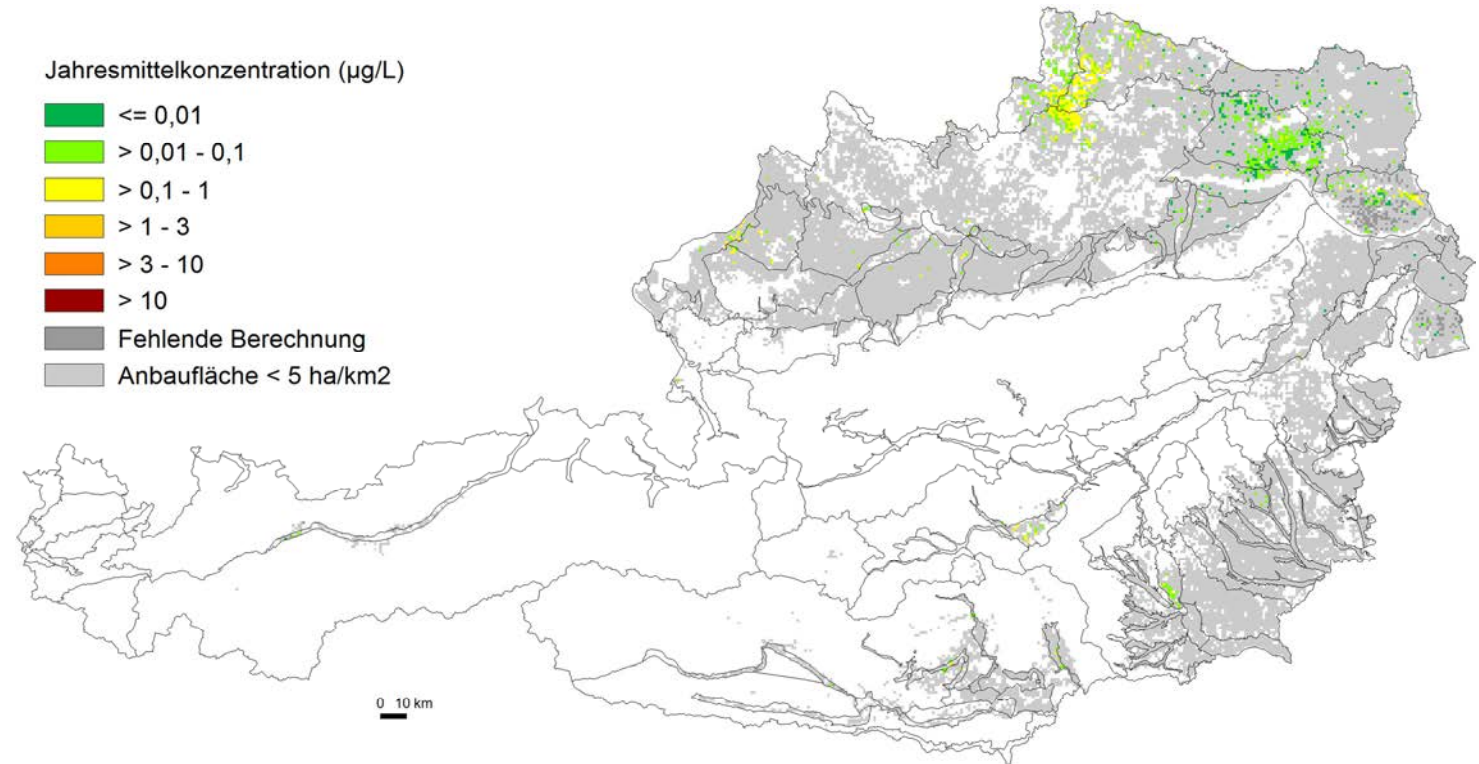


Abbildung 3.12-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von M05 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Kartoffelanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Fluopicolid
Berechnete Substanz:	M10
Anwendung:	Kartoffel, 4 x 0,1 kg/ha, 1. - 22. Juni, 50 - 80 % Interzeption
Gesamtmenge:	8 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

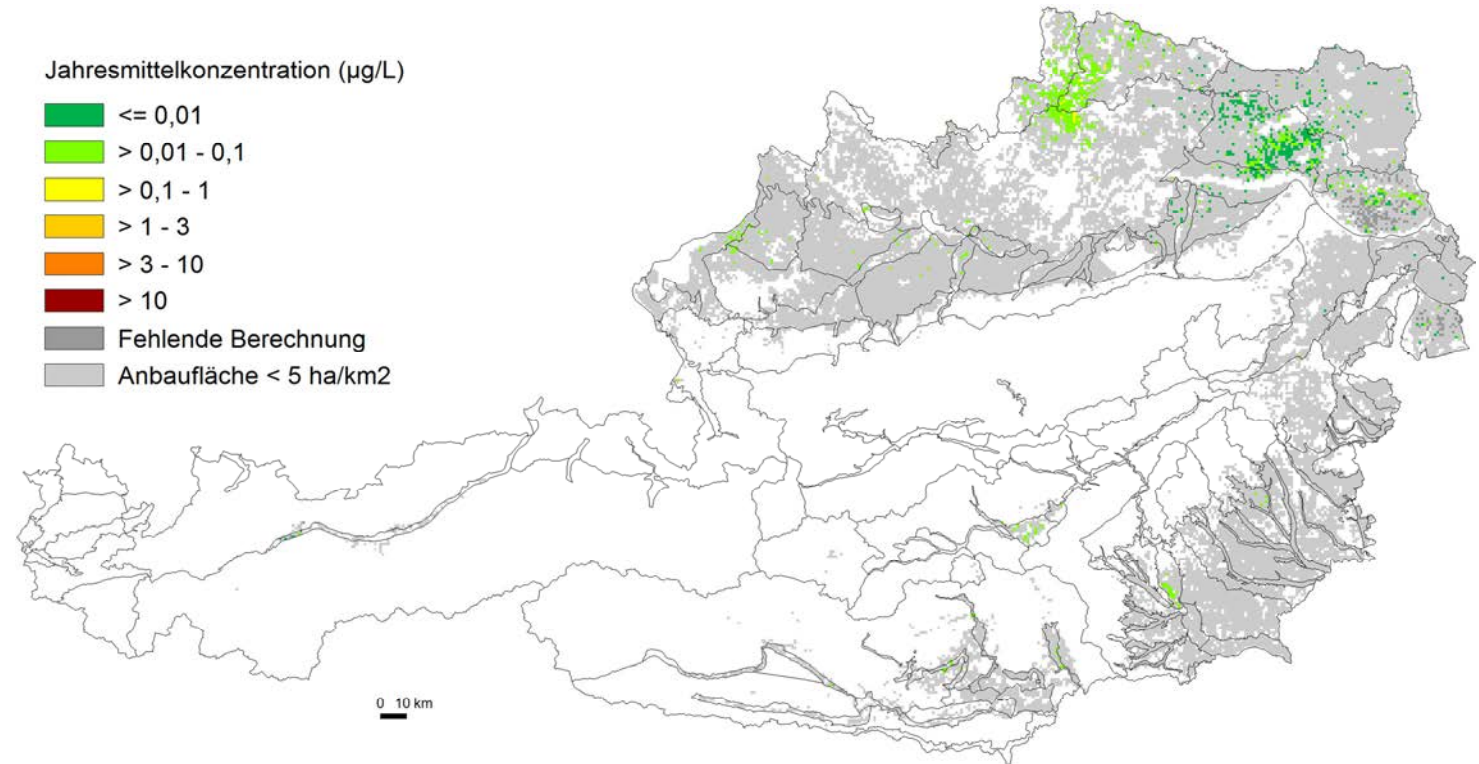


Abbildung 3.12-7: Berechnete Jahresmittelkonzentration von M10 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Kartoffelanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Fluopicolid
Berechnete Substanz:	M11
Anwendung:	Kartoffel, 4 × 0,1 kg/ha, 1. - 22. Juni, 50 - 80 % Interzeption
Gesamtmenge:	8 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

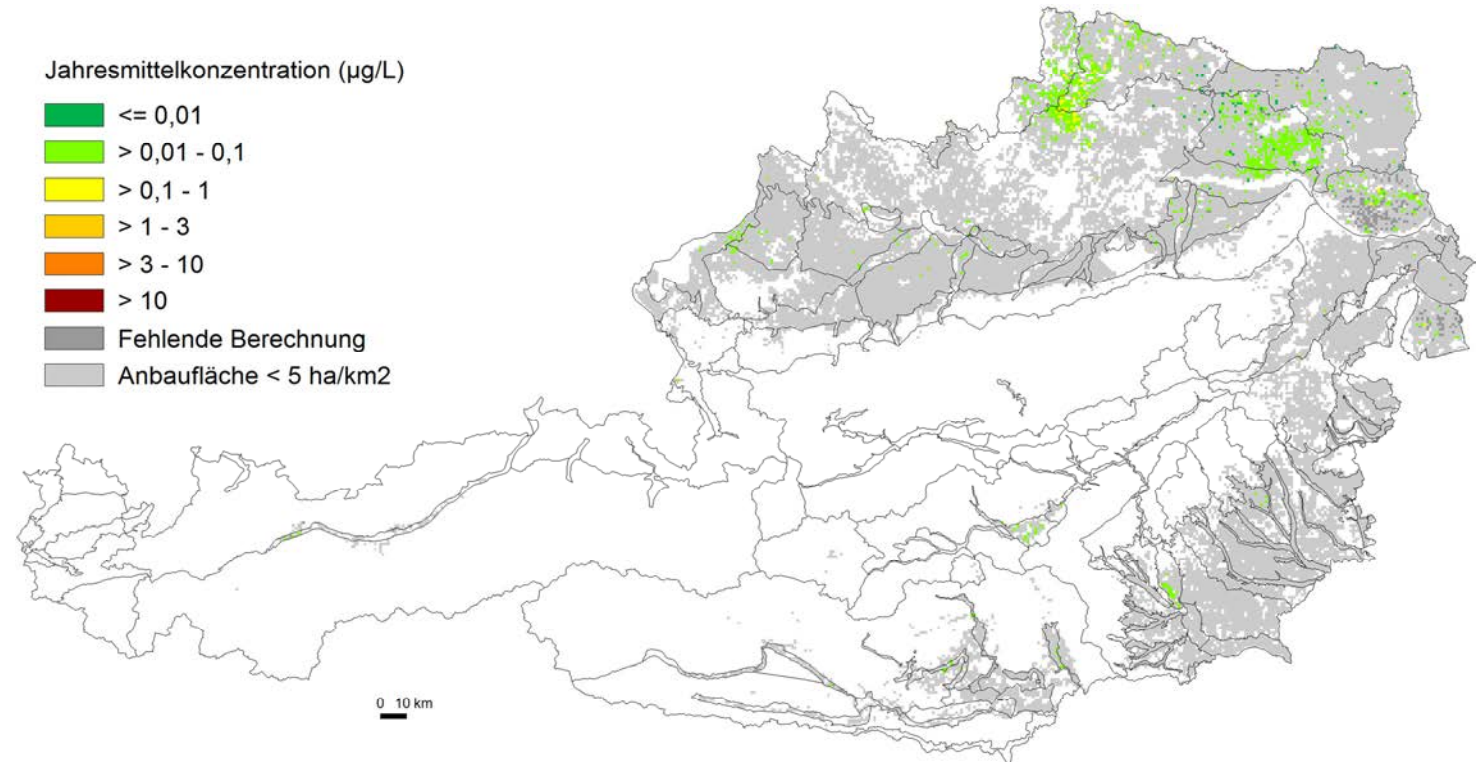


Abbildung 3.12-8: Berechnete Jahresmittelkonzentration von M11 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Kartoffelanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Fluopicolid
Berechnete Substanz:	M12
Anwendung:	Kartoffel, 4 x 0,1 kg/ha, 1. - 22. Juni, 50 - 80 % Interzeption
Gesamtmenge:	8 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

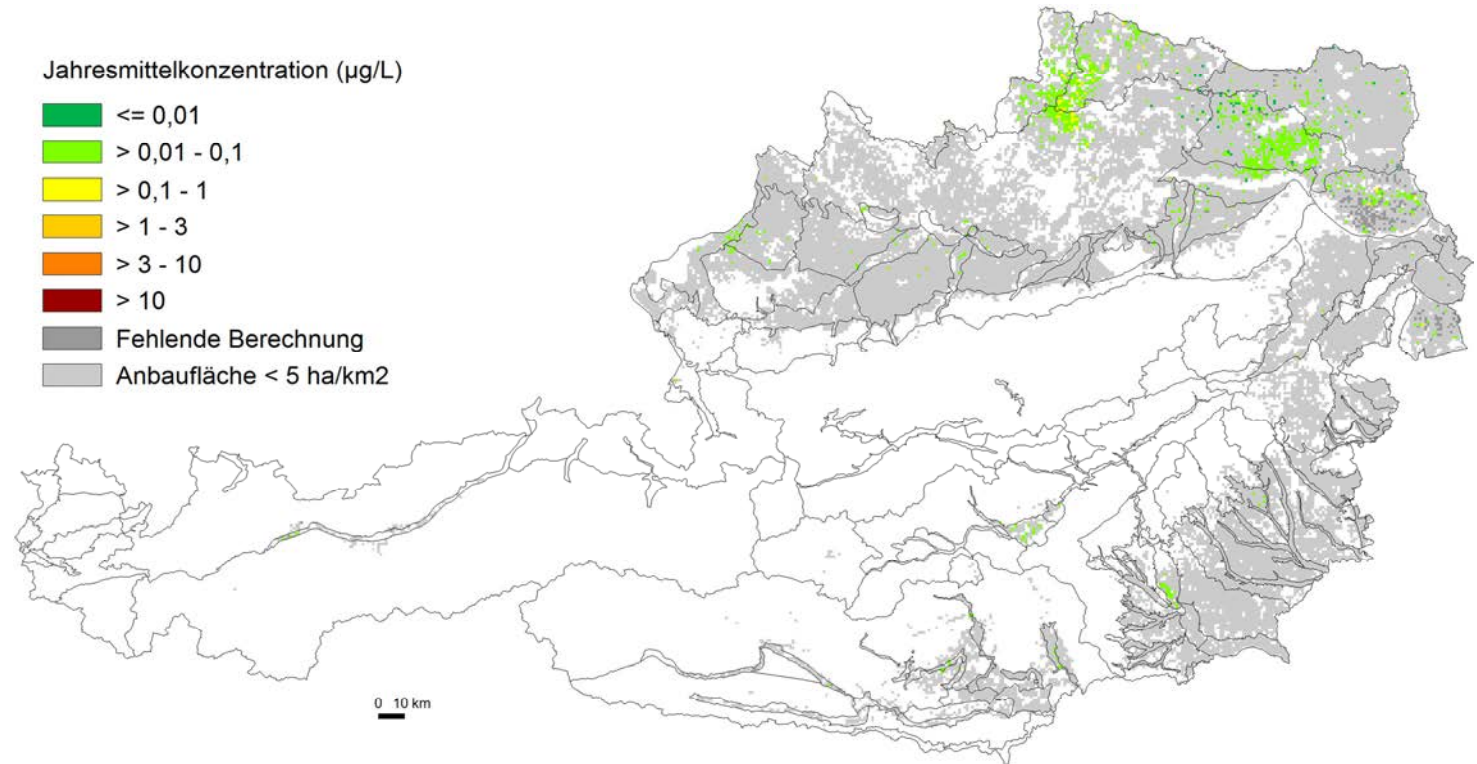


Abbildung 3.12-9: Berechnete Jahresmittelkonzentration von M12 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Kartoffelanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Fluopicolid
Berechnete Substanz:	M13
Anwendung:	Kartoffel, 4 × 0,1 kg/ha, 1. - 22. Juni, 50 - 80 % Interzeption
Gesamtmenge:	8 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

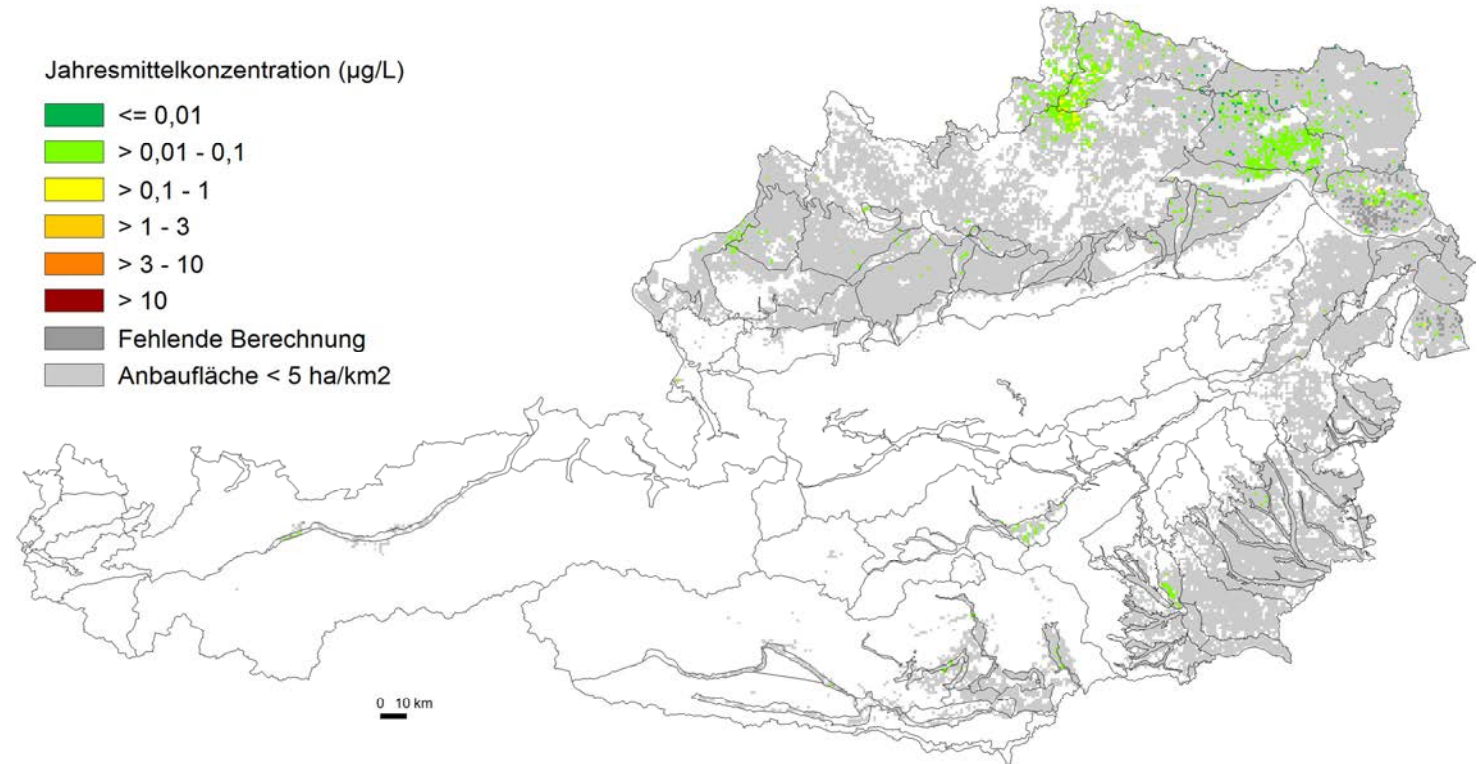
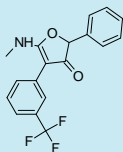

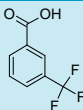


Abbildung 3.12-10: Berechnete Jahresmittelkonzentration von M13 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Kartoffelanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.13 Flurtamon

Factsheet	
Genehmigung (EU)	01/01/2004
Erneuerung (EU)	31/10/2016
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Pyridazinone
Kultur	Wintergetreide
Inverkehrbringungsmenge 2011	Gering
Produkte	Bacara, Bacara Forte

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Flurtamon	-		15	329	0,98	12	< 0,1
Trifluor- essigsäure	TFAA		730	23	0,9 ^a	1000000	1 - 10
Trifluormethyl- benzoesäure	TFMBA		9	15	0,67	149	0,1 - 1

k.A. keine Angaben

^a Default

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurde im Zuge der EU-Bewertung von Flurtamon eine Lysimeterstudie vorgelegt. Flurtamon wurde in dieser nicht über 0,1 µg/L detektiert, die Metaboliten Trifluoressigsäure (TFAA) und Trifluormethylbenzoesäure (TFMBA) erreichten Konzentrationen von 3,7 bzw. 0,1 µg/L.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten auf den Grundwasserschutz zu achten, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit empfindlichen Böden und/oder extremen Klimabedingungen ausgebracht wird.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Wintergetreide	1 × 0,25 kg/ha	28. September	Keine	111 t/Jahr

Aufgrund seiner Stoffeigenschaften ist mit keinem signifikanten Austrag von Flurtamon über das Sickerwasser zu rechnen. Dementsprechend prognostiziert GeoPEARL-Austria auch bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) behandelter Kulturen (Wintergetreide) unter 0,1 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Für den Metaboliten Trifluoressigsäure (TFAA) liegen die mit GeoPEARL-Austria berechneten Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) behandelter Kulturen (Wintergetreide) bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen bei etwa 3 µg/L, bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bei 13 µg/L. Aufgrund der geringen Adsorption im Boden kommt dem Einfluss der Bodeneigenschaften kaum eine Bedeutung zu. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Wintergetreide) liegen die berechneten Jahresmittelkonzentrationen von Trifluoressigsäure (TFAA) im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bei etwa 5 µg/L.

Der Metabolit Trifluormethylbenzoesäure (TFMBA) weist aufgrund seiner geringen Halbwertszeit im Boden ein sehr geringes Austragspotential aus, die berechneten Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) behandelter Kulturen liegen selbst bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen durchwegs unter 0,01 µg/L.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.13-3):

Trifluoressigsäure (TFAA):

- Lenkung in Regionen mit stark negativer Wasserbilanz

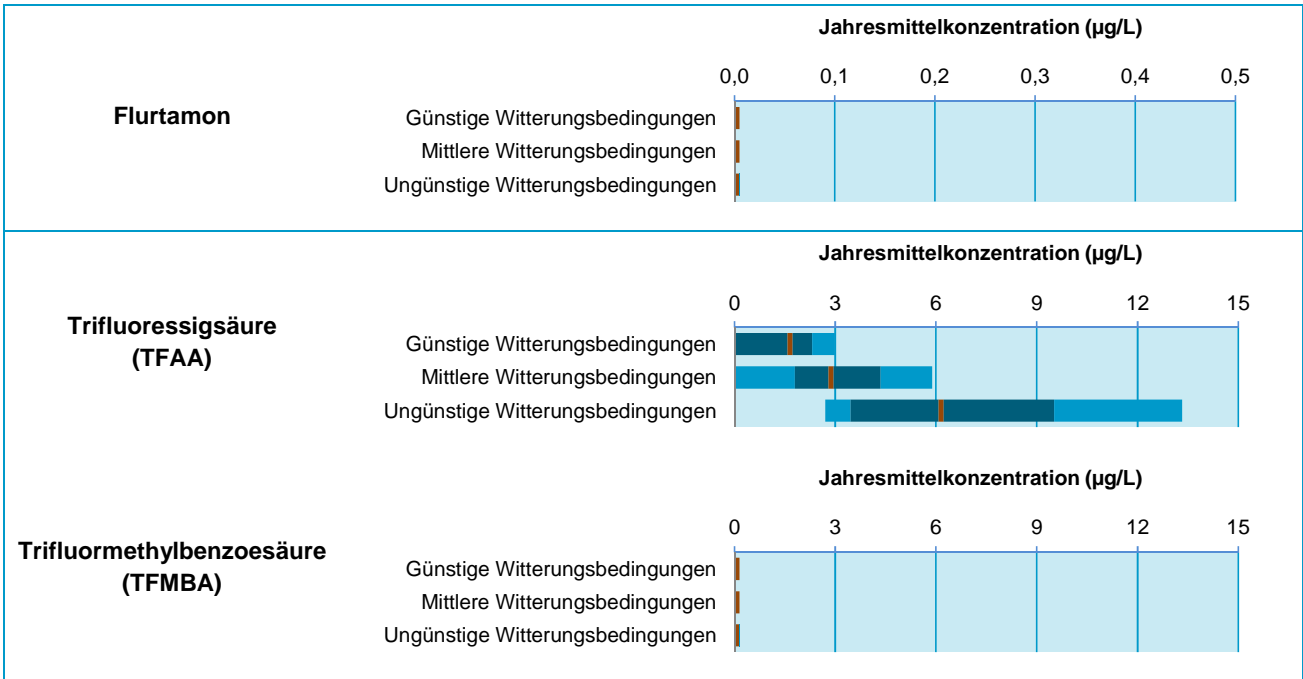


Abbildung 3.13-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Flurtamon und seiner Metaboliten Trifluoressigsäure (TFAA) und Trifluormethylbenzoesäure (TFMBA) im Sickerwasser (1 m) aller Wintergetreideanbauflächen bei jährlicher Anwendung und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

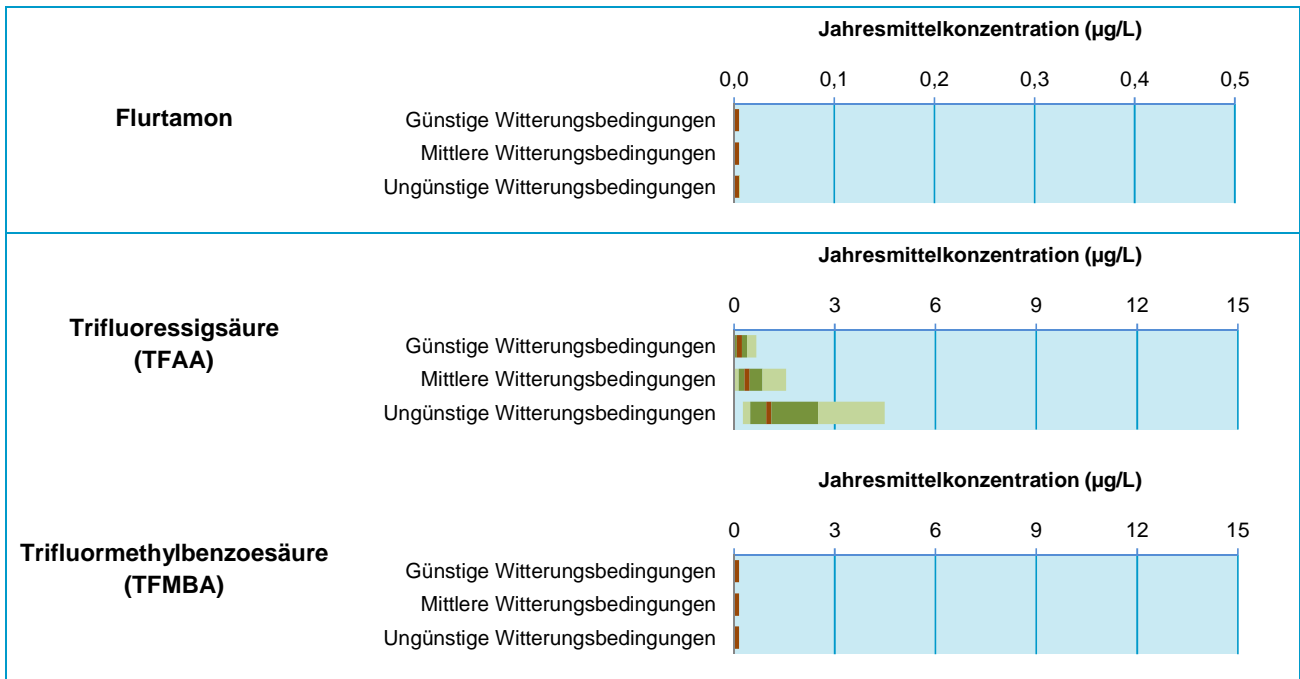


Abbildung 3.13-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Flurtamon und seiner Metaboliten Trifluoressigsäure (TFAA) und Trifluormethylbenzoesäure (TFMBA) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

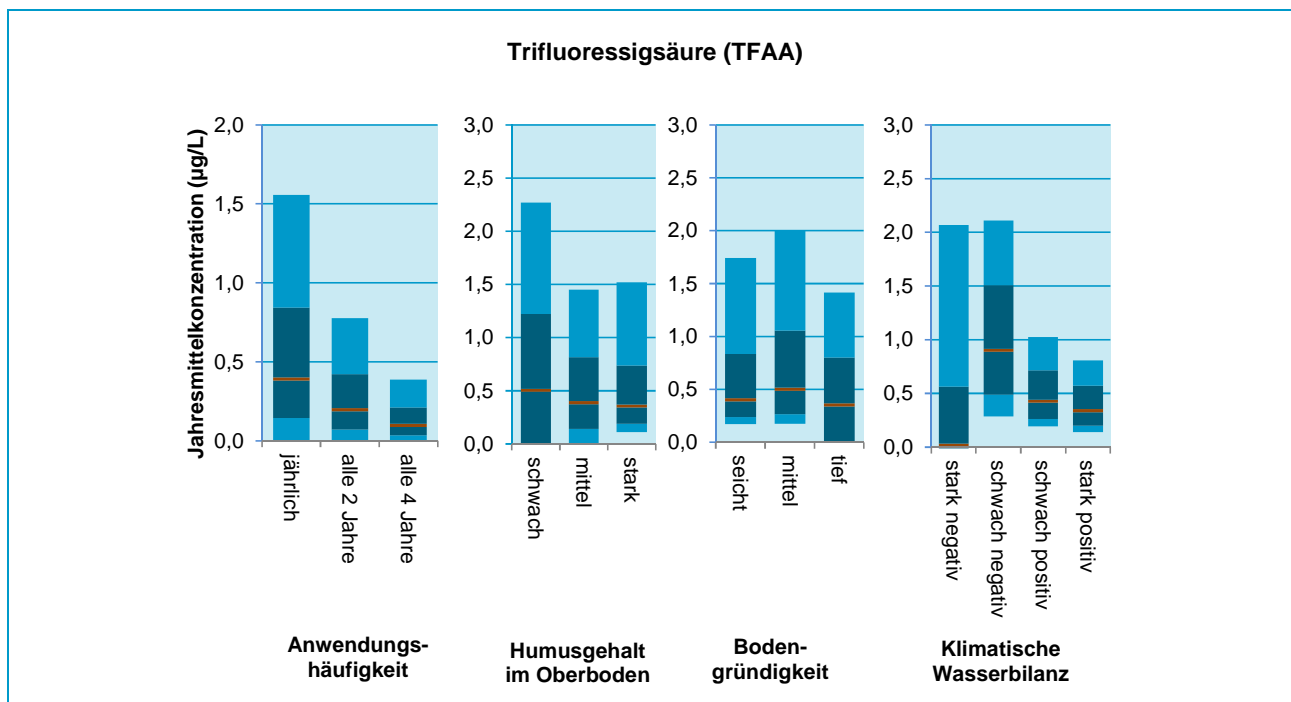


Abbildung 3.13-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration des Metaboliten Trifluoressigsäure (TFAA) im Sickerwasser (1 m) aller Wintergetreideanbauflächen in Abhängigkeit von der Anwendungshäufigkeit und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Flurtamon
Berechnete Substanz:	Flurtamon
Anwendung:	Wintergetreide, 0,25 kg/ha, 22. September, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	111 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

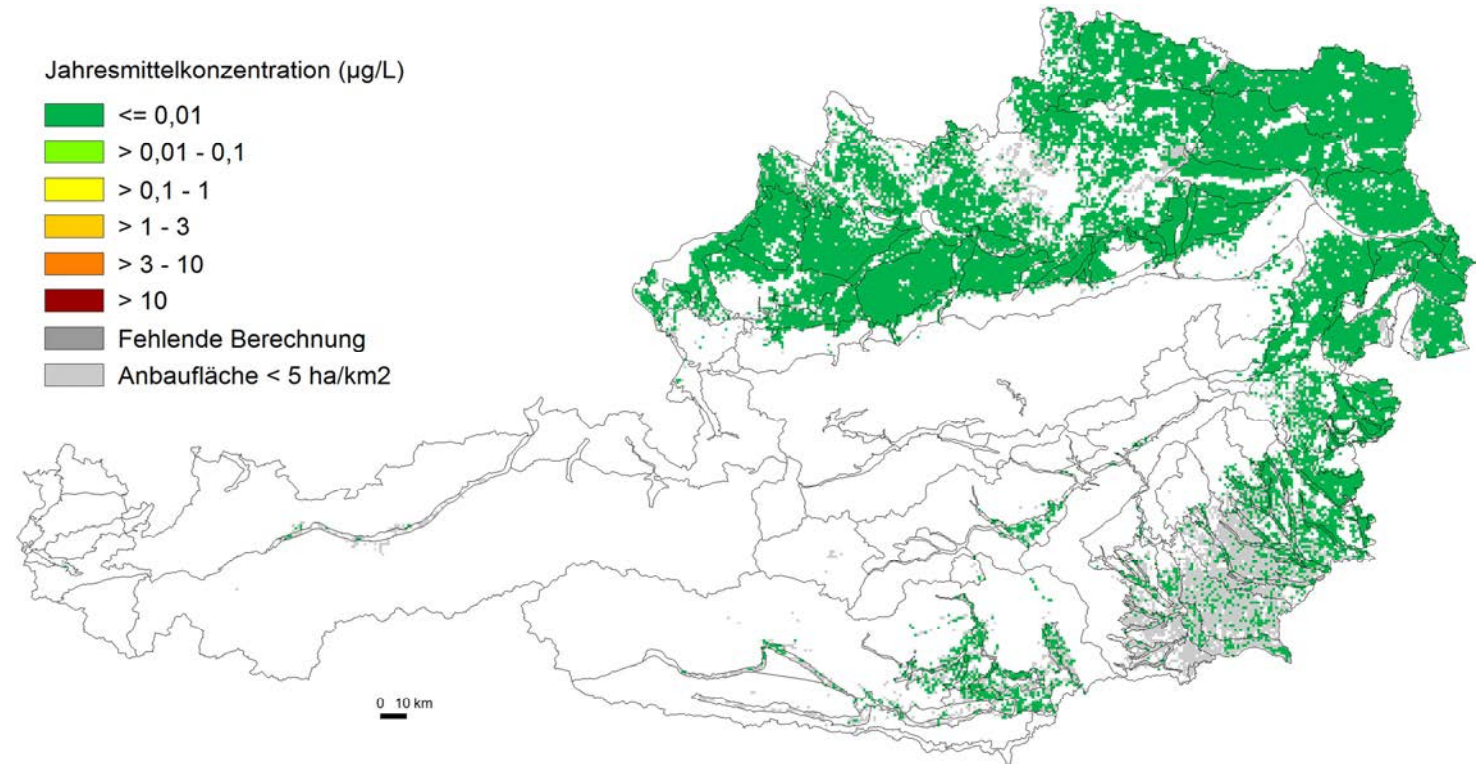


Abbildung 3.13-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Flurtamon im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Flurtamon
Berechnete Substanz:	Trifluoressigsäure (TFAA)
Anwendung:	Wintergetreide, 0,25 kg/ha, 22. September, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	111 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

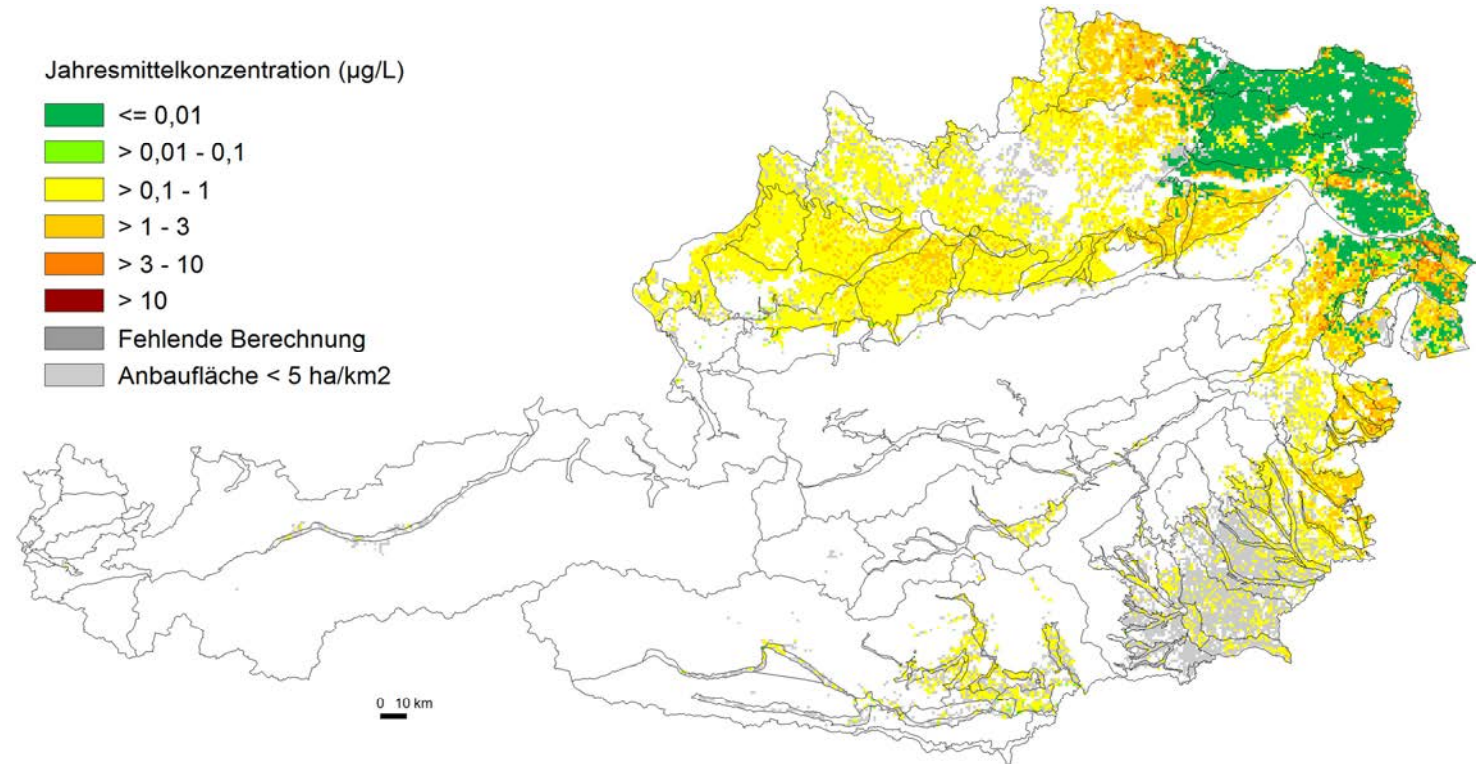
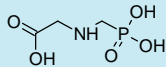
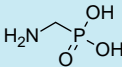


Abbildung 3.13-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Trifluoressigsäure (TFAA) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.14 Glyphosat

Factsheet	
EU-Genehmigung	07/01/2002
EU-Erneuerung	31/12/2015
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Phosphonoglycine
Kultur	Landwirtschaftlich genutzte und nicht genutzte Flächen
Inverkehrbringungsmenge 2011	Sehr hoch
Produkte	Roundup Alphee, Glyphos, Taifun forte, Thunderbold, Dominator NeoTec, Boom efect, Touchdown Quatro, Clinic, ...

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Glyphosat	-		12	1435	0,96	10500	k.A.
Aminomethyl- phosphonsäure	AMPA		151	8027	0,8	k.A.	k.A.
<i>k.A. Keine Angaben</i>							

EU-Bewertung

Die EU-Bewertung für Glyphosat basiert ausschließlich auf FOCUS-Berechnungen. Es wurden keine Lysimeterstudien vorgelegt.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten besonders auf den Grundwasserschutz in gefährdeten Gebieten zu achten, insbesondere im Hinblick auf Anwendungen in Nicht-Kulturland.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

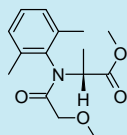
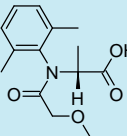
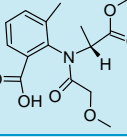
Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Wintergetreide	1 × 1,8 kg/ha	1. Oktober	Keine	525 t/Jahr

Aufgrund der hohen Adsorption von Glyphosat und Aminomethylphosphonsäure (AMPA) im Boden ist den Berechnungen mit GeoPEARL-Austria entsprechend mit keinem signifikanten Austrag der beiden Substanzen über das Sickerwasser zu rechnen. Die Berechnungsergebnisse liegen durchwegs unter 0,01 µg/L. Zu möglichen Austrägen von Glyphosat und Aminomethylphosphonsäure (AMPA) über präferenziellen Fluss in strukturierten Böden können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

3.15 Metalaxyl-M

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/10/2002
EU-Erneuerung	31/12/2015
Wirkungstyp	Fungizid
Stoffklasse	Phenylamide
Kultur	Mais, Raps, Kürbis, Kartoffel, Gemüse, Wein
Inverkehrbringungsmenge 2011	Gering
Produkte	Cruiser OSR, Epok, Maxim XL, Ridomil Gold Combi, Ridomil Gold MZ, ...

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Metalaxyl-M	-		15	40	0,93	26000	< 0,1
-	CGA 62826		19	10	0,93	265000	1 - 10
-	CGA 108906		15	< 1	0,9 ^a	265000	1 - 10
k.A. Keine Angaben ^a Default							

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurden für Metalaxyl-M im Zuge der EU-Bewertung vier Lysimeterstudien vorgelegt. Metalaxyl-M konnte in keiner dieser Studien mit einer Jahresmittelkonzentration über 0,1 µg/L detektiert werden. Im Gegensatz dazu erreichten die beiden mobileren Metaboliten CGA 62826 und CGA 108906 Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser von maximal 4,1 bzw. 1,1 µg/L.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten besonders auf die Gefahr einer Verschmutzung des Grundwassers durch den Wirkstoff oder seine Abbauprodukte CGA 62826 und CGA 108906 zu achten, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit empfindlichen Böden und/oder schwierigen Klimabedingungen ausgebracht wird. Gegebenenfalls sind Maßnahmen zur Risikobegrenzung zu ergreifen.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Kartoffel	4 × 0,1 kg/ha	24. Mai - 25. Juni	50 %	8 t/Jahr

Aufgrund des geringen Adsorptionskoeffizienten im Boden werden für Metalaxyl-M bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen Jahresmittelkonzentrationen von 0,1 µg/L im Sickerwasser (1 m) behandelter Kartoffelanbauflächen berechnet. Im grundwassernahen Sickerwasser liegt die berechnete Konzentration unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Kartoffel) bei 0,03 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Für die ebenfalls sehr mobilen Metaboliten NOA 409045 und CGA 108906 liegen die berechneten Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) behandelter Kartoffelanbauflächen bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen um 1 bzw. 0,3 µg/L, im grundwassernahen Sickerwasser hingegen um 0,4 bzw. 0,1 µg/L. Bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen ist den Berechnungen mit GeoPEARL-Austria zufolge für beide Metaboliten nicht mit Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L im grundwassernahen Sickerwasser zu rechnen.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.15-3):

CGA 62826:

- Lenkung auf tiefgründige Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer klimatischer Wasserbilanz

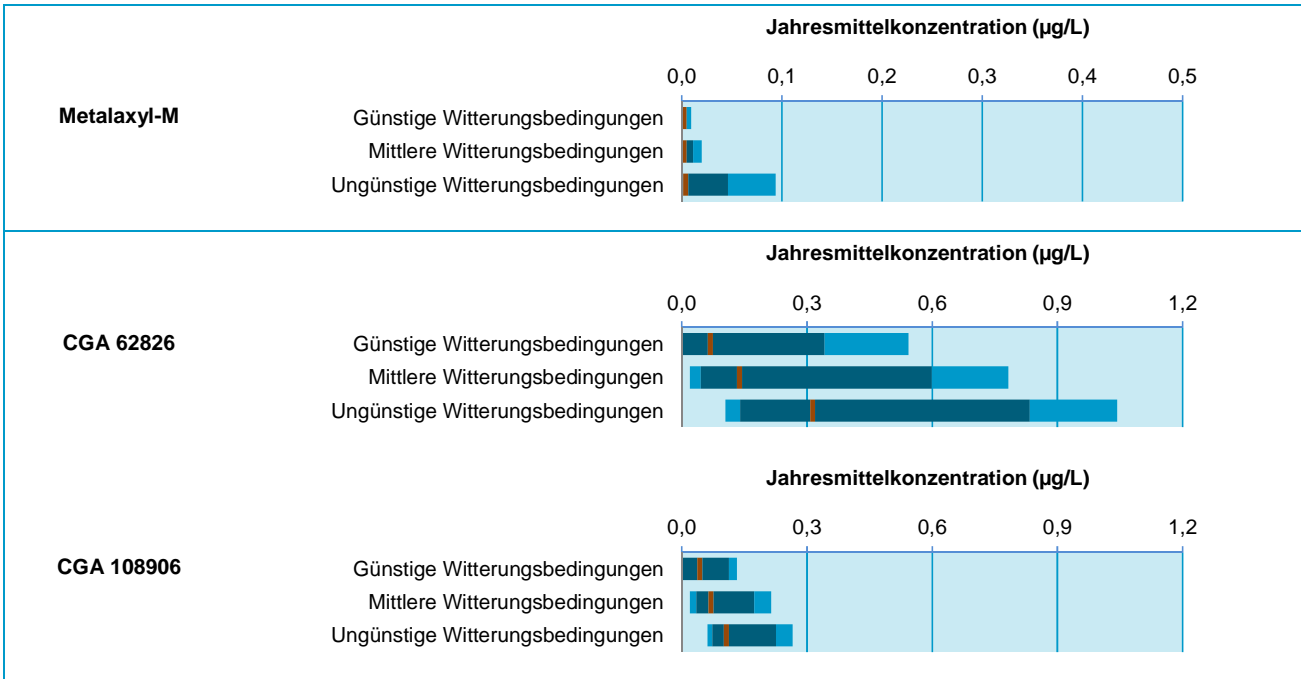


Abbildung 3.15-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Metalaxyl-M und der Metaboliten CGA 62826 und CGA 108906 im Sickerwasser (1 m) aller Kartoffelanbauflächen bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Flächenperzentile, hellblau: 10. - 90. Flächenperzentile).

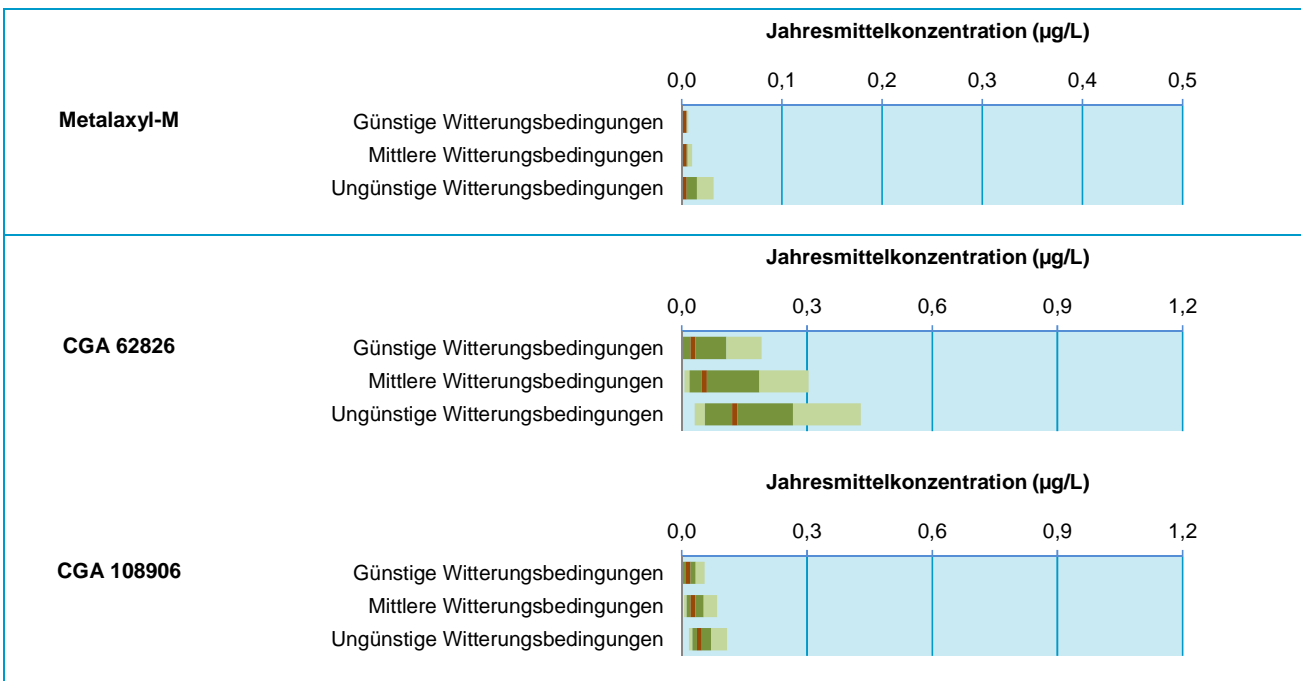


Abbildung 3.15-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Metalaxyl-M und der Metaboliten CGA 62826 und CGA 108906 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Kartoffelanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Flächenperzentile, hellgrün: 10. - 90. Flächenperzentile).

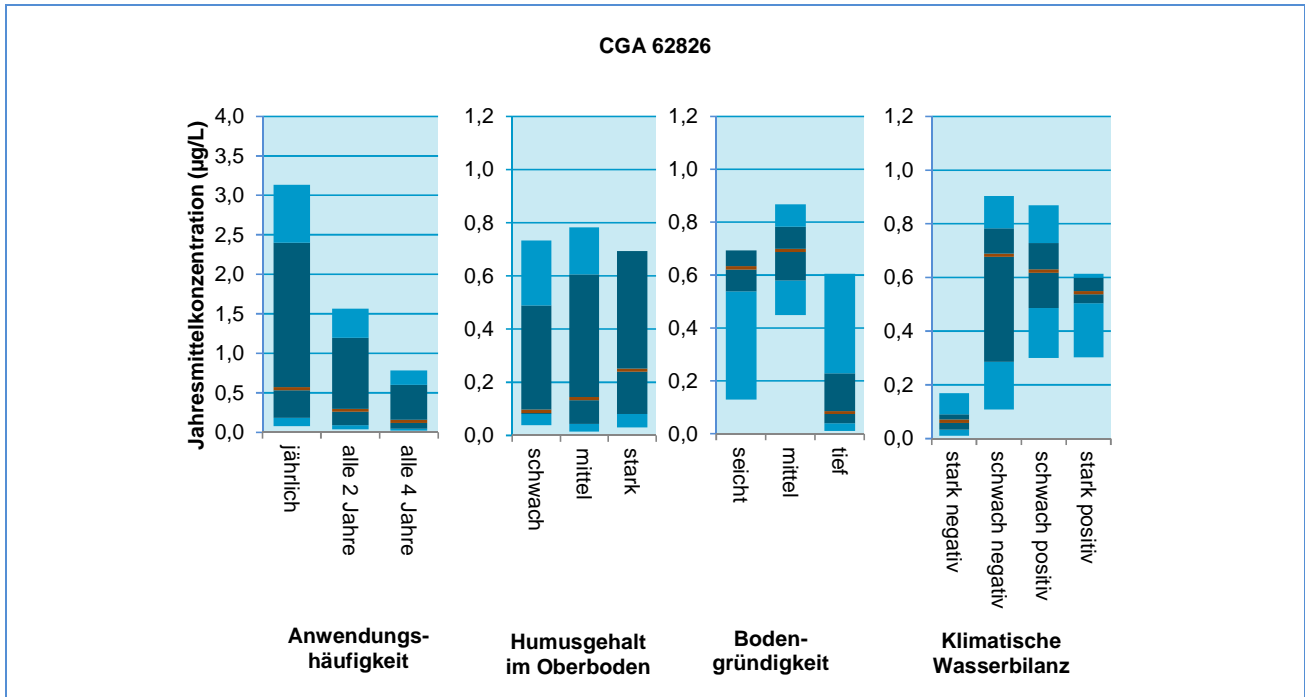


Abbildung 3.15-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration des Metaboliten CGA 62826 im Sickerwasser (1 m) aller Kartoffelanbauflächen in Abhängigkeit von der Anwendungshäufigkeit und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Flächenperzentile, hellblau: 10. - 90. Flächenperzentile).

Wirkstoff:	Metalaxyl-M
Berechnete Substanz:	Metalaxyl-M
Anwendung:	Kartoffel, 4 x 0,1 kg/ha, 24. Mai - 25. Juni, 50 % Interzeption
Gesamtmenge:	8 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

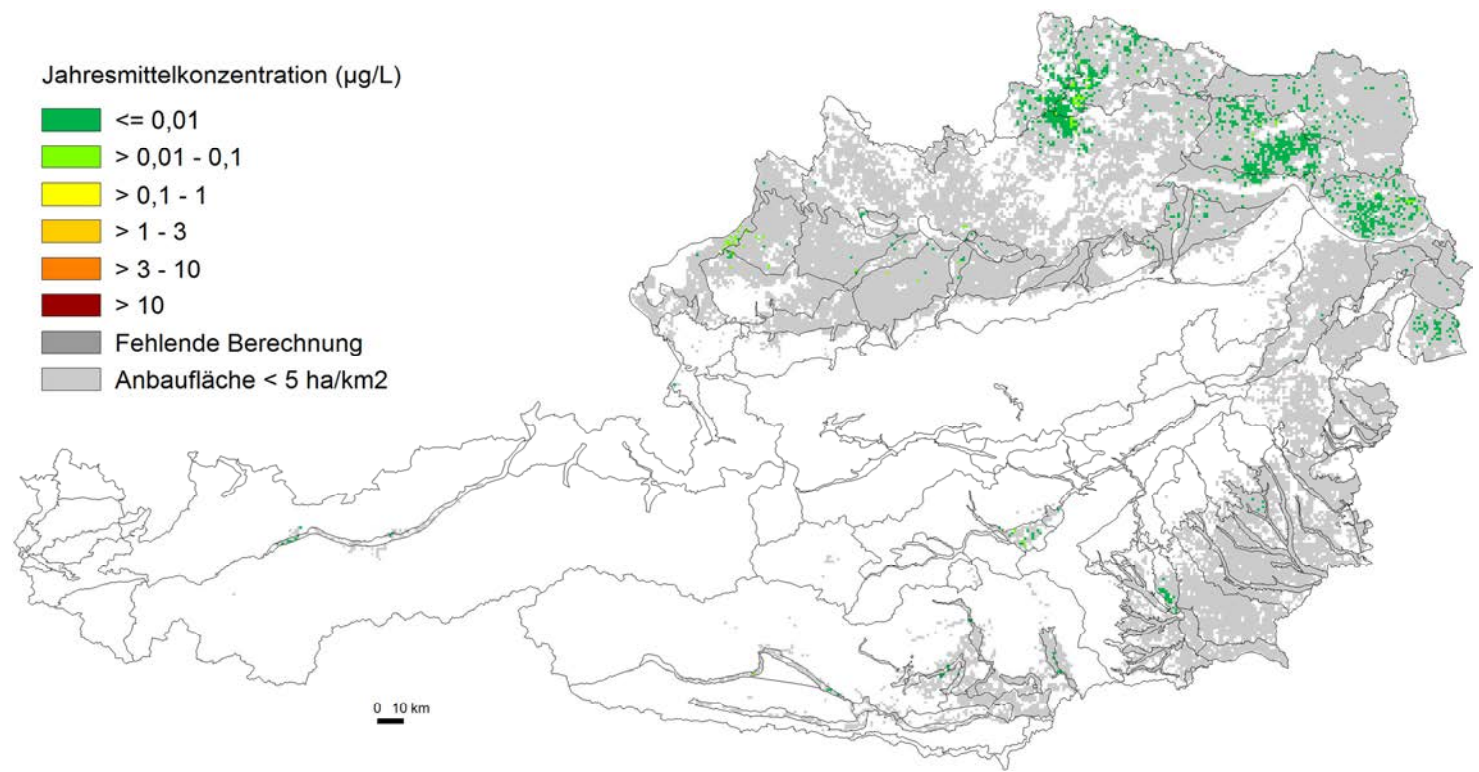


Abbildung 3.15-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Metalaxyl-M im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Kartoffelanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Metalaxyl-M
Berechnete Substanz:	CGA 62826
Anwendung:	Kartoffel, 4 x 0,1 kg/ha, 24. Mai - 25. Juni, 50 % Interzeption
Gesamtmenge:	8 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

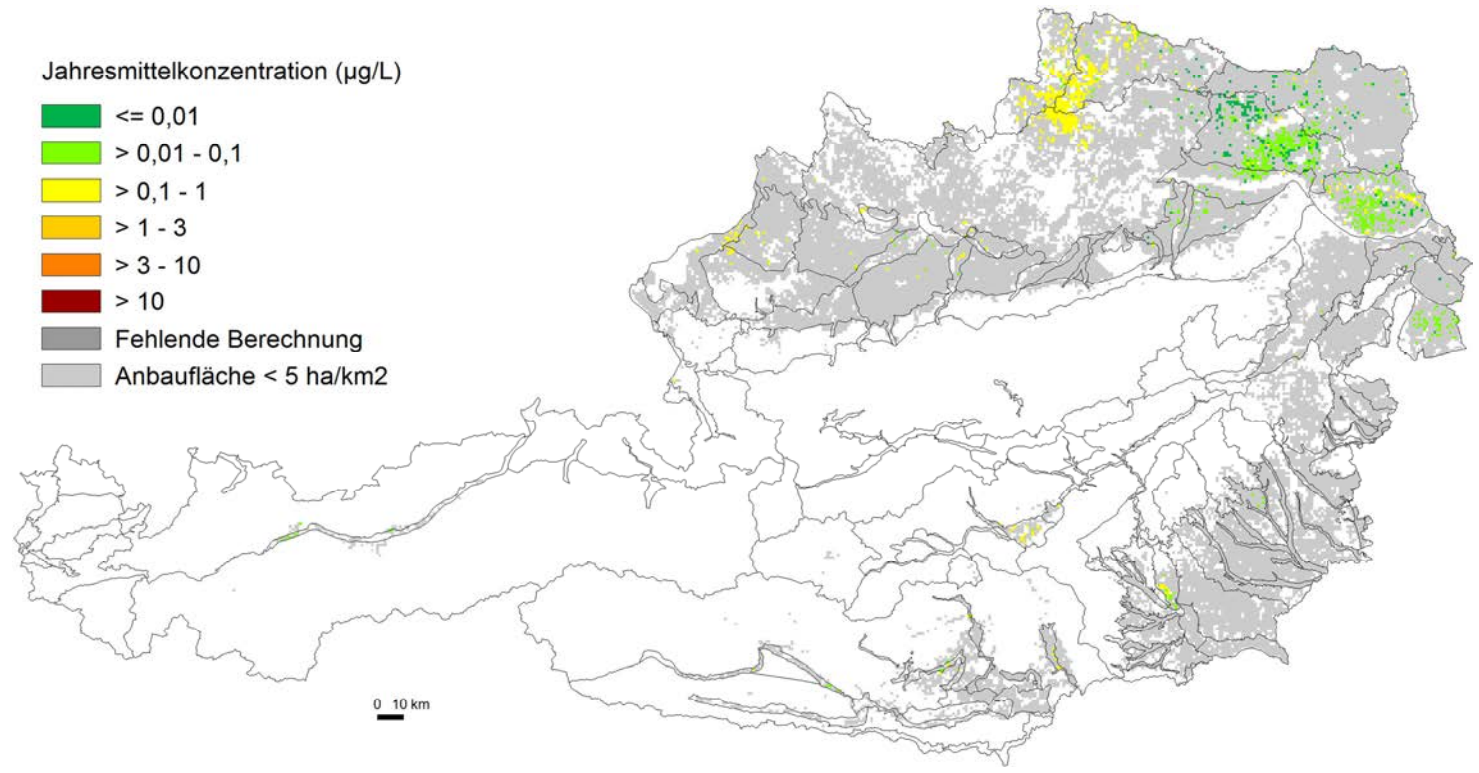


Abbildung 3.15-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von CGA 62826 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Kartoffelanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Metalaxyl-M
Berechnete Substanz:	CGA 108906
Anwendung:	Kartoffel, 4 x 0,1 kg/ha, 24. Mai - 25. Juni, 50 % Interzeption
Gesamtmenge:	8 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

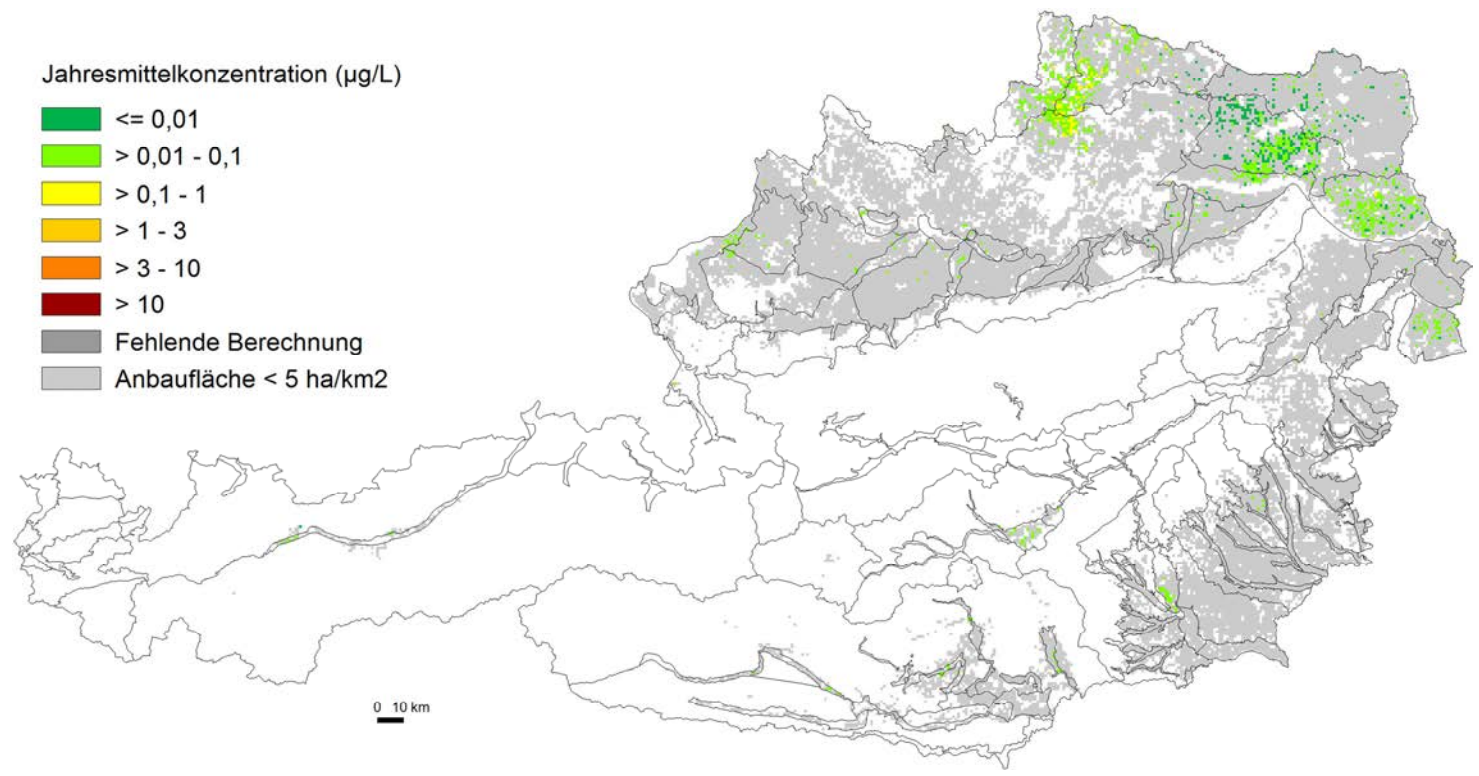
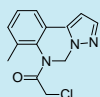
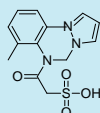
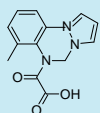


Abbildung 3.15-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von CGA 108906 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Kartoffelanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.16 Metazachlor

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/08/2009
EU-Erneuerung	31/07/2019
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Chlorazetamide
Kultur	Raps, Kohlgemüse
Inverkehrbringungsmenge 2011	Hoch
Produkte	Butisan, Butisan S, Butisan Gold, Butisan, Kombi, Butisan Top, Fuego, Attrade-Metazachlor 500 SC, Bengala, Katamaran Plus, Nimbus SC, Rapsan 500 SC, Clearfield-Vantiga

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Metazachlor	-		7	110	0,88	630	< 0,1
Metazachlor-Sulfonsäure	479M08		116	10	0,83	k.A.	> 10
Metazachlor-Säure	479M04		57	9	0,9 ^a	k.A.	1 - 10 ^b
-	479M09	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1 - 10 ^b
-	479M11	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1 - 10 ^b
-	479M12	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1 - 10 ^b

k.A. keine Angaben
^a Default
^b Einzelproben, keine Jahresmittelwerte

EU-Bewertung

Metazachlor bildet im Boden eine Reihe von mobilen Metaboliten, die in Lysimeterstudien für das EU-Genehmigungsverfahren mit Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L und im Falle der beiden Hauptmetaboliten Metazachlor-Sulfonsäure (479M08) und Metazachlor-Säure (479M04) über 10 µg/L im Sickerwasser gefunden wurden. Man muss daher im Besonderen bei diesen beiden Metaboliten von einem hohen Versickerungspotential ausgehen. Der Wirkstoff Metazachlor selbst wurde in den Lysimeterstudien nicht über 0,1 µg/L (Jahresmittelkonzentration) detektiert. Da in den Lysimeterstudien jedoch ausschließlich sandige Böden zur Verwendung kamen, können insbesondere für den Wirkstoff keine Informationen zum Austragspotential über präferenziellen Fluss in strukturierten Böden abgeleitet werden. Da im Wesentlichen nur für die beiden Hauptmetaboliten ausreichend validierte Stoffeigenschaften vorliegen, konnten nur diese beiden Metaboliten für Berechnungen mit GeoPEARL-Austria herangezogen werden. Für die 3 weiteren

Metaboliten 479M09, 479M11 und 479M12 wurden konnten daher lediglich Abschätzungen zur Austragsgefährdung basierend auf der Lysimeterergebnissen vorgenommen werden.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten auf den Schutz des Grundwassers zu achten, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit empfindlichen Böden und/oder unter besonderen klimatischen Bedingungen ausgebracht wird. Die Zulassungsbedingungen sollten Maßnahmen zur Risikobegrenzung umfassen, und in empfindlichen Gebieten müssen gegebenenfalls zur Überprüfung möglicher Grundwasserkontamination durch die Metaboliten 479M04, 479M08, 479M09, 479M11 und 479M12 Überwachungsprogramme eingeleitet werden.“

GeoPEARL-Austria Berechnungen

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Raps	1 x 1 kg/ha	2. September	Keine	54 t/Jahr
Kohlgemüse	1 x 1 kg/ha	20. April	Keine	11 t/Jahr

Ein signifikanter Austrag von Metazachlor über das Sickerwasser (im Sinne von Matrixfluss) ist auf Grund seiner Stoffeigenschaften weder bei Anwendung in Raps noch in Kohlgemüse nicht zu erwarten. Die berechneten Jahresmittelkonzentrationen für Metazachlor liegen durchwegs unter 0,1 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Das hohe Versickerungspotential der beiden Hauptmetaboliten von Metazachlor spiegelt sich auch in den Berechnungen mit GeoPEARL-Austria wider. Die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen für Metazachlor-Sulfonsäure (479M08) im Sickerwasser (1 m) von Rapsanabaufächen liegen bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen im Bereich von etwa 3 µg/L, bei ungünstigen Bedingungen bei etwa 8 µg/L. Ähnlich verhält sich Metazachlor-Säure (479M04), die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen sind jedoch etwas geringer. Aufgrund der geringen Adsorption ist der Austrag beider Metaboliten weitgehend unabhängig von den Bodeneigenschaften. Das Austragspotential der beiden Metaboliten in Kohlgemüse unterscheidet sich nicht vom Austragspotential in Raps.

Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Raps) reduzieren sich die berechneten Jahresmittelkonzentrationen für Metazachlor-Sulfonsäure (479M08) im grundwassernahen Sickerwasser bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen auf etwa 1 µg/L, bei ungünstigen Bedingungen auf etwa 4 µg/L. Für Metazachlor-Säure (479M04) liegen diese Werte bei etwa 0,8 bzw. 3 µg/L. Bei Anwendung in Kohlgemüse muss mit ähnlich hohen Konzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser gerechnet werden.

Setzt man die im Lysimeter ermittelten Konzentrationen der nicht mit GeoPEARL-Austria berechneten Lysimetermetaboliten 479M09, 479M011 und 479M012 in Relation zu den berechneten Konzentrationen der

beiden Hauptmetaboliten Metazachlor-Sulfonsäure (479M04) und Metazachlor-Säure (479M08), lassen sich auch für diese Metaboliten bei Anwendung von Metazachlor in Raps Jahresmittelkonzentrationen um 1 µg/L ableiten.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit können keine effektiven Maßnahmen zur Austragsreduktion von Metazachlor-Sulfonsäure (479M08) und Metazachlor-Säure (479M04) abgeleitet werden (Abbildung 3.16-3).

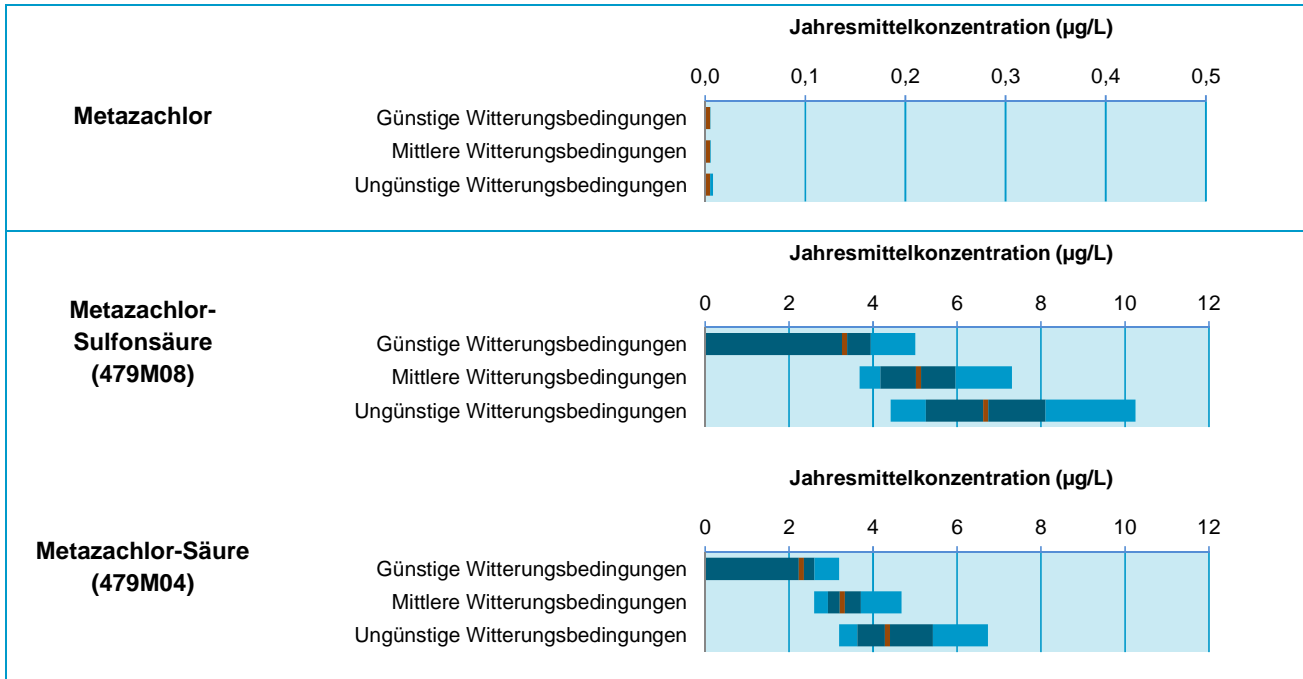


Abbildung 3.16-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Metazachlor und der Metaboliten Metazachlor-Sulfonsäure (479M08) und Metazachlor-Säure (479M04) im Sickerwasser (1 m) aller Rapsanbauflächen bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10 - 90. Perzentile).

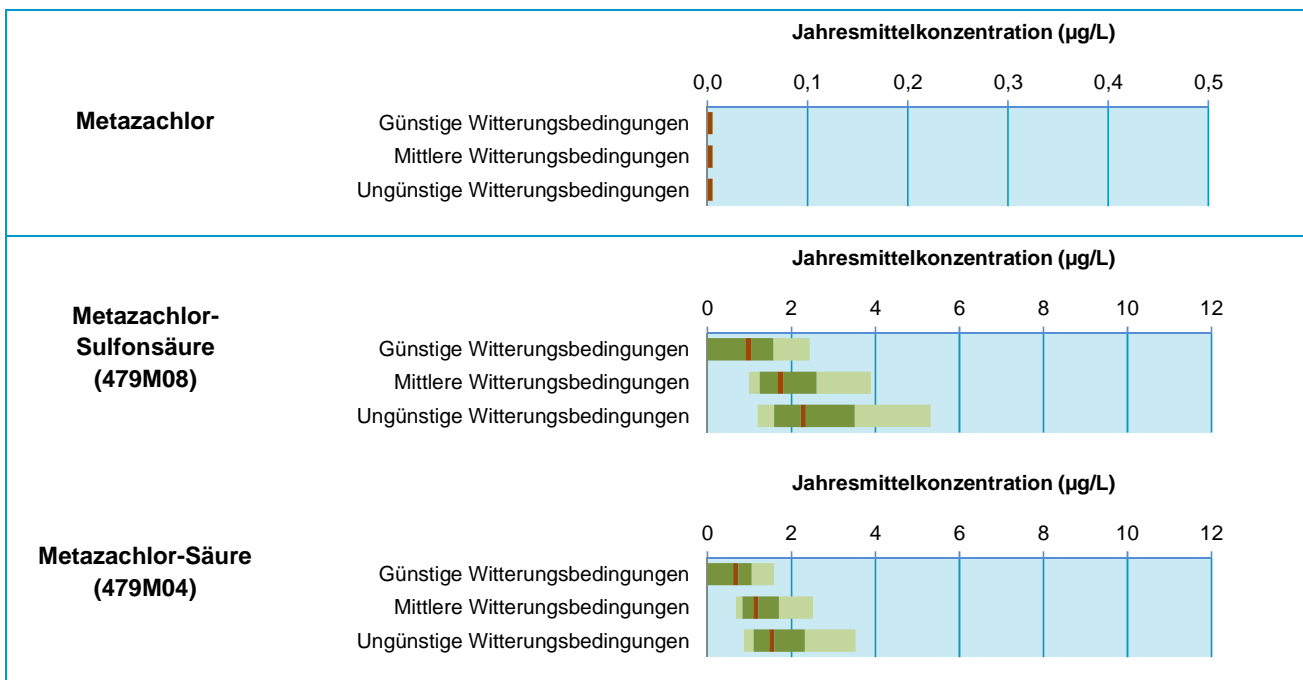


Abbildung 3.16-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Metazachlor und der Metaboliten Metazachlor-Sulfonsäure (479M08) und Metazachlor-Säure (479M04) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Rapsanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Flächenperzentile, hellgrün: 10 - 90. Flächenperzentile).

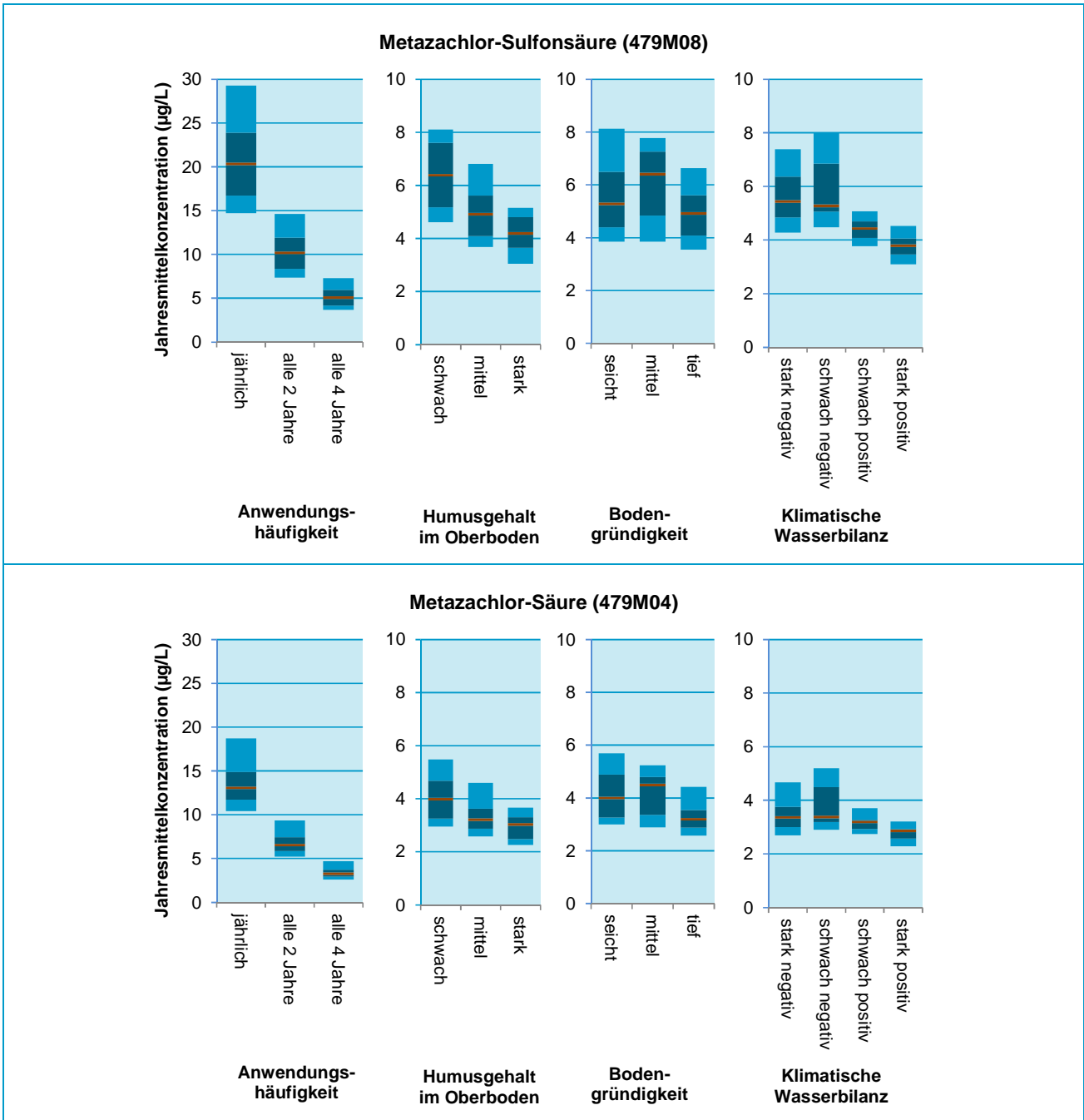


Abbildung 3.16-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration der Metaboliten Metazachlor-Sulfonsäure (479M08) und Metazachlor-Säure (479M04) im Sickerwasser (1 m) aller Rapsanbauflächen in Abhängigkeit der Anwendungshäufigkeit und bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Flächenperzentile, hellblau: 10 - 90. Flächenperzentile).

Wirkstoff:	Metazachlor
Berechnete Substanz:	Metazachlor
Anwendung:	Raps, 1 × 1 kg/ha, 2. September, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	54 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

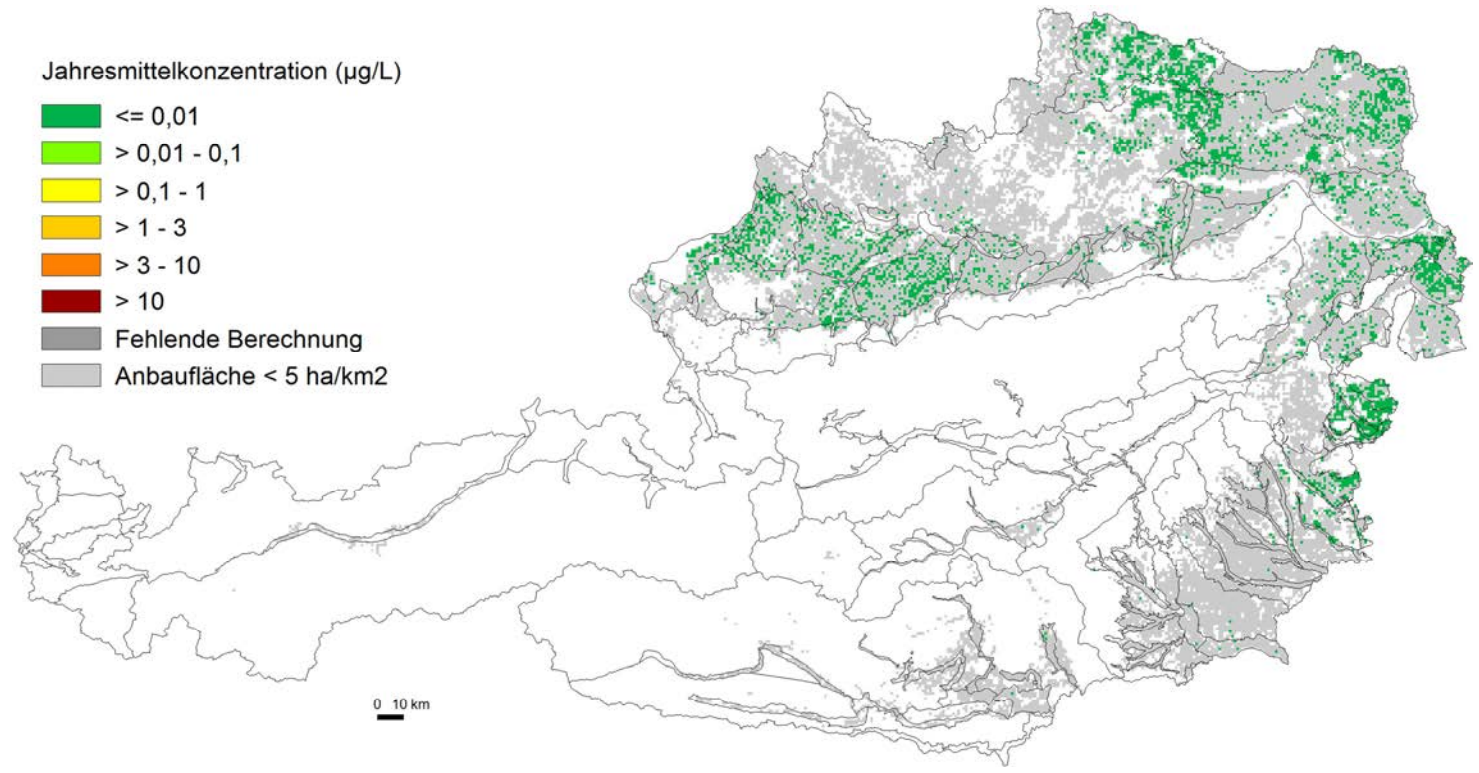


Abbildung 3.16-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Metazachlor im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Rapsanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Metazachlor
Berechnete Substanz:	Metazachlor-Sulfonsäure (479M08)
Anwendung:	Raps, 1 × 1 kg/ha, 2. September, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	54 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

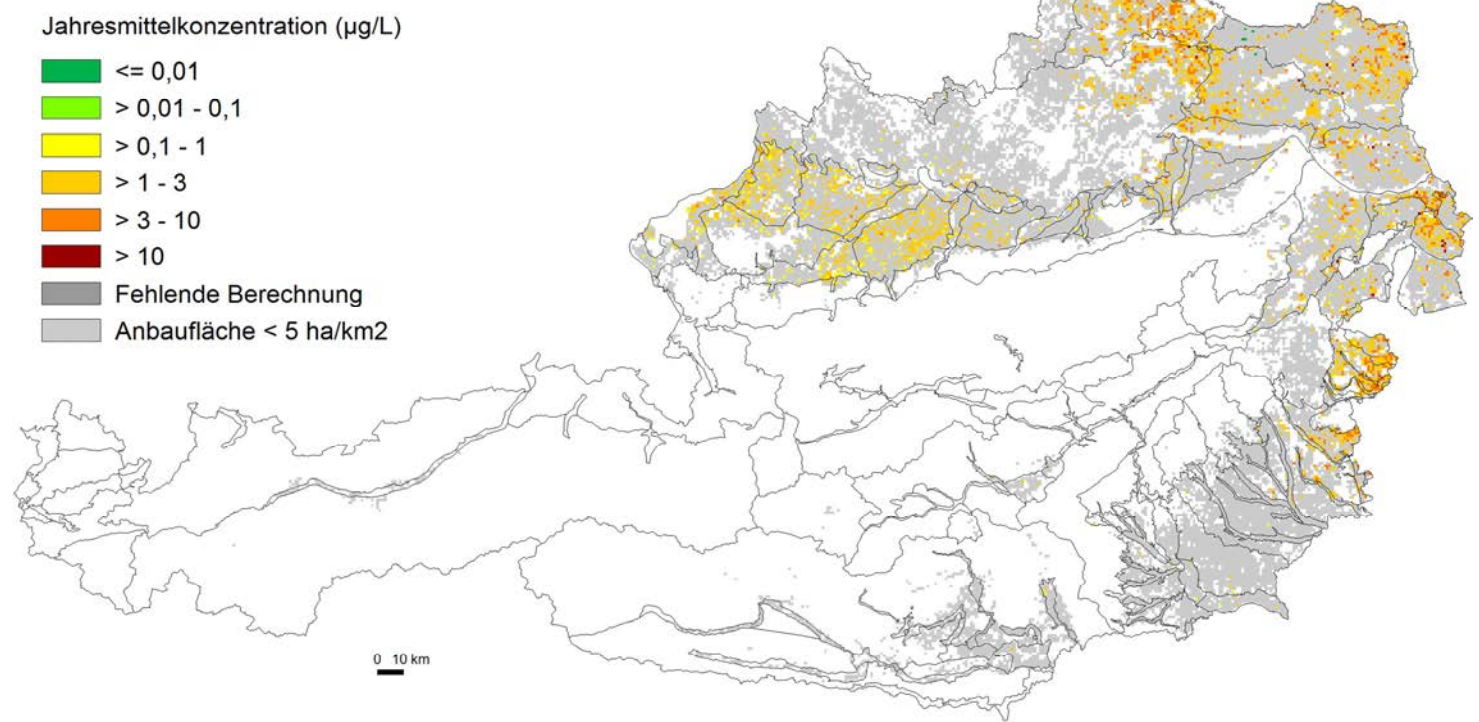


Abbildung 3.16-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Metazachlor-Sulfonsäure (479M08) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Rapsanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Metazachlor
Berechnete Substanz:	Metazachlor-Säure (479M04)
Anwendung:	Raps, 1 × 1 kg/ha, 2. September, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	54 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

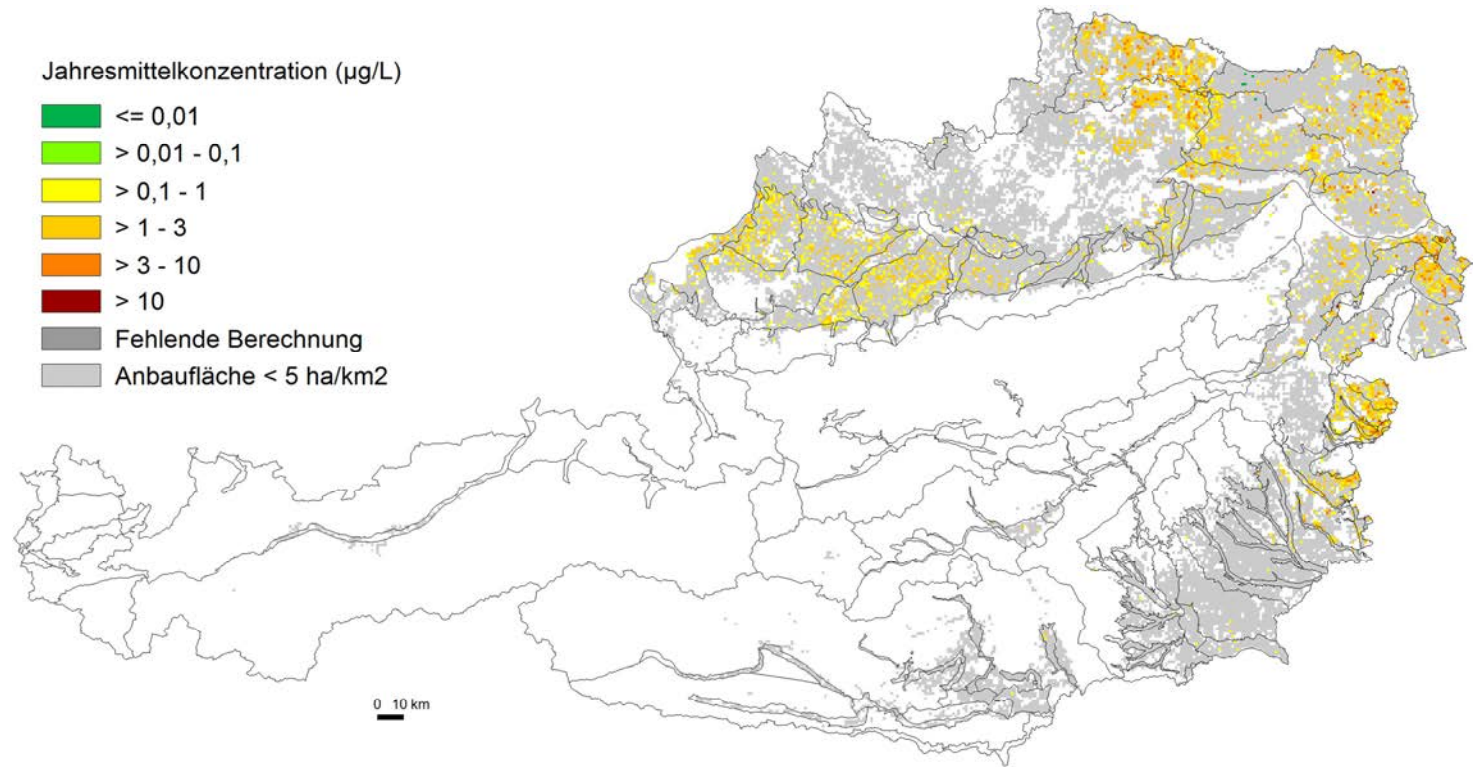


Abbildung 3.16-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Metazachlor-Säure (479M04) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Rapsanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Metazachlor
Berechnete Substanz:	Metazachlor-Sulfonsäure (479M08)
Anwendung:	Kohlgemüse, 1 x 1 kg/ha, 20. April, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	11 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

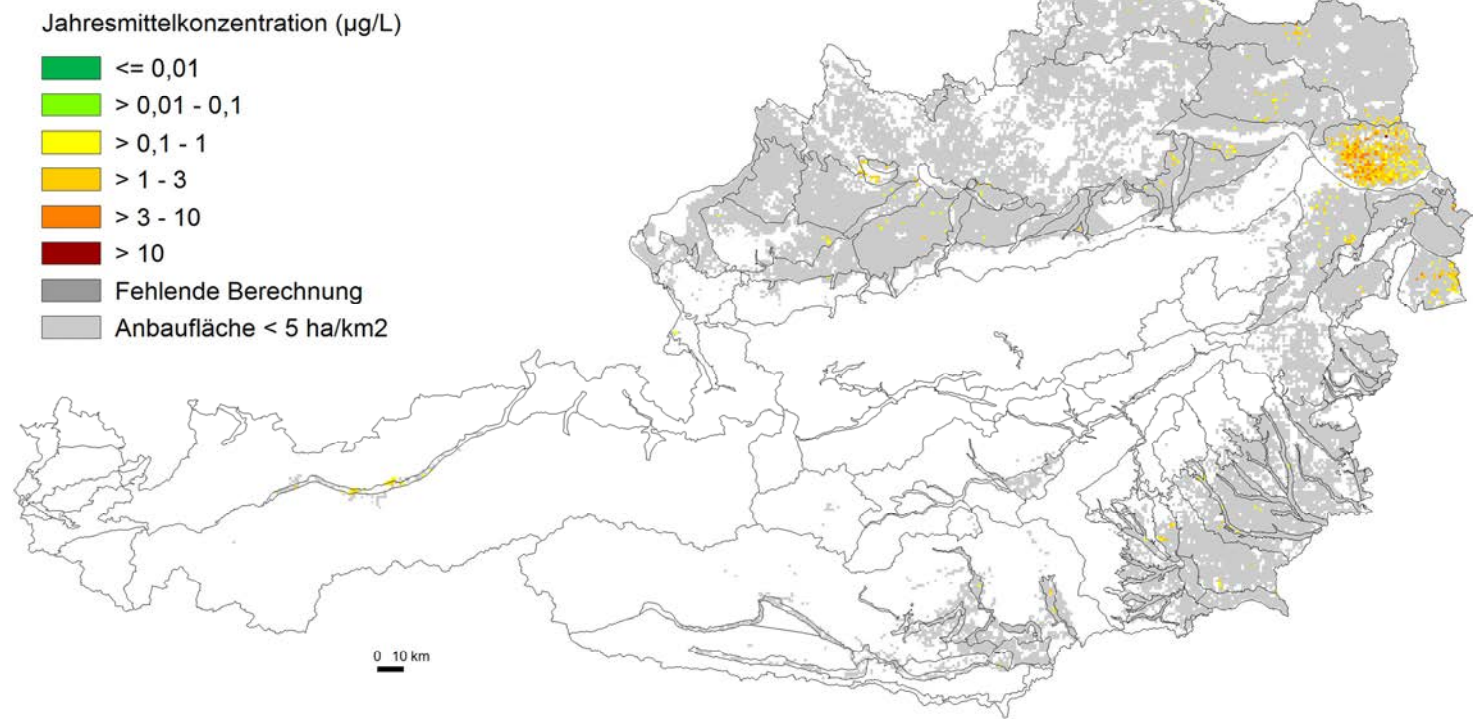


Abbildung 3.16-7: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Metazachlor-Sulfonsäure (479M08) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Kohlgemüseanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Metazachlor
Berechnete Substanz:	Metazachlor-Säure (479M04)
Anwendung:	Raps, 1 x 1 kg/ha, 20. April, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	11 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

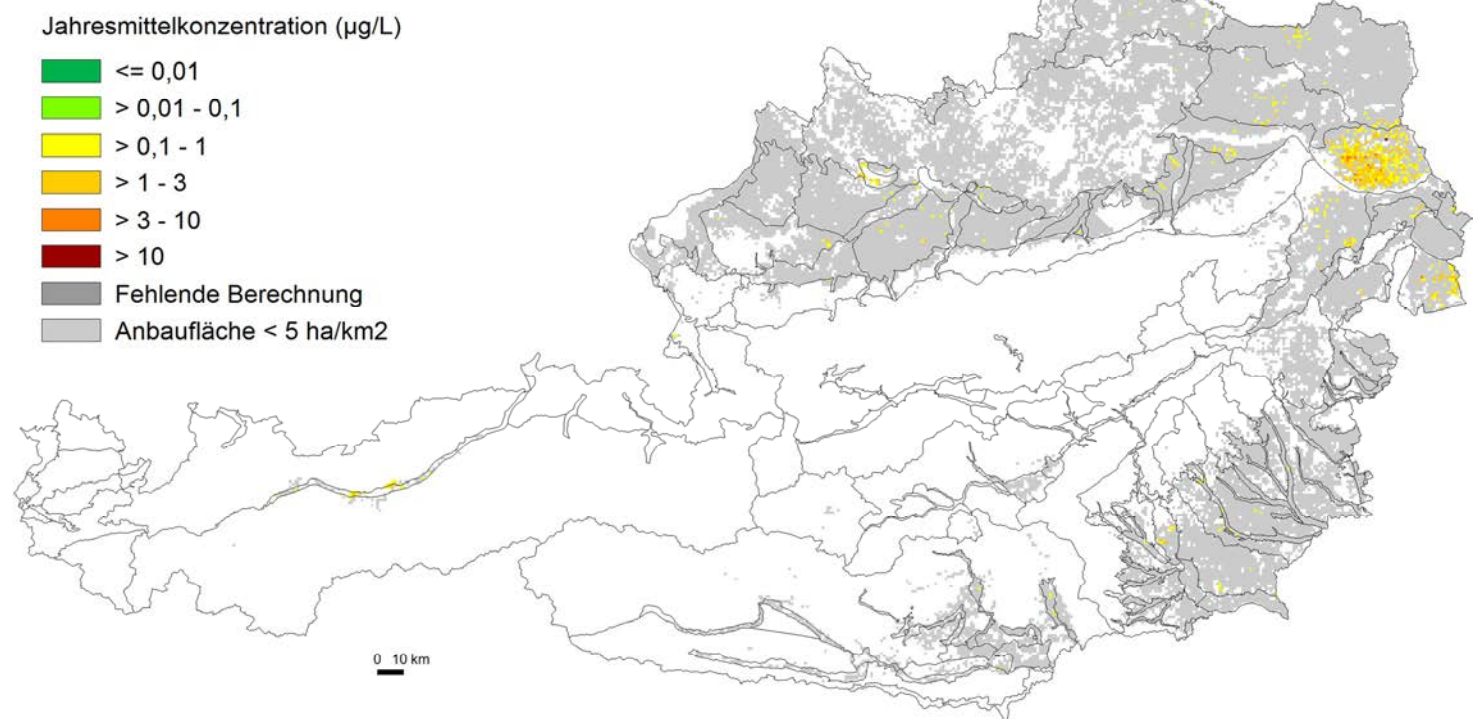
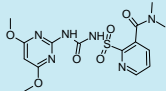
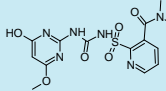
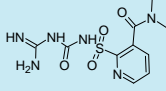
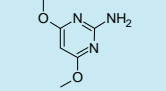
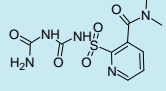
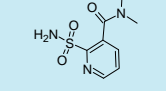
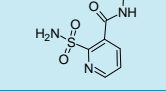


Abbildung 3.16-8: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Metazachlor-Säure (479M04) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Kohlgemüseanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.17 Nicosulfuron

Factsheet	
Aufnahme in Annex I	01/01/2009
Erneuerung	31/12/2018
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Sulfonylharnstoffe
Kultur	Mais
Inverkehrbringungsmenge 2011	Gering
Produkte	Accent, Attrade-Nicosulfuron 40 SC, Elumis, Kelvin, Kelvin OD, Nicosh 4 OD, Ghibli, Principal, Nicogan, ...

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Nicosulfuron	-		16	0,05 - 0,73 ^b	0,93	7500	0,1 - 1
-	HMUD		24	5	0,9 ^a	k.A.	< 0,1
-	AUSN		91	28	0,96	k.A.	1 - 10
-	ADMP		5	52	0,91	k.A.	k.A.
-	UCSN		160	3	0,9 ^a	k.A.	0,1 - 1
-	ASDM		109	6	0,91	k.A.	1 - 10
-	MU-466		67	8	0,9 ^a	k.A.	0,1 - 1

k.A. Keine Angaben
^a Default
^b Kf-Wert, Tongehalt-abhängig

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurden im Zuge des EU-Genehmigungsverfahrens 3 Lysimeterstudien für Nicosulfuron vorgelegt. In 2 Lysimeterstudien mit einer Aufwandmenge von 60 g/ha konnte der Wirkstoff mit Jahresmittelkonzentrationen von 0,13 bzw. 0,17 µg/L im Sickerwasser detektiert werden, in der 3. Lysimeterstudie (mit einer Aufwandmenge von 40 g/ha) lagen die Jahresmittelkonzentrationen von Nicosulfuron unter 0,1 µg/L. Der Metabolit ASDM wurde mit Jahresmittelkonzentrationen bis zu 2,4 µg/L detektiert, die Metaboliten AUSN, UCSN und MU-466 mit maximalen Jahresmittelkonzentrationen von 1,6,

0,94 bzw. 0,14 µg/L. Die höchsten Metabolitenkonzentrationen wurden durchwegs in der Lysimeterstudie mit der höheren Aufwandmenge detektiert. Metabolit HMUD wurde nicht über 0,1 µg/L detektiert.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten auf den Schutz von Grundwasser im Falle empfindlicher Böden und klimatischer Bedingungen zu achten.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Mais	1 × 0,045 kg/ha	20. Mai	25 %	12 t/Jahr

GeoPEARL-Austria prognostiziert für den Wirkstoff Nicosulfuron im Sickerwasser (1 m) behandelter Maisanbauflächen durchwegs Jahresmittelkonzentrationen unter 0,1 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Für die Metaboliten von Nicosulfuron werden mit Ausnahme von ADMP und MU-466 durchwegs Jahresmittelkonzentrationen von etwa 0,1 bis 1 µg/L im Sickerwasser (1 m) behandelter Maisanbauflächen prognostiziert. Konzentrationen über 2 µg/L sind für diese Metaboliten selbst bei jährlicher Anwendung und bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen eher nicht zu erwarten. Die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen für ADMP und MU-466 liegen durchwegs unter bzw. im Bereich von 0,1 µg/L.

Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Mais) ist für die Metaboliten im grundwassernahen Sickerwasser nicht mit Jahresmittelkonzentrationen über 0,3 µg/L zu rechnen. Die höchste Austragsgefahr (mit Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L) geht den Berechnungen entsprechend von den Metaboliten AUSN, UCSN und ASDM aus.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.17-3):

AUSN:

- Lenkung auf stark humose Böden

USCN:

- Lenkung in Regionen mit stark positiver klimatischer Wasserbilanz

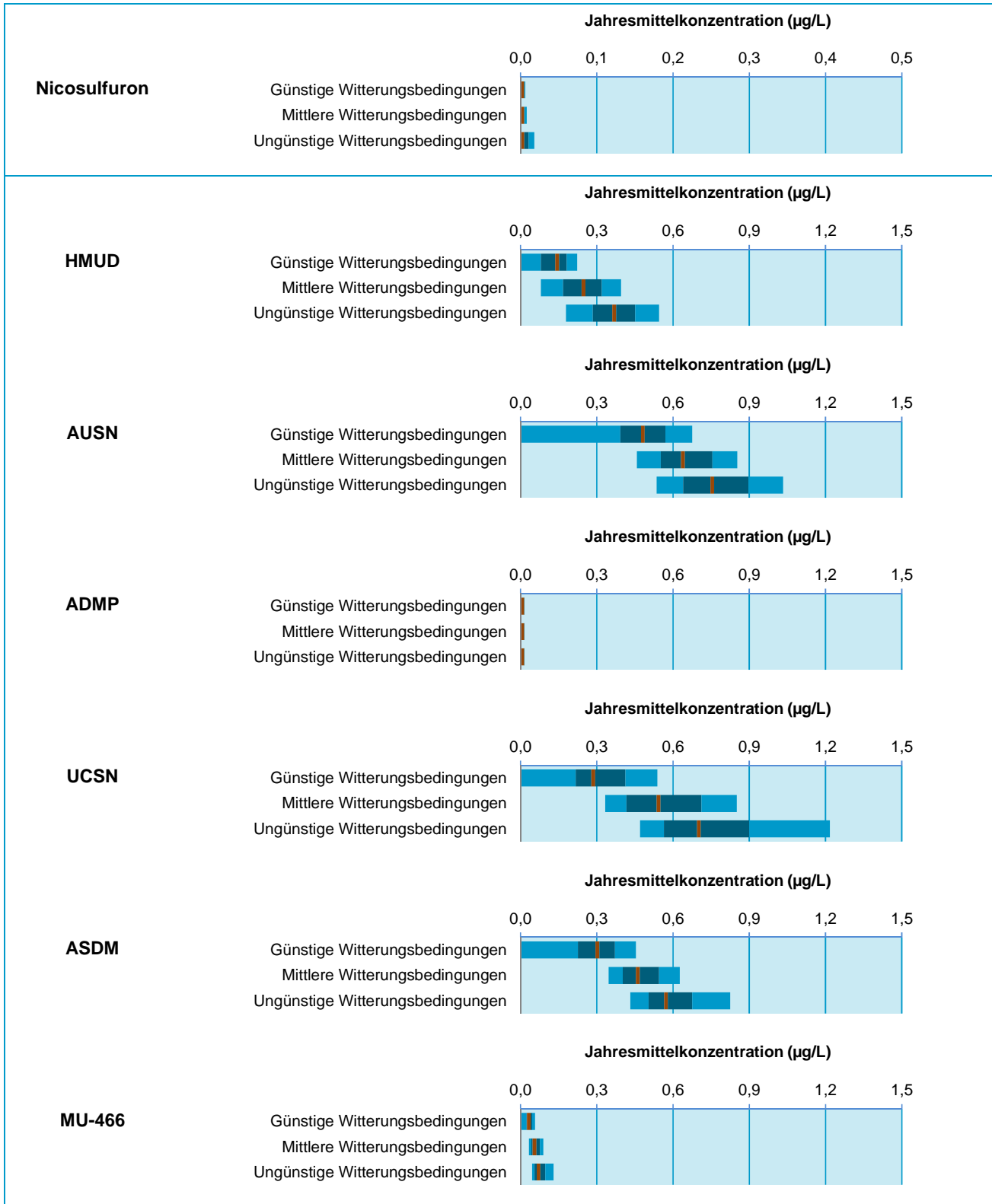


Abbildung 3.17-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Nicosulfuron und der Metaboliten HMUD, AUSN, ADMP, UCSN, ASDM und MU-466 im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei jährlicher Anwendung und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

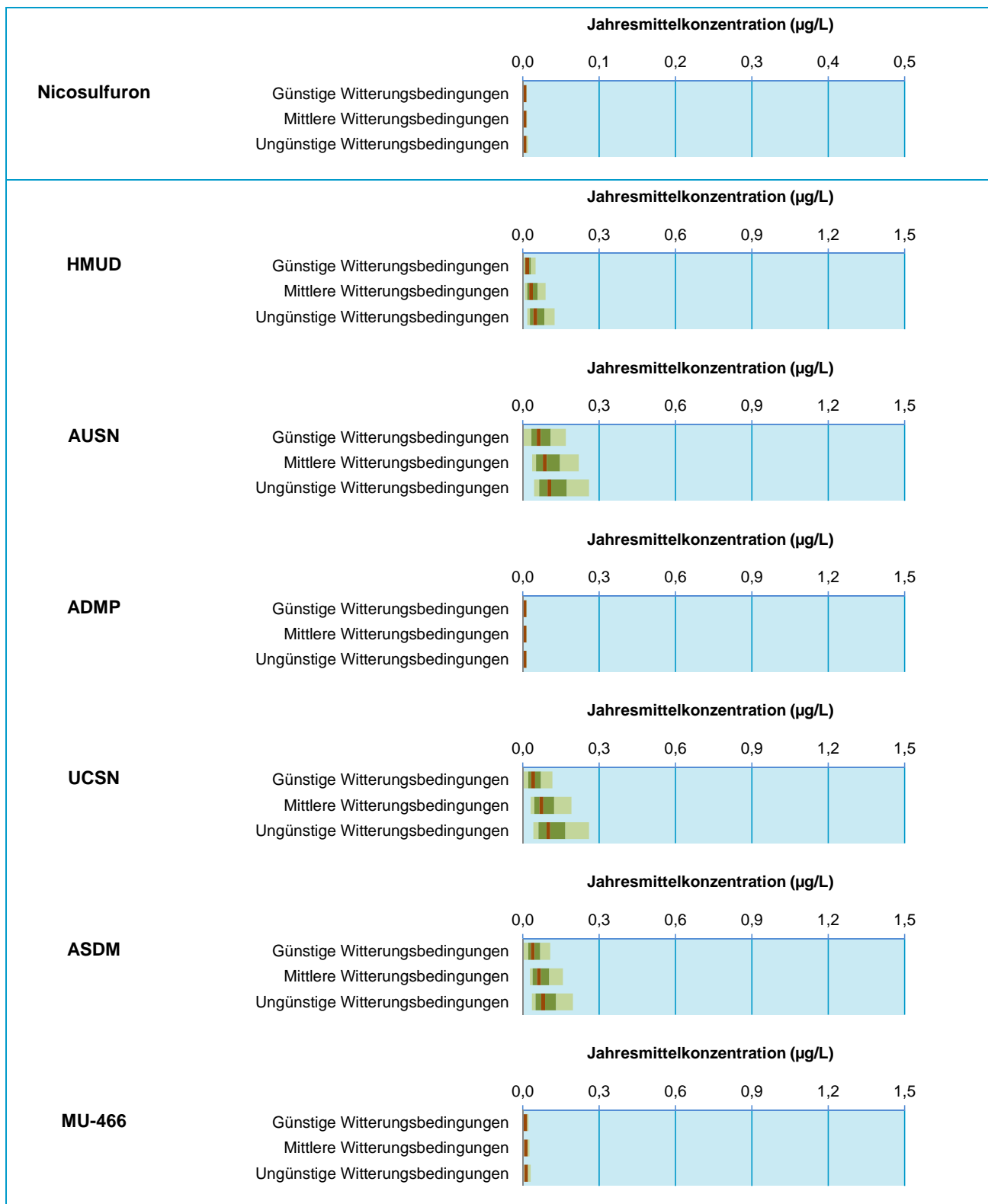


Abbildung 3.17-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Nicosulfuron und der Metaboliten HMUD, AUSN, ADMP, UCSN, ASDM und MU-466 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

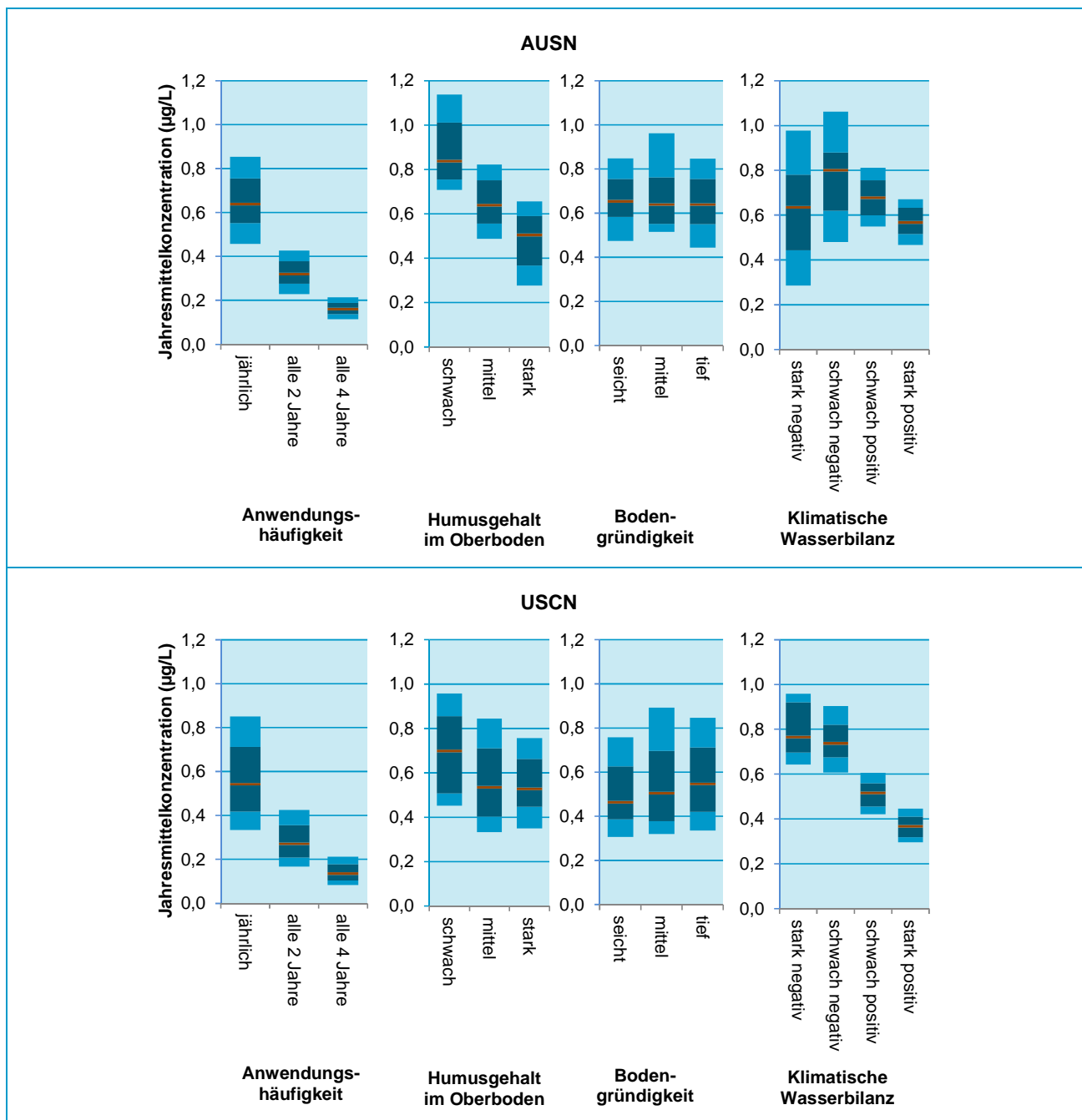


Abbildung 3.17-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration der Metaboliten AUSN und USCN im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen in Abhängigkeit vom Anwendungsintervall und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Nicosulfuron
Berechnete Substanz:	Nicosulfuron
Anwendung:	Mais, 1 × 0,045 kg/ha, 20. Mai, 25 % Interzeption
Gesamtmenge:	12 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

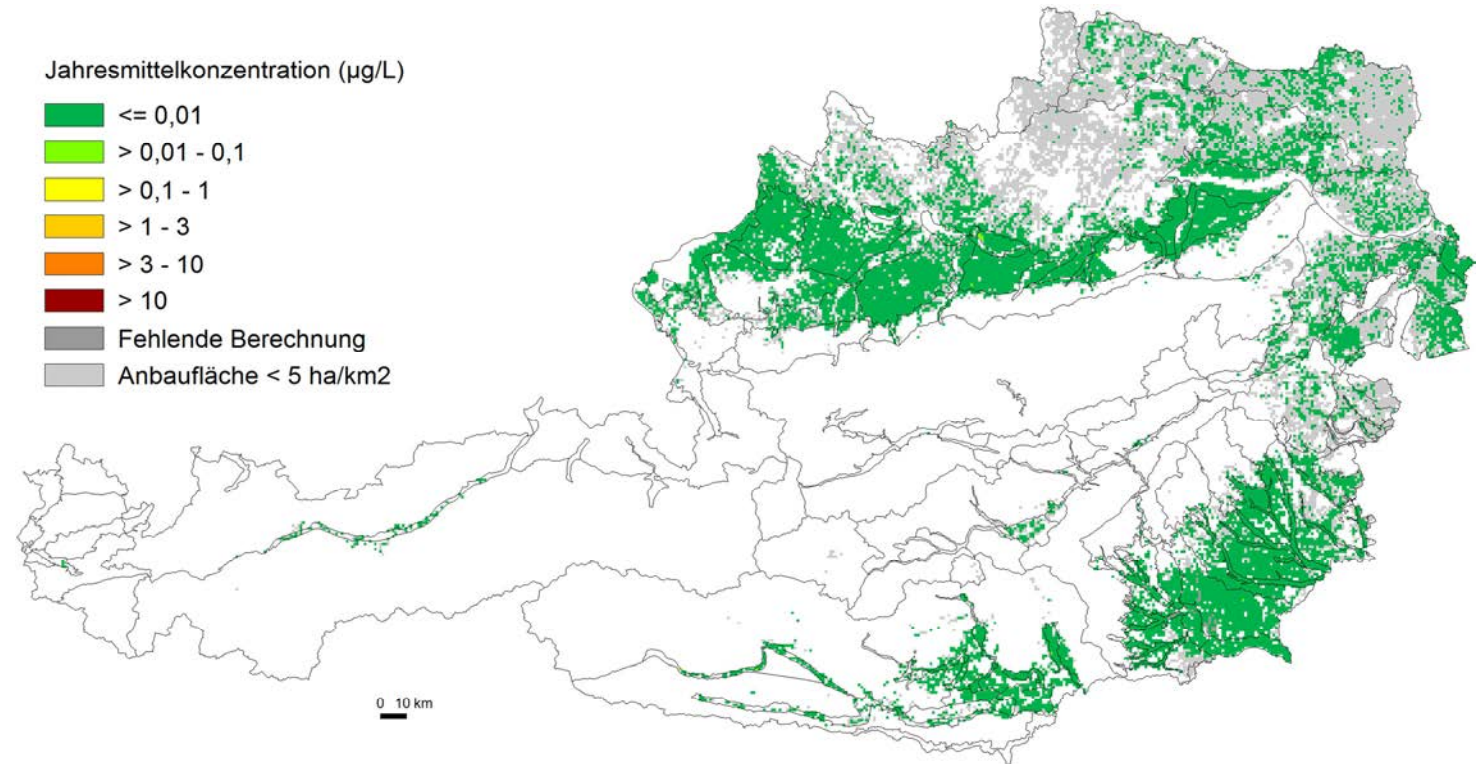


Abbildung 3.17-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Nicosulfuron im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Nicosulfuron
Berechnete Substanz:	HMUD
Anwendung:	Mais, 1 × 0,045 kg/ha, 20. Mai, 25 % Interzeption
Gesamtmenge:	12 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

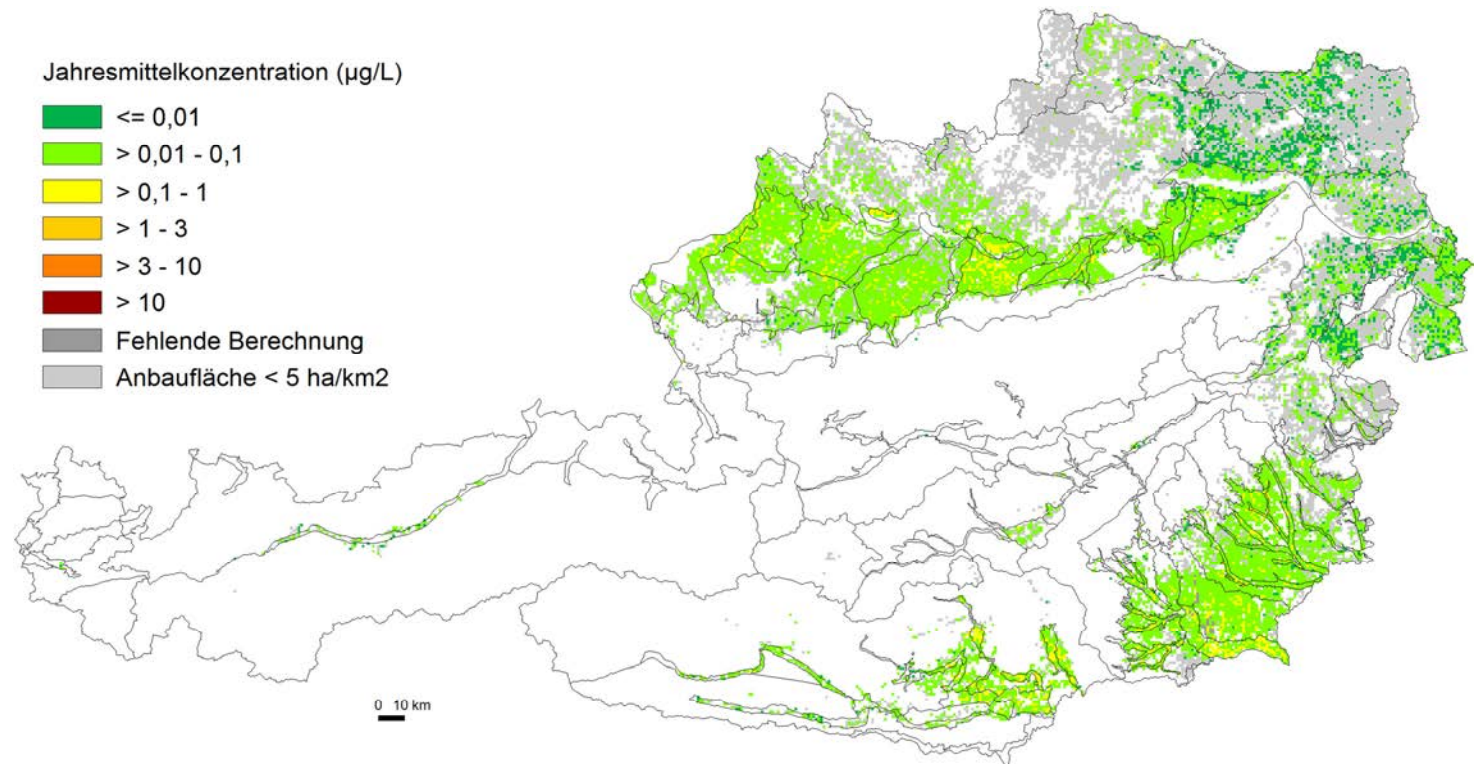


Abbildung 3.17-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von HMUD im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Nicosulfuron
Berechnete Substanz:	AUSN
Anwendung:	Mais, 1 × 0,045 kg/ha, 20. Mai, 25 % Interzeption
Gesamtmenge:	12 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

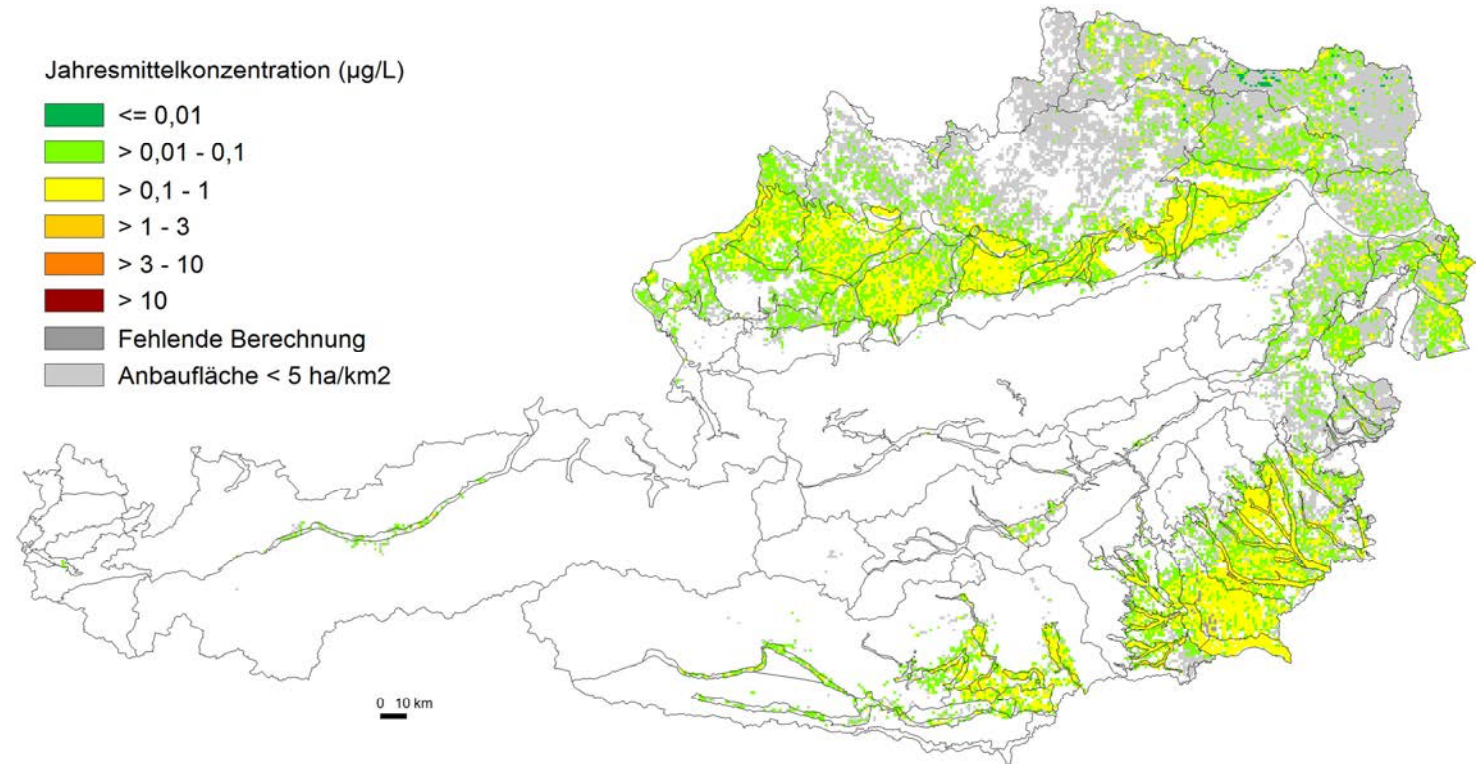


Abbildung 3.17-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von AUSN im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Nicosulfuron
Berechnete Substanz:	UCSN
Anwendung:	Mais, 1 × 0,045 kg/ha, 20. Mai, 25 % Interzeption
Gesamtmenge:	12 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

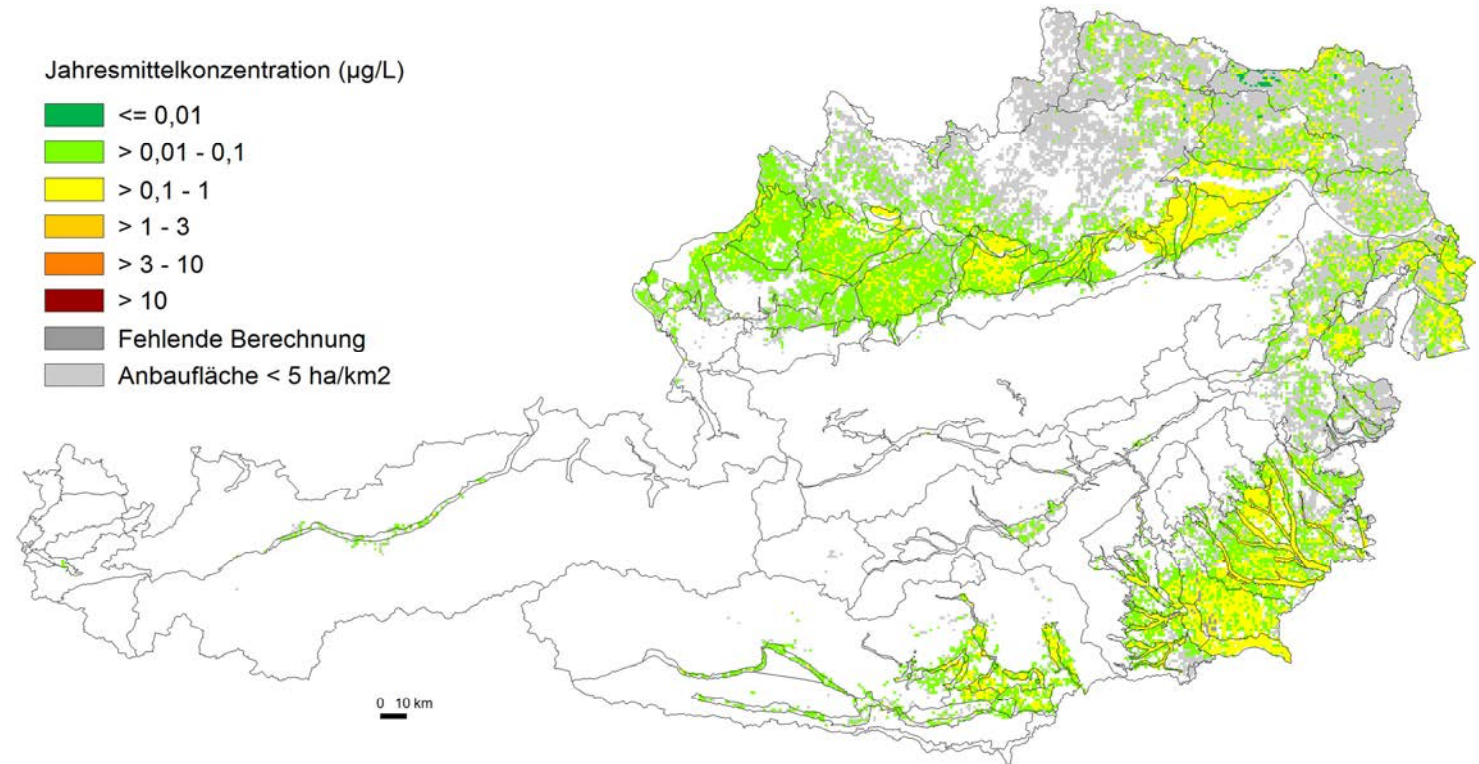


Abbildung 3.17-7: Berechnete Jahresmittelkonzentration von UCSN im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Nicosulfuron
Berechnete Substanz:	ASDM
Anwendung:	Mais, 1 × 0,045 kg/ha, 20. Mai, 25 % Interzeption
Gesamtmenge:	12 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

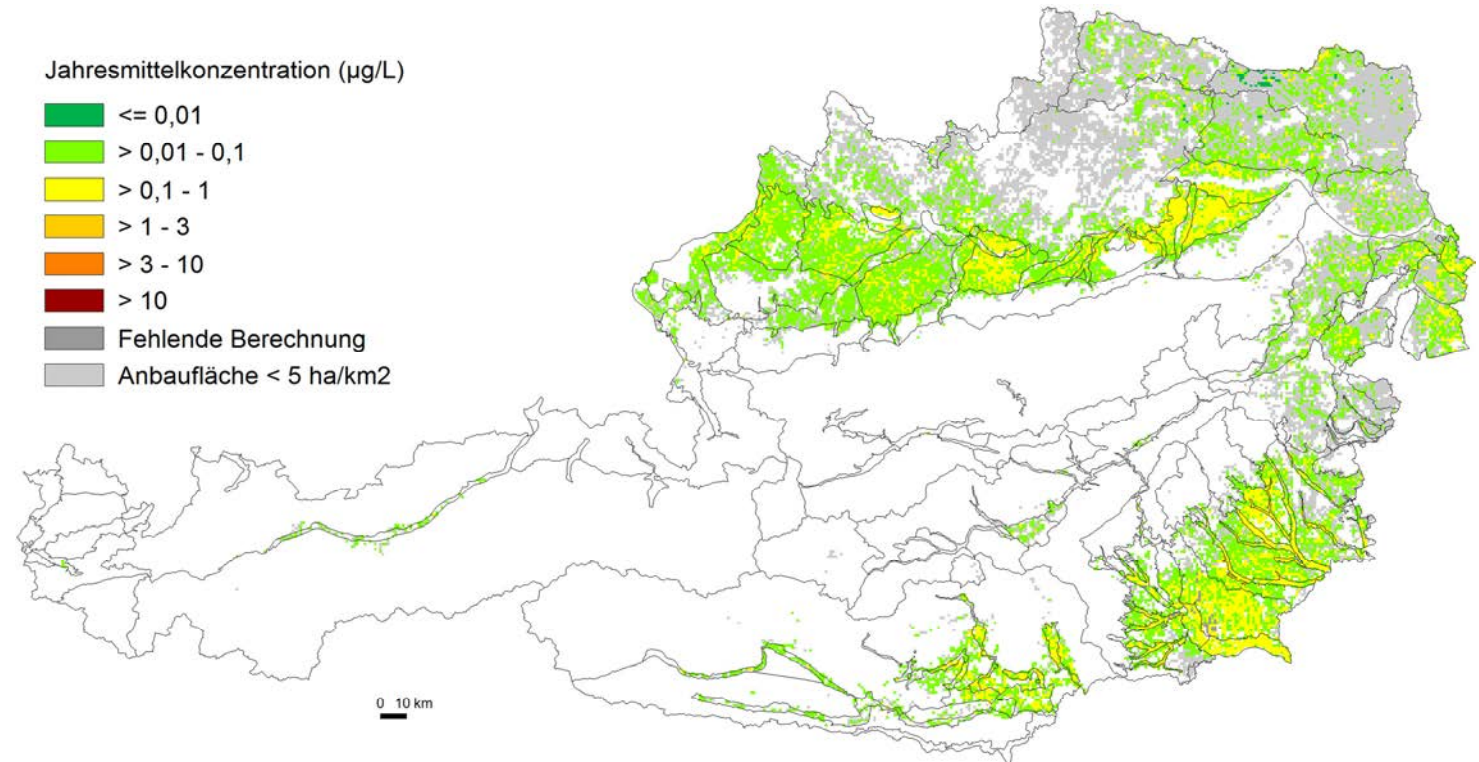


Abbildung 3.17-8: Berechnete Jahresmittelkonzentration von ASDM im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Nicosulfuron
Berechnete Substanz:	MU-466
Anwendung:	Mais, 1 × 0,045 kg/ha, 20. Mai, 25 % Interzeption
Gesamtmenge:	12 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

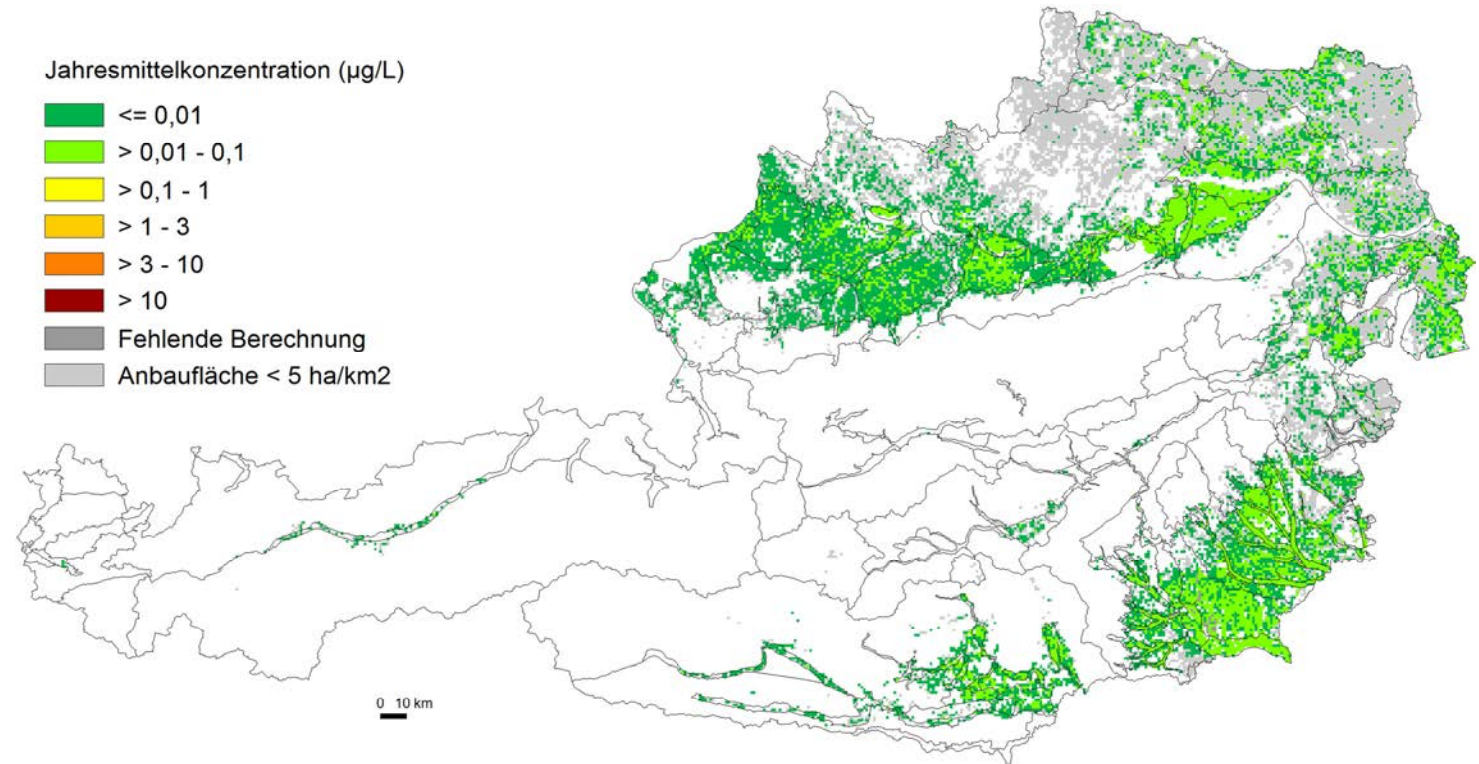
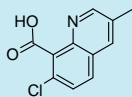
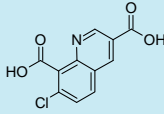
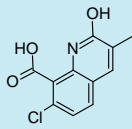


Abbildung 3.17-9: Berechnete Jahresmittelkonzentration von MU-466 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.18 Quinmerac

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/05/2011
EU-Erneuerung	30/04/2021
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Quinoline
Kultur	Raps, Zuckerrübe, Futterrübe
Inverkehrbringungsmenge 2011	Mittel
Produkte	Butisan Gold, Butisan Top, Clearfield-Vantiga, Katamaran Plus, Rebell, Rebell Ultra

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Quinmerac	-		10	17 - 365 (pH abh.)	0,86	107000	< 0,1
-	BH 518-2		30	28	1,13	k.A.	1 - 10
-	BH 518-5		600	74	0,81	k.A.	0,1 - 1
k.A. Keine Angaben							

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurden im Zuge der EU-Bewertung zwei Lysimeterstudien mit Quinmerac (je einmal in Zuckerrübe und Winterraps) eingereicht. Quinmerac wurde nicht mit Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L detektiert, der Metabolit BH 518-2 erreichte Jahresmittelkonzentrationen von 6,5 µg/L (Zuckerrübe) bzw. 2,4 µg/L (Winterraps), Metabolit BH 518-5 wurde nur im Lysimeter mit Winterraps über 0,1 µg/L (0,74 µg/L) detektiert.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten auf den Grundwasserschutz zu achten, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit empfindlichen Böden und/oder schwierigen klimatischen Bedingungen ausgebracht wird.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Raps	1 × 0,25 kg/ha	2. September	Keine	13 t/Jahr

Berechnungen mit GeoPEARL-Austria ergeben für den Wirkstoff Quinmerac bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) auch bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) unter 0,1 µg/L. Aufgrund der pH-abhängigen Adsorption des Wirkstoffes ist der Austrag in alkalischen Böden zwar höher, bleibt aber auch in diesen Regionen bei längerfristiger Betrachtung unter 0,1 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Im Falle der Metaboliten BH 518-2 und BH 518-5 ist bei langfristiger Betrachtung mit Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L im Sickerwasser (1 m) zu rechnen (bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bis zu etwa 2 µg/L für BH 518-2 und 7 µg/L für BH 518-5). Im Gegensatz zu den Lysimeterergebnissen prognostiziert GeoPEARL-Austria für BH 518-5 aufgrund der extrem langen Halbwertszeit (Labordaten), die in die Berechnung eingeht, höhere Austräge als für BH 518-2. Die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen sind am höchsten in seicht- und mittelgründigen Böden, in schwach humosen Böden und in Regionen mit schwach negativer klimatischer Wasserbilanz. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Raps) reduzieren sich die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen für BH 518-2 bzw. BH 518-5 auf etwa 0,6 bzw. 4 µg/L.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.18-3):

BH518-5:

- Lenkung auf mittel bis stark humose Böden

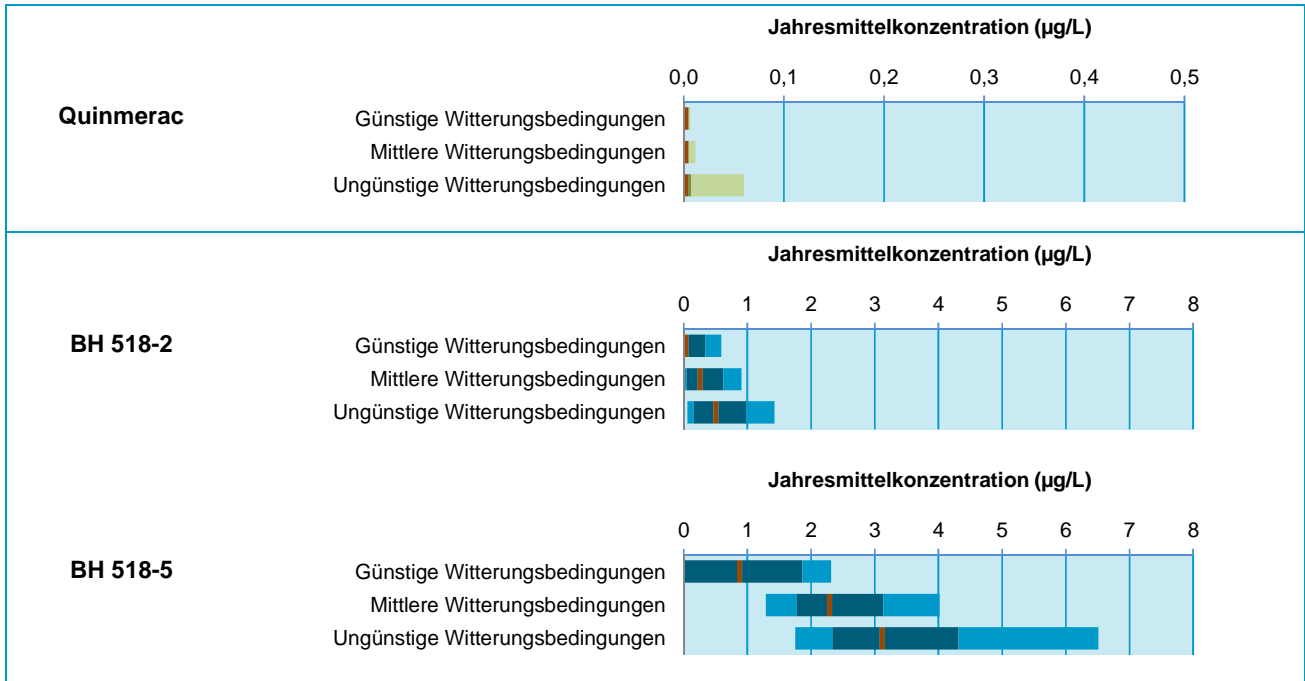


Abbildung 3.18-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Quinmerac und der Metaboliten BH 518-2 und BH 518-5 im Sickerwasser (1 m) aller Rapsanbauflächen bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).



Abbildung 3.18-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Quinmerac und der Metaboliten BH 518-2 und BH 518-5 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rapsanbauflächen bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

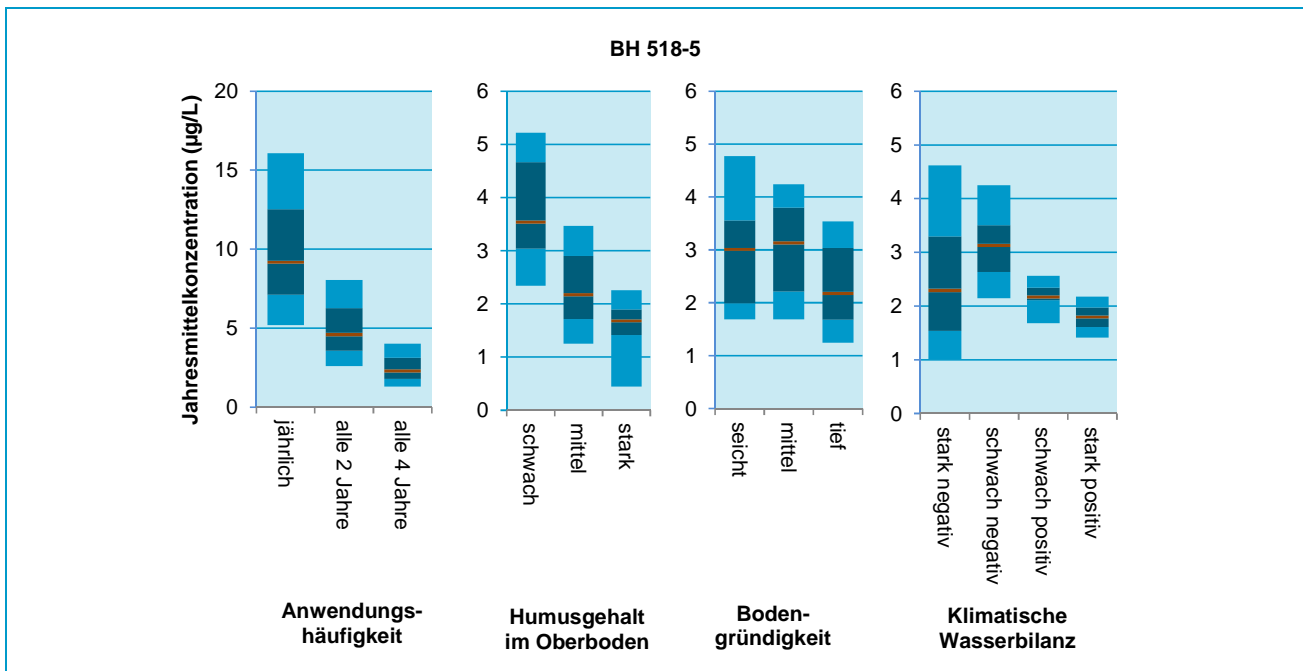


Abbildung 3.18-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration des Metaboliten BH 518-5 im Sickerwasser (1 m) aller Rapsanbauflächen in Abhängigkeit vom Anwendungsintervall und bei praxisüblichen Anwendung (alle 4 Jahre) in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Quinmerac
Berechnete Substanz:	Quinmerac
Anwendung:	Raps, 1 × 0,25 kg/ha, 2. September, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	13 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

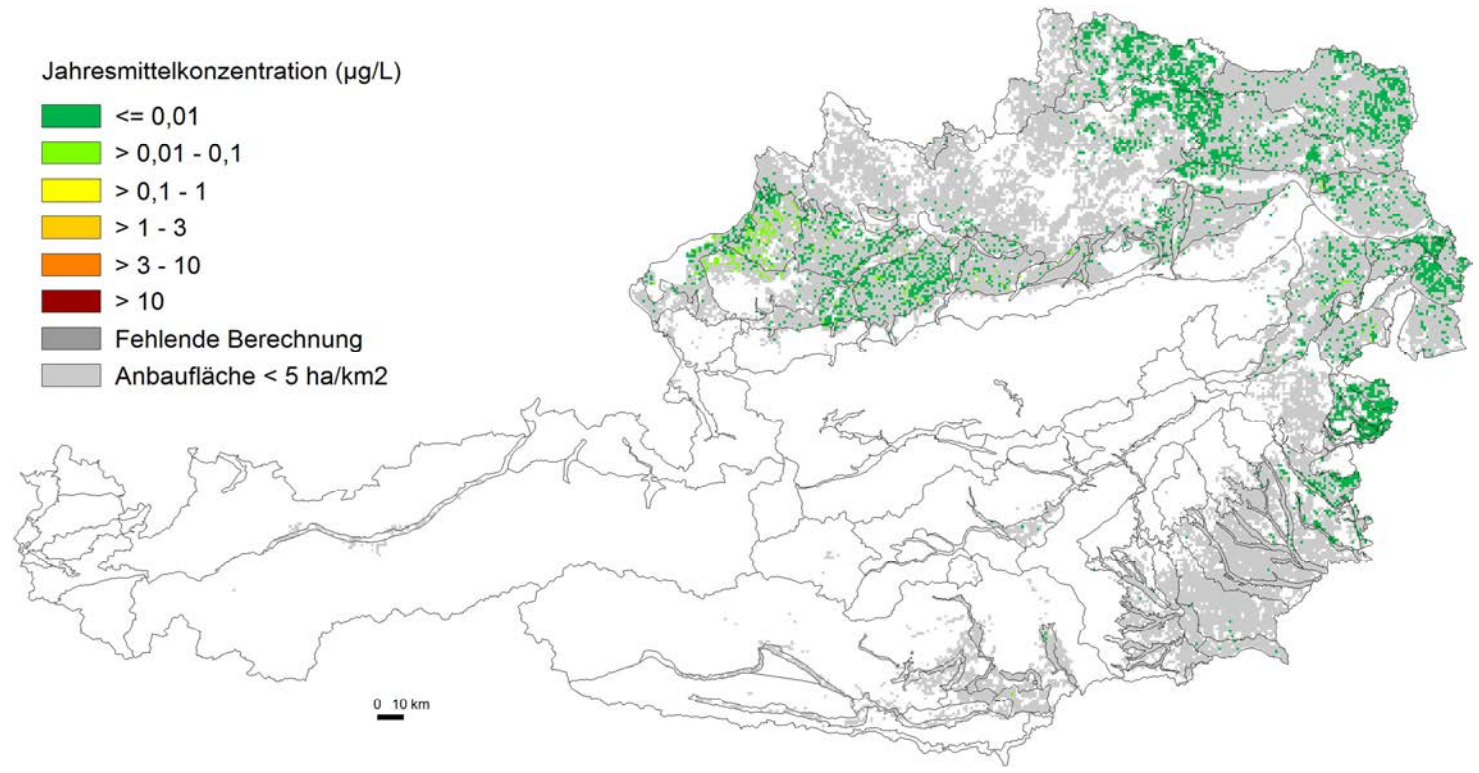


Abbildung 3.18-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Quinmerac im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Rapsanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Quinmerac
Berechnete Substanz:	BH 518-2
Anwendung:	Raps, 1 × 0,25 kg/ha, 2. September, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	13 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

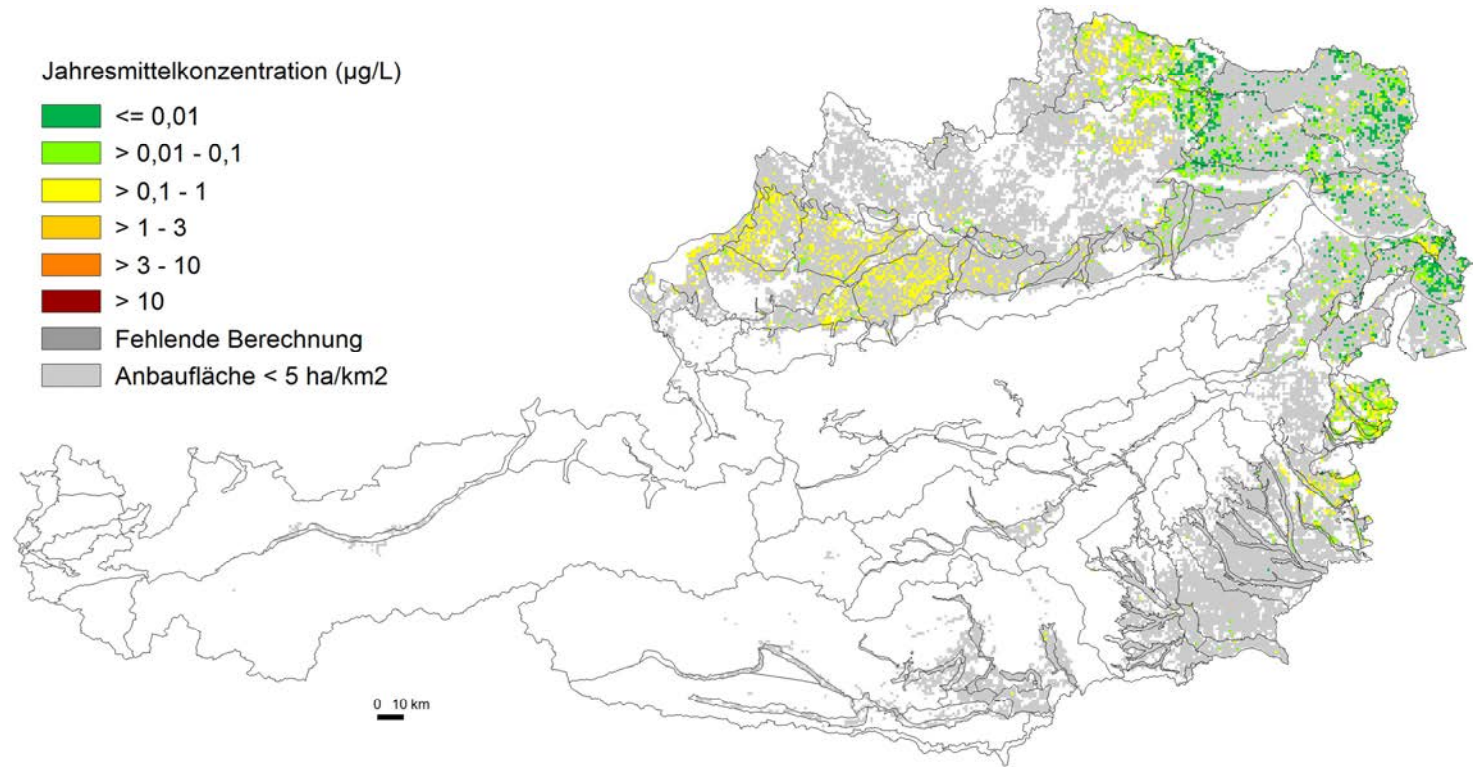


Abbildung 3.18-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von BH 518-2 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Rapsanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Quinmerac
Berechnete Substanz:	BH 518-5
Anwendung:	Raps, 1 × 0,25 kg/ha, 2. September, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	13 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

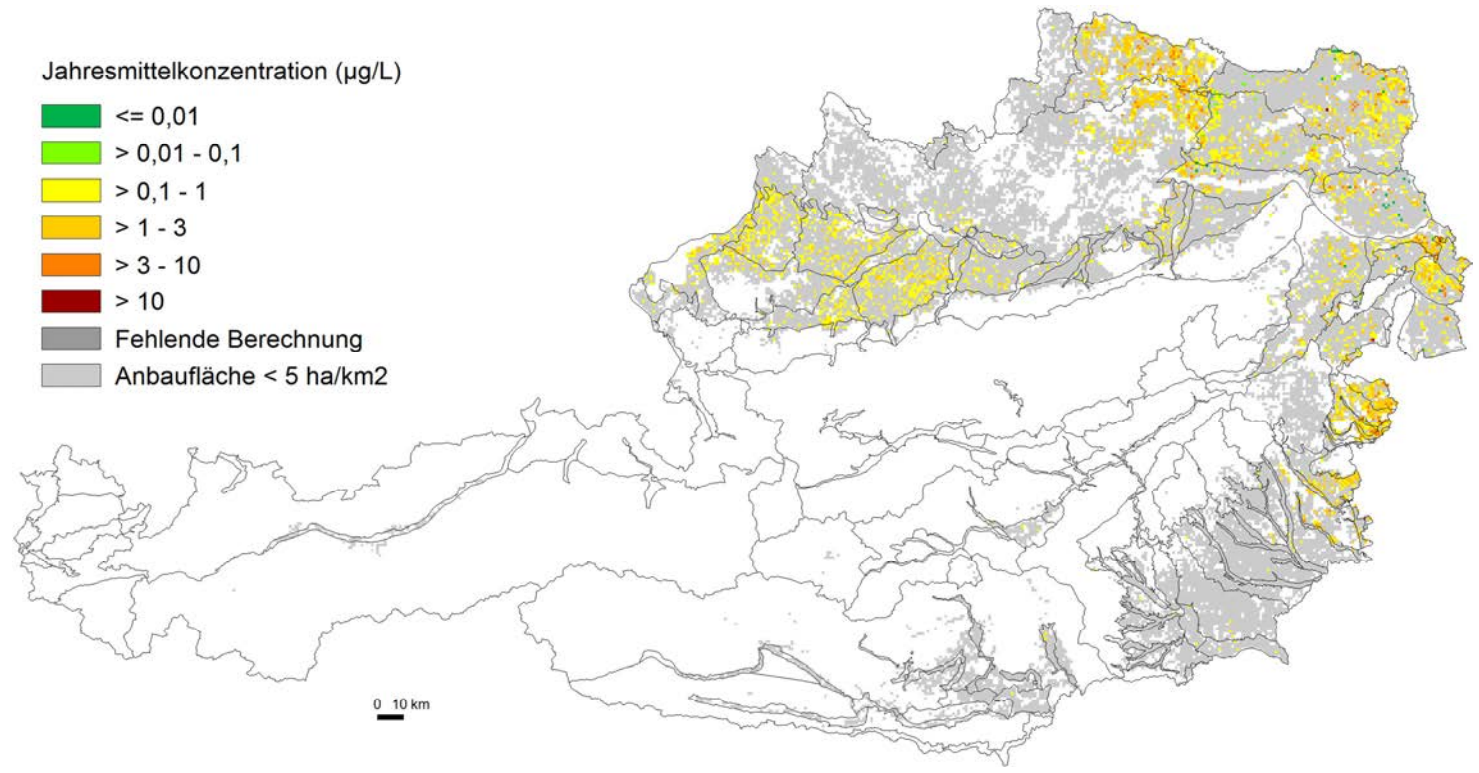
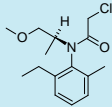
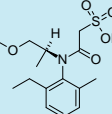
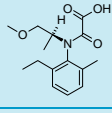


Abbildung 3.18-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von BH 518-5 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Rapsanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.19 S-Metolachlor

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/04/2005
EU-Erneuerung	31/03/2015
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Chloracetamide
Kultur	Mais, Sojabohne, Zuckerrübe, Ölkürbis
Inverkehrbringungsmenge 2011	Hoch
Produkte	Dual Gold, Gardo Gold, Primagran Gold

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
S-Metolachlor	-		9	207	1,06	480	< 0,1
S-Metolachlor-Sulfonsäure	CGA 354743		58	9	0,9 ^a	k.A.	> 10
S-Metolachlor-Säure	CGA 51202		22	18	0,9 ^a	k.A.	> 10
-	CGA 368208	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1 - 10
-	CGA 357704	k.A.	109 (Lab)	0	k.A.	k.A.	1 - 10
-	CGA 50720	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1 - 10
-	CGA 50267	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1 - 10
-	CGA 37735	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,1 - 1

^a Default

EU-Bewertung

S-Metolachlor bildet im Boden eine Reihe von mobilen Metaboliten, die in Lysimeterstudien mit sandigen, humusarmen und schwach strukturierten Böden mit Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 und 1 µg/L und im Falle von S-Metolachlor-Sulfonsäure und S-Metolachlor-Oxalat mit Jahresmittelkonzentrationen deutlich über 10 µg/L im Sickerwasser gefunden wurden. S-Metolachlor selbst wurde in den Lysimeterstudien nicht über 0,1 µg/L detektiert.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten der Gefahr einer Verschmutzung des Grundwassers durch den Wirkstoff oder seine Abbauprodukte CGA 51202 und CGA 354743 besondere Beachtung schenken, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit labilen Böden und/oder Klimabedingungen ausgebracht wird.“

Da im Wesentlichen nur für die beiden Hauptmetaboliten ausreichend validierte Stoffeigenschaften vorliegen, konnten nur diese beiden Metaboliten in GeoPEARL-Berechnungen berücksichtigt werden. Unter Berücksichtigung der Lysimeterergebnisse wurde das Austragspotential der restlichen Metaboliten abgeschätzt.

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Mais	1 × 1,25 kg/ha	5. Mai	Keine	325 t/ha

Ein signifikanter Austrag von S-Metolachlor mit dem Sickerwasser (Matrixfluss) ist auf Grund seiner Stoffeigenschaften bei Einhaltung der guten landwirtschaftlichen Praxis nicht zu erwarten. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Das hohe Austragspotential der beiden Hauptmetaboliten spiegelt sich auch in den Berechnungsergebnissen von GeoPEARL-Austria wider. Bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen prognostiziert GeoPEARL-Austria für S-Metolachlor-Sulfonsäure (CGA 354743) bei jährlicher Anwendung des Wirkstoffes eine Jahresmittelkonzentration im Sickerwasser (1 m) von etwa 16 µg/L, wobei der Einfluss der Bodeneigenschaften und der klimatische Wasserbilanz auf die berechneten Jahresmittelkonzentration gering ist. Bei einer Anwendung alle 4 Jahre reduziert sich die Jahresmittelkonzentration auf etwa 4 µg/L. Bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen sind bei jährlicher Anwendung Jahresmittelkonzentrationen bis zu 30 µg/L möglich. Bedeutend günstiger ist die Situation für den Metaboliten S-Metolachlor-Säure (CGA 51202), der aufgrund seiner Stoffeigenschaften weniger zum Austrag über das Sickerwasser neigt. Bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen werden Jahresmittelkonzentrationen von etwa 1 µg/L im Sickerwasser (1 m) prognostiziert, bei einer Anwendung alle 4 Jahre verringert sich die berechnete Jahresmittelkonzentration auf etwa 0,3 µg/L. Bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen liegen die berechneten Jahresmittelkonzentrationen bei 5 µg/L.

Unter Berücksichtigung der Anbaufläche (Mais) liegen die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen von S-Metolachlor-Sulfonsäure (CGA 354743) im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bei etwa 7 µg/L. Die Situation für S-Metolachlor-Säure (CGA 51202) ist bedeutend günstiger, die berechneten Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser liegen bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bei etwa 0,8 µg/L.

Setzt man die in den Lysimeterstudien ermittelten Jahresmittelkonzentrationen der verbleibenden und nicht in GeoPEARL berechneten Metaboliten in Relation zu den ermittelten Jahresmittelkonzentrationen der beiden Hauptmetaboliten, haben am ehesten die Metaboliten CGA 368208, CGA 357704 und CGA 50720 das Potential 0,1 µg/L im Grundwasser zu überschreiten (in der Regel wahrscheinlich aber unter 1 µg/L).



Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit können keine effektiven Maßnahmen zur Austragsreduktion von S-Metolachlor-Sulfonsäure (CGA 354743) abgeleitet werden (Abbildung 3.19-3).

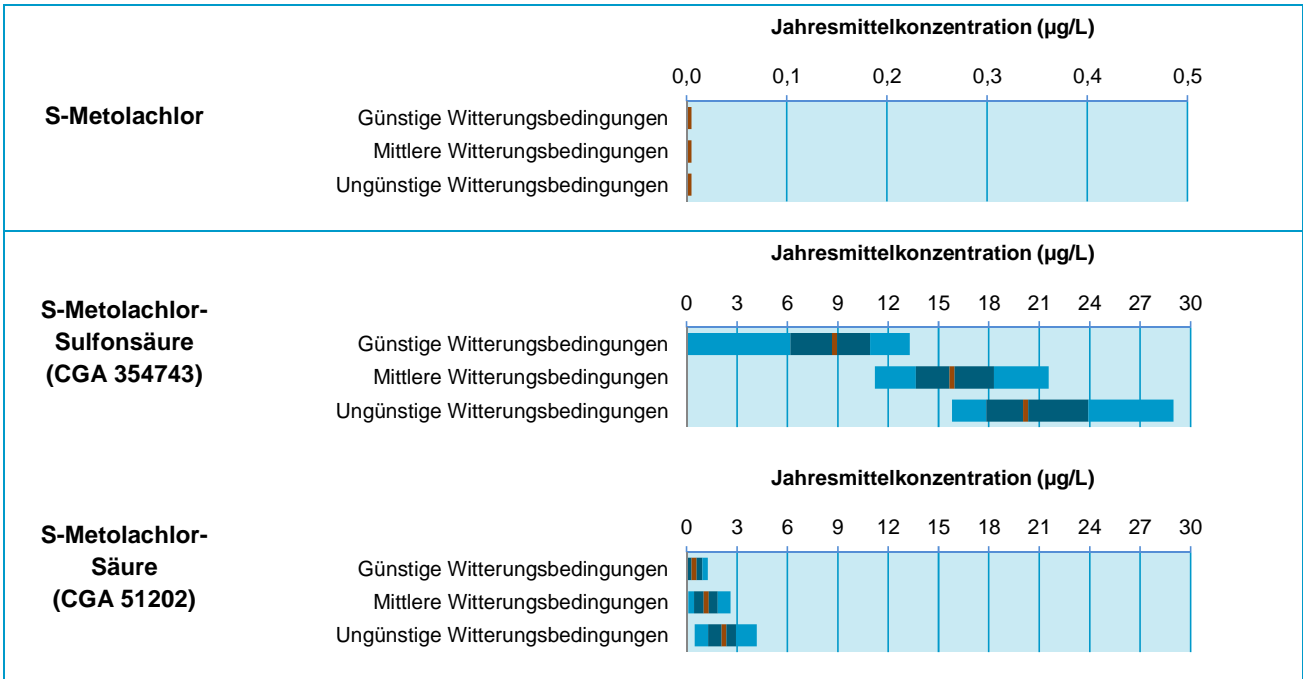


Abbildung 3.19-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von S-Metolachlor und seiner Metaboliten S-Metolachlor-Sulfonsäure (CGA 354743) und S-Metolachlor-Säure (CGA 51202) im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei jährlicher Anwendung und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

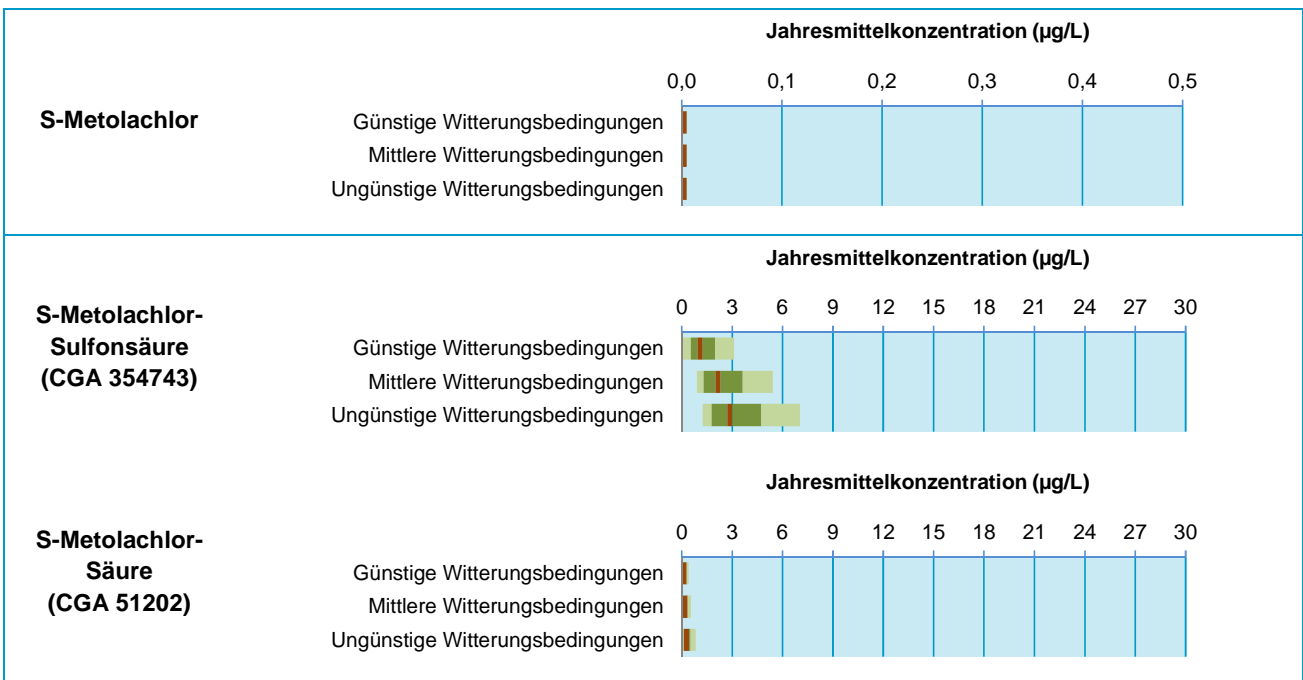


Abbildung 3.19-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von S-Metolachlor und seiner Metaboliten S-Metolachlor-Sulfonsäure (CGA 354743) und S-Metolachlor-Säure (CGA 51202) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

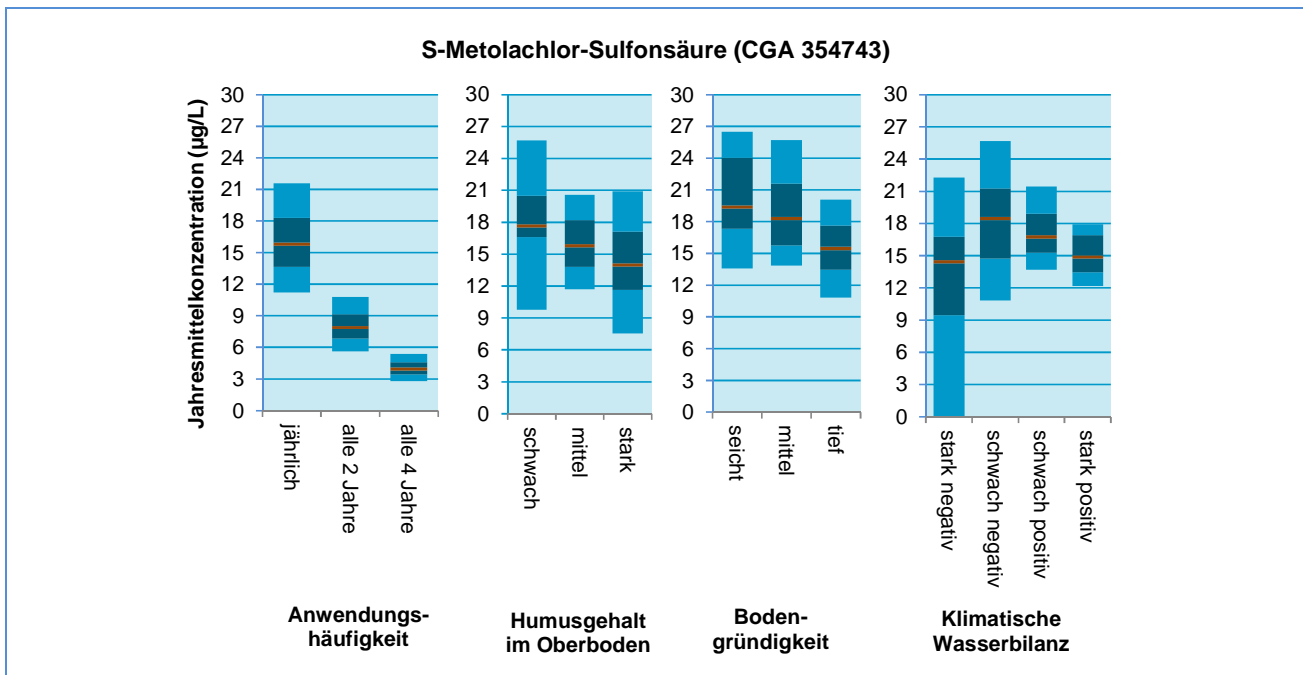


Abbildung 3.19-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von S-Metolachlor-Sulfonsäure (CGA 354743) im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei unterschiedlicher Anwendungshäufigkeit und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, Bodengründigkeit und klimatischer Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, Boxplot mit 10., 25., 50., 75. und 90. Flächenperzentile).

Wirkstoff:	S-Metolachlor
Berechnete Substanz:	S-Metolachlor
Anwendung:	Mais, 1 x 1,25 kg/ha, 5. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	325 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

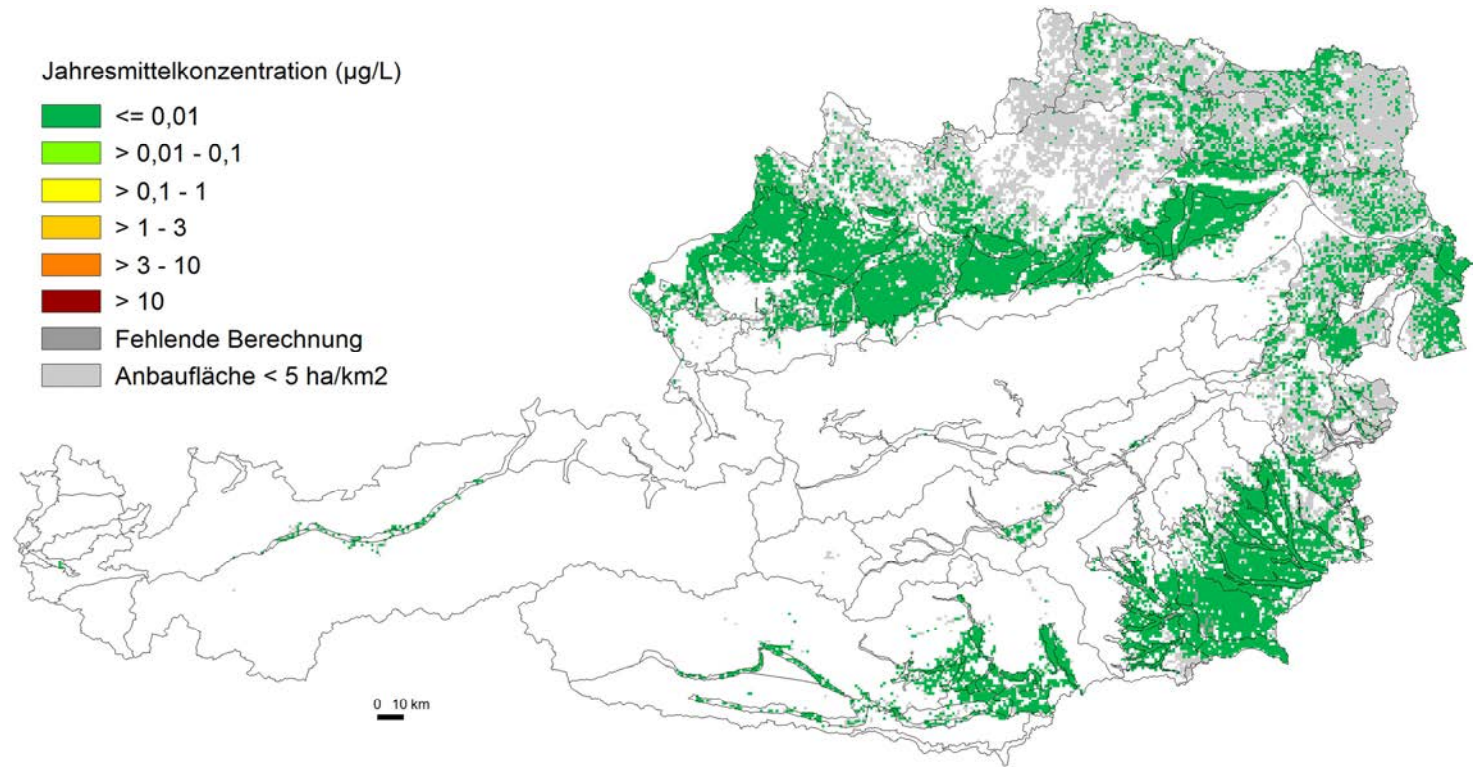


Abbildung 3.19-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration von S-Metolachlor im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	S-Metolachlor
Berechnete Substanz:	S-Metolachlor-Sulfonsäure (CGA 354743)
Anwendung:	Mais, 1 × 1,25 kg/ha, 5. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	325 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

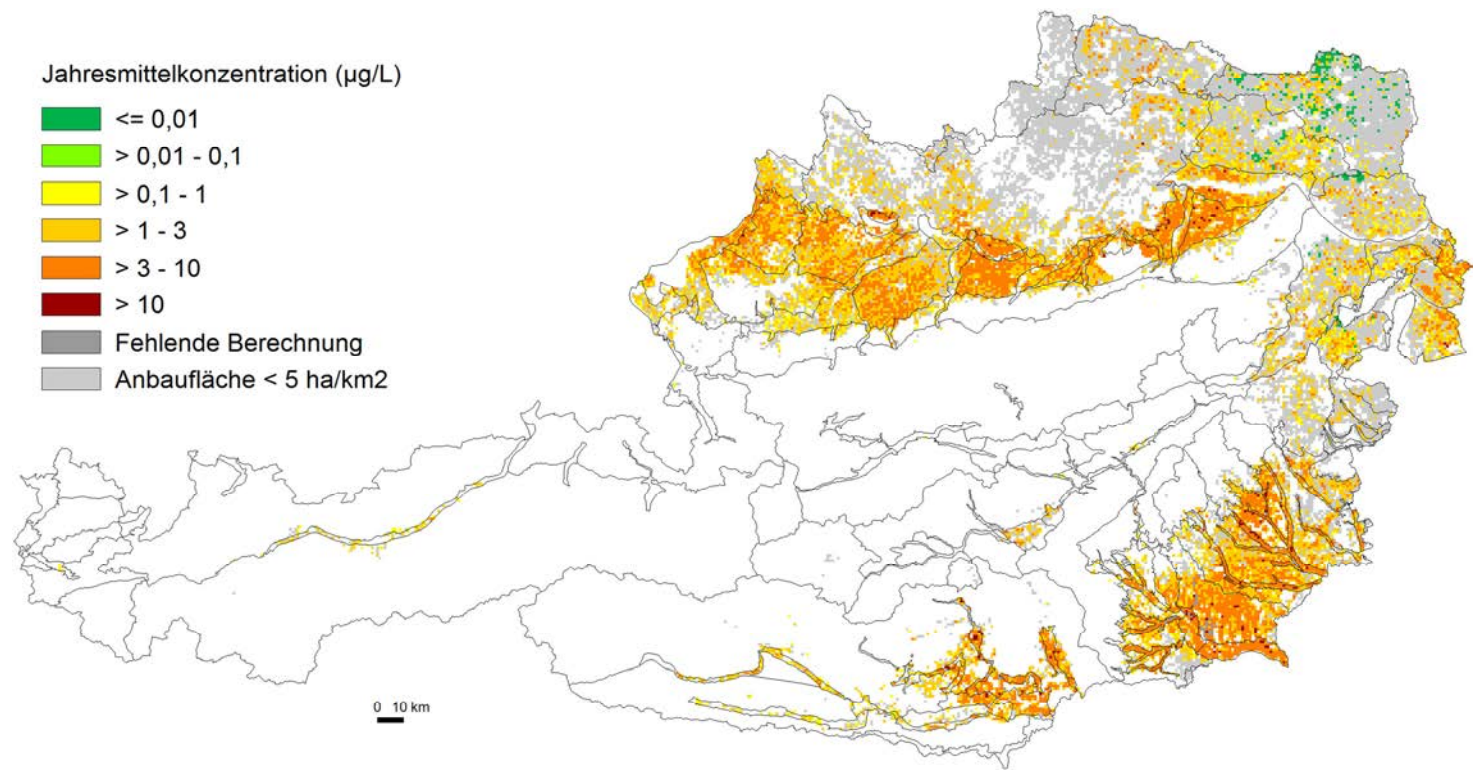


Abbildung 3.19-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von S-Metolachlor-Sulfonsäure (CGA 354743) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	S-Metolachlor
Berechnete Substanz:	S-Metolachlor-Säure (CGA 51202)
Anwendung:	Mais, 1 × 1,25 kg/ha, 5. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	325 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

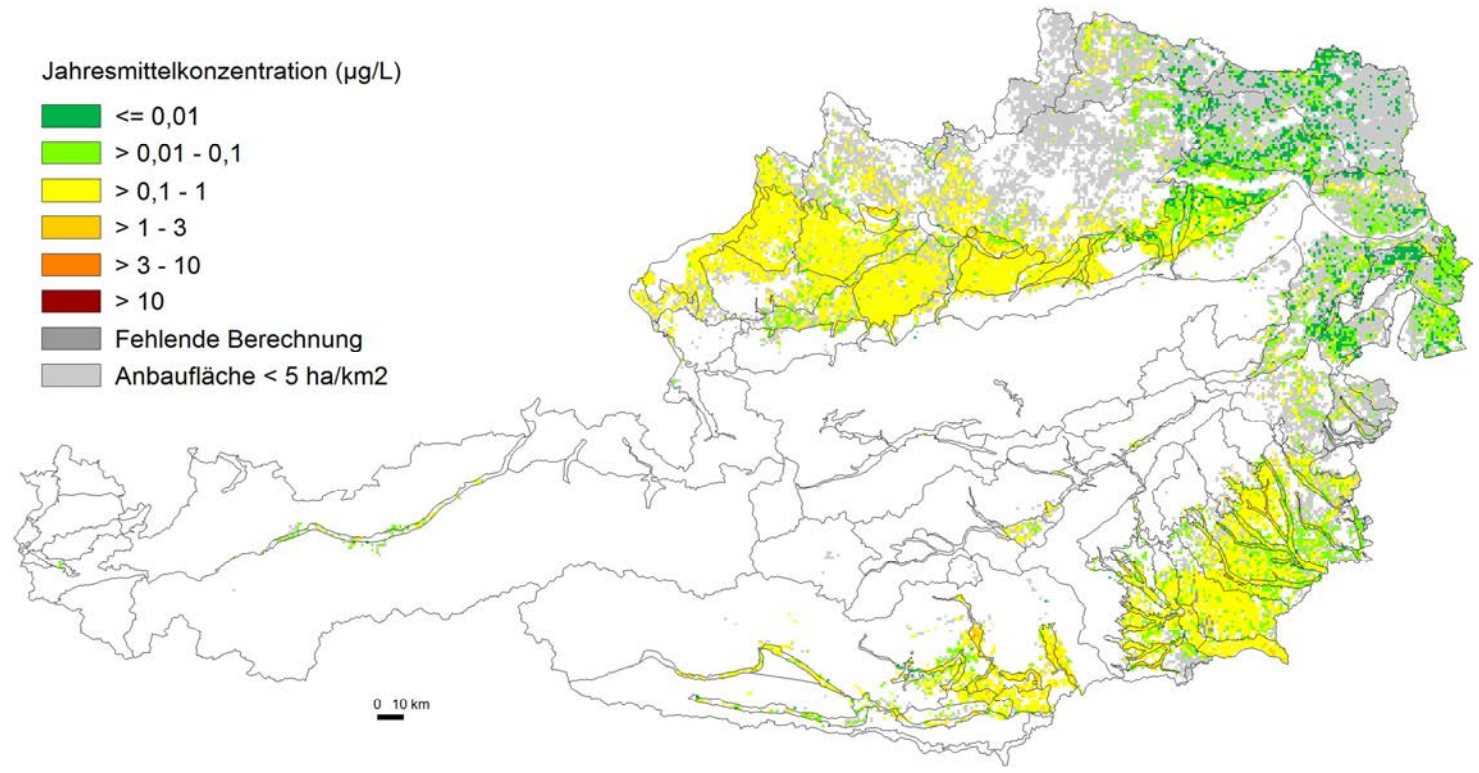
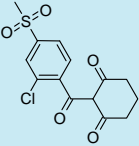
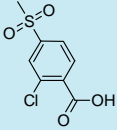


Abbildung 3.19-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von S-Metolachlor-Säure (CGA 51202) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.20 Sulcotrion

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/09/2009
EU-Erneuerung	31/08/2019
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Triketone
Kultur	Mais
Inverkehrbringungsmenge 2011	Gering
Produkte	Mikado, Sulcogan

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Sulcotrion	-		4	36	0,84	1670	k.A.
2-Chlor-4-(Methylsulfonyl)-Benzoessäure	CMBA, M01		14	5	0,86	k.A.	k.A.

k.A. Keine Angaben

EU-Bewertung

Die EU-Bewertung im Hinblick auf Grundwassergefährdung beruht ausschließlich auf FOCUS-Berechnungen.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) ist keine wesentliche Beachtung des Grundwasserschutzes notwendig.

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Mais	1 x 0,45	20. Mai	25 %	117 t/Jahr

Gemäß den Berechnungsergebnissen mit GeoPEARL-Austria ist für den Wirkstoff Sulcotrion mit keinem signifikanten Austrag über das Sickerwasser (Matrixfluss) zu rechnen. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Für den wesentlich mobileren und etwas langlebigeren Metaboliten CMBA liegen die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) behandelter Kulturen (Mais) bei jährlicher Anwendung und bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bei etwa 2 µg/L. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Maisanbaufläche reduzieren sich die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser auf etwa 0,3 µg/L.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.19-3):

CMBA:

- Lenkung auf tiefgründige Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer Wasserbilanz

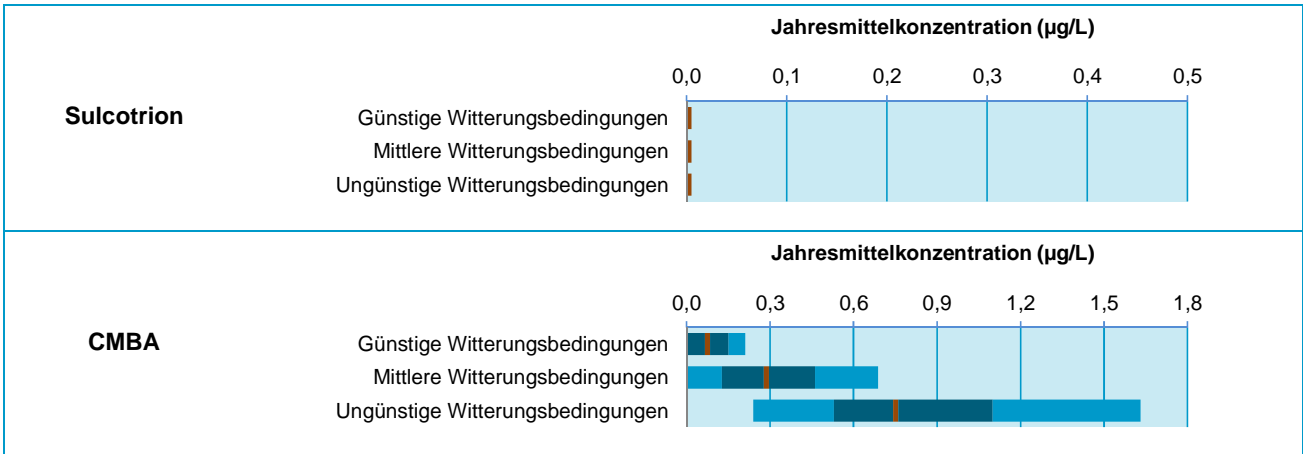


Abbildung 3.20-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Sulcotrion und dem Metaboliten CMBA im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei jährlicher Anwendung und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

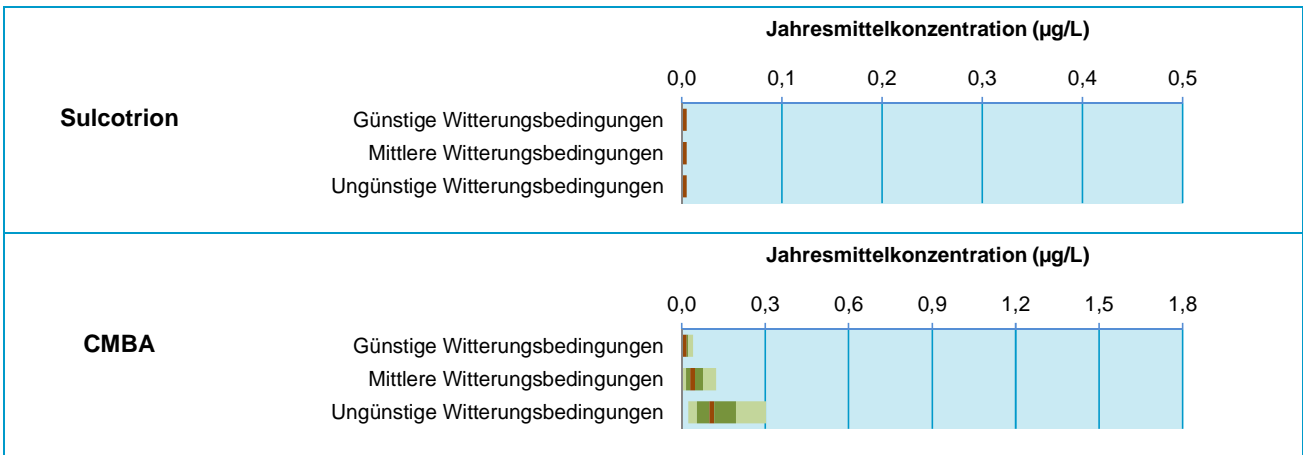


Abbildung 3.19-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Sulcotrion und dem Metaboliten CMBA im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

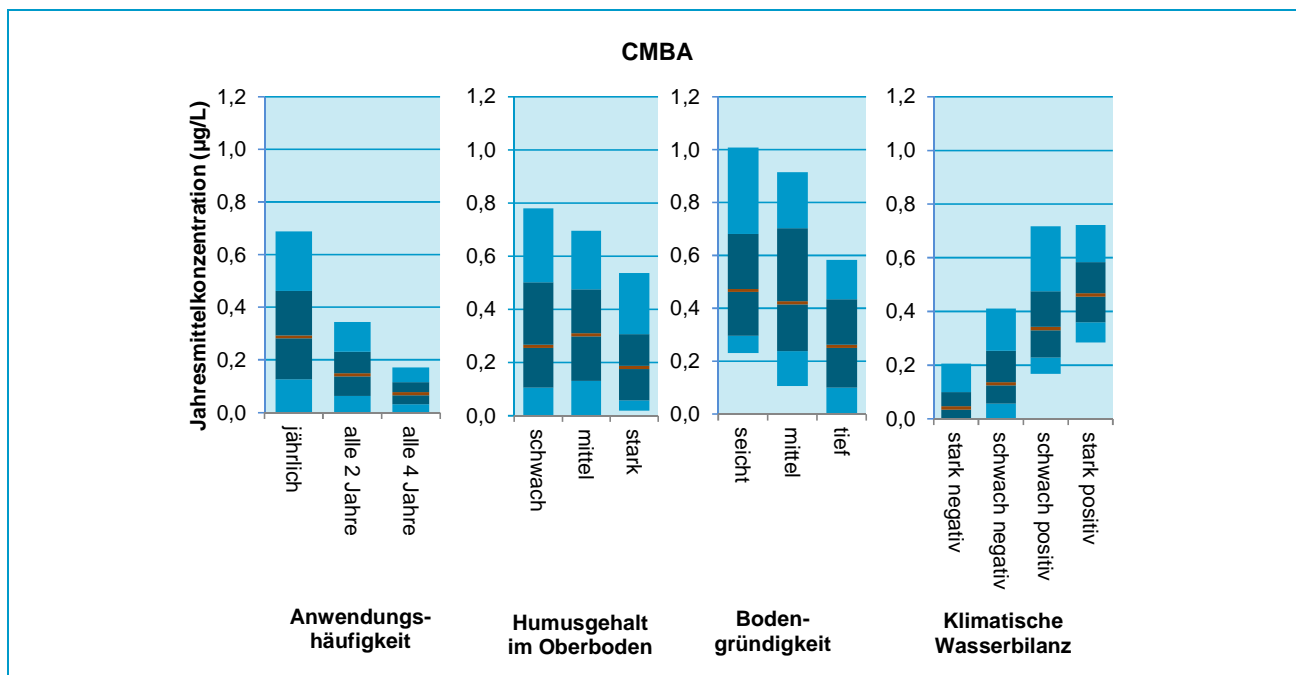


Abbildung 3.20-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration des Metaboliten CMBA im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei verschiedenen Anwendungshäufigkeiten und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodenständigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Sulcotrion
Berechnete Substanz:	Sulcotrion
Anwendung:	Mais, 1 × 0,45 kg/ha, 20. Mai, 25 % Interzeption
Gesamtmenge:	117 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

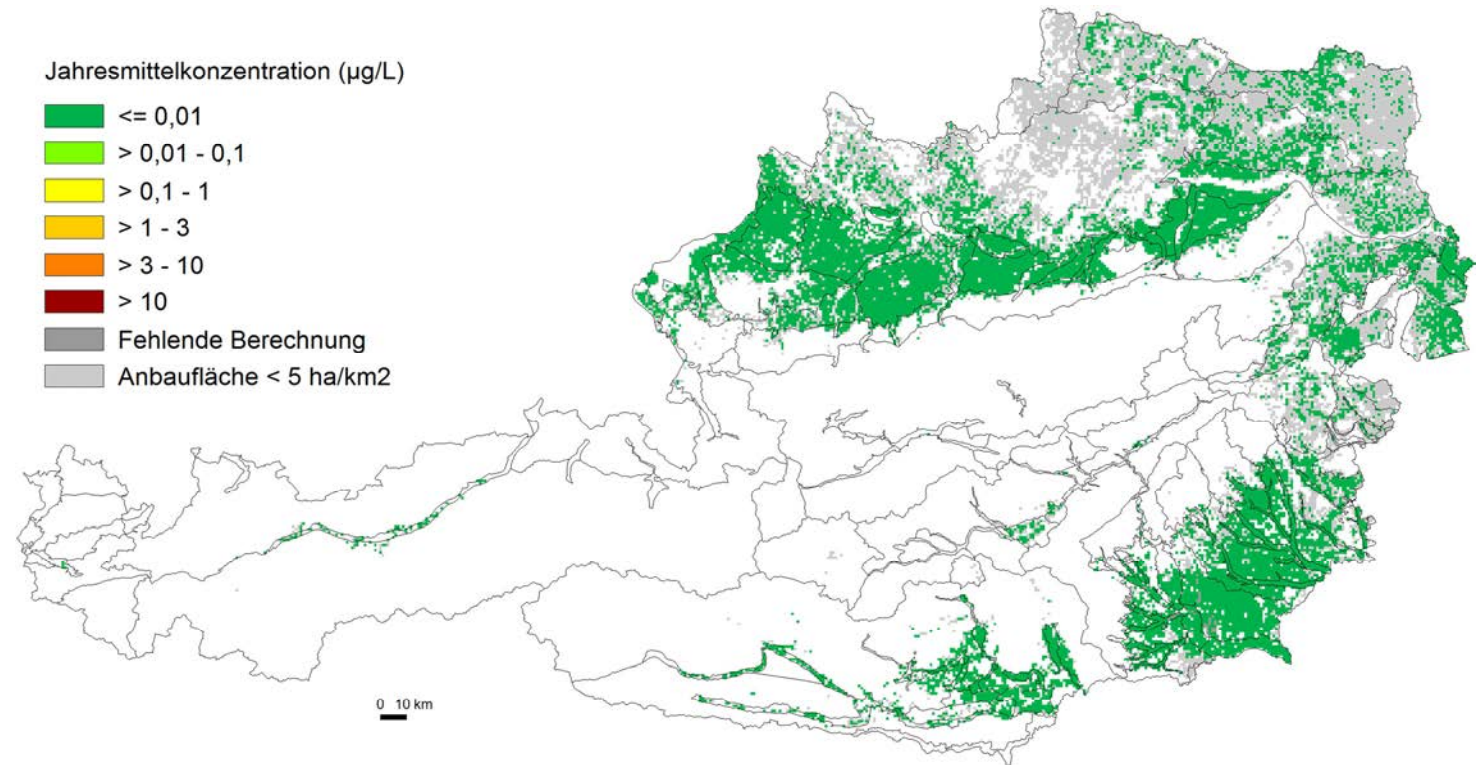


Abbildung 3.20-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Sulcotrion im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Sulcotrion
Berechnete Substanz:	CMBA
Anwendung:	Mais, 1 × 0,45 kg/ha, 20. Mai, 25 % Interzeption
Gesamtmenge:	117 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

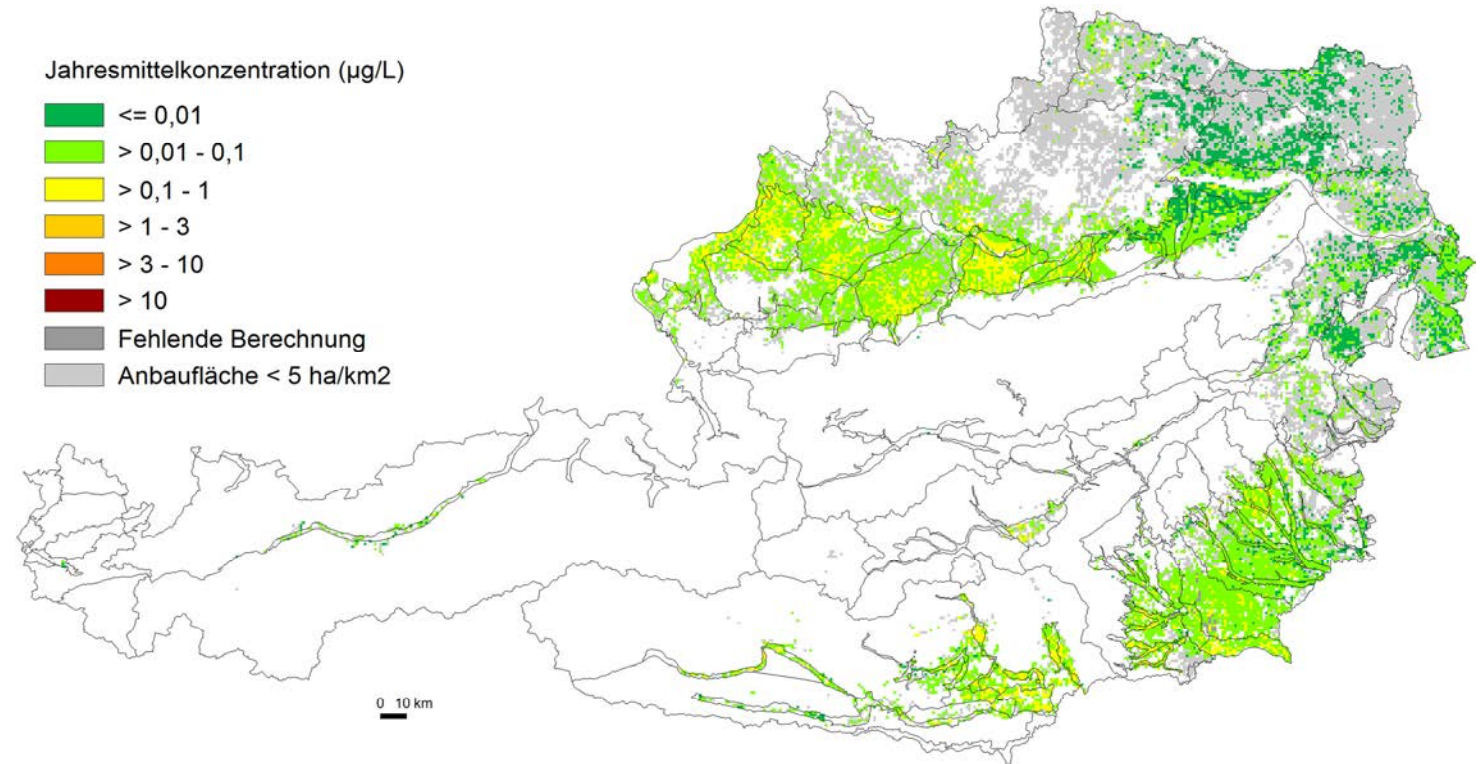


Abbildung 3.20-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von CMBA im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.21 Terbutylazin

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/01/2012
EU-Erneuerung	31/12/2021
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Triazine
Kultur	Mais
Inverkehrbringungsmenge 2011	Sehr hoch
Produkte	Artett, Aspect Pro, Calaris, Gardo Gold, Bromoterb, Chak, Click, Gardobuc, Primagram Gold, Spectrum Gold, Successor T, Terbutylazin 500, Zeagran Zeagran ultimate

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Terbutylazin	-		19	179 – 324 (pH abh.)	0,93	8,5	< 0,1
Terbutylazin- Desethyl	MT1, GS 26379		27	78	0,91	327	< 0,1
Terbutylazin- 2-Hydroxy	MT13, GS 23158		453	187	0,91	7,2	< 0,1
Terbutylazin- 2-Hydroxy- Desethyl	MT14, GS 28620		107	111	0,92	18	< 0,1
-	LM1	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,1 - 1
-	LM2		k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,1 - 1
-	LM3		k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,1 - 1
-	LM4		k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,1 - 1
-	LM5		k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,1 - 1
-	LM6		k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,1 - 1
6-Chlor-1,3,5- Triazine-2,4- Diamin	MT20, GS 28273, Atrazin- Desethyl- Desisopropyl		k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 0,1

k.A. Keine Angaben

EU-Bewertung

Terbutylazin bildet im Boden im Wesentlichen die drei Hauptmetaboliten Terbutylazin-Desethyl, Terbutylazin-2-Hydroxy und Terbutylazin-2-Hydroxy-Desethyl. Weder der Wirkstoff noch die drei Hauptmetaboliten wurden in maximal 2jährigen Lysimeterstudien, die im Zuge des EU-Genehmigungsverfahrens vorgelegt wurden, über 0,1 µg/L im Sickerwasser ermittelt. Allerdings konnte in diesen Studien eine Reihe weiterer Metaboliten (bezeichnet mit LM1, LM2, LM3, LM4, LM5 und LM6), die in den Bodenabbaustudien mehrheitlich nicht identifiziert wurden, mit Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L (bis zu etwa 1 µg/L) im Sickerwasser ermittelt werden. Da in den Lysimeterstudien ausschließlich sandige Böden zur Verwendung kamen, können keine Informationen zum Austragspotential des Wirkstoffes über präferenzielle Flüsse in strukturierten Böden abgeleitet werden.

Die Ergebnisse der Lysimeterstudien werden in für die EU-Bewertung zusätzlich vorgelegten Grundwassermonitoring-Studien in Norddeutschland und in mehreren Feldversickerungsstudien in Norditalien teils bestätigt, teils relativiert. In den Grundwassermonitoring-Studien in Deutschland konnten weder der Wirkstoff noch die drei Hauptmetaboliten in Grundwasserproben über 0,1 µg/L ermittelt werden, allerdings wurden die Lysimetermetaboliten LM3, LM5 und LM6 vereinzelt bis zu 1 µg/L im Grundwasser detektiert. In den Feldversickerungsstudien in Italien wurden Überschreitungen der 0,1 µg/L-Grenze in 3, 5 und 30 % der gezogenen Proben für Terbutylazin, Terbutylazin-Desethyl und Terbutylazin-2-Hydroxy-Desethyl festgestellt. Für Terbutylazin-2-Hydroxy wurden keine Überschreitungen von 0,1 µg/L festgestellt. Im Falle der Metaboliten LM3, LM5 und LM6 wurden in 29, 38 und 34 % der Proben Überschreitungen von 0,1 µg/L festgestellt. Für die Metaboliten LM1, LM2 und LM4 liegen zurzeit keine Grundwassermonitoringdaten vor.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 820/2011 der Kommission (EU, 2011c) „haben die Mitgliedstaaten den Schutz des Grundwassers zu beachten, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit empfindlichen Böden und/oder unter schwierigen klimatischen Bedingungen ausgebracht wird. Die Anwendungsbedingungen müssen Maßnahmen zur Risikobegrenzung sowie die Verpflichtung umfassen, in gefährdeten Gebieten gegebenenfalls Überwachungsprogramme zur Überprüfung einer möglichen Grundwasserkontamination durchzuführen. Der Antragsteller hat bestätigende Informationen vorzulegen über die Bewertung der Grundwasserexposition hinsichtlich der nicht identifizierten Metaboliten LM1, LM2, LM3, LM4, LM5 und LM6.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Mais	1 × 0,75 kg/ha	5. Mai	Keine	195 t/Jahr

GeoPEARL-Austria prognostiziert für den Wirkstoff Terbutylazin aufgrund der kurzen Halbwertszeit und des relativ hohen Adsorptionskoeffizienten bei Verwendung mittlere Stoffeigenschaften durchwegs Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) unter 0,1 µg/L. Auch bei jährlicher Anwendung und

ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen sind Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser über 0,1 µg/L den Berechnungen entsprechend nicht zu erwarten. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Deutlich höhere Austräge werden aufgrund der etwas geringeren Abbaurate und des geringeren Adsorptionskoeffizienten für den Metaboliten Terbutylazin-Desethyl prognostiziert. Unter Annahme einer jährlichen Anwendung liegen die Berechnungsergebnisse für diesen Metaboliten bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen im Sickerwasser (1 m) um 0,7 µg/L. Der Austrag ist in schwach humosen Böden und bei stark positiver Wasserbilanz am höchsten, der Einfluss der Bodengründigkeit auf das Berechnungsergebnis ist gering. Unter Einbezug der tatsächlichen Anbaufläche (Mais) liegen die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen von Terbutylazin-Desethyl im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bei etwa 0,2 µg/L.

In GeoPEARL-Austria wurde von einer Berechnung für die beiden Hauptmetaboliten Terbutylazin-2-Hydroxy und Terbutylazin-2-Hydroxy-Desethyl abgesehen, da bereits die FOCUS-Berechnungen, die im Zuge der EU-Bewertung vorgelegt wurden, einen massiv überhöhten Austrag für die beiden Metaboliten ergab (Jahresmittelkonzentrationen von bis zu 13 µg/L im Sickerwasser (1 m) im Falle von Terbutylazin-2-Hydroxy und bis zu 3,6 µg/L im Falle von Terbutyl-2-Hydroxy-Desethyl). Die Diskrepanz zwischen den FOCUS-Berechnungen und den Ergebnissen der Lysimeter- bzw. Freilandversickerungsstudien im Falle dieser beiden Metaboliten ist nicht restlos geklärt, dürfte in erster Linie aber auf das Fehlen von *higher-tier* Halbwertszeiten (fehlende Feldversuche) und auf Nichtberücksichtigung von *aged-sorption*-Effekten bei der Berechnung zurückzuführen sein. Setzt man die Ergebnisse der Freilandversickerungsstudien dieser beiden Metaboliten in Beziehung zu den Berechnungsergebnissen für Terbutylazin-Desethyl, ist zu erwarten, dass sich die Jahresmittelkonzentrationen für Terbutylazin-2-Hydroxy auf ähnlichem Niveau bewegt wie für Terbutylazin-Desethyl. Im Falle von Terbutylazin-2-Hydroxy-Desethyl sind möglicherweise auch etwas höhere Konzentrationen im Sickerwasser zu erwarten.

Für die nur in Lysimeterstudien detektierten Metaboliten LM1, LM2, LM3, LM4, LM5 und LM6 konnten aufgrund fehlender Stoffeigenschaften keine Berechnungen mit GeoPEARL-Austria durchgeführt werden. Die Lysimeterstudien und die Feldversickerungsstudien, die im Zuge der EU-Bewertung vorgelegt wurden, weisen allerdings darauf hin, dass insbesondere die Metaboliten LM3, LM5 und LM6 eine deutlich höhere Austragsgefährdung als die drei Hauptmetaboliten (Terbutylazin-Desethyl, Terbutylazin-2-Hydroxy und Terbutylazin-2-Hydroxy-Desethyl) aufweisen. Für die Metaboliten M3, M5 und LM6 ist bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen mit Jahresmittelkonzentrationen bis zu 1 µg/L zu rechnen.

Der im GZÜV-Sondermessprogramm (BMLFUW, 2012) wiederholt über 0,1 µg/L detektierte Metabolit 6-Chlor-1,3,5-Triazine-2,4-Diamin (Atrazin-Desethyl-Desisopropyl) ist die „Kernsubstanz“ aller Triazine, wie Atrazin, Simazin, Propazin oder Terbutylazin, wurde jedoch weder im Boden noch in Lysimeterstudien für Terbutylazin im nennenswerten Ausmaß detektiert. Aufgrund der Struktur von Simazin (6-Chlor-N,N'-diethyl-1,3,5-Triazine-2,4-Diamin) ist zu erwarten, dass dieser Wirkstoff das höchste Freisetzungspotential für diesen Metaboliten hat. Da die Wirkstoffe und die Metaboliten dieser mit Ausnahme von Terbutylazin

mittlerweile nicht mehr zugelassenen Wirkstoffgruppe noch immer im beträchtlichen Ausmaß im Grundwasser detektiert werden können, ist davon auszugehen, dass erhöhte Konzentrationen an 6-Chlor-1,3,5-Triazine-2,4-Diamin im Grundwasser in erster Line von diesen historisch teils in hohen Mengen eingesetzten Wirkstoffen resultieren. Da der Abbau aller Triazine im Boden und die Bildung ihrer Metaboliten ähnlich verläuft, ist zu erwarten, dass 6-Chlor-1,3,5-Triazine-2,4-Diamin auch aus Terbutylazin gebildet wird. Allerdings dürfte der Beitrag von 6-Chlor-1,3,5-Triazine-2,4-Diamin aus Terbutylazin zum gesamten Pool an 6-Chlor-1,3,5-Triazine-2,4-Diamin im Boden bzw. Grundwasser aufgrund der deutlich geringeren Aufwandmenge (im Vergleich zu den historischen Aufwandmengen etwa von Atrazin) gering sein. Eine weitere Beobachtung dieses Metaboliten im Grundwasser wird trotzdem empfohlen. Eine abnehmende Tendenz für 6-Chlor-1,3,5-Triazine-2,4-Diamin im Grundwasser würde die These eines „Altlastenproblems“ untermauern.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.21-3):

Terbutylazin-Desethyl:

- Lenkung auf stark humose Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer Wasserbilanz

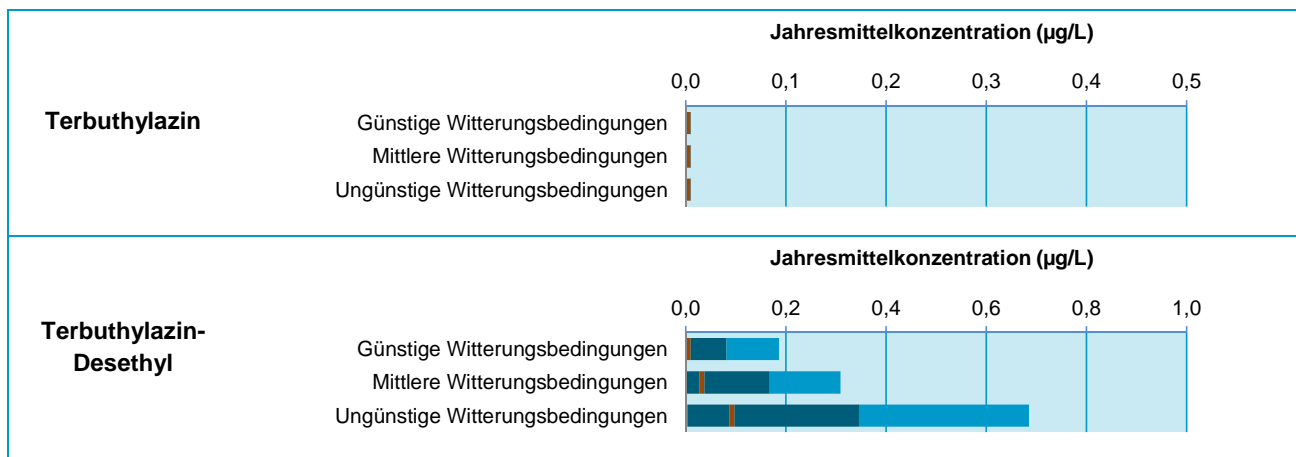


Abbildung 3.21-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Terbutylazin und des Metaboliten Terbutylazin-Desethyl im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei jährlicher Anwendung und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

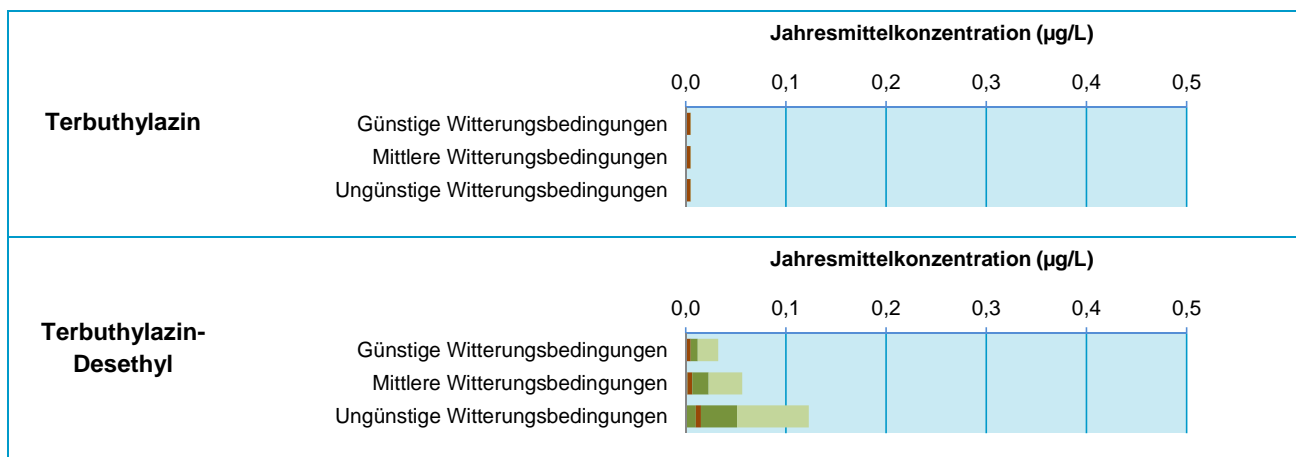


Abbildung 3.21-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Terbutylazin und des Metaboliten Terbutylazin-Desethyl im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

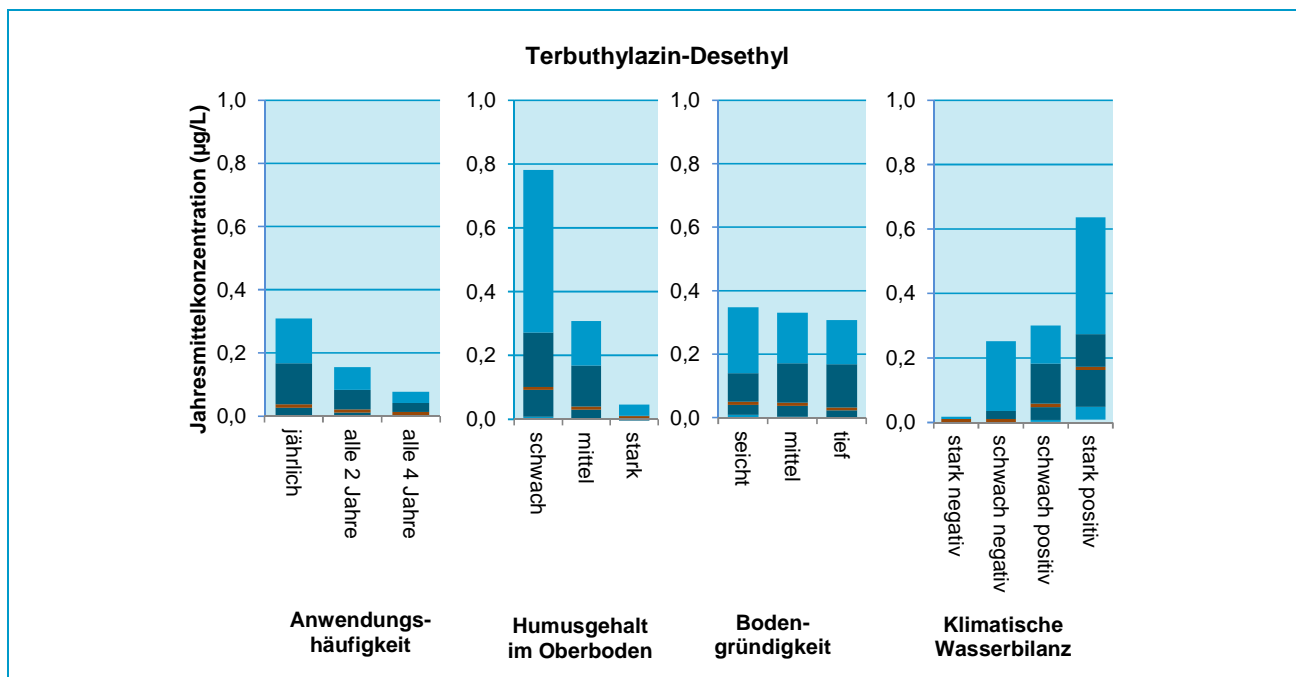


Abbildung 3.21-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration des Metaboliten Terbutylazin-Desethyl im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei unterschiedlicher Anwendungshäufigkeit und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsverhältnisse, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Terbuthylazin
Berechnete Substanz:	Terbuthylazin
Anwendung:	Mais, 1 × 0,75 kg/ha, 5. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	195 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Sehr hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

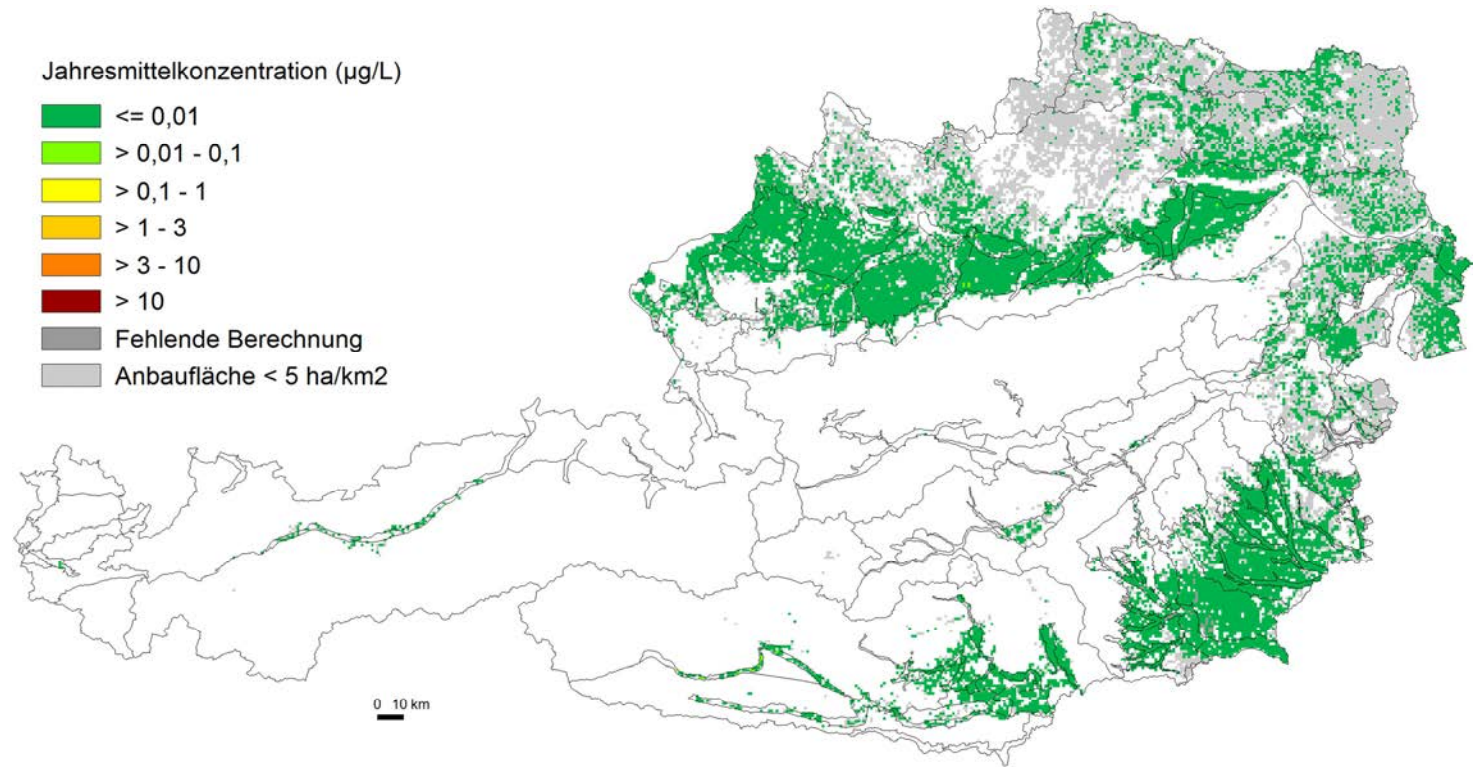


Abbildung 3.21-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Terbuthylazin im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Terbuthylazin
Berechnete Substanz:	Terbuthylazin-Desethyl
Anwendung:	Mais, 1 × 0,75 kg/ha, 5. Mai, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	195 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Sehr hoch
Witterungsbedingungen:	Mittel

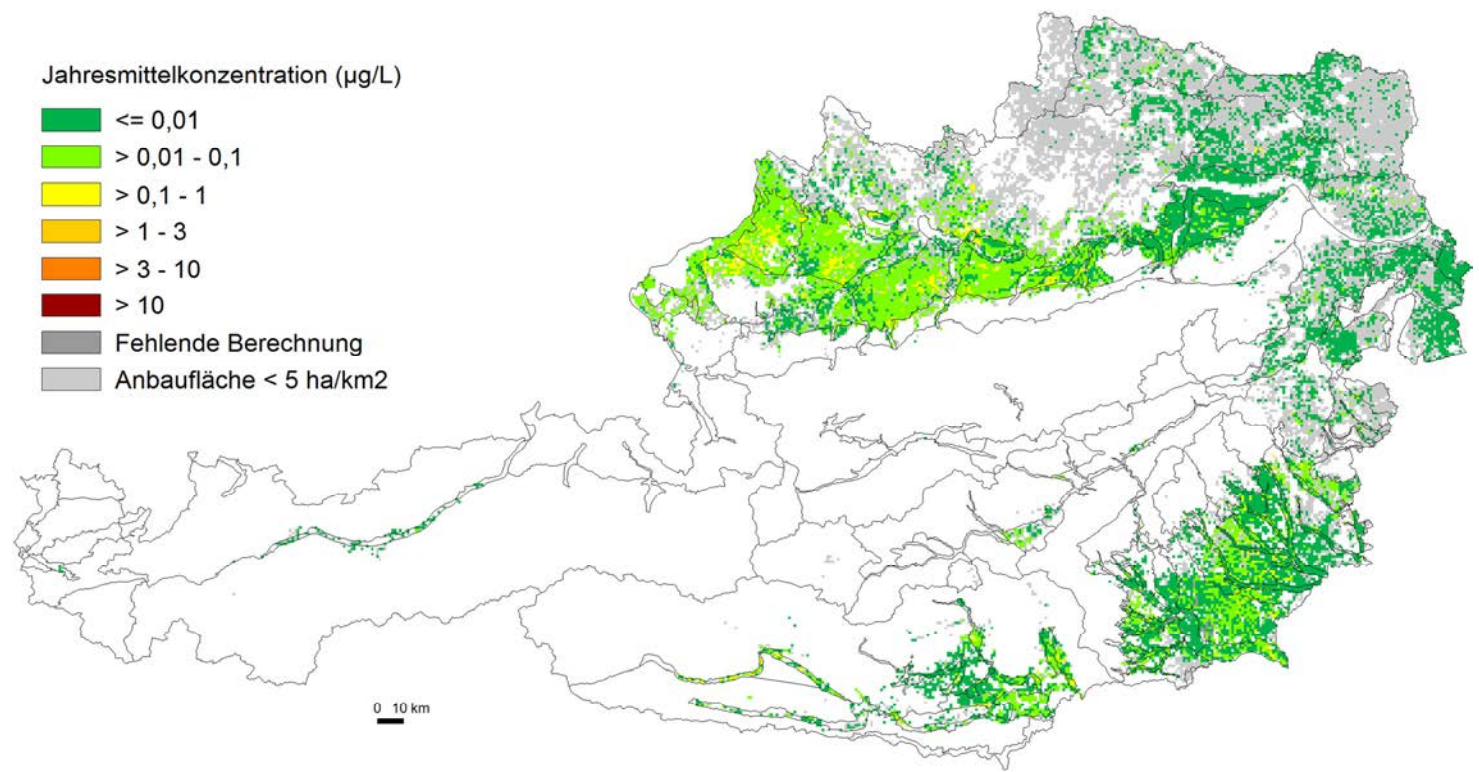
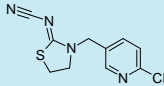
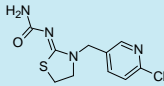
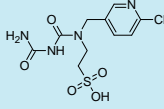
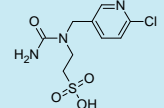
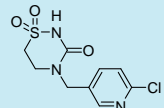


Abbildung 3.21-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Terbuthylazin-Desethyl im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzelle mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.22 Thiacloprid

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/01/2005
EU-Erneuerung	31/12/2014
Wirkungstyp	Insektizid
Stoffklasse	Neonicotinoide
Kultur	Getreide, Mais, Raps, Kartoffel, Ackerbohne, Futtererbse
Inverkehrbringungsmenge 2011	Mittel
Produkte	Calypso, Biscaya, Exemptor, ...

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Thiacloprid	-		1	615	0,88	184	< 0,1
Thiacloprid- Amid	M02		42	288	0,82	k.A.	< 0,1
Thiacloprid- Sulfonsäure	M30		23	20	0,94	k.A.	1 - 10
Thiacloprid- Sulfonsäureamid	M34		15	5	1,00	k.A.	0,1 - 1
Thiacloprid- Thiadiazin	Z5		k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0,1 - 1

k.A. keine Angaben

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurde im Zuge der EU-Bewertung eine Lysimeterstudie mit Thiacloprid vorgelegt. Thiacloprid und Thiacloprid-Amid wurden in dieser Studie nicht über 0,1 µg/L detektiert, die maximale Jahresmittelkonzentrationen von Thiacloprid-Sulfonsäure und Thiacloprid-Sulfonsäureamid lagen bei 2,4 bzw. 0,27 µg/L. Thiacloprid-Thiadiazin erreichte in dieser Lysimeterstudie eine Jahresmittelkonzentration von 0,16 µg/L (dieser Metabolit wurde nur in der Lysimeterstudie detektiert).

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten der Möglichkeit der Grundwasserverschmutzung besondere Aufmerksamkeit zu widmen, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit empfindlichen Böden und/oder extremen Klimabedingungen ausgebracht wird. Gegebenenfalls sind Maßnahmen zur Risikobegrenzung zu treffen.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Mais	2 × 0,075 kg/ha	15./30. Juli	75 %	39 t/Jahr

Die mit GeoPEARL-Austria berechneten Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) liegen für den Wirkstoff Thiacloprid und den Metaboliten Thiacloprid-Amid selbst bei jährlicher Anwendung und bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen durchwegs unter 0,1 µg/L. Basierend auf diesen Ergebnissen ist mit keinem signifikanten Austrag dieser beiden Substanzen über das Sickerwasser zu rechnen. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Im Falle der wesentlich mobileren Metaboliten Thiamethoxam-Sulfonsäure und Thiamethoxam-Sulfonsäureamid werden Jahresmittelkonzentrationen durchwegs über 0,1 µg/L im Sickerwasser (1 m) prognostiziert, bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen können Jahresmittelkonzentrationen bis zu etwa 1 µg/L erreicht werden. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Mais) liegen die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser für die beiden Metaboliten Thiacloprid-Sulfonsäure und Thiacloprid-Sulfonsäureamid bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bei 0,2 µg/L.

Für den Lysimetermetaboliten Thiacloprid-Thiadiazin können keine Berechnungen mit GeoPEARL-Austria durchgeführt werden, da die dazu notwendigen Stoffeigenschaften nicht bekannt sind. Bezogen auf die Lysimeterstudie ist mit ähnlichen Konzentrationen im Sickerwasser wie für Thiacloprid-Sulfonsäureamid zu rechnen.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.22-3):

Thiacloprid-Sulfonsäure:

- Lenkung auf stark humose Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer Wasserbilanz

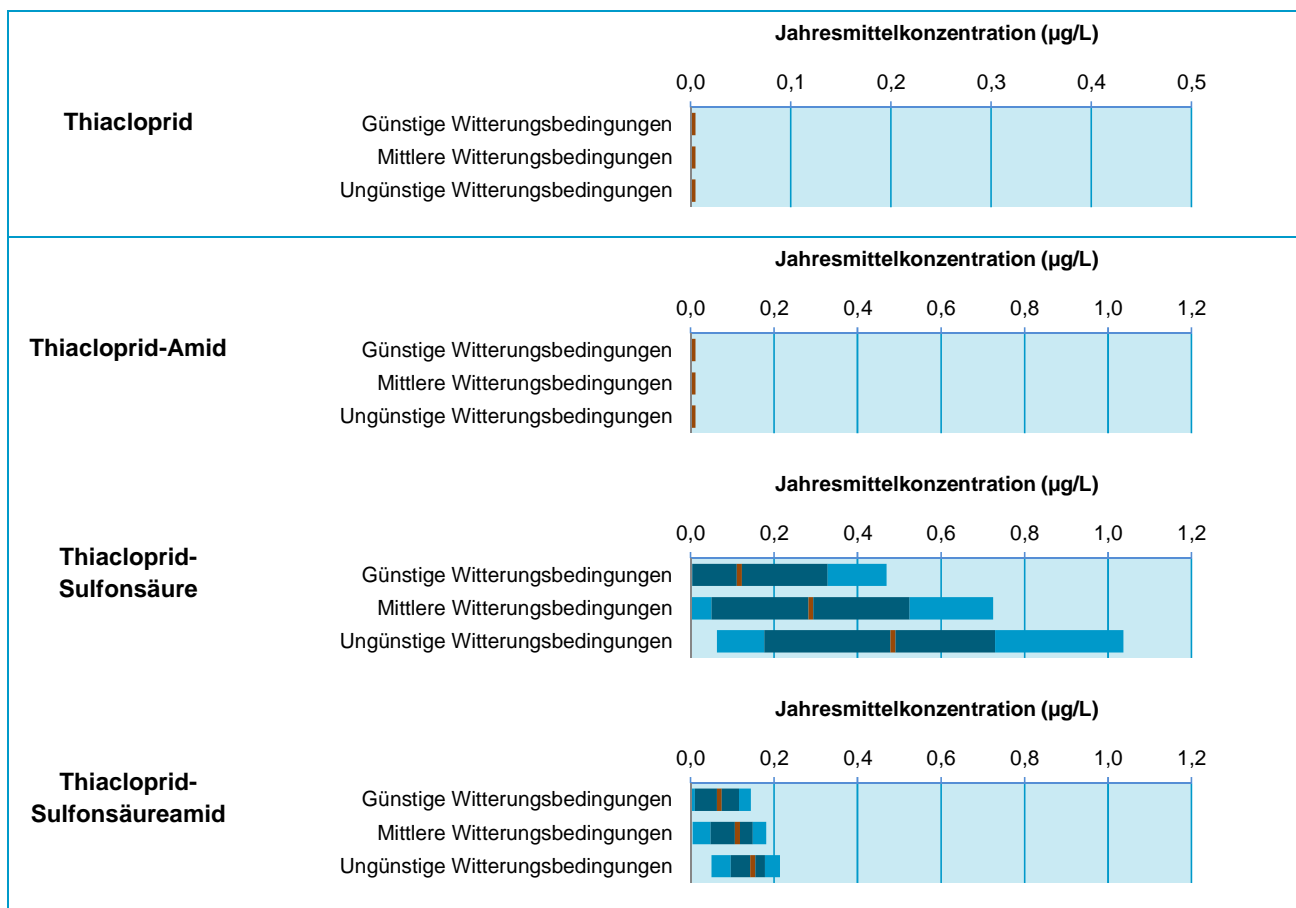


Abbildung 3.22-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Thiocloprid und der Metaboliten Thiocloprid-Amid, Thiocloprid-Sulfonsäure und Thiocloprid-Sulfonsäureamid im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei jährlicher Anwendung und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

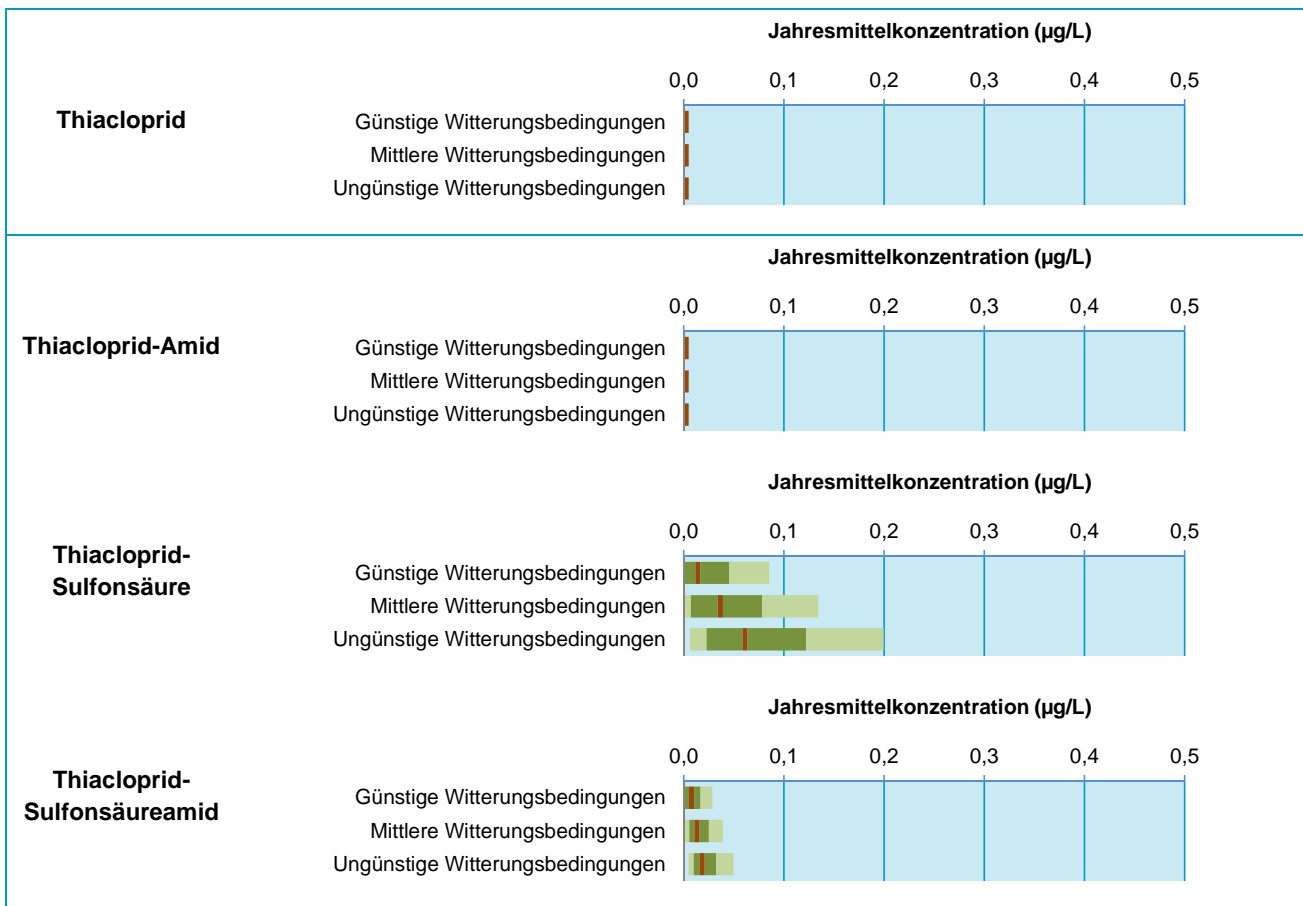


Abbildung 3.22-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Thiocloprid und der Metaboliten Thiocloprid-Amid, Thiocloprid-Sulfonsäure und Thiocloprid-Sulfonsäureamid im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

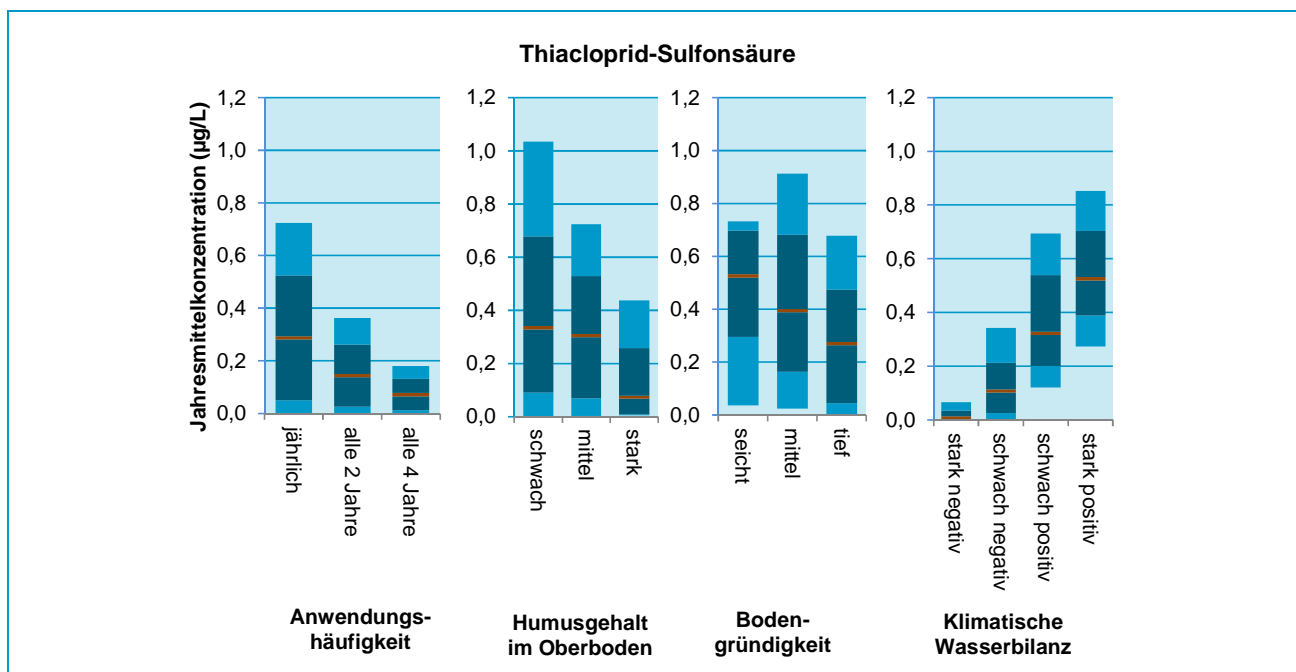


Abbildung 3.22-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration des Metaboliten Thiacloprid-Sulfonsäure im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei unterschiedlicher Anwendungshäufigkeit und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Thiaclopid
Berechnete Substanz:	Thiaclopid
Anwendung:	Mais, 2 × 0,075 kg/ha, 15./30.Juli, 75 % Interzeption
Gesamtmenge:	39 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

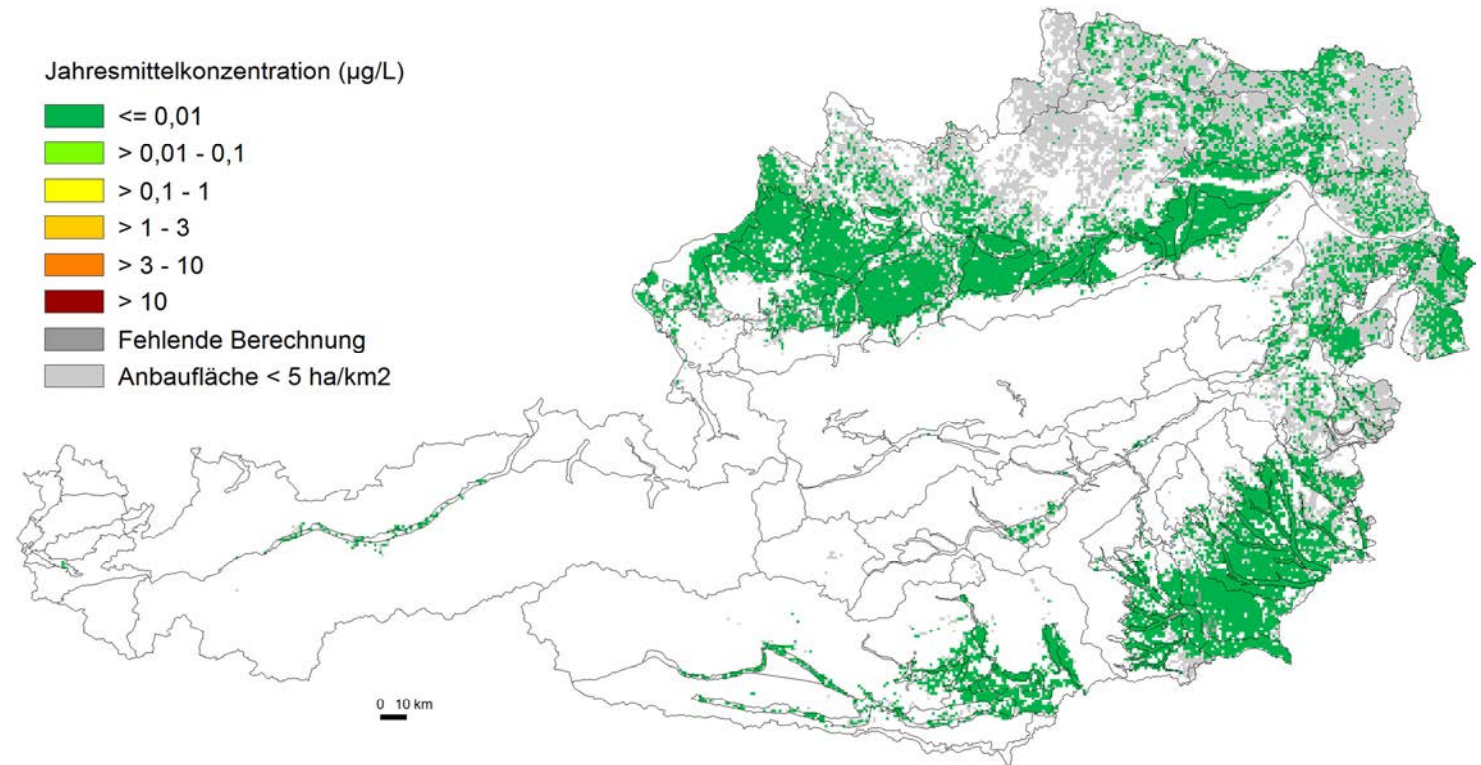


Abbildung 3.22-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Thiaclopid im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Thiaclopid
Berechnete Substanz:	Thiaclopid-Sulfonsäure
Anwendung:	Mais, 2 × 0,075 kg/ha, 15./30.Juli, 75 % Interzeption
Gesamtmenge:	39 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

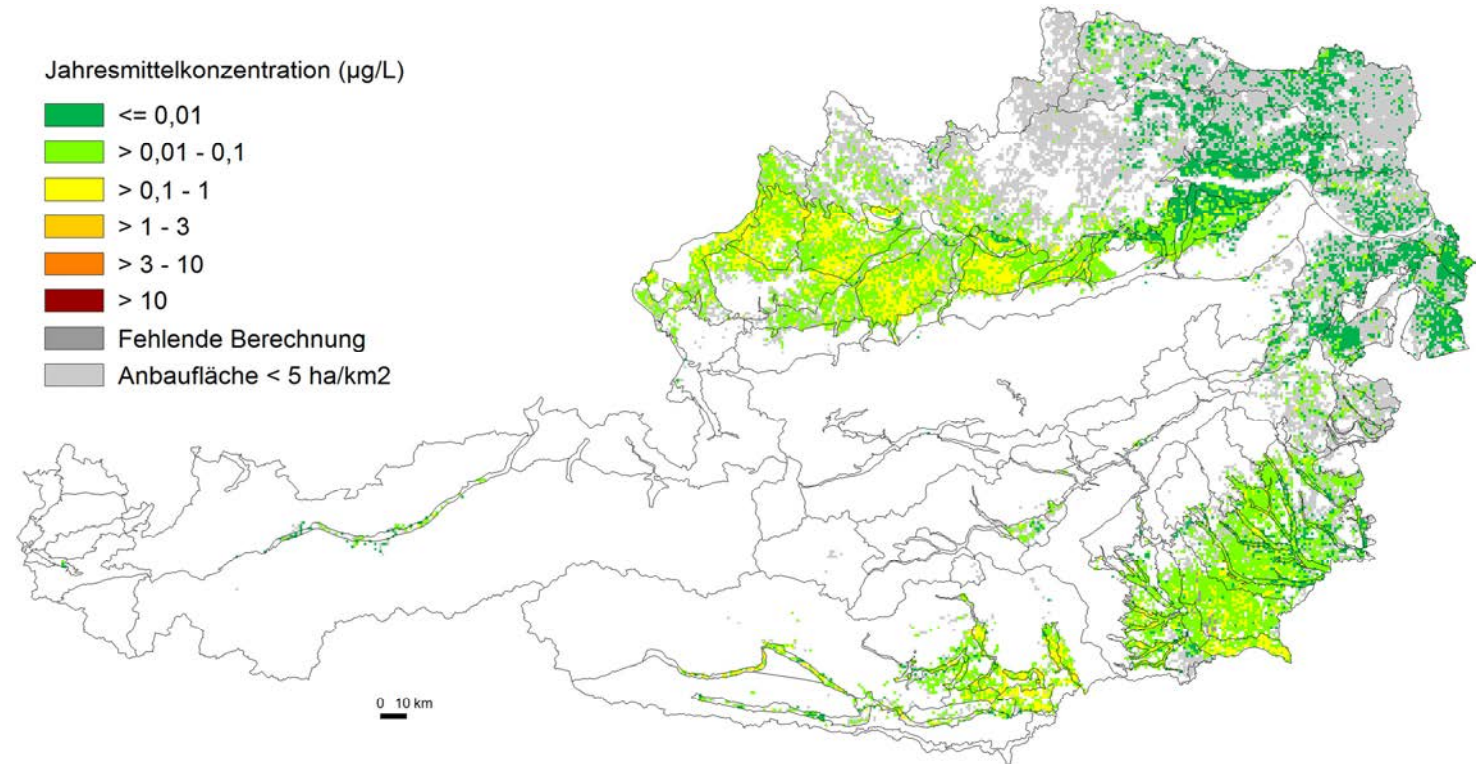


Abbildung 3.22-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Thiaclopid-Sulfonsäure im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanabau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Thiacloprid
Berechnete Substanz:	Thiacloprid-Sulfonsäureamid
Anwendung:	Mais, 2 × 0,075 kg/ha, 15./30.Juli, 75 % Interzeption
Gesamtmenge:	39 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

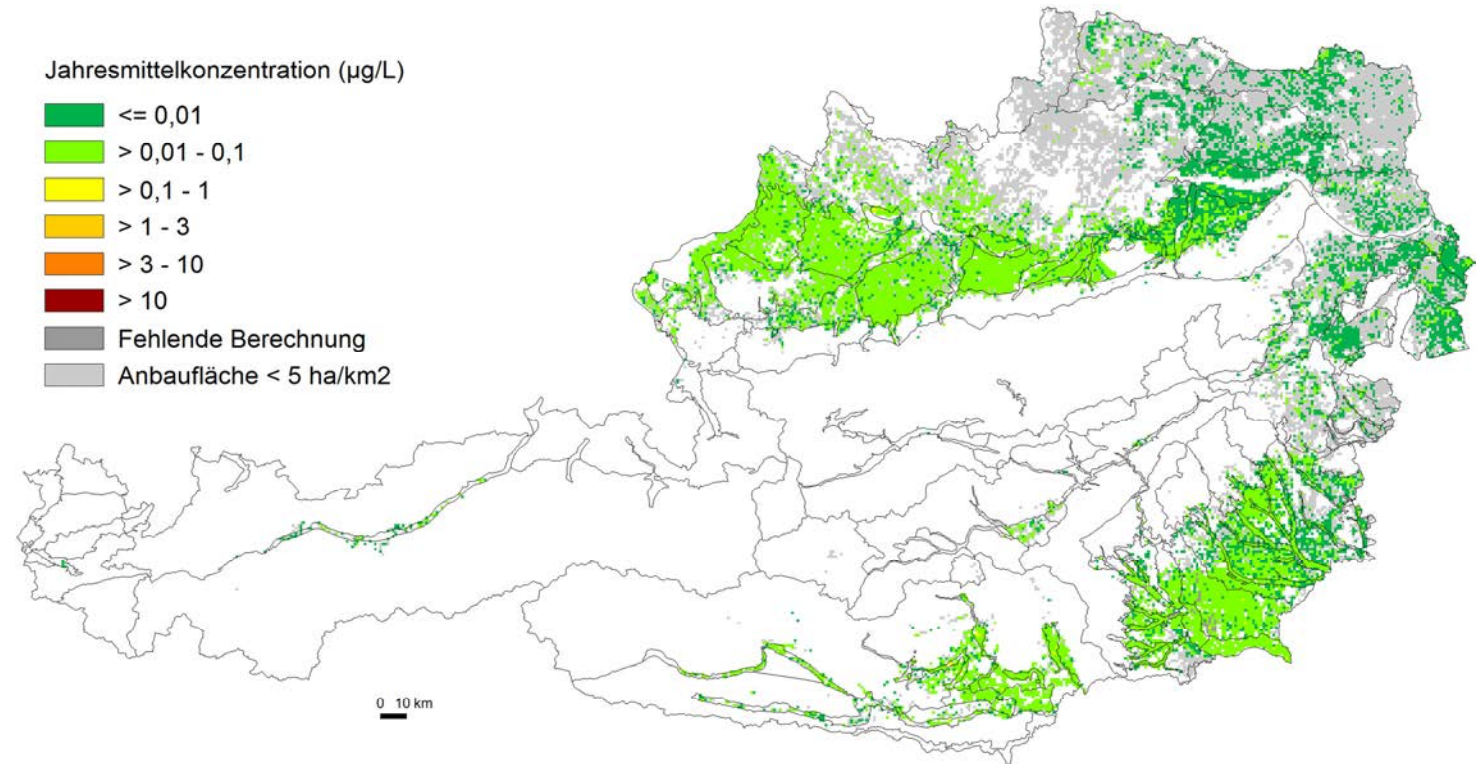
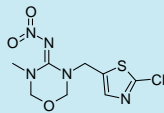
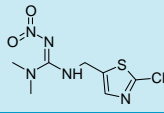


Abbildung 3.22-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Thiacloprid-Sulfonsäureamid im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.23 Thiamethoxam

Factsheet	
EU-Genehmigung	02/01/2007
EU-Erneuerung	31/01/2017
Wirkungstyp	Insektizid
Stoffklasse	Neonicotinoide
Kultur	Mais (Saatgutbeh.), Zuckerrübe (Saatgutgeh.), Futterrübe (Saatgutbeh.), Raps, Kartoffel, Zierpflanzen
Inverkehrbringungsmenge 2011	Gering
Produkte	Actara, Actara 25 WG, Cruiser 70 WS, Cruiser 350 FS, Cruiser 600 FS, Cruiser OSR, Magna

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Thiamethoxam	-		37	70	0,88	4100	< 0,1
Clothianidin	CGA 322704		77	85	0,81	340	< 0,1
-	NOA 459602	k.A.	19	0	0,90	k.A.	0,1 - 1
-	SYN 501406	k.A.	24	6	0,75	k.A.	< 0,1

k.A. keine Angaben

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurden im Zuge der EU-Bewertung von Thiamethoxam zwei Lysimeterstudien vorgelegt. Thiamethoxam konnte in keiner der beiden Lysimeterstudien mit Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L ermittelt werden. Der Metaboliten Clothianidin, der ebenfalls ein Wirkstoff ist, und der Metabolit NOA 459602 wurden mit maximalen Jahresmittelkonzentrationen von etwa 0,3 µg/L detektiert. Der Metabolit SYN 501406 überschritt 0,1 µg/L nicht.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten möglichen Verunreinigung des Grundwassers, insbesondere durch den Wirkstoff und seine Metaboliten NOA 459602, SYN 501406 und CGA 322704, besondere Aufmerksamkeit zu widmen, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit empfindlichen Böden und/oder unter besonderen Witterungsbedingungen ausgebracht wird. Die Anwendungsbedingungen umfassen gegebenenfalls Maßnahmen zur Risikobegrenzung.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Mais (Saatgutbeh.)	1 × 0,080 kg/ha	5. Mai	Keine	21 t/Jahr

Thiamethoxam und der Metabolit Clothianidin (ebenfalls ein Wirkstoff) besitzen aufgrund ihrer Stoffeigenschaften ein relativ hohes Austragspotential. Berechnungen mit GeoPEARL-Austria ergaben unter Annahme von mittleren Stoffeigenschaften für beide Substanzen Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) behandelter Kulturen (Mais) von etwa 0,2 µg/L (bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen). Das höchste Austragspotential weisen schwach humose Böden auf. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Mais) ergeben sich für beide Substanzen bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser von etwa 0,03 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Etwas höher ist das Austragspotential für den Metaboliten NOA 459602, der bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen im Sickerwasser (1 m) von behandelten Kulturen (Mais) mit Jahresmittelkonzentrationen von 0,7 µg/L, im grundwassernahen Sickerwasser mit 0,2 µg/L berechnet wurde. Der Austrag dieses Metaboliten ist besonders in seicht- und mittelgründigen Böden hoch. Für den Metaboliten SYN 501406 liegen die mit GeoPEARL-Austria berechneten Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bei 0,1 µg/L.

Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.23-3):

Thiamethoxam:

- Lenkung auf stark humose Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer Wasserbilanz

NOA 459602:

- Lenkung auf tiefgründige Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer Wasserbilanz

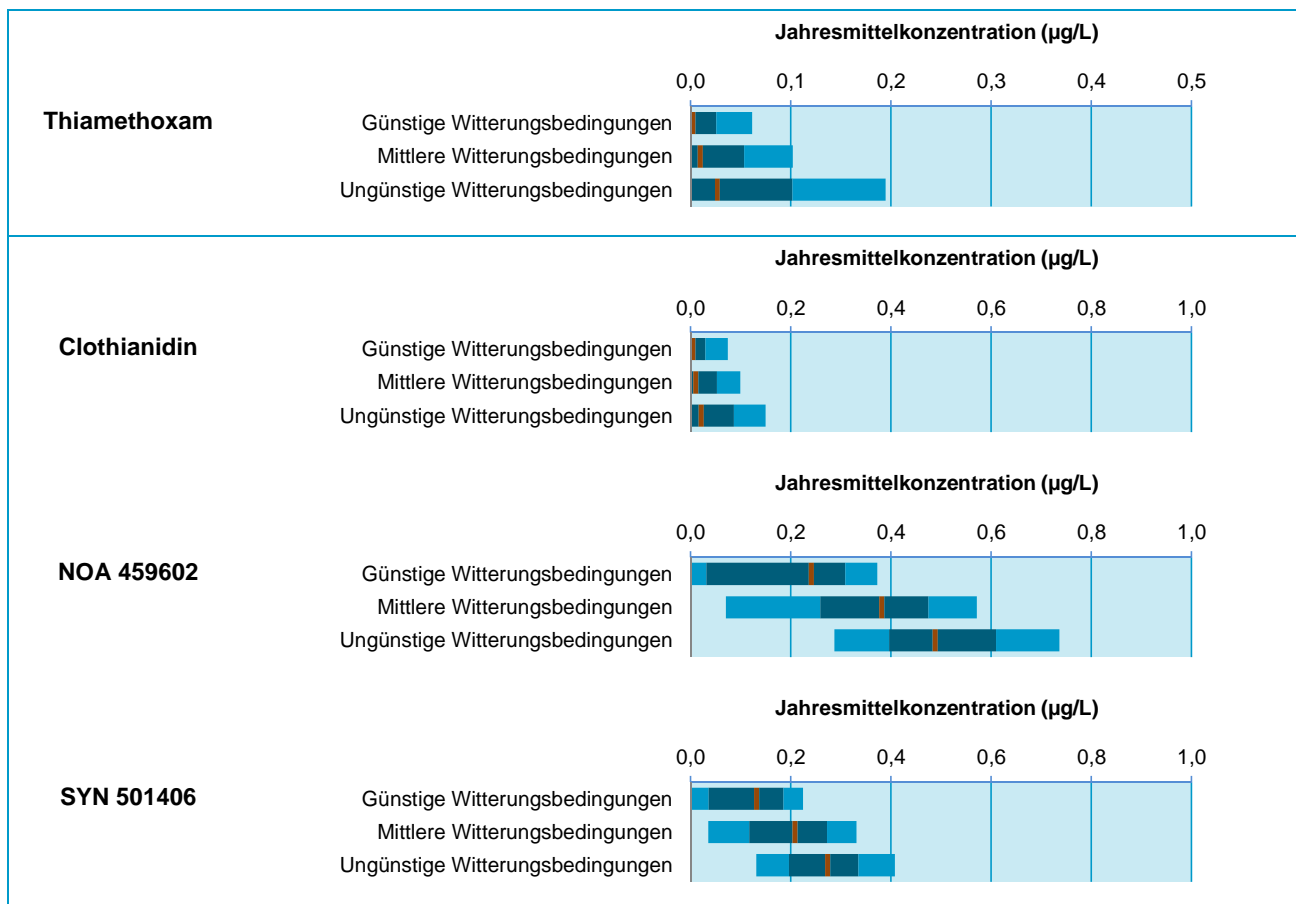


Abbildung 3.23-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Thiamethoxam und der Metaboliten Clothianidin, NOA 459602 und SYN 501406 im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei jährlicher Anwendung und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

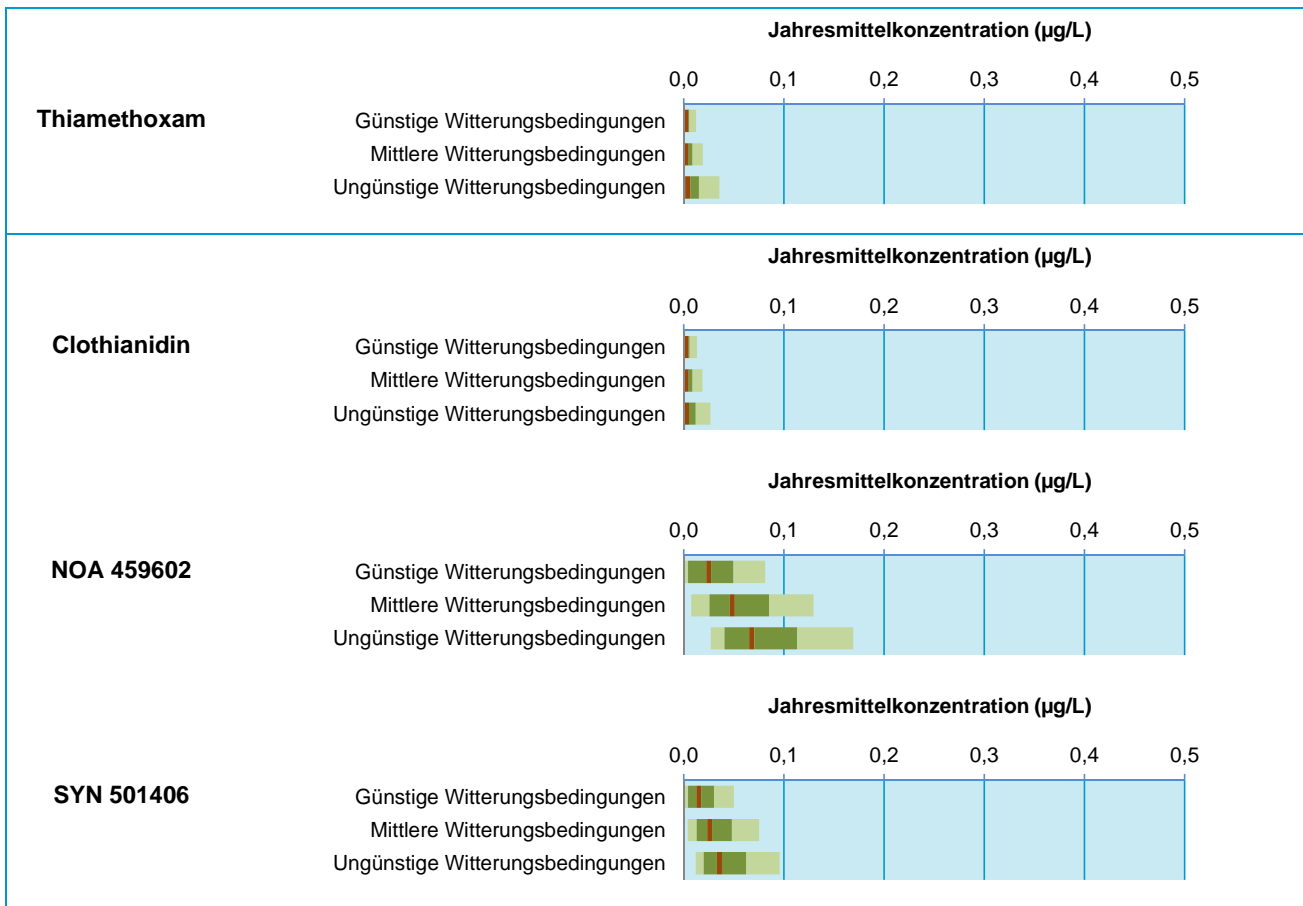


Abbildung 3.23-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Thiamethoxam und der Metaboliten Clothianidin, NOA 459602 und SYN 501406 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

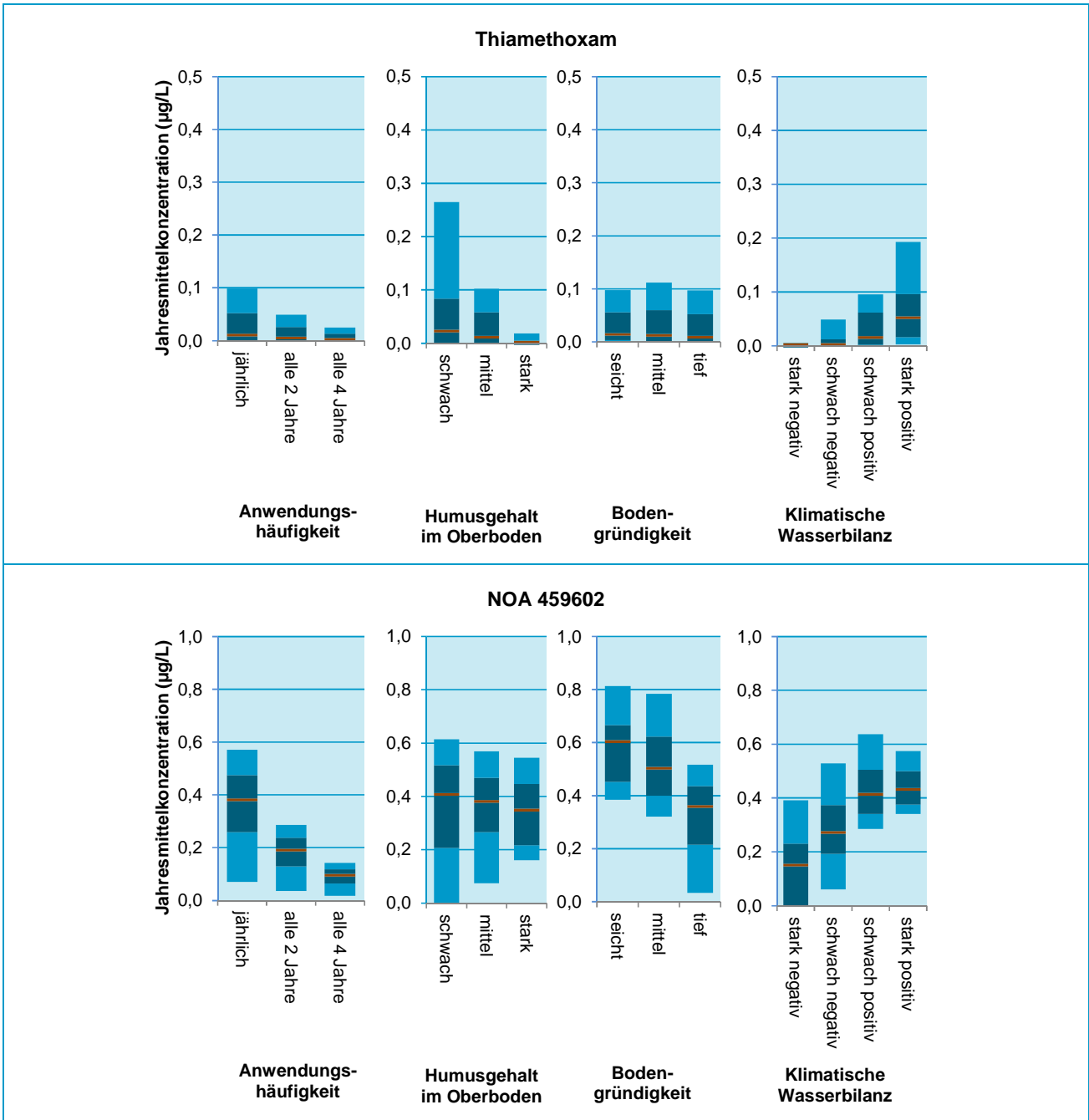


Abbildung 3.23-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Thiamethoxam und NOA 459602 im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen bei unterschiedlichen Anwendungshäufigkeit und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Thiamethoxam
Berechnete Substanz:	Thiamethoxam
Anwendung:	Mais (Saatgutbehandlung), 5. Mai, 1 × 0,08 kg/ha, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	21 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

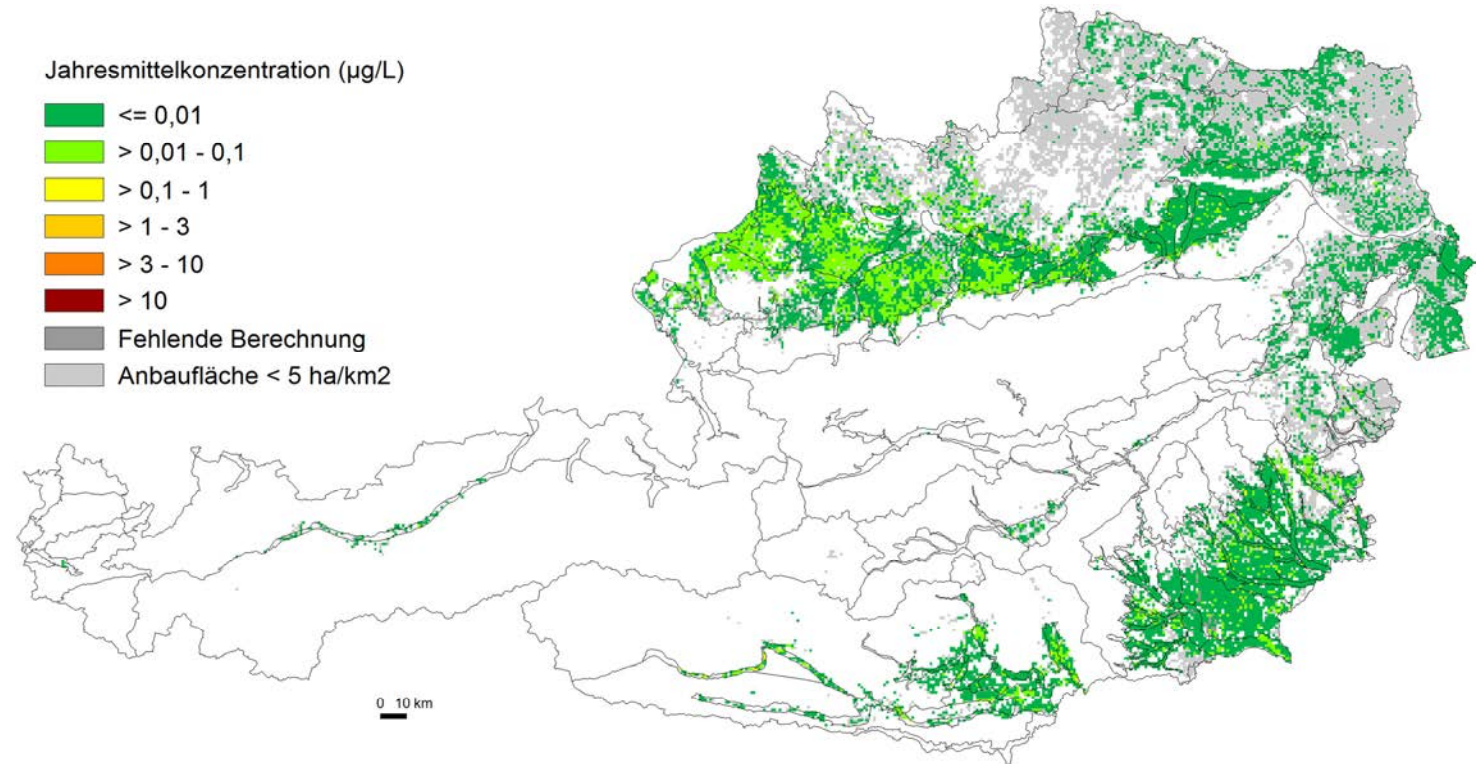


Abbildung 3.23-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Thiamethoxam im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Thiamethoxam
Berechnete Substanz:	Clothianidin
Anwendung:	Mais (Saatgutbehandlung), 5. Mai, 1 × 0,08 kg/ha, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	21 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

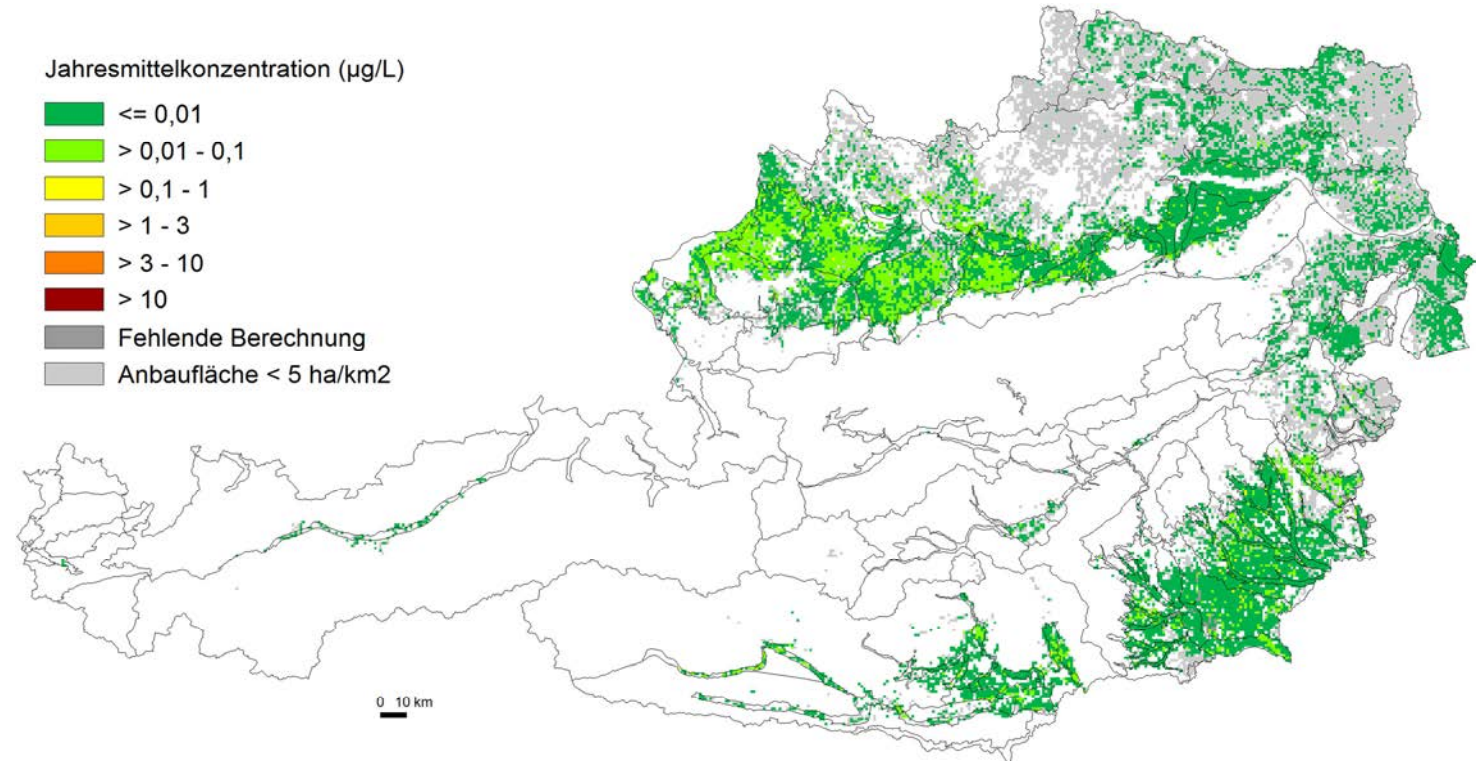


Abbildung 3.23-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Clothianidin im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Thiamethoxam
Berechnete Substanz:	NOA 459602
Anwendung:	Mais (Saatgutbehandlung), 5. Mai, 1 × 0,08 kg/ha, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	21 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

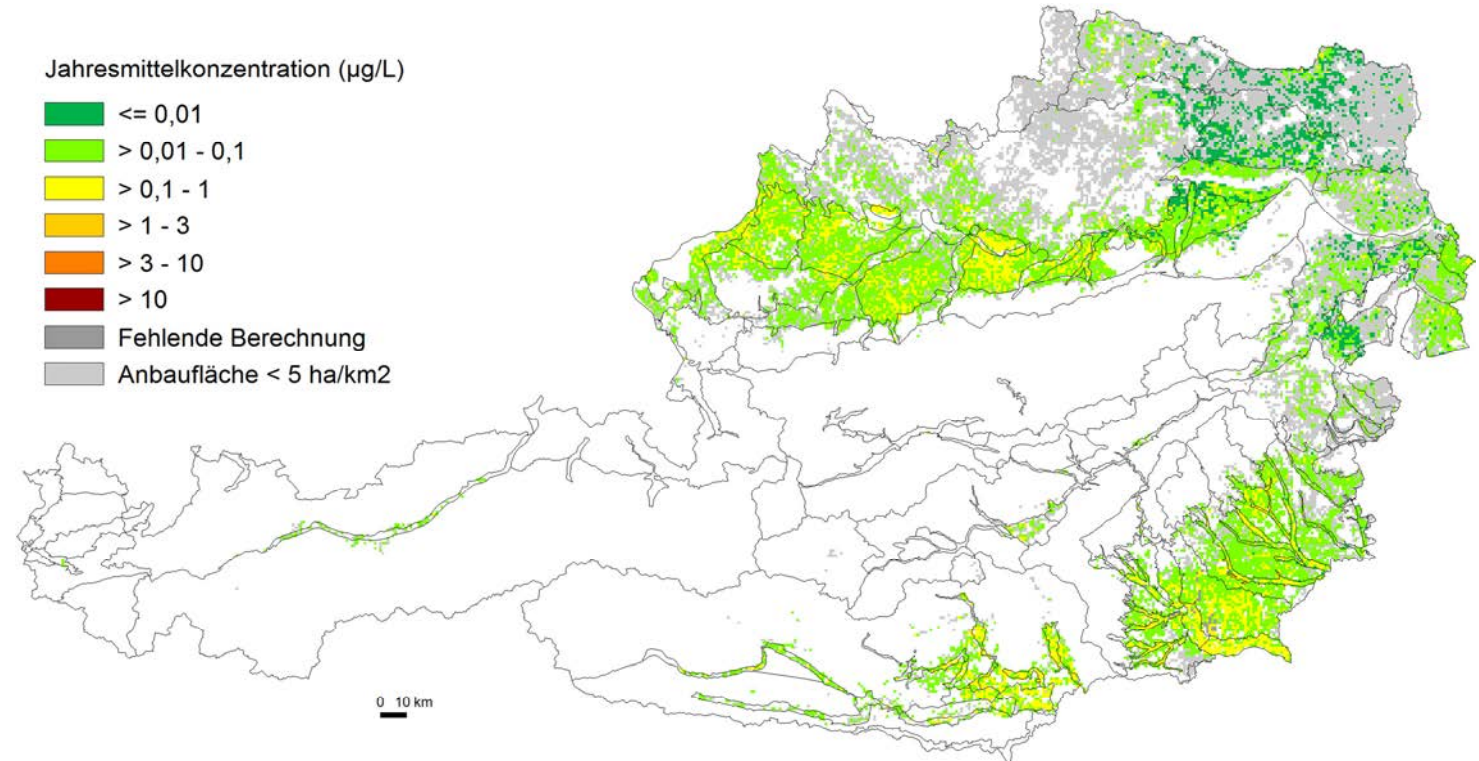


Abbildung 3.23-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von NOA 459602 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Thiamethoxam
Berechnete Substanz:	SYN 501406
Anwendung:	Mais (Saatgutbehandlung), 5. Mai, 1 × 0,08 kg/ha, ohne Interzeption
Gesamtmenge:	21 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

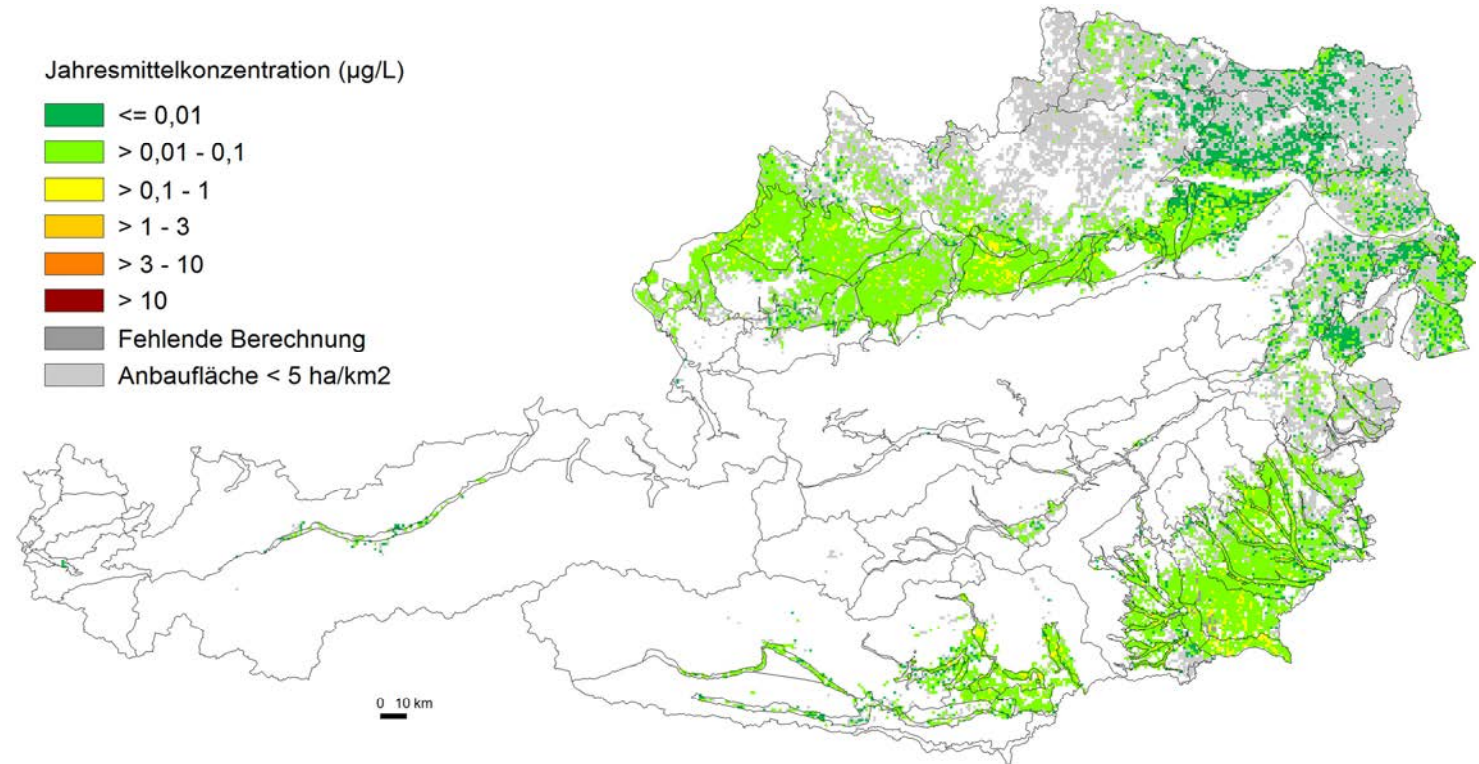
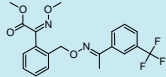
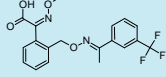
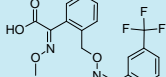
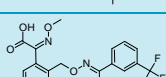
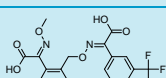


Abbildung 3.23-7: Berechnete Jahresmittelkonzentration von SYN 501406 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Maisanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.24 Trifloxystrobin

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/10/2003
EU-Erneuerung	30/09/2013
Wirkungstyp	Fungizid
Stoffklasse	Strobilurine
Kultur	Getreide, Futterrübe, Zuckerrübe, Wein, Obst, Hopfen
Inverkehrbringungsmenge 2011	Mittel
Produkte	Flint, Flint Max, Sphere SC, STAR Cyproconazol + Trifloxystrobin, Consist Plus, Stratego, Twist

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Trifloxystrobin	-		5	2380	0,96	0,6	< 0,1
-	CGA 321113		42	121	1,01	210	1 - 10
-	CGA 373466		36	90	0,89	1400	0,1 – 1
-	NOA 413161		97	4	0,9 ^a	2200	1 - 10
-	NOA 413163		44	4	0,9 ^a	2000	1 - 10

^a Default

EU-Bewertung

Neben FOCUS-Berechnungen wurden für die EU-Bewertung von Trifloxystrobin zusätzlich zwei Lysimeterstudien vorgelegt. Der Wirkstoff Trifloxystrobin konnte in keiner der beiden Studien mit Jahresmittelkonzentrationen über 0,1 µg/L detektiert werden. Allerdings wurden die mobileren Metaboliten CGA 321113, CGA 373466, NOA 413161 und NOA 413163 mit Jahresmittelkonzentrationen teils deutlich über 0,1 µg/L (NOA 413161 bis knapp 7 µg/L) im Sickerwasser der Lysimeter detektiert.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten besonders auf den Grundwasserschutz zu achten, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit empfindlichen Boden- und/oder Klimabedingungen ausgebracht wird. Gegebenenfalls sind entsprechende Maßnahmen zur Risikobegrenzung zu treffen und/oder Überwachungsprogramme einzuleiten.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Wintergetreide	1 × 0,188 kg/ha	1. Juli	70 %	84 t/ha

Die Berechnungsergebnisse von GeoPEARL-Austria stimmen mit den Ergebnissen der Lysimeteruntersuchungen weitgehend überein. Für den Wirkstoff Trifloxystrobin wird kein signifikanter Austrag über das Sickerwasser prognostiziert, die berechnete Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) liegt durchwegs unter 0,1 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen für die beiden mobilen Metaboliten NOA 413161 und NOA 413163 im Sickerwasser (1 m) behandelter Kulturflächen (Wintergetreide) liegen bei mittleren Boden- und Witterungsbedingungen bei 2 bzw. 0,9 µg/L, bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bei 4 bzw. bei 2 µg/L. Aufgrund seiner Stoffeigenschaften ist der Austrag von NOA 413161 weitgehend unabhängig von den Bodeneigenschaften. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Anbaufläche (Wintergetreide) liegen die prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser für die beiden Metaboliten in der Regel unter 1 µg/L, bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen unter 2 µg/L.

Effektivität austragreduzierender Maßnahmen

Neben einer Reduktion der Aufwandmenge und Anwendungshäufigkeit können keine effektiven Maßnahmen zur Austragsreduktion von NOA 413161 abgeleitet werden (Abbildung 3.24-3).

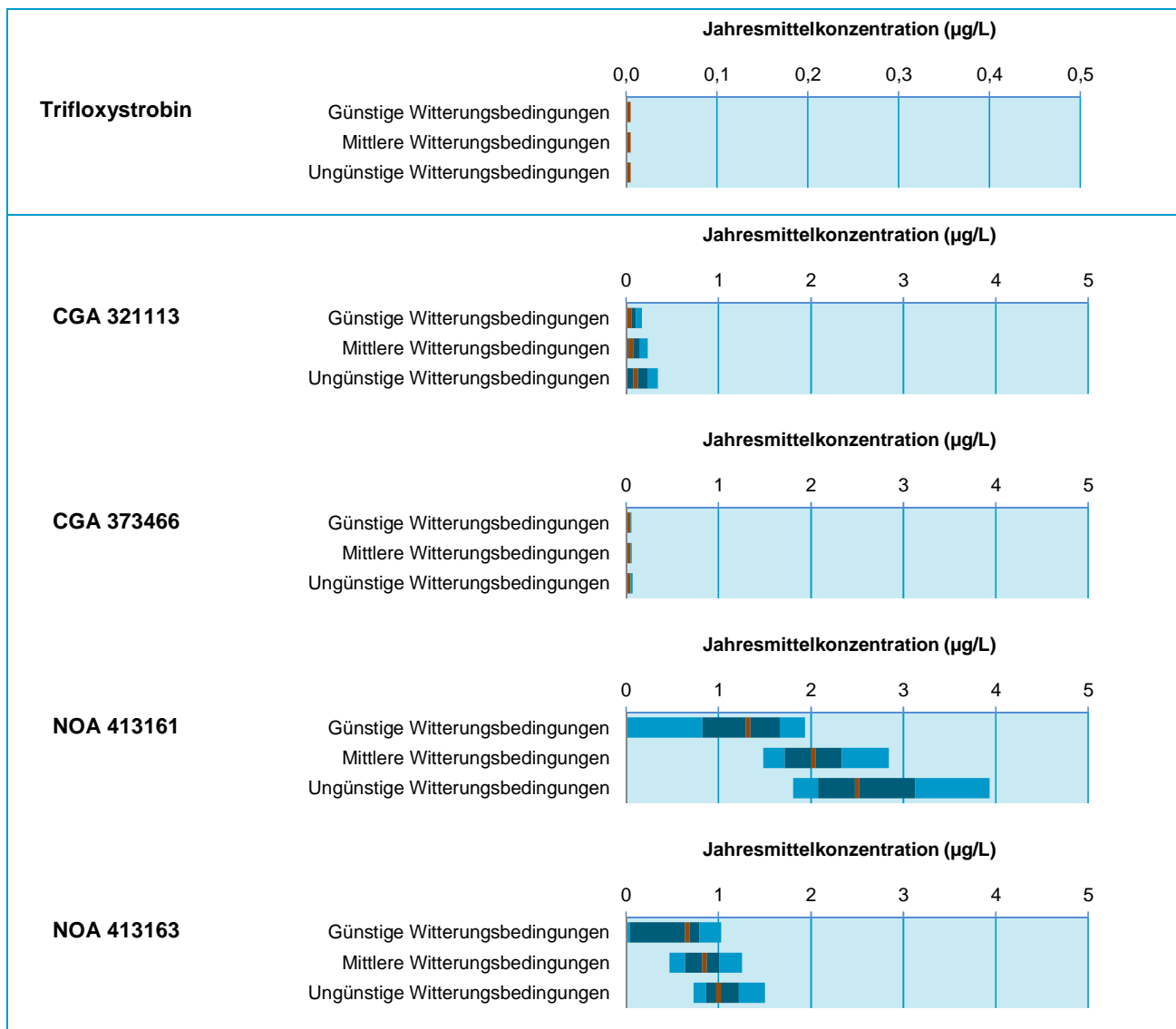


Abbildung 3.24-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Trifloxystrobin und der Metaboliten CGA 321113, CGA 373466, NOA 413161 und NOA 413163 im Sickerwasser (1 m) aller Wintergetreideanbauflächen bei jährlicher Anwendung und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

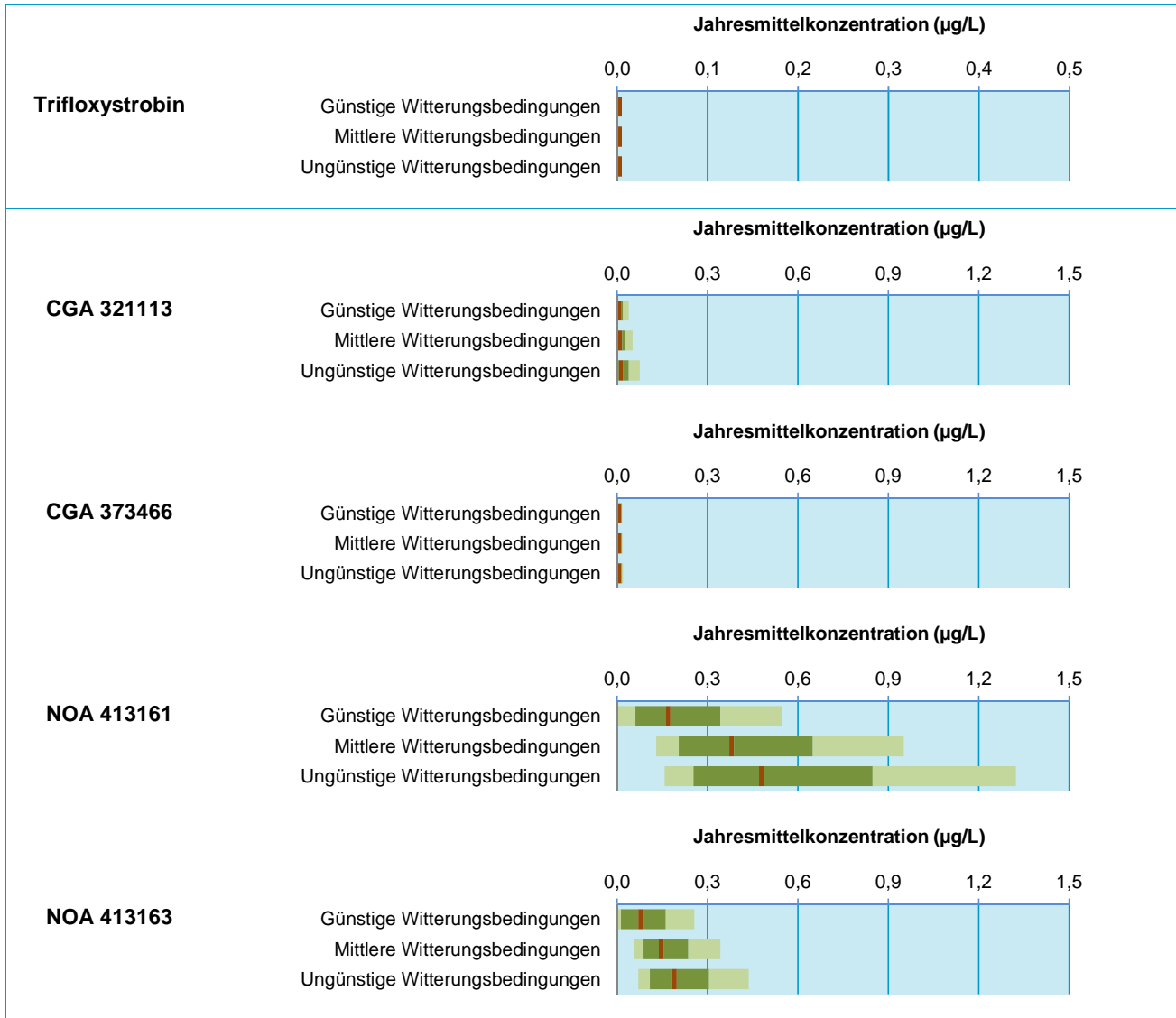


Abbildung 3.24-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Trifloxystrobin und der Metaboliten CGA 321113, CGA 373466, NOA 413161 und NOA 413163 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbauflächen bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

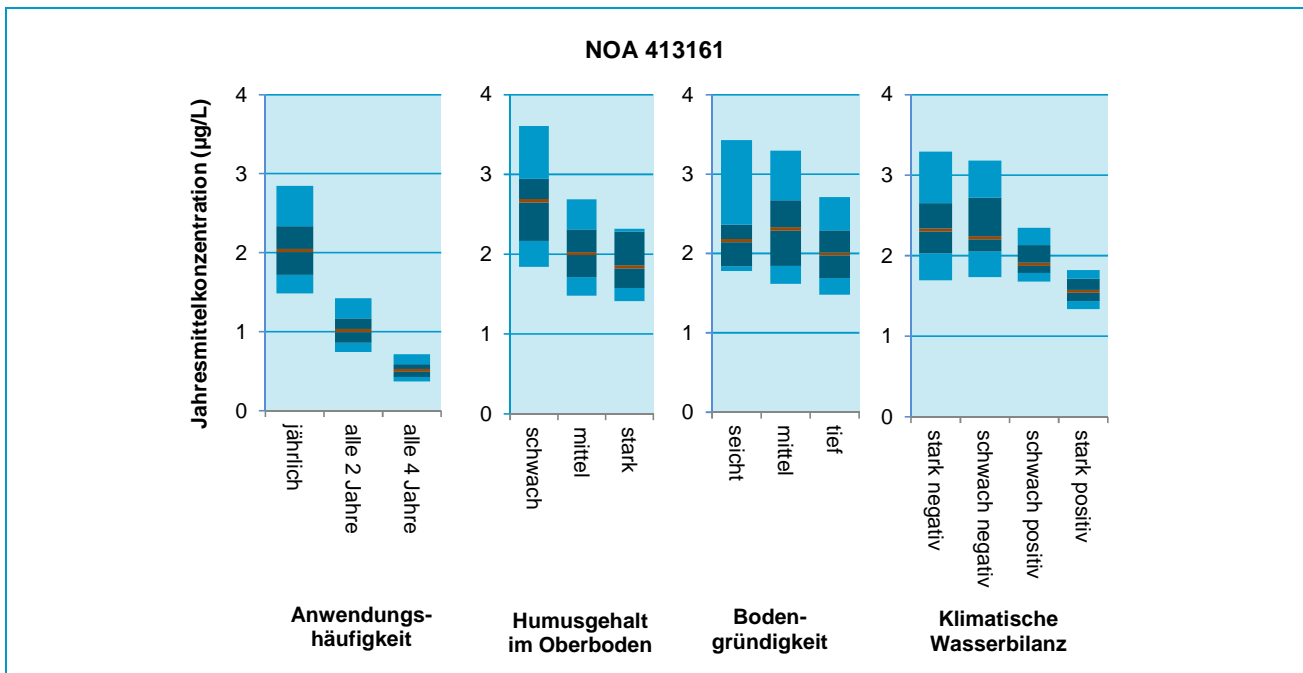


Abbildung 3.24-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration des Metaboliten NOA 413161 im Sickerwasser (1 m) aller Wintergetreideanbauflächen bei unterschiedlicher Anwendungshäufigkeit und bei jährlicher Anwendung in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodengründigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Trifloxystrobin
Berechnete Substanz:	Trifloxystrobin
Anwendung:	Wintergetreide, 1 × 0,188 kg/ha, 1. Juli, 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	84 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

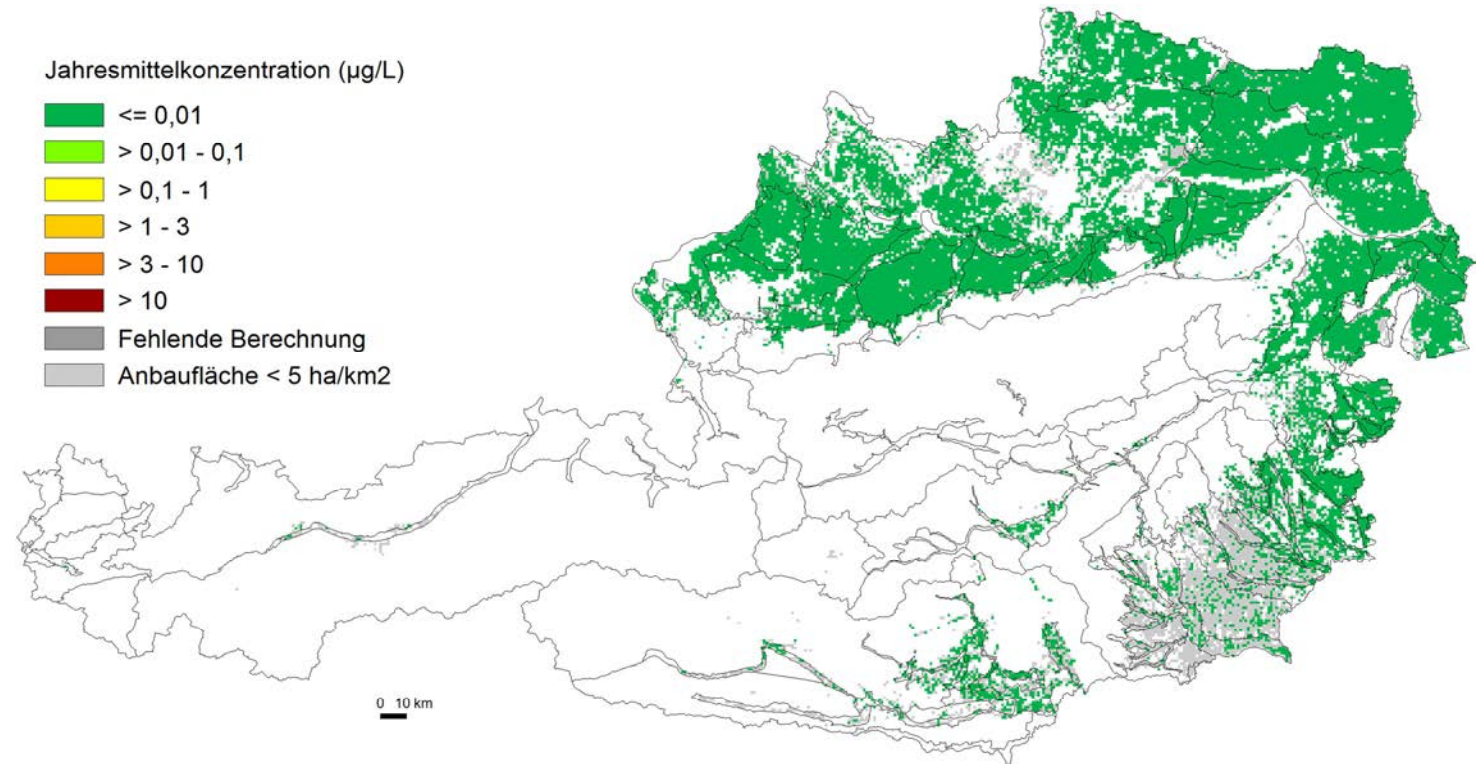


Abbildung 3.24-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Trifloxystrobin im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Trifloxystrobin
Berechnete Substanz:	CGA 321113
Anwendung:	Wintergetreide, 1 × 0,188 kg/ha, 1. Juli, 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	84 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

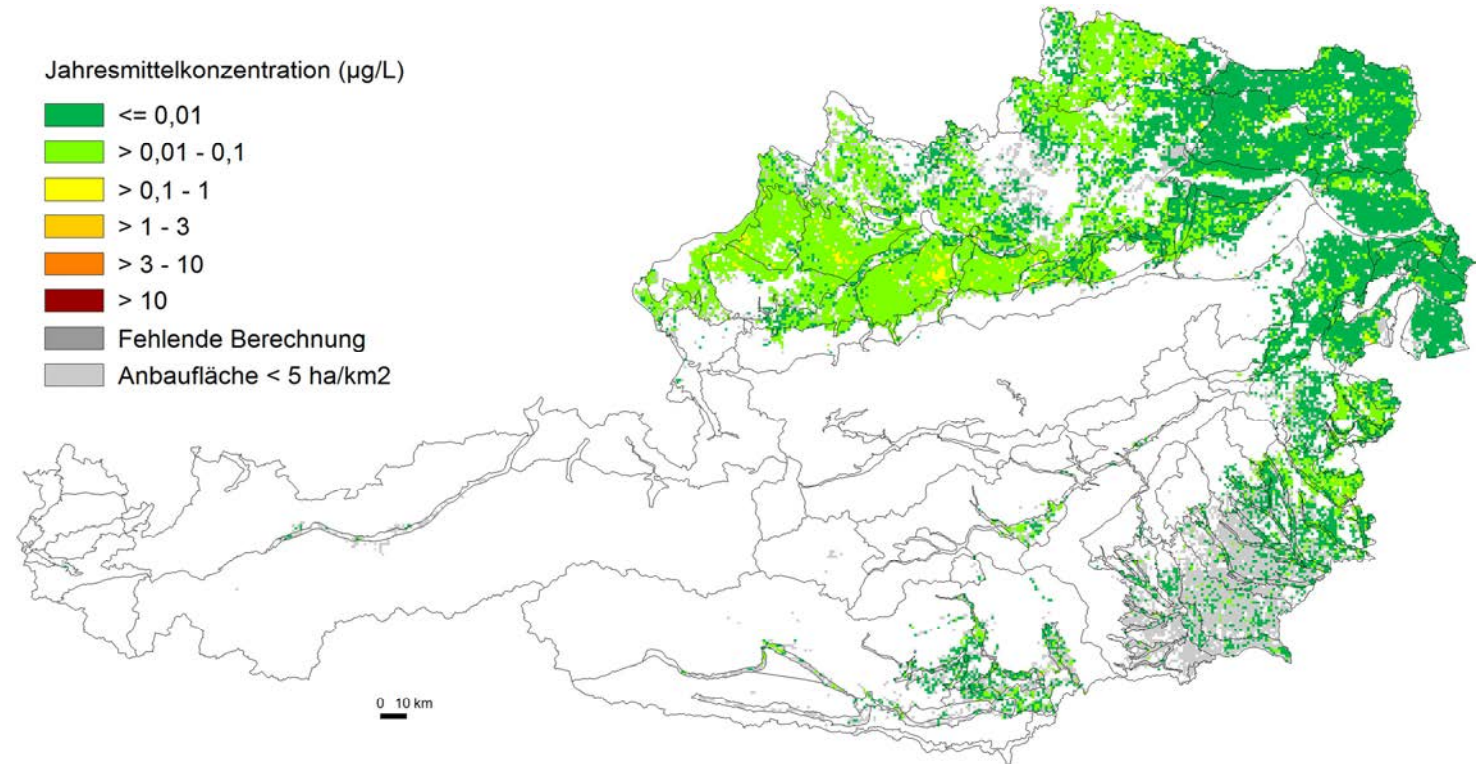


Abbildung 3.24-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von CGA 321113 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Trifloxystrobin
Berechnete Substanz:	NOA 413161
Anwendung:	Wintergetreide, 1 × 0,188 kg/ha, 1. Juli, 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	84 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

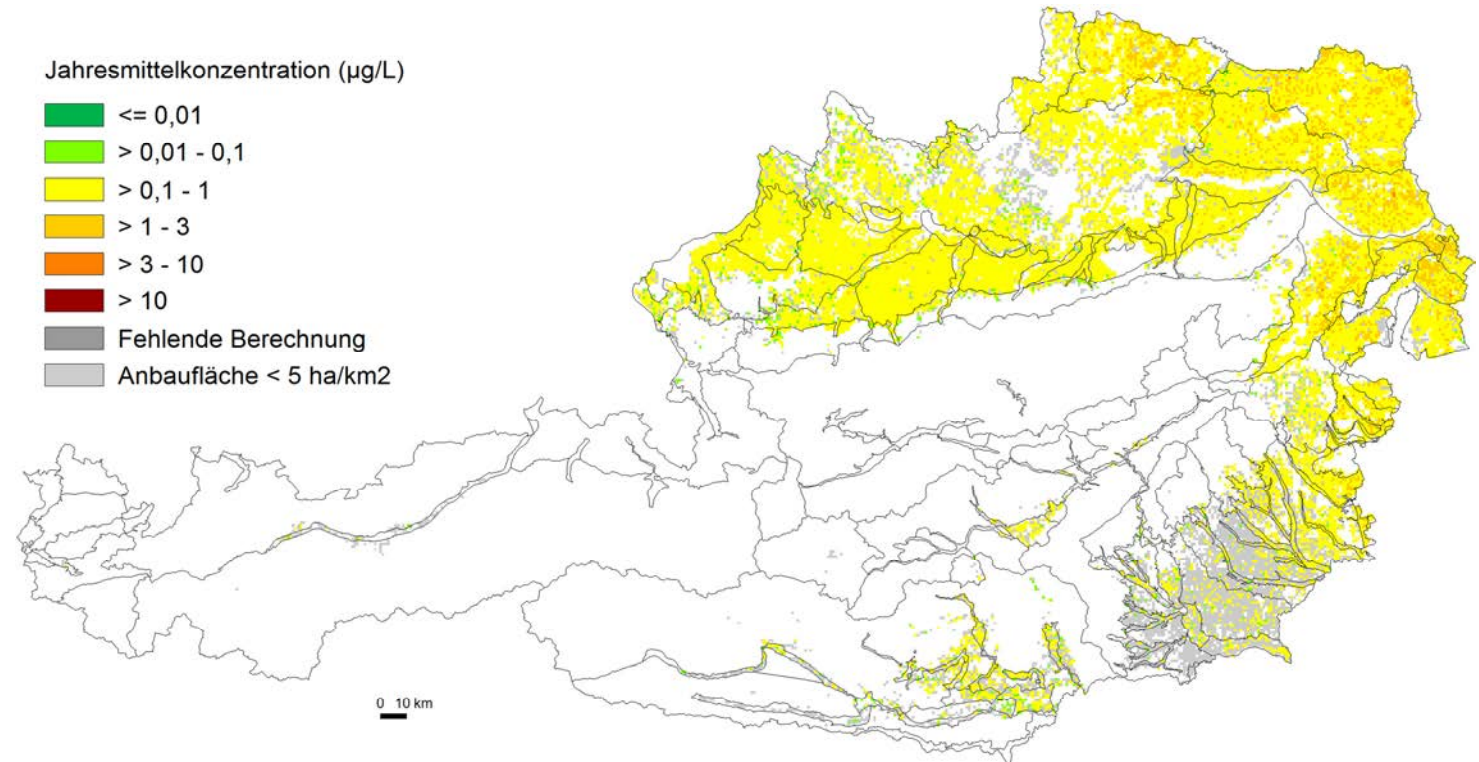


Abbildung 3.24-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von NOA 413161 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Trifloxystrobin
Berechnete Substanz:	NOA 413163
Anwendung:	Wintergetreide, 1 × 0,188 kg/ha, 1. Juli, 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	84 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Mittel
Witterungsbedingungen:	Mittel

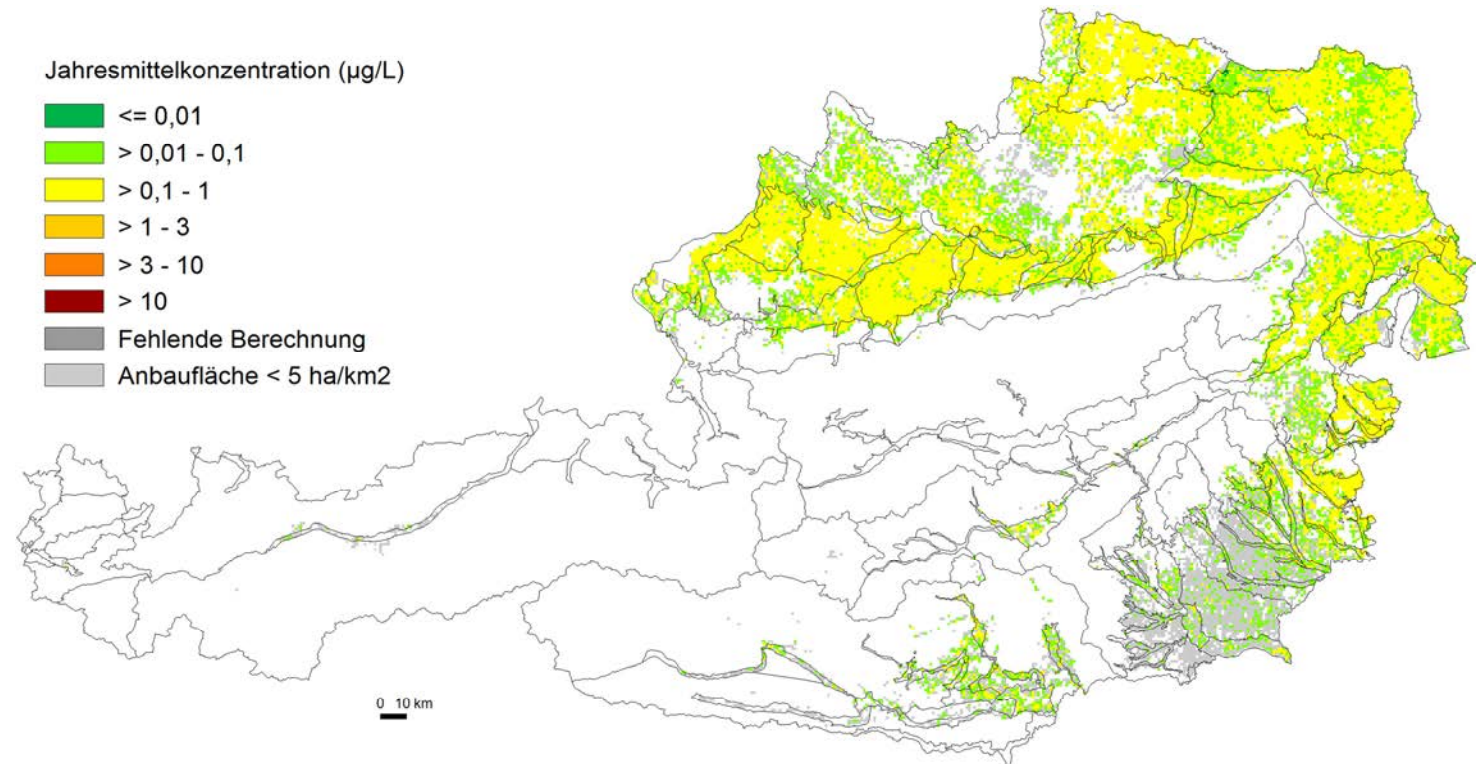
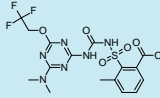
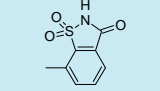
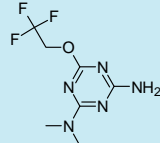
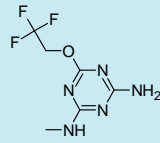
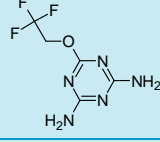


Abbildung 3.24-7: Berechnete Jahresmittelkonzentration von NOA 413163 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Wintergetreideanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.25 Triflusulfuron-methyl

Factsheet	
EU-Genehmigung	01/01/2010
EU-Erneuerung	31/12/2019
Wirkungstyp	Herbizid
Stoffklasse	Sulfonylharnstoffe
Kultur	Zuckerrübe, Futterrübe, Chicoree
Inverkehrbringungsmenge 2011	< 1
Produkte	Debut, Safari

Mittlere Stoffeigenschaften des Wirkstoffes und seiner Metaboliten

Substanz	Alias	Struktur	DT ₅₀ (Tage)	K _{FOC} (L/kg)	1/n (-)	Wasser- löslichkeit (mg/L)	Lysimeter (µg/L)
Triflusulfuron-methyl	-		7	40	0,92	260	k.A.
Methylsaccharin	IN-W6725		89	14	0,95	k.A.	k.A.
-	IN-D8526		62 - 586 (pH abh.)	172	0,90	k.A.	k.A.
-	IN-E7710		109	115	0,86	k.A.	k.A.
-	IN-M7222		61 - 312 (pH abh.)	62	0,98	k.A.	k.A.

k.A. Keine Angaben

EU-Bewertung

Die EU-Bewertung für Triflusulfuron-methyl basiert ausschließlich auf FOCUS-Berechnungen. Es wurden keine Lysimeterstudien vorgelegt.

Gemäß der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission (EU, 2011a) „haben die Mitgliedstaaten das Potenzial einer Grundwasserkontamination durch die Abbauprodukte IN-M7222 und IN-W6725 zu beachten, wenn der Wirkstoff in Gebieten mit empfindlichen Böden und/oder unter schwierigen klimatischen Bedingungen ausgebracht wird. Die Zulassungsbedingungen müssen gegebenenfalls Maßnahmen zur Risikobegrenzung umfassen.“

GeoPEARL-Austria Berechnung

Kultur	Aufwandmenge	Anwendungszeitpunkt	Interzeption	Gesamtmenge
Zuckerrübe	3 x 0,015 kg/ha	5. - 19. Juni	20 - 70 %	2 t/Jahr

GeoPEARL-Austria prognostiziert für den Wirkstoff Triflursulfuron-methyl bei einer praxisüblichen Anwendung alle 4 Jahre im Sickerwasser (1 m) behandelter Zuckerrübenanbauflächen Jahresmittelkonzentrationen unter 0,1 µg/L. Zu möglichem Austrag über präferenziellen Fluss können im Rahmen dieses Projektes keine Aussagen getroffen werden.

Für den Metaboliten Methylsaccharin (IN-W6725) liegen die maximal prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen im Sickerwasser (1 m) behandelter Kulturen (Zuckerrüben) bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) und bei ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen bei etwa 0,5 µg/L, für den Metaboliten IN-M7222 bei etwa 0,3 µg/L. Für die beiden Metaboliten IN-D8526 und IN-E7710 werden kaum Überschreitungen von 0,1 µg/L prognostiziert.

Unter Berücksichtigung der Anbaufläche (Zuckerrübe) sind Überschreitungen einer Jahresmittelkonzentrationen von 0,3 µg/L im grundwassernahen Sickerwasser für den Metaboliten Methylsaccharin (IN-W6725) eher unwahrscheinlich, für den Metaboliten IN-M7222 Jahresmittelkonzentrationen Überschreitungen von 0,2 µg/L.

Effektivität austragreduzierender Maßnahmen

Neben der Reduktion der Aufwandmenge und der Anwendungshäufigkeit werden nachfolgende austragsreduzierende Maßnahmen als effektiv erachtet (Abbildung 3.25-3):

Methylsaccharin (IN-W6725):

- Lenkung auf tiefgründige Böden
- Lenkung in Regionen mit stark negativer Wasserbilanz

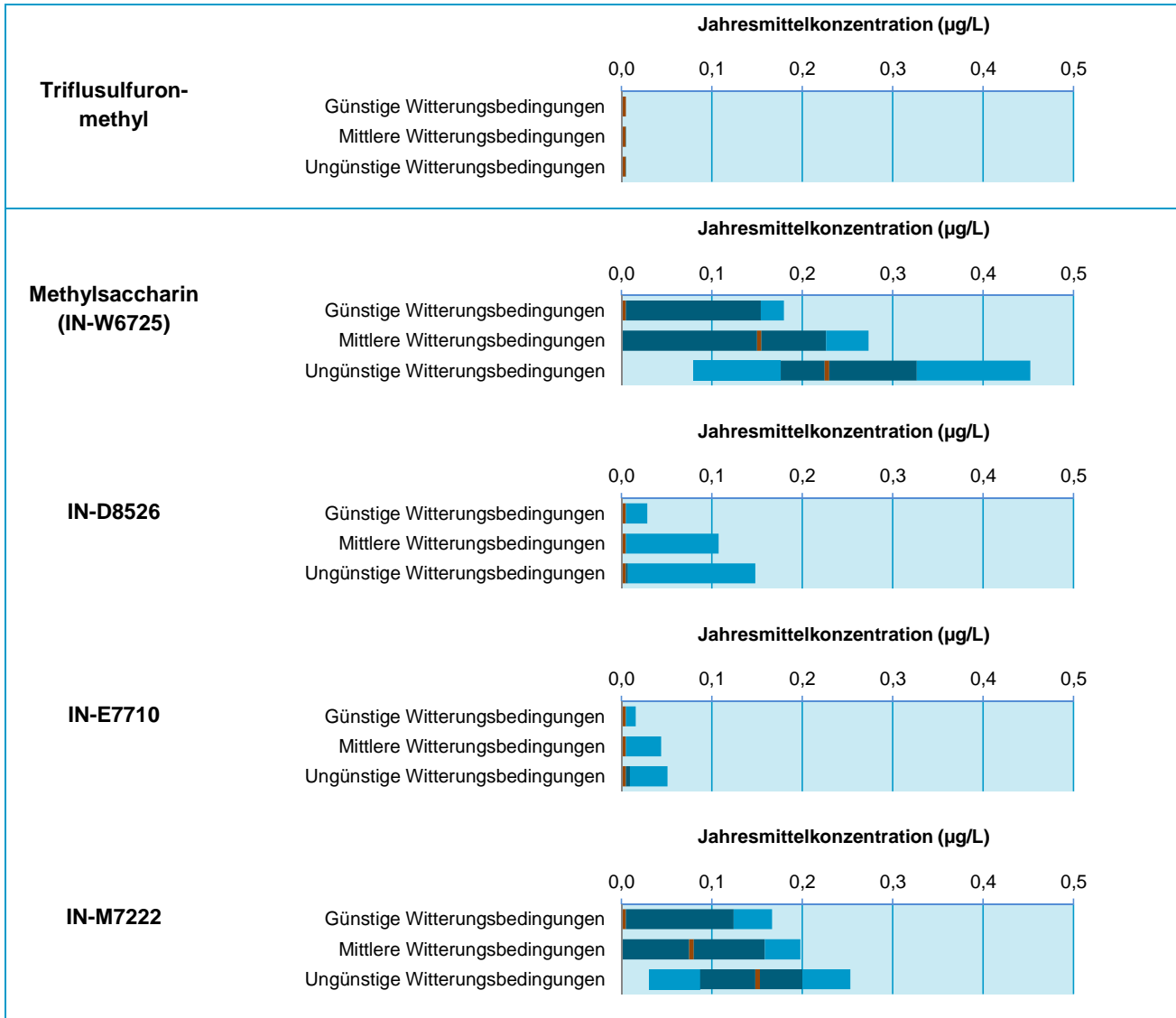


Abbildung 3.25-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Triflursulfuron-methyl und der Metaboliten Methylsaccharin (IN-W6725), IN-D8526, IN-E7710 und IN-M7222 im Sickerwasser (1 m) aller Zuckerrübenanbauflächen bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) und unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

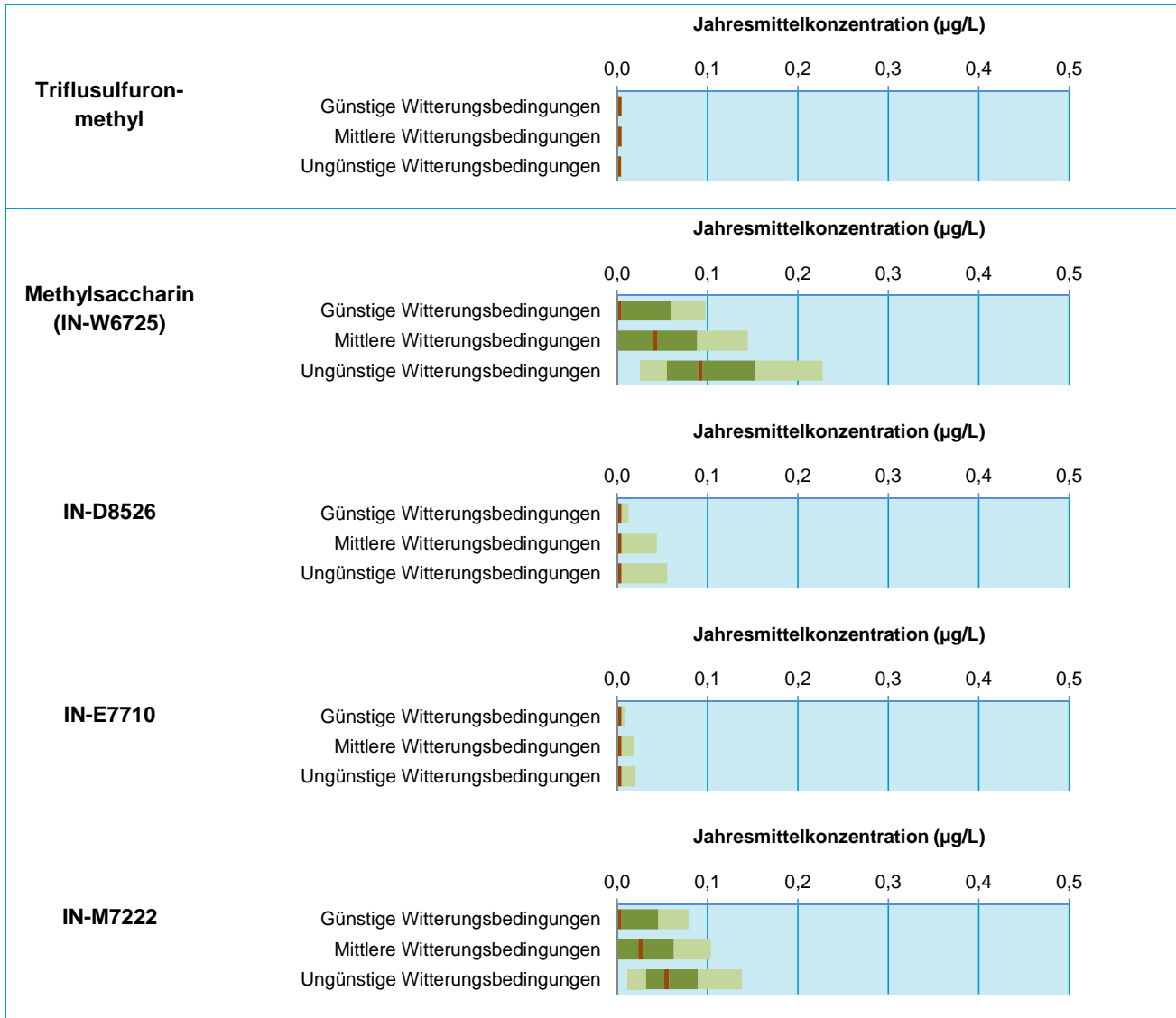


Abbildung 3.25-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Triflursulfuron-methyl und der Metaboliten Methylsaccharin (IN-W6725), IN-D8526, IN-E7710 und IN-M7222 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Zuckerrübenanbau bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (rot: Median, dunkelgrün: 25. - 75. Perzentile, hellgrün: 10. - 90. Perzentile).

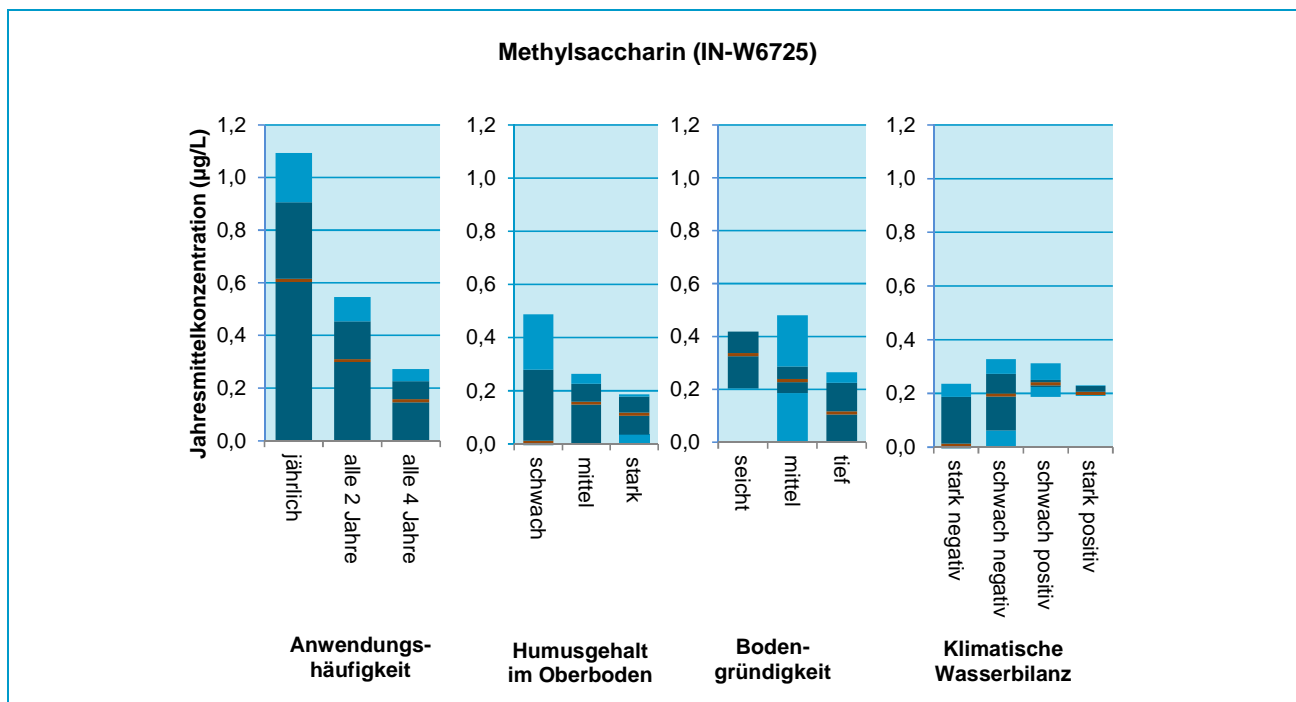


Abbildung 3.25-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration des Metaboliten Methylsaccharin (IN-W6725) im Sickerwasser (1 m) aller Zuckerrübenanbauflächen bei jährlicher Anwendung und bei praxisüblicher Anwendung (alle 4 Jahre) in Abhängigkeit vom Humusgehalt, der Bodenständigkeit und der klimatischen Wasserbilanz (mittlere Witterungsbedingungen, rot: Median, dunkelblau: 25. - 75. Perzentile, hellblau: 10. - 90. Perzentile).

Wirkstoff:	Triflursulfuron-methyl
Berechnete Substanz:	Triflursulfuron-methyl
Anwendung:	Zuckerrübe, 3 x 0,015 kg/ha, 5. - 19. Juni, 20 - 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	2 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Sehr gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

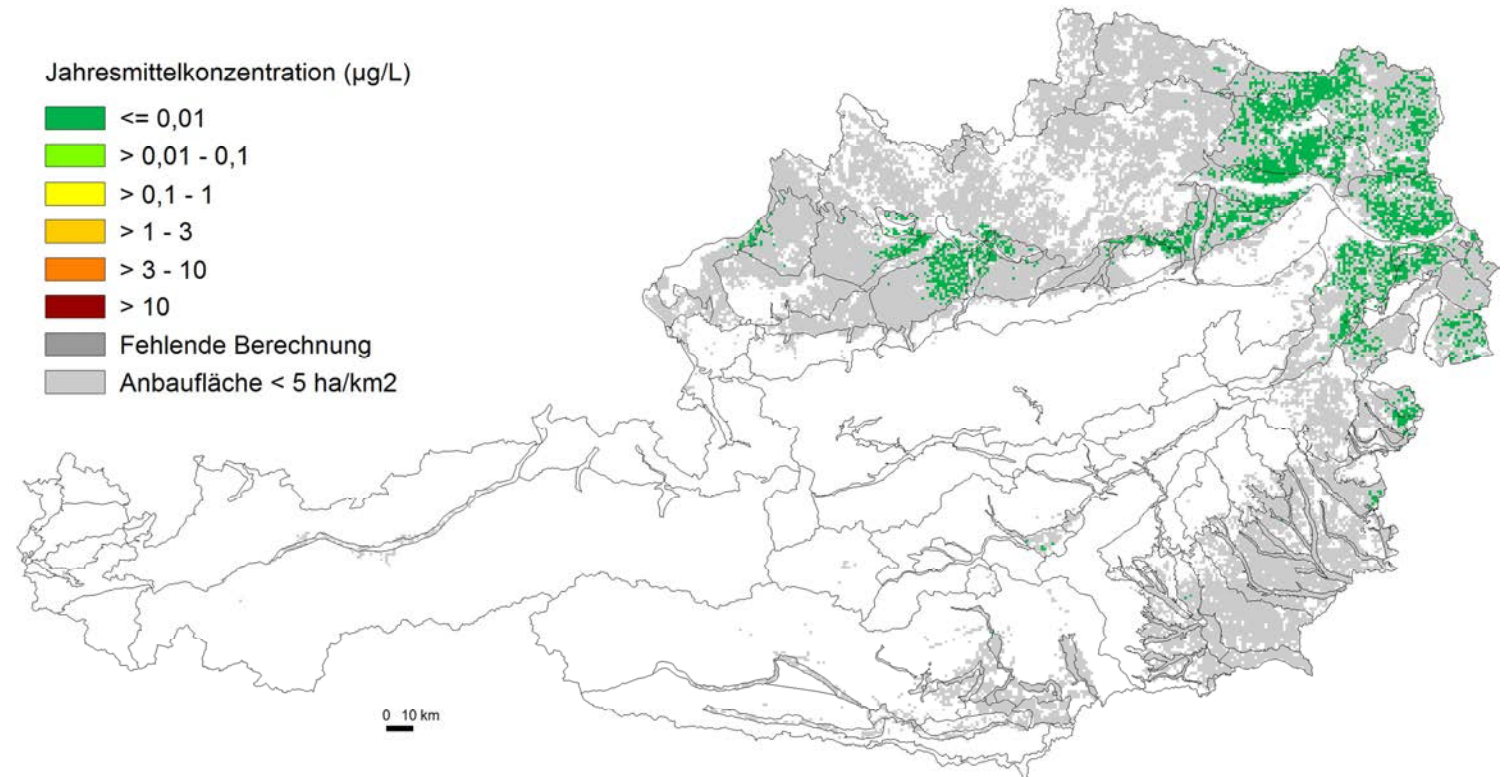


Abbildung 3.25-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Triflursulfuron-methyl im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Zuckerrübenanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Triflursulfuron-methyl
Berechnete Substanz:	Methylsaccharin (IN-W6725)
Anwendung:	Zuckerrübe, 3 x 0,015 kg/ha, 5. - 19. Juni, 20 - 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	2 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Sehr gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

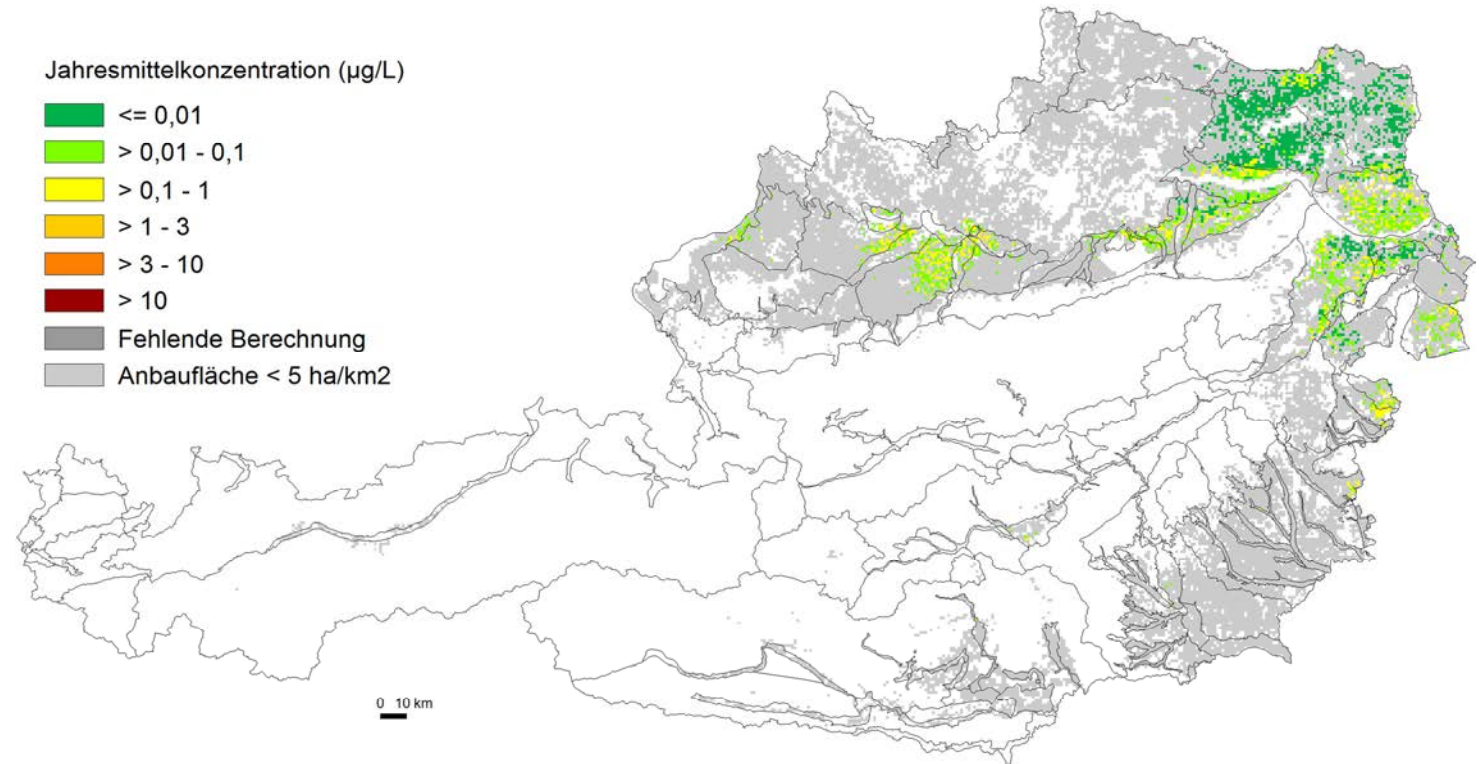


Abbildung 3.25-5: Berechnete Jahresmittelkonzentration von Methylsaccharin (IN-W6725) im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Zuckerrübenanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Triflursulfuron-methyl
Berechnete Substanz:	IN-D8526
Anwendung:	Zuckerrübe, 3 x 0,015k g/ha, 5. - 19. Juni, 20 - 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	2 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Sehr gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

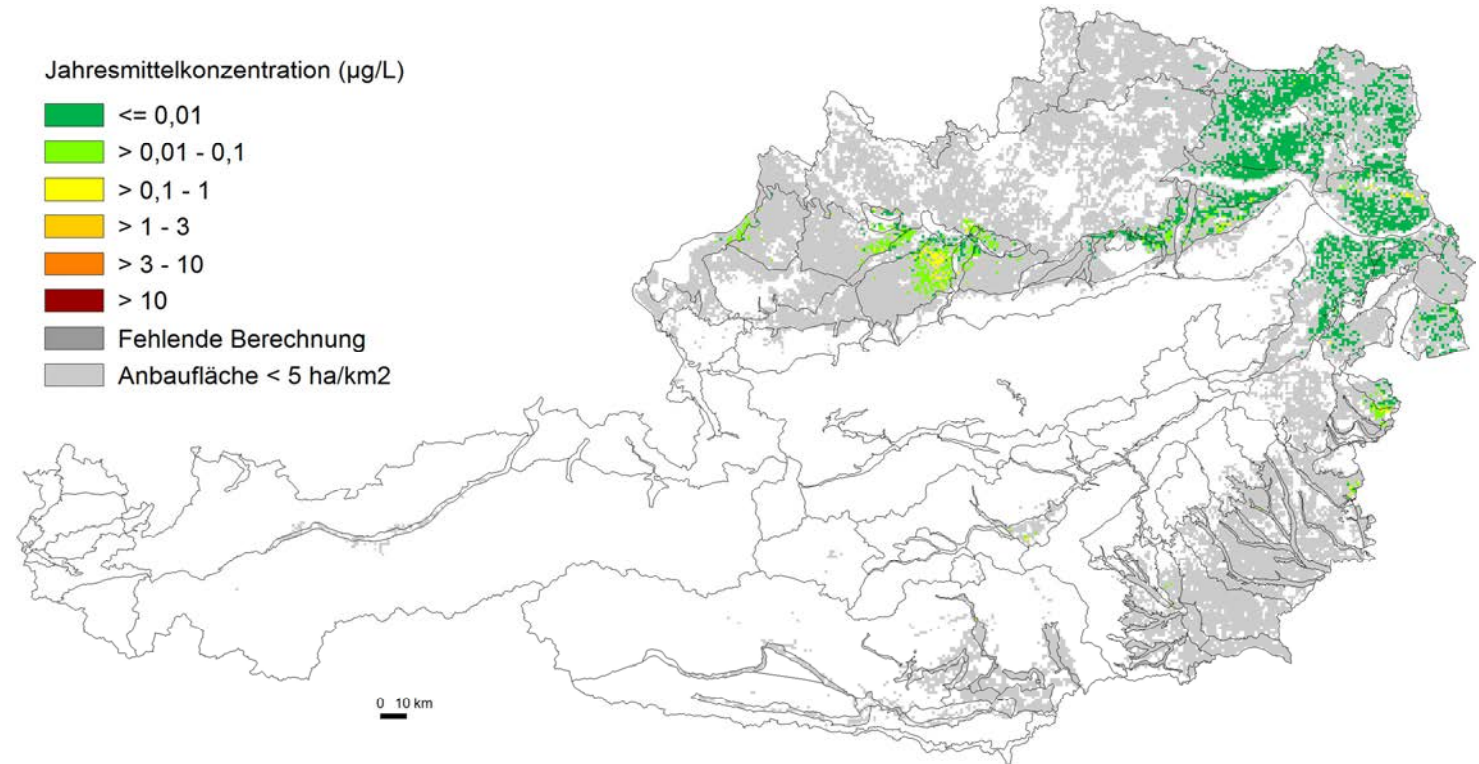


Abbildung 3.25-6: Berechnete Jahresmittelkonzentration von IN-D8526 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Zuckerrübenanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Triflursulfuron-methyl
Berechnete Substanz:	IN-E7710
Anwendung:	Zuckerrübe, 3 x 0,015 kg/ha, 5. - 19. Juni, 20 - 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	2 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Sehr gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

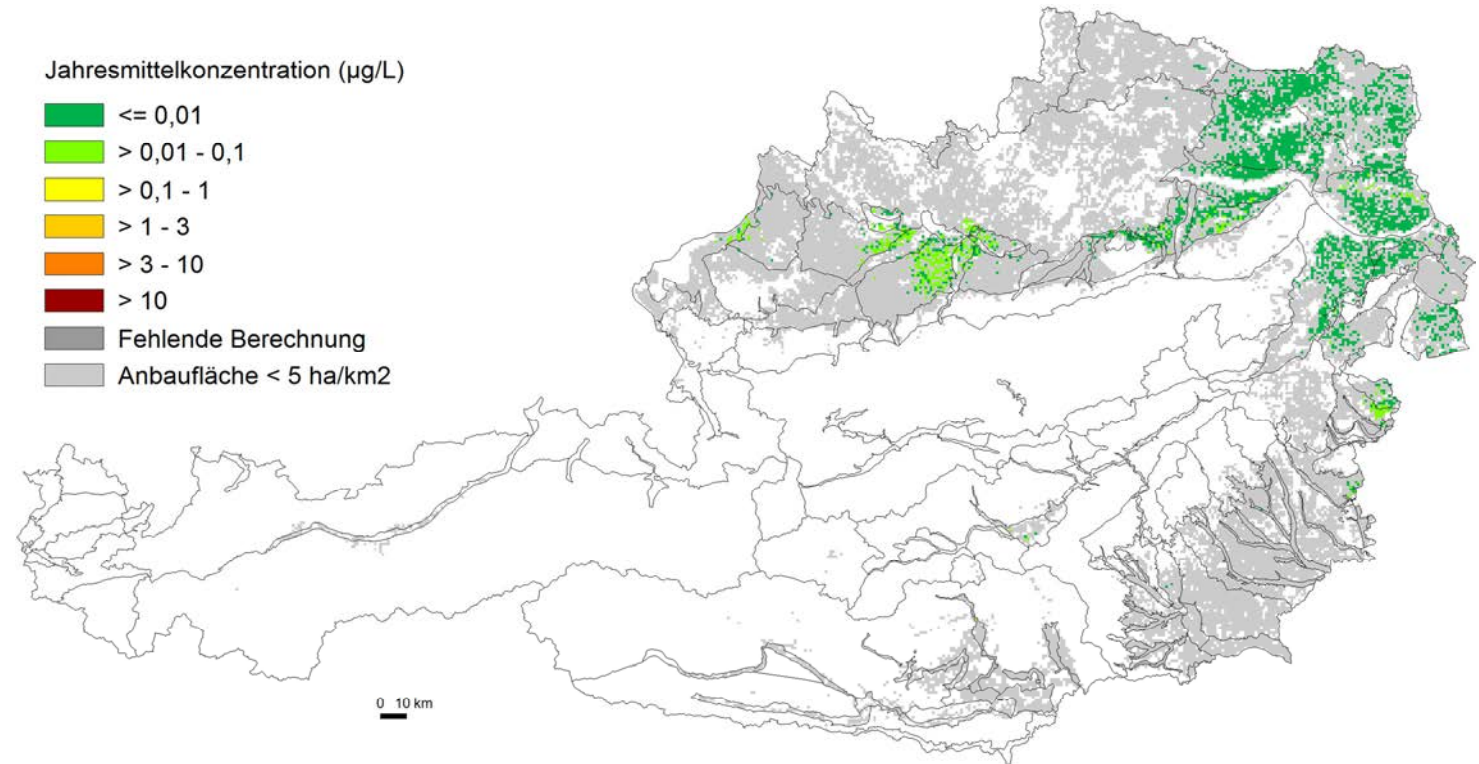


Abbildung 3.25-7: Berechnete Jahresmittelkonzentration von IN-E7710 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Zuckerrübenanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

Wirkstoff:	Triflursulfuron-methyl
Berechnete Substanz:	IN-M7222
Anwendung:	Zuckerrübe, 3 x 0,015 kg/ha, 5. - 19. Juni, 20 - 70 % Interzeption
Gesamtmenge:	2 t/Jahr
Inverkehrbringungsmenge 2011:	Sehr gering
Witterungsbedingungen:	Mittel

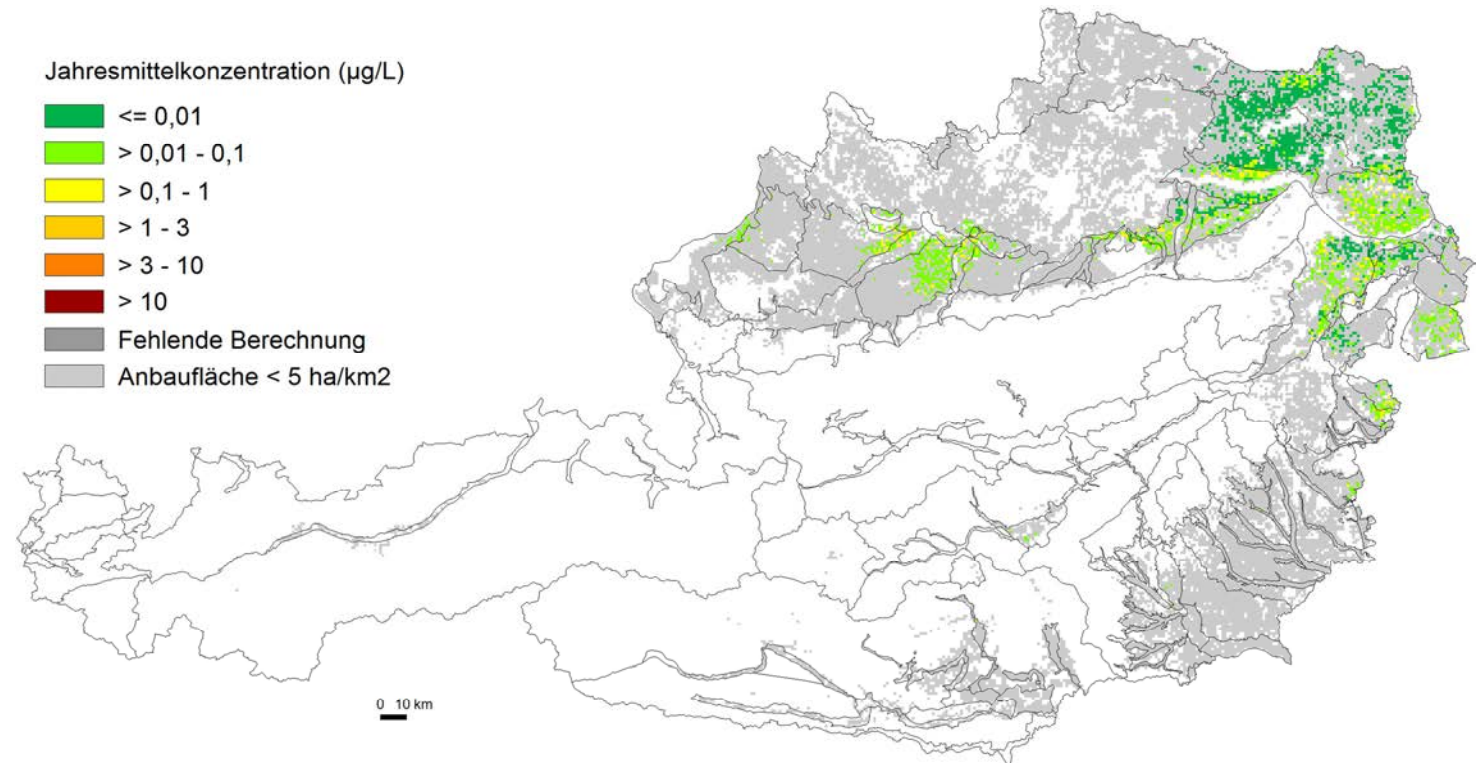


Abbildung 3.25-8: Berechnete Jahresmittelkonzentration von IN-M7222 im grundwassernahen Sickerwasser aller Rasterzellen mit Zuckerrübenanbau bei mittleren Witterungsbedingungen.

3.26 Eintrag in Grundwasserkörper

Tabelle 3.26-1 führt am Beispiel von Bentazon (mit zwei unterschiedlichen Adsorptionskoeffizienten), Chloridazon, Metazachlor und S-Metolachlor die berechnete mittlere jährliche Fracht (kg/Jahr) ausgewählter Wirkstoffe und deren Metaboliten in Grundwasserkörpern an. Bei dieser Darstellung der Ergebnisse ist im Besonderen zu beachten, dass die tatsächlich angewendete Wirkstoffmenge in der Berechnung mit GeoPEARL-Austria weder in regionaler noch in zeitlicher Form Berücksichtigung findet.

Tabelle 3.26-1: Berechnete mittlere jährliche Fracht (kg/Jahr) ausgewählter Wirkstoffe und deren Metaboliten in Grundwasserkörpern (1990 - 2010).

Wirkstoff	Bentazon		Chloridazon			Metazachlor			S-Metolachlor		
	Bentazon ($K_{FOC} = 5$)	Bentazon ($K_{FOC} = 25$)	Chloridazon	Chloridazon-Desphenyl	Chloridazon-Methyldesphenyl	Metazachlor	Metazachlor-Säure	Metazachlor-Sulfonsäure	S-Metolachlor	S-metolachlor-Sulfonsäure	S-Metolachlor-Säure
Berechnete Substanz (kg/Jahr)											
Aichfeld-Murboden (Judenburg - Knittelfeld) [MUR]	0	0	0	19	2	0	1	1	0	5	40
Altes Gurktal [DRA]	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	74
Böhmische Masse [DBJ]	0	0	0	0	0	0	10	8	0	18	125
Böhmische Masse [DUJ]	1	0	0	72	10	0	112	86	0	108	805
Böhmische Masse [ELB]	0	0	0	0	0	0	6	5	0	1	17
Böhmische Masse [MAR]	0	0	0	1	0	0	99	74	0	9	94
Bucklige Welt [LRR]	0	0	0	0	0	0	1	1	0	9	83
Drautal [DRA]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	104
Eferdinger Becken [DUJ]	0	0	0	44	6	0	1	1	0	10	92
Erlaufstal / Pöchlarn Feld [DUJ]	0	0	0	12	2	0	2	1	0	7	54
Feistritztal [LRR]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	64
Fischbacher Alpen [LRR]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	17
Flyschzone [DUJ]	1	0	0	6	1	0	18	14	0	25	187
Gailtal [DRA]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	30
Glantal [DRA]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	67
Grauwackenzone [LRR]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Grazer Bergland östlich der Mur [LRR]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Grazer Bergland westlich der Mur [MUR]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Grazer Feld (Graz/Andritz - Wildon) [MUR]	0	0	0	4	1	0	0	0	0	7	88
Greibenzen [DRA]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Günser Gebirge Umland [LRR]	0	0	0	0	0	0	3	2	0	1	5
Günstal [LRR]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Heideboden [DUJ]	0	0	0	5	1	0	4	3	0	1	48
Hügelland Raab Ost [LRR]	4	0	0	18	3	0	43	32	0	22	217
Hügelland Raab West [LRR]	0	0	0	1	0	0	2	2	0	68	687

Wirkstoff	Bentazon		Chloridazon			Metazachlor			S-Metolachlor			
	Berechnete Substanz (kg/Jahr)	Bentazon (K _{FOC} = 5)	Bentazon (K _{FOC} = 25)	Chloridazon	Chloridazon-Desphenyl	Chloridazon-Methyldesphenyl	Metazachlor	Metazachlor-Säure	Metazachlor-Sulfonsäure	S-Metolachlor	S-Metolachlor-Sulfonsäure	S-Metolachlor-Säure
Hügelland Rabnitz [LRR]		0	0	0	30	6	0	47	35	0	3	31
Hügelland zwischen Mur und Raab [MUR]		0	0	0	0	0	0	1	1	0	58	694
Ikvatal [LRR]		0	0	0	27	5	0	21	16	0	1	10
Ilz und Rittscheintal [LRR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	37
Inntal [DBJ]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	35
Jauntal [DRA]		2	0	0	0	0	0	0	0	0	28	201
Kainach [MUR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	65
Karawanken [DRA]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Klagenfurter Becken [DRA]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	105
Kobernaußewald, Hausruck [DBJ]		2	0	0	0	0	0	55	44	0	60	392
Krappfeld [DRA]		0	0	0	3	0	0	0	0	0	11	62
Kristallin der Koralpe, Stubalpe und Gleinalpe [MUR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
Kristallin nördlich des Mürztales einschl. Grauwackenzone [MUR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Lafnitztal [LRR]		0	0	0	0	0	0	1	1	0	7	95
Lassnitz, Stainzbach [MUR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	92
Lavanttal [DRA]		0	0	0	0	0	0	1	1	0	16	124
Leibnitzer Feld [MUR]		0	0	0	0	0	0	1	1	0	9	140
Leithagebirge [LRR]		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Liesing [MUR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Linzer Becken [DUJ]		0	0	0	19	3	0	1	1	0	1	16
Machland [DUJ]		1	0	0	71	8	0	6	5	0	15	132
Marchfeld [DUJ]		0	0	0	157	27	0	17	14	0	5	84
Metnitztal [DRA]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
Mittl. Murtal Knittelfeld bis Bruck/Mur [MUR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
Mittleres Ennstal (Trautenfels bis Gesäuse) [DUJ]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Murdurchbruchstal (Bruck/Mur - Graz/Andritz) [MUR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
Mürz [MUR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Niedere Tauern einschl. Seckauer Tauern [MUR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
NÖ Alpenvorland [DUJ]		1	0	0	211	35	0	49	38	0	122	1180
Nördliche Kalkalpen [DBJ]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Nördliche Kalkalpen [DUJ]		0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	12
Nördliche Kalkalpen [LRR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
Oberes Murtal [MUR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Oberinnviertler Seenplatte [DBJ]		0	0	0	0	0	0	6	5	0	13	88

Wirkstoff	Bentazon		Chloridazon			Metazachlor			S-Metolachlor			
	Berechnete Substanz (kg/Jahr)	Bentazon (K _{FOC} = 5)	Bentazon (K _{FOC} = 25)	Chloridazon	Chloridazon-Desphenyl	Chloridazon-Methylphenyl	Metazachlor	Metazachlor-Säure	Metazachlor-Sulfonsäure	S-Metolachlor	S-metolachlor-Sulfonsäure	S-Metolachlor-Säure
Parndorfer Platte [LRR]		0	0	0	6	1	0	15	13	0	2	46
Pielachtal [DUJ]		0	0	0	12	2	0	2	1	0	1	26
Pinkatal [LRR]		0	0	0	0	0	0	4	3	0	2	31
Raabtal [LRR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	124
Rabnitztal [LRR]		0	0	0	2	0	0	10	7	0	0	4
Rosental [DRA]		1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	36
Safental [LRR]		0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	37
Salzach - Inn - Mattig [DBJ]		2	0	0	75	8	0	62	49	0	48	346
Salzburger Alpenvorland [DBJ]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16
Salzburger Hohe Tauern [MUR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sattnitz [DRA]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	55
Schlierhügelland [DBJ]		1	0	0	26	3	0	107	85	0	87	572
Schlierhügelland [DUJ]		1	0	0	120	17	0	99	78	0	87	703
Seetaler Alpen Nord [MUR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Seewinkel [LRR]		0	0	0	45	9	0	5	4	0	2	98
Semmering [LRR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoobachtal [LRR]		0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2
Stremtal [LRR]		0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	17
Südl. Machland [DUJ]		0	0	0	22	3	0	0	0	0	4	40
Südl. Wiener Becken [DUJ]		0	0	0	109	20	0	22	19	0	8	128
Südl. Wiener Becken-Ostrand [DUJ]		0	0	0	9	2	0	11	9	0	1	20
Südl. Wiener Becken-Ostrand [LRR]		0	0	0	24	5	0	8	7	0	1	30
Südliche Kalkalpen [DRA]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	25
Sulm und Saggau [MUR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	155
Tiebel [DRA]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Traisental [DUJ]		0	0	0	9	2	0	3	2	0	3	37
Traun - Enns - Platte [DUJ]		11	1	0	497	63	0	148	115	0	105	859
Tullnerfeld [DUJ]		0	0	0	75	14	0	11	9	0	7	144
Unteres Ennstal (NÖ, OÖ) [DUJ]		0	0	0	87	11	0	7	6	0	7	60
Unteres Gurktal [DRA]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	40
Unteres Murtal [MUR]		0	0	0	0	0	0	2	1	0	26	303
Unteres Salzachtal [DBJ]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Vöckla - Ager - Traun - Alm [DUJ]		1	0	0	0	0	0	49	39	0	24	204
Walgau [RHE]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Wechselgebiet [LRR]		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Weinviertel [DUJ]		0	0	0	123	24	0	33	26	0	5	98

Wirkstoff	Bentazon		Chloridazon			Metazachlor			S-Metolachlor		
	Bentazon (K _{FOC} = 5)	Bentazon (K _{FOC} = 25)	Chloridazon	Chloridazon-Desphenyl	Chloridazon-Methyldesphenyl	Metazachlor	Metazachlor-Säure	Metazachlor-Sulfonsäure	S-Metolachlor	S-metolachlor-Sulfonsäure	S-Metolachlor-Säure
Berechnete Substanz (kg/Jahr)											
Weinviertel [MAR]	0	0	0	93	19	0	45	36	0	3	70
Welser Heide [DUJ]	1	0	0	79	12	0	14	12	0	11	103
Weststeirisches Hügelland [DRA]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Weststeirisches Hügelland [MUR]	0	0	0	0	0	0	1	1	0	27	283
Wulkatal [LRR]	0	0	0	9	2	0	16	13	0	3	50
Ybbstal / Ybbser Scheibe [DUJ]	0	0	0	0	0	0	6	5	0	14	109
Zentralzone [DBJ]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Zentralzone [DRA]	2	0	0	0	0	0	0	0	0	53	488
Summe	40	3	0	2100	320	0	1200	940	0	1300	12000

4 Diskussion

4.1 Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen

Um den Austrag von Wirkstoffen und Metaboliten über das Sickerwasser bzw. deren Konzentration im Sickerwasser zu reduzieren stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Die wichtigsten davon sind:

- Reduktion der Aufwandmenge (z.B. bedarfsgerechte Anwendung)
- Reduktion der Anwendungshäufigkeit (z.B. nur alle 4 Jahre alternierend mit vergleichbaren Wirkstoffen, Umstellung der Fruchtfolge)
- Anwendungseinschränkung in Bezug auf den Anwendungszeitpunkt (z.B. nicht im Herbst, nicht zu früh im Frühjahr, Berücksichtigung der unmittelbaren Witterungsverhältnisse nach der Anwendung)
- Lenkung auf Böden mit günstigen Eigenschaften (z.B. Gründigkeit, Humusgehalt)
- Lenkung in Regionen mit günstiger klimatischer Wasserbilanz

Die Reduktion der Aufwandmenge spiegelt sich in den Berechnungen mit GeoPEARL-Austria unmittelbar in der prognostizierten Fracht und in der resultierenden Jahresmittelkonzentration wider. Die Reduktion der Aufwandmenge auf z.B. die Hälfte verringert auch die prognostizierte Jahresmittelkonzentration um eben diesen Betrag. Ähnliches gilt für die Reduktion der Anwendungshäufigkeit, da bei längerfristiger Betrachtung die Fracht im ähnlichen Ausmaß reduziert wird.

Vergleichende Berechnungen haben gezeigt, dass die berechneten Jahresmittelkonzentrationen nach einer Anwendung im Herbst in Abhängigkeit von den Stoffeigenschaften oft deutlich höher sind als nach einer Anwendung im Frühjahr. Zusätzlich erhöht sich in den meisten Fällen die berechnete Jahresmittelkonzentration je früher der Wirkstoff im Frühjahr bzw. je später der Wirkstoff im Herbst zum Einsatz kommt. Bei einer Verschiebung der Anwendung um +/-2 Wochen ist mit einer Erhöhung/Verringerung der Jahresmittelkonzentration um etwa 10 % zu rechnen.

Die Effektivität einer möglichen Lenkung der Anwendung auf Böden mit günstigen Eigenschaften (Gründigkeit, Humusgehalt) erfordert eine stoffspezifische Betrachtung. Die höchsten Austräge von Wirkstoffen und Metaboliten haben in der Regel seicht- bis mittelgründige Böden. Im Allgemeinen zeigt sich, dass eine Lenkung auf humusreichere Böden ab einem Adsorptionskoeffizient (K_{FOC}) von etwa 50 L/kg effektiv ist, bei einem Adsorptionskoeffizient unter 50 L/kg ist der Austrag weitgehend unabhängig vom Humusgehalt.

Die Auswertung der Berechnungsergebnisse in Abhängigkeit von der klimatischen Wasserbilanz erfordert die getrennte Betrachtung der jährlichen Sickerwassermenge, der jährlichen Stofffracht und der daraus resultierenden Jahresmittelkonzentration. GeoPEARL-Austria prognostiziert für alle Wirkstoffe und Metaboliten mit zunehmend positiv werdender klimatischer Wasserbilanz höhere Stofffrachten. Mit zunehmend positiv werdender klimatischer Wasserbilanz nimmt auch die Sickerwassermenge zu und damit

kann es in Abhängigkeit der Stoffeigenschaften (Halbwertszeit und Adsorptionskoeffizient) zu einem Verdünnungseffekt (Verringerung der Stoffkonzentration) kommen. Daraus resultiert, dass die Jahresmittelkonzentration vieler Substanzen im Sickerwasser bei ausgeglichener klimatischer Wasserbilanz am höchsten ist und mit zunehmend negativer bzw. positiver werdender Wasserbilanz wieder absinkt. Davon ausgenommen sind Substanzen mit vergleichsweise kurzer Halbwertszeit, wie z.B. Bentazon, deren Fracht mit zunehmend positiver werdender Wasserbilanz im Vergleich zur Sickerwassermenge überproportional zunimmt und somit auch die Jahresmittelkonzentration.

Die Reihung austragsreduzierender Maßnahmen bezüglich ihrer Effektivität ist in der Regel substanzspezifisch. Im Allgemeinen zeigt sich jedoch, dass die Reduktion der Aufwandmenge und der Anwendungshäufigkeit meist die effektivsten Maßnahmen zur Frachtreduktion und somit auf lange Sicht zur Reduktion der Jahresmittelkonzentration von Wirkstoffen und Metaboliten im Sickerwasser und in weiterer Folge im Grundwasser ist.

4.2 Vergleich der Berechnungsergebnisse mit Erhebungen im Rahmen der GZÜV

Im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV, BGBl II Nr. 2006/479 idGF) werden seit dem Jahr 1991 Pestizidparameter im Grundwasser flächendeckend in ganz Österreich (rund 2000 Messstellen) beobachtet, wobei sich der Umfang von zu Beginn 17 Parametern auf aktuell 168 verschiedene Parameter (Wirkstoffe und Metaboliten) gesteigert hat. Im Jahr 2013 werden im Rahmen einer sogenannten „Erstbeobachtung“, welche im 6-Jahreszyklus stattfindet, insgesamt 122 Pestizidsubstanzen inkl. deren Metaboliten dreimal bundesweit an allen ca. 2000 Messstellen untersucht. In den Jahren danach werden nachgewiesene Wirkstoffe bzw. deren Metaboliten in den relevanten Grundwassergebieten weiter auf deren Ab- oder Zunahme beobachtet. Einige wenige Metaboliten (z.B. Atrazin-Desethyl) werden im Rahmen der GZÜV bereits seit dem ersten Untersuchungsprogramm 1991/1992 auf ihre Konzentration im Grundwasser überprüft. Deutlich erhöht wurde die Anzahl der gemessenen Metaboliten im regulären GZÜV-Messprogramm aufgrund der erlangten neuen Erkenntnisse ab dem Jahr 2007 (z.B. Metaboliten von S-Metolachlor, Metaboliten von Chloridazon). Zusätzlich zu diesem regelmäßigen GZÜV-Messprogramm werden seit 2001 laufend Pestizid-Sondermessprogramme durchgeführt, um bisher noch nicht gemessene Wirkstoffe und Metaboliten zu untersuchen und ggf. danach ins reguläre GZÜV-Messprogramm aufzunehmen. Beim bisher größten GZÜV-Sondermessprogramm 2010 wurden insgesamt 121 Pestizid-Parameter, davon 59 Metaboliten, im Grundwasser untersucht. Häufig in Konzentrationen über 0,1 µg/L im Grundwasser detektierte Metaboliten von zurzeit zugelassenen Wirkstoffen sind z.B. Chloridazon-Desphenyl, Chloridazon-Methyldesphenyl, S-Metolachlor-Sulfonsäure, S-Metolachlor-Säure, Metazachlor-Sulfonsäure, S-Metolachlor-Säure, Terbutylazin-Desethyl und 3,5,6-Trichlor-2-Pyridinol (TCP, gemeinsamer Metabolit von Triclopyr, Chlorpyrifos und Chlorpyrifos-methyl).

Ein Vergleich der Berechnungsergebnisse von GeoPEARL-Austria mit gemessenen Konzentrationen im Grundwasser ist nur begrenzt möglich, da neben vielen anderen Faktoren die tatsächliche Wirkstoffaufwandmenge in räumlicher und zeitlicher Hinsicht, präferenzierter Fluss im Boden, Aufbau und Verweildauer in der ungesättigten Zone, Grundwasserhydrologie und -morphologie, Grundwasseralter in GeoPEARL-Austria nicht berücksichtigt werden. Zu beachten ist auch, dass Wirkstoffen und Metaboliten nicht nur über diffusen Eintrag sondern auch über Punktquellen und unsachgemäße Anwendung in das Grundwasser gelangen können.

Auffallend ist, dass GeoPEARL-Austria trotz Annahme einer flächendeckenden und regelmäßigen Anwendung des Wirkstoffes den Austrag der im Rahmen der GZÜV wiederholt im Grundwasser detektierten Wirkstoffe Bentazon, Terbutylazin oder S-Metolachlor unterschätzt. Für Terbutylazin und S-Metolachlor ergeben die Berechnungsergebnisse im Sickerwasser (1 m) selbst unmittelbar unter den behandelten Feldstücken durchwegs Jahresmittelkonzentrationen unter 0,01 µg/L. Grund dafür sind die relativ kurze mittlere Halbwertszeit (< 20 Tage) dieser Substanzen in Verbindung mit einem relativ hohen mittleren Adsorptionskoeffizienten (K_{FOC} bei ca. 200 L/kg), die bei ausschließlicher Berücksichtigung von Matrixflüssen im Boden keinen signifikanten Austrag über das Sickerwasser ermöglichen. Ähnliches gilt für eine Reihe anderer Wirkstoffen wie Metazachlor, Pethoxamid, Flufenacet oder Chloridazon, die vereinzelt im Rahmen der GZÜV über 0,1 µg/L im Grundwasser detektiert wurden.

Für Bentazon wurden GeoPEARL-Austria Berechnungen mit zwei unterschiedlichen Adsorptionskoeffizienten (K_{FOC} von 25 L/kg entsprechend der EU-Bewertung vs. 5 L/kg nach Boesten und van der Par, 2000) durchgeführt. Die Berechnungsergebnisse mit dem niedrigeren Adsorptionskoeffizienten stimmen mit den Messergebnissen für Bentazon im Rahmen der GZÜV weitgehend überein. Bei niedrigen Adsorptionskoeffizienten von Wirkstoffen und Metaboliten verringert sich der Einfluss von präferentiellm Fluss. Die Häufigkeit von Schwellenwertüberschreitungen vieler Messstellen von Bentazon im Grundwasser unterstreicht die Annahme, dass der Adsorptionskoeffizient von Bentazon geringer ist als für die EU-Bewertung angegeben.

Im Gegensatz zu den Wirkstoffen prognostiziert GeoPEARL-Austria für Metaboliten Jahresmittelkonzentrationen im grundwassernahen Sickerwasser, die im Größenbereich oder über den gemessenen Konzentrationen im Grundwasser liegen. Die Gründe dafür liegen zum einen in der oftmals konservativen Datenbasis bzgl. der Stoffeigenschaften von Metaboliten, zum anderen wird in GeoPEARL-Austria die gesamte Wirkstoffmenge dem Matrixfluss zugeführt. Durch den fehlenden präferentiellen Fluss kommt es in den oberen Bodenhorizonten zu einer intensiveren Bildung von Metaboliten.

5 Ausblick

Das in diesem Projekt entwickelte georeferenzierte Stofftransportmodell GeoPEARL-Austria ermöglicht in der vorliegenden Version erstmalig eine gezielte regionale Betrachtung des Austragspotentials von Wirkstoffen und deren Metaboliten in Abhängigkeit der Boden- und Witterungsbedingungen, sofern die Versickerung über den Boden im überwiegenden Ausmaß von Matrixflüssen bestimmt wird. Unter dieser Voraussetzung ist GeoPEARL-Austria auch zur Überprüfung der Effektivität austragsreduzierender Maßnahmen, wie Reduktion der Anwendungshäufigkeit oder Lenkung der Anwendung auf Böden mit bestimmten Eigenschaften, geeignet.

Für einen verbesserten und gezielteren Einsatz des Modells wird nachfolgende Vorgangsweise vorgeschlagen:

- Verbesserung der Modellprozesse in GeoPEARL-Austria (z.B. präferentieller Fluss, Bodenbearbeitung, Schneedeckenbildung, Oberflächenabfluss)
- Validierung der Modellprozesse mit Messwerten von Wirkstoffen und deren Metaboliten in Lysimetern und Drainagen (z.B. Petzenkirchen, Oberösterreich, Steiermark und Marchfeld) und mit Ergebnissen des GZÜV-Messprogramms
- Beschränkung auf kritische Wirkstoffe und deren Metaboliten (z.B. Bentazon, Metazachlor, S-Metolachlor und Terbutylazin) in gefährdeten Grundwasserkörpern (z.B. Traun-Enns-Platte, Marchfeld, Unteres Murtal) unter Berücksichtigung regionaler Anwendungspraktiken, Aufwandmengen und verfeinerter Auflösung
- Berücksichtigung neuer Erkenntnisse von Stoffeigenschaften der Wirkstoffe und deren Metaboliten
- Laufende Einbeziehung neuer Wirkstoffe und deren Metaboliten
- Frühzeitige Start von Lysimeteruntersuchungen in gefährdeten Grundwasserkörpern für Wirkstoffe und deren Metaboliten mit Schwellenwertüberschreitungen und steigenden Konzentrationen im Grundwasser (z.B. Petzenkirchen, Pettenbach, Pucking, Wagna, AGES)

Zum besseren Verständnis von Versickerungsprozessen in Böden ist die Durchführung und detaillierte Betrachtung von Versickerungsexperimenten bei realen Bedingungen, vorzugsweise in Lysimeter, unumgänglich. Basierend auf Messergebnissen in verschieden stark strukturierten Böden können Stofftransportmodelle wie GeoPEARL-Austria, besonders im Hinblick auf eine mögliche Implementierung von präferenziellen Flüssen, maßgeblich verbessert werden. Mit der Version 4.4.4 von PEARL besteht seit kurzem die Möglichkeit präferentiellen Fluss in strukturierten Böden bei der Berechnung zu berücksichtigen (Tiktak et al., 2012). Zur Parametrisierung von präferenziellen Flüssen in strukturierten Böden stellt PEARL 4.4.4. einfache Pedotransferfunktionen basierend auf dem Humus- und Tongehalt des Bodens zur Verfügung. Eine Validierung dieser Pedotransferfunktionen mit Lysimeterergebnissen ist jedoch unumgänglich.

6 Literatur

- Allen, R.G., Pererira, L.S., Raes, D. und Smith, M. (1998) Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Papers, Paper No **56**, FAO, Rome, 326 pp.
- Ångström, A. (1924) Solar and terrestrial radiation. Report to the international commission for solar research on actinometric investigations of solar and atmospheric radiation. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* **50** (210), 121-126.
- Black, T.A., Gardner, W.R. und Thurtell, G.W. (1969) The prediction of evaporation, drainage and soil water storage for a bare soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **33**, 655-660
- Boesten, J.J.T.I. und Stroosnijder, L. (1986) Simple model for daily evaporation from fallow tilled soil under spring conditions in a temperate climate. *Neth. J. Agr. Sci.* **34**, 75-90.
- Boesten, J.J.T.I. und van der Pas, L.J.T. (2000) Movement of water, bromide and the pesticides ethoprophos and bentazone in a sandy soil: the Vredepeel data set. *Agric. Water Mgmt.* **44**, 21-42.
- Cepuder, P. und Schlederer, W. (2002) Untersuchung der Grundwasserbelastung mit Nitrat im pannonischen Klimaraum. Endbericht GZ 24.002/59-IIA1a/98, Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 141 pp.
- Cepuder, P. und Shukla, M.K. (2002) Groundwater nitrate in Austria: a case study in Tullnerfeld. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **64**: 301-315.
- Digitale Bodenkarte von Österreich (2010) Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), <http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=7066>
- Erhart, E., Feichtinger, F. und Wilfried, H. (2007) Nitrogen leaching losses under crops fertilized with biowaste compost compared with mineral fertilization. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **170**, 608-614.
- EU (2009) Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG des Rates. Amtsblatt der Europäischen Union, 50 pp.
- EU (2011a) Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission vom 25. Mai 2011 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Liste zugelassener Wirkstoffe, Amtsblatt der Europäischen Union, 186 pp.
- EU (2011b) Durchführungsverordnung (EU) Nr. 703/2011 der Kommission vom 20. Juli 2011 zur Genehmigung des Wirkstoffs Azoxystrobin gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Änderung des Anhangs der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission, Amtsblatt der Europäischen Union, 5 pp.
- EU (2011c) Durchführungsverordnung (EU) Nr. 820/2011 DER KOMMISSION vom 16. August 2011 zur Genehmigung des Wirkstoffs Terbuthylazin gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln sowie zur Änderung des Anhangs der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 der Kommission und der Entscheidung 2008/934/EG der Kommission, Amtsblatt der Europäischen Union, 6 pp.

- FOCUS (2000) FOCUS groundwater scenarios in the EU review of active substances. Report of the FOCUS Groundwater Scenarios Workgroup, EC Document Reference SANCO/321/2000 rev.2, 202 pp.
- FOCUS (2009) Assessing Potential for Movement of Active Substances and their Metabolites to Ground Water in the EU. Report of the FOCUS Ground Water Work Group, EC Document Reference Sanco/13144/2010 version 1, 604 pp.
- Gustafson, D.I. (1993) Pesticides in Drinking Water. New York: van Nostrand Reinhold, 241 pp
- Leistra, M., van der Linden, A.M.A., Boesten, J.J.T.I., Tiktak, A. und van den Berg, F. (2000) PEARL model for pesticide behaviour and emissions in soil-plant systems. Description of processes. Alterra report 13, RIVM report 711401009. Alterra, Wageningen, 107 pp.
- Prescott, J.A. (1940) Evaporation from a water surface in relation to solar radiation. *Transactions of the Royal Society of South Australia* **64**, 114-118.
- Schaap, M.G., Leij, F.J. und van Genuchten, M.T. (2001) Rosetta: a computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. *Journal of Hydrology* **251**, 163-176.
- Schaumberger, A. (2011) Räumliche Modelle zur Vegetations- und Ertragsdynamik im Wirtschaftsgrünland, Forschungsbericht-Dissertation, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 264 pp.
- Spiegel, H., Filcheva, E., Hegymegi, P., Gal, A., Verheijen, F.G.A (2007) Review and comparison of methods used for soil organic carbon determination. *Soil Science Agrochemistry and Ecology* **XLI**, 3-18.
- Stenitzer, E. und Hösch, J. (2007) Die Lysimeteranlage Hirschstetten als Grundlage zur Erfassung der Grundwasserneubildung im Marchfeld. 12. Gumpensteiner Lysimetertagung, 17. und 18. April 2007, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Irnding, 109 – 112.
- Tiktak, A., van der Linden, A.M.A., Boesten, J.J.T.I. (2003) The GeoPEARL model. Model description, applications and manual RIVM Report 716601007/2003, RIVM, Bilthoven, The Netherlands, 79 pp.
- Tiktak, A., van der Linden, A.M.A., Boesten, J.J.T.I., Kruijne, R. und van Kraalingen, D. (2004) The GeoPEARL model. Part II. User Guide and model description update. RIVM report 716601008/2004. RIVM, Bilthoven, The Netherlands, 82 pp.
- Tiktak, A., Hendriks, R.F.A., Boesten, J.J.T.I. und van der Linden, A.M.A. (2012) A spatially distributed model of pesticide movement in Dutch macroporous soils. *Journal of Hydrology*, in press.
- UAG Sickerwasserprognose (2008) Empfehlungen für die Charakterisierung und Parametrisierung des Transportpfades Boden – Grundwasser als Grundlage für die Sickerwasserprognose. Bund/Länder-Ausschuss Bodenforschung (BLA-GEO), Hannover, Deutschland, 85 Seiten
- Vanderborght, J. und Vereecken, H. (2007) Review of dispersivities for transport modeling in soils. *Vadose Zone Journal* **6** (1), 29-52.
- Van Genuchten, M.T. (1980) A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal* **44** (5), 892-898.

- Wagner, B., Tarnawski, V.R., Hennings, V., Müller, U, Wessolek, G. und Plagge, R. (2001) Evaluation of pedo-transfer functions for unsaturated soil hydraulic conductivity using an independent data set. *Geoderma* **102**, 275-297.
- Wösten, J.H.M, Lilly, A., Nemes, A. und Le Ba, C. (1999) Development and use of a database of hydraulic properties of European soils. *Geoderma* **90**, 169-185.
- Wpa – Beratende Ingenieure (2011) Evaluierung des Programms LE07-13 „Abschätzung der bewässerten und bewässerungsbedürftigen landwirtschaftlichen Flächen sowie Integration der Daten in die INVEKOS-Datenbank. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 29 pp.

7 Anhang

7.1 Liste sämtlicher 2011 in Österreich in Verkehr gebrachten Wirkstoffe

Tabelle 7.1-1 listet sämtliche 2011 in Österreich in Verkehr gebrachten Wirkstoffe mit Informationen zur Inverkehrbringungsmenge, zum Wirktyp, zur Austragsgefährdung des Wirkstoffes (GUS) und zur jeweiligen Anzahl an Metaboliten $> 0.75 - 3$, $> 3 - 10$ und $> 10 \mu\text{g/L}$ (EU-Bewertung, Lysimeter oder FOCUS-Berechnung) auf. Zudem kann der Liste entnommen werden, für welche Wirkstoffe entsprechend den Durchführungsverordnungen der Kommission dem Schutz des Grundwassers besondere Beachtung zu schenken ist und für welche Wirkstoffe Berechnungen mit GeoPEARL-Austria durchgeführt wurden.

Tabelle 7.1-1: Liste sämtlicher 2011 in Österreich in Verkehr gebrachten Wirkstoffe, deren Inverkehrbringungsmenge 2011, Austragsgefährdung entsprechend dem GUS, Anzahl an Metaboliten > 0,75 µg/L (EU-Bewertung, Lysimeter oder FOCUS-Berechnung), Angaben zum Grundwasserschutz entsprechend den Durchführungsverordnungen der Kommission und Angaben zur Berechnung mit GeoPEARL-Austria.

Wirkstoff	Wirktyp	Inverkehrbringungsmenge ^a 2011	Austragsgefährdung ^b (Wirkstoff)	Anzahl Metaboliten (EU-Bewertung)			Besonderer Schutz des Grundwassers gefordert ^c	GeoPEARL- Austria Berechnung
				> 10 µg/L	> 3 - 10 µg/L	> 0.75 - 3 µg/L		
(E)-8-Dodecen-1-yl-acetat	AT	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
(E,E)-8,10-Dodecadien-1-ol	AT	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
(E,Z)-2,13-Octadecadien-1-yl-acetat	AT	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
(E,Z)-7,9-Dodecadien-1-yl-acetat	AT	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
(Z)-8-Dodecen-1-ol	AT	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
(Z)-8-Dodecen-1-yl-acetate	AT	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
(Z)-9-Dodecen-1-yl-acetat	AT	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
(Z)-9-Tetradecen-1-yl-acetat	AT	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
1-Methyl-cyclopropen	PG	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
2,4-D	HB, PG	Hoch	Mittel	-	-	-	Ja	Ja
2,4-DB	HB	Sehr gering	Mittel	-	-	-	Ja	-
2,5-Dichlorobenzoessäure-methylester	FU, PGR	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
6-Benzyladenin	PG	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Abamectin	AC, IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Acequinocyl	AC	Sehr gering	Gering	-	-	-	Pending ^b	-
Acetamiprid	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Aclonifen	HB	Hoch	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Alpha-Cypermethrin	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Aluminiumphosphid	IN, RO	Mittel	-	-	-	-	-	-
Amidosulfuron	HB	Sehr gering	hoch	-	-	-	Ja	-
Aminopyralid	HB	Sehr gering	hoch	-	-	-	Pending ^b	-
Amisulbrom	FU	Sehr gering	Gering	-	-	-	Pending ^b	-
Asulam	HB	Gering	Gering	-	-	-	Nicht mehr genehmigt	-
Azadirachtin	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Azoxystrobin	FU	Mittel	Mittel	-	1	-	Ja	Ja

Wirkstoff	Wirktyp	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Austrags- gefährdung ^b (Wirkstoff)	Anzahl Metaboliten (EU-Bewertung)			Besonderer Schutz des Grundwassers gefordert ^c	GeoPEARL- Austria Berechnung
				> 10 µg/L	> 3 - 10 µg/L	> 0.75 - 3 µg/L		
Beflubutamid	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Ja	-
Benalaxyl	FU	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Bentazon	HB	Mittel	hoch	-	-	-	Ja	Ja
Benthiavalicarb-isopropyl	FU	Sehr gering	Mittel	-	-	-	Nein	-
Benzoessäure	BA, FU, OT	Sehr gering	-	-	-	-	Nein	-
Beta-Cyfluthrin	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Bifenazat	AC	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Bifenox	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Bitertanol	FU	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Bixafen	FU	Gering	Gering	-	-	-	Pending ^b	-
Blutmehl	RE	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Boscalid	FU	Mittel	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Bromoxynil ^c	HB	Gering	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Bupirimat	FU	Sehr gering	Gering	-	-	-	Ja	-
Calciumcarbid	RE	Gering	-	-	-	-	-	-
Calciumphosphid	RO	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Captan	FU	Hoch	Gering	-	1	1	Ja	Ja
Carbendazim	FU	Sehr gering	hoch	-	-	-	Nein	Ja
Carfentrazon ^c	HB	Gering	Mittel	-	-	-	Ja	-
Chlorantraniliprol	IN	Sehr gering	hoch	-	-	-	Pending ^b	-
Chloridazon	HB	Mittel	hoch	1	1	-	Ja	Ja
Chlormequat	PG	Hoch	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Chlorthalonil	FU	Mittel	Gering	1	1	1	Ja	Ja
Chlortoluron	HB	Gering	hoch	-	-	-	Ja	Ja
Chlorpropham	PG, HB	Gering	-	-	-	-	-	-
Chlorpyrifos	IN, AC	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Chlorpyrifos-methyl	IN, AC	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja

Wirkstoff	Wirktyp	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Austrags- gefährdung ^b (Wirkstoff)	Anzahl Metaboliten (EU-Bewertung)			Besonderer Schutz des Grundwassers gefordert ^c	GeoPEARL- Austria Berechnung
				> 10 µg/L	> 3 - 10 µg/L	> 0.75 - 3 µg/L		
Cinidon-ethyl	HB	Gering	Gering	-	-	-	Ja	-
Clethodim	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Ja	-
Clofentezin	AC	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Clomazon	HB	Gering	hoch	-	-	-	Nein	Ja
Clopyralid	HB	Gering	hoch	-	-	-	Ja	Ja
Clothianidin	IN	Gering	hoch	-	-	2	Ja	Ja
Cyazofamid	FU	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Cycloxydim	HB	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Cyflufenamid	FU	Sehr gering	Mittel	-	1	-	Ja	Ja
Cymoxanil	FU	Mittel	Gering	-	-	-	Ja	Ja
Cypermethrin	IN, AC	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Cyproconazol	FU	Gering	hoch	-	-	-	Nein	Ja
Cyprodinil	FU	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Daminozid	PG	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Dazomet	NE, FU, HB, ST	Mittel	Gering	-	-	-	Ja	Ja
Deltamethrin	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Desmedipham	HB	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Dicamba	HB	Hoch	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Dichlorprop-P	HB	Gering	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Difenoconazol	FU	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Diflubenzuron	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Diflufenican	HB	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Dimethachlor	HB	Mittel	Gering	2	1	3	Ja	Ja
Dimethenamid-P	HB	Hoch	Mittel	1	-	1	Ja	Ja
Dimethoat	IN, AC	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Dimethomorph	FU	Mittel	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Dimoxystrobin	FU	Gering	Hoch	-	-	2	Ja	Ja

Wirkstoff	Wirktyp	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Austrags- gefährdung ^b (Wirkstoff)	Anzahl Metaboliten (EU-Bewertung)			Besonderer Schutz des Grundwassers gefordert ^c	GeoPEARL- Austria Berechnung
				> 10 µg/L	> 3 - 10 µg/L	> 0.75 - 3 µg/L		
Diquat	HB, DE	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Dithianon	FU	Hoch	Gering	-	-	-	Ja	Ja
Dodecan-1-ol	AT	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Dodemorph	FU	Sehr gering	Gering	-	-	-	Ja	-
Dodin	FU	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Eisenphosphat	MO	Gering	-	-	-	-	-	-
Eisensulfat	HB	Hoch	-	-	-	-	-	-
Epoxiconazol	FU	Gering	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Esfenvalerat	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Essigsäure	HB	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Ethephon	PG	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Ethofumesat	HB	Mittel	Hoch	-	-	-	Ja	Ja
Etofenprox	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Famoxadon	FU	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Fenhexamid	FU	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Fenoxaprop-P	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Fenpropidin	FU	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Fenpropimorph	FU	Gering	Gering	-	-	-	Ja	-
Fenpyroximat	AC	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Fettsäuren (CAS 67701-09-1)	IN, AC, HB, PG	Gering	-	-	-	-	-	-
Fettsäuren/C7 bis C20	IN, AC, HB, PG	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Fettsäuren/C7 bis C21	IN, AC, HB, PG	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Fettsäuren/Pentansäure	IN, AC, HB, PG	Gering	-	-	-	-	-	-
Fipronil	IN	Sehr gering	Mittel	-	-	-	Ja	-
Flazasulfuron	HB	Sehr gering	Mittel	-	-	3	Ja	Ja
Flocoumafen	RO	Sehr gering	Mittel	-	-	-	Pending ^b	-
Flonicamid	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-

Wirkstoff	Wirktyp	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Austrags- gefährdung ^b (Wirkstoff)	Anzahl Metaboliten (EU-Bewertung)			Besonderer Schutz des Grundwassers gefordert ^c	GeoPEARL- Austria Berechnung
				> 10 µg/L	> 3 - 10 µg/L	> 0.75 - 3 µg/L		
Florasulam	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Ja	-
Fluazifop-P	HB	Mittel	Mittel	-	-	-	Ja	Ja
Fluazinam	FU	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Fludioxonil	FU	Mittel	Gering	-	-	-	Ja	Ja
Flufenacet	HB	Hoch	Mittel	1	-	-	Ja	Ja
Flumioxazin	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Fluopicolid	FU	Mittel	Hoch	-	1	2	Ja	Ja
Fluoxastrobin	FU	Sehr gering	Mittel	-	1	-	Nein	Ja
Flupyrsulfuron-methyl	HB	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Ja	-
Fluquinconazol	FU	Sehr gering	Hoch	-	-	1	Nein	Ja
Flurochloridon	HB	Sehr gering	Mittel	-	-	-	Ja	-
Fluroxypyr	HB	Mittel	Hoch	-	-	-	Nein	Ja
Flurtamon	HB	Gering	Hoch	-	-	-	Ja	Ja
Flusilazol	FU	Gering	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Flutolanil	FU	Sehr gering	Mittel	-	-	-	Ja	-
Flutriafol	FU	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Ja	-
Folpet	FU	Sehr hoch	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Foramsulfuron	HB	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Fosetyl	FU	Hoch	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Fuberidazol	FU	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Gibberellinsäure	PG	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Glufosinat	HB	Mittel	Gering	-	-	-	Ja	Ja
Glyphosat	HB	Sehr hoch	Gering	-	-	-	Ja	Ja
Harz	RE	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Hexythiazox	AC, IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Hymexazol	FU	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Nein	-
Imazalil	FU	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-

Wirkstoff	Wirktyp	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Austrags- gefährdung ^b (Wirkstoff)	Anzahl Metaboliten (EU-Bewertung)			Besonderer Schutz des Grundwassers gefordert ^c	GeoPEARL- Austria Berechnung
				> 10 µg/L	> 3 - 10 µg/L	> 0.75 - 3 µg/L		
Imazamox	HB	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Ja	-
Imidacloprid	IN	Gering	Hoch	-	-	-	Nein	Ja
Indolylbutyricssäure	PG	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Indoxacarb	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Iodosulfuron-methyl	HB	Hoch	Mittel	-	-	-	Ja	Ja
Ioxynil-oktanoat	HB	Mittel	gering	-	-	-	Nein	Ja
Iprodion	FU, NE	Mittel	Mittel	-	-	-	Ja	Ja
Iprovalicarb	FU	Gering	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Isoproturon	HB	Hoch	Mittel	-	-	-	Ja	Ja
Isoxaben	HB	Gering	Hoch	-	-	-	Ja	Ja
Isoxaflutol	HB	Gering	Gering	-	2	-	Ja	Ja
Kaliumiodid	FU	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Kaliumthiocyanat	FU	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Kieselguhr	IN	Mittel	-	-	-	-	-	-
Kresoxim-methyl	FU	Gering	Hoch	-	-	-	Ja	Ja
Kupferhydroxid	FU	Mittel	-	-	-	-	-	-
Kupferoxychlorid	FU	Hoch	-	-	-	-	-	-
Kupferverbindungen	FU	Mittel	-	-	-	-	-	-
Lambda-Cyhalothrin	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Lenacil	HB	Gering	Mittel	-	-	-	Ja	Ja
Linuron	HB	Gering	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Magnesiumphosphid	IN, RO	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Maleinsäurehydrazid	PG	Gering	-	-	-	-	-	-
Mancozeb	FU	Sehr hoch	Gering	-	-	-	Ja	Ja
Mandipropamid	FU	Gering	Gering	-	-	-	Pending ^b	-
Maneb	FU	Gering	Gering	-	-	-	Ja	-
MCPA	HB	Hoch	Hoch	-	-	-	Ja	Ja

Wirkstoff	Wirktyp	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Austrags- gefährdung ^b (Wirkstoff)	Anzahl Metaboliten (EU-Bewertung)			Besonderer Schutz des Grundwassers gefordert ^c	GeoPEARL- Austria Berechnung
				> 10 µg/L	> 3 - 10 µg/L	> 0.75 - 3 µg/L		
MCPB	HB	Mittel	Gering	-	-	-	Ja	Ja
Mecoprop-P	HB	Hoch	Mittel	-	-	-	Ja	Ja
Mepanipyrim	FU	Gering	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Mepiquat	PG	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Meptyldinocap	FU	Mittel	Gering	-	-	-	Pending ^b	Ja
Mesosulfuron	HB	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Ja	-
Mesotrion	HB	Mittel	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Metaflumizon	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Pending ^b	-
Metalaxyl-M	FU	Gering	Mittel	-	1	1	Ja	Ja
Metaldehyd	MO	Hoch	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Metamitron	HB	Sehr hoch	Mittel	-	-	-	Ja	Ja
Metazachlor	HB	Hoch	Mittel	2	2	1	Ja	Ja
Metconazol	FU, PG	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Methiocarb	IN, MO, RE	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Metiram	FU	Mittel	Gering	-	-	-	Ja	Ja
Metosulam	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Ja	Ja
Metrafenon	FU	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Metribuzin	HB	Mittel	Mittel	-	-	-	Ja	Ja
Metsulfuron-methyl	HB	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Nein	-
Milbemectin	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	-	-
Myclobutanil	FU	Gering	Hoch	-	-	1	Nein	Ja
Naphtylessigsäurehydrazid	PG	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Napropamid	HB	Mittel	Mittel	-	-	1	Ja	Ja
Nicosulfuron	HB	Gering	Hoch	-	-	3	Ja	Ja
Ölpflanzen/Rapsöl	AC, IN	Mittel	-	-	-	-	-	-
Oxamyl	IN, NE	Sehr gering	Mittel	-	-	-	Ja	-
Oxyfluorfen	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-

Wirkstoff	Wirktyp	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Austrags- gefährdung ^b (Wirkstoff)	Anzahl Metaboliten (EU-Bewertung)			Besonderer Schutz des Grundwassers gefordert ^c	GeoPEARL- Austria Berechnung
				> 10 µg/L	> 3 - 10 µg/L	> 0.75 - 3 µg/L		
Pacllobutrazol	PG	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Nein	-
Paraffinöl (CAS 72623-86-0)	IN	Mittel	-	-	-	-	-	-
Paraffinöl (CAS 8042-47-5)	IN	Sehr hoch	-	-	-	-	-	-
Pelargonsäure (CAS 112-05-0)	IN, AC, HB, PG	Gering	-	-	-	-	-	-
Penconazol	FU	Gering	Gering	-	-	-	Ja	-
Pencycuron	FU	Sehr gering	Gering	-	-	1	Nein	Ja
Pendimethalin	HB	Hoch	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Penoxsulam	HB	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Ja	-
Pethoxamid	HB	Mittel	Gering	-	1	-	Ja	Ja
Phenmedipham	HB	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Picloram	HB	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Ja	-
Picolinafen	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Picoxystrobin	FU	Sehr gering	Gering	-	-	1	Ja	Ja
Pinoxaden	HB	Gering	Gering	-	-	-	Pending ^b	-
Pirimicarb	IN	Sehr gering	Mittel	-	-	-	Ja	-
Pirimiphos-methyl	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Prochloraz	FU	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Prohexadion	PG	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Propamocarb	FU	Mittel	Mittel	-	-	-	Ja	Ja
Propaquizafop	HB	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Propiconazol	FU	Mittel	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Propoxycarbazon	HB	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Ja	-
Propyzamid	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Proquinazid	FU	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Prosulfocarb	HB	Hoch	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Prothioconazol	FU	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Pymetrozin	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-

Wirkstoff	Wirktyp	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Austrags- gefährdung ^b (Wirkstoff)	Anzahl Metaboliten (EU-Bewertung)			Besonderer Schutz des Grundwassers gefordert ^c	GeoPEARL- Austria Berechnung
				> 10 µg/L	> 3 - 10 µg/L	> 0.75 - 3 µg/L		
Pyraclostrobin	FU, PG	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Pyraflufen-ethyl	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Pyrethrine	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Pyridat	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Ja	Ja
Pyrimethanil	FU	Mittel	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Pyriproxyfen	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Pyroxsulam	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Pending ^b	-
Quarzsand	RE	Mittel	-	-	-	-	-	-
Quassia	IN, RE	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Quinmerac	HB	Mittel	Mittel	-	2	-	Ja	Ja
Quinoclammin	HB, AL	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Quinoxifen	FU	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Quinalofop-P ^c	HB	Gering	Mittel	-	-	-	Nein	Ja
Rimsulfuron	HB	Sehr gering	Hoch	-	-	1	Ja	Ja
Schwefel	FU, AC, RE	Sehr hoch	-	-	-	-	-	-
S-Metolachlor	HB	Hoch	Mittel	2	3	2	Ja	Ja
Spinosad	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Spirodiclofen	AC, IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Spirotetramat	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Pending ^b	-
Spiroxamin	FU	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Sulcotrion	HB	Gering	Hoch	-	-	1	Nein	Ja
Sulfosulfuron	HB	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Ja	-
Sulfurylfluorid	IN	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
tau-Fluvalinat	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Tebuconazol	FU	Hoch	Hoch	-	-	-	Nein	Ja
Tebufenpyrad	AC	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Tefluthrin	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-

Wirkstoff	Wirktyp	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Austrags- gefährdung ^b (Wirkstoff)	Anzahl Metaboliten (EU-Bewertung)			Besonderer Schutz des Grundwassers gefordert ^c	GeoPEARL- Austria Berechnung
				> 10 µg/L	> 3 - 10 µg/L	> 0.75 - 3 µg/L		
Tembotrion	HB	Mittel	Hoch	-	-	1	Pending ^b	Ja
Tepraloxydim	HB	Sehr gering	Mittel	-	-	-	Nein	-
Terbuthylazin	HB	Sehr hoch	Hoch	1 (Lys: < 0,1)	1 (Lys < 0,1)	2	Ja	Ja
Tetraconazol	FU	Sehr gering	Gering	-	-	-	Ja	-
Tetradecan-1-ol	AT	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Thiabendazol	FU	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Thiacloprid	IN	Mittel	Gering	-	-	1	Ja	Ja
Thiamethoxam	IN	Gering	Hoch	-	-	1	Ja	Ja
Thiencarbazon-methyl	HB	Sehr gering	Mittel	-	-	-	Pending ^b	-
Thifensulfuron-methyl	HB	Gering	Gering	-	-	-	Ja	Ja
Thiophanat-methyl	FU	Gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Thiram	FU	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Tolclofos-methyl	FU	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Topramezon	HB	Gering	Hoch	-	-	1	Pending ^b	Ja
Triadimenol	FU	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Nein	-
Triallat	HB	Sehr gering	Gering	-	-	-	Ja	-
Triasulfuron	HB	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Nein	-
Tribenuron-methyl	HB	Gering	Hoch	-	-	-	Ja	Ja
Triclopyr ^c	HB	Gering	Hoch	-	-	-	Ja	Ja
Trifloxystrobin	FU	Mittel	Gering	-	2	1	Ja	Ja
Triflursulfuron-methyl	HB	Sehr gering	Mittel	-	-	2	Ja	Ja
Trinexapac ^c	PG	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Triticonazol	FU	Sehr gering	Hoch	-	-	-	Ja	Ja
Tritosulfuron	HB	Mittel	Hoch	-	-	1	Ja	Ja
Wachse	Pruning	Mittel	-	-	-	-	-	-
Warfarin	RO	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-
Zeta-Cypermethrin	IN	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-

Wirkstoff	Wirktyp	Inverkehrbringungs- menge ^a 2011	Austrags- gefährdung ^b (Wirkstoff)	Anzahl Metaboliten (EU-Bewertung)			Besonderer Schutz des Grundwassers gefordert ^c	GeoPEARL- Austria Berechnung
				> 10 µg/L	> 3 - 10 µg/L	> 0.75 - 3 µg/L		
Zinc-Phosphid	RO	Sehr gering	-	-	-	-	-	-
Ziram	FU, RE	Mittel	Gering	-	-	-	Nein	Ja
Zoxamid	FU	Sehr gering	Gering	-	-	-	Nein	-

^a Sehr gering: < 1 t, Gering: > 1 - 5 t, Mittel: > 5 - 25 t, Hoch: > 25 - 100 t, Sehr hoch: > 100 t

^b Basierend auf dem GUS, $GUS = \log(DT_{50}) \times [4 - \log(K_{FOC})]$, hohe Austragsgefährdung: $GUS > 2,8$, mittlere Austragsgefährdung: $GUS > 1,8 - 2,7$

^c Entsprechend den Durchführungsverordnungen (EU) der Kommission (Nr. 540/2011, Nr. 703/2011, Nr. 820/2011)

^d EU-Bewertung nicht abgeschlossen

^e Wirkstoffvariante (Esterverbindung) mit Halbwertszeit (DT_{50}) < 1 Tag nicht berücksichtigt

7.2 Datenbankauswertung bzgl. EU-Bewertung von Metaboliten

Die Auswertung der im Zuge der EU-Bewertung durchgeführten Grundwasser-Risikobewertung zu den Metaboliten hat zu nachfolgendem Ergebnis geführt (Tabelle 7.2-1).

Tabelle 7.2-1: Anzahl an Metaboliten, für die eine Grundwasser-Risikoabschätzung im Zuge der EU-Bewertung vorliegt und Anzahl an Metaboliten mit einer prognostizierten Jahresmittelkonzentration im Sickerwasser (1 m) von < 0,1, 0,1 - < 0,75, 0,75 - < 3, 3 - 10 und > 10 µg/L (2011 in Österreich zugelassene Wirkstoffe).

Kategorie / Konzentrationsbereich	Anzahl	Prozent
In Verkehr gebrachte Wirkstoffe (2011)	3	-
Metaboliten mit einer Grundwasser-Risikobewertung (EU-Bewertung)	~ 690	100
Metaboliten mit prognostizierter Jahresmittelkonzentration < 0,1 µg/L	~ 390	57
Metaboliten mit prognostizierter Jahresmittelkonzentration 0,1 - < 0,75 µg/L	220	32
Metaboliten mit prognostizierter Jahresmittelkonzentration 0,75 - < 3 µg/L	43	6
Metaboliten mit prognostizierter Jahresmittelkonzentration 3 - 10 µg/L	22	3
Metaboliten mit prognostizierter Jahresmittelkonzentration > 10 µg/L	11	2

Da die Bewertungskriterien im Bereich der Grundwasser-Risikobewertung für das EU-Genehmigungsverfahren einer ständigen Überarbeitung und Veränderung unterliegen, ist eine konsistente Betrachtung der Grundwasser-Risikobewertung im Besonderen für Metaboliten von Wirkstoffen mit sehr früher Genehmigung nicht immer möglich. Allerdings hat die Berücksichtigung und Bewertung von Metaboliten im Laufe der Jahre an Bedeutung gewonnen. Bei Wirkstoffen mit älteren EU-Genehmigungen ist die Datenlage zu Metaboliten oft sehr lückenhaft bzw. es sind vielfach keine Daten vorhanden. Daher ist die Gesamtanzahl der Metaboliten, für die eine valide (im Sinne von *agreed*) Grundwasser-Risikoabschätzung vorhanden ist, nicht eindeutig zu ermitteln. So wurde z.B. bei Wirkstoffen, deren Genehmigung bereits länger zurückliegt, oftmals nur für sogenannte *major* Metaboliten (mit einer *maximum occurrence* über 10 % im Boden) eine Grundwasser-Risikobewertung durchgeführt (und auch diese noch eher rudimentär im Vergleich zur Risikobewertung von Metaboliten neuerer Wirkstoffe). Da viele dieser älteren Wirkstoffe nun zur Re-Evaluierung (*renewal*) im Zuge des EU-Genehmigungsverfahrens anstehen, ist damit zu rechnen, dass sich im Besonderen die Zahl von *minor* Metaboliten (mit einer *maximum occurrence* zwischen 5 und 10 % im Boden), für die nach aktuellen Bewertungskriterien ebenfalls eine Grundwasser-Risikobewertung durchzuführen ist, erhöhen wird. In diesem Sinne ist der ständigen Aktualisierung der Projektdatenbank eine hohe Bedeutung zuzumessen.

In Tabelle 7.2-2 und Tabelle 7.2-3 sind jene Metaboliten, für die im Zuge der EU-Bewertung (Lysimeterstudien und FOCUS-Berechnungen) Jahresmittelkonzentrationen über 0,75 µg/L ermittelt wurden, im Detail angeführt.

Tabelle 7.2-2: Metaboliten mit einer gemessenen/prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen über 10 µg/L im Sickerwasser (EU-Bewertung, Lysimeter und FOCUS-Berechnung).

Metabolit	Wirkstoff	Wirktyp	Gehalt im Boden (%) ^a	Prognostizierte Jahresmittelkonzentration im Sickerwasser (µg/L) ^b	
				Lysimeter	FOCUS-Berechnung
Chloridazon-Desphenyl	Chloridazon	Herbizid	> 10	> 10	> 10
Chlorthalonil-Sulfonsäure (R 417888)	Chlorthalonil	Fungizid	> 10	> 10	> 10
Dimethachlor-Sulfonsäure	Dimethachlor	Herbizid	> 10	> 10	> 10
Dimethachlor-Säure			> 10	> 10	> 10
Dimethenamid-P-Sulfonsäure	Dimethenamid-P	Herbizid	> 10	3 - 10	> 10
Flufenacet-Sulfonsäure	Flufenacet	Herbizid	> 10	0,75 - 3	> 10
Metazachlor-Säure	Metazachlor	Herbizid	> 10	> 10	3 - 10
Metazachlor-Sulfonsäure			> 10	> 10	3 - 10
S-Metolachlor-Sulfonsäure	S-Metolachlor	Herbizid	> 10	> 10	> 10
S-Metolachlor-Säure			> 10	> 10	0,75 - 3
Terbuthylazin-2-Hydroxy	Terbuthylazin	Herbizid	> 10	< 0,1	> 10

^a In Prozent der applizierten Menge des Wirkstoffes (molares Verhältnis)
^b Bezogen auf 1 m Bodentiefe

Tabelle 7.2-3: Metaboliten mit einer gemessenen/prognostizierten Jahresmittelkonzentrationen von 0,75 - 10 µg/L im Sickerwasser (EU-Bewertung, Lysimeter oder FOCUS-Berechnung).

Metabolit	Wirkstoff	Wirktyp	Gehalt im Boden (%) ^a	Prognostizierte Jahresmittelkonzentration im Sickerwasser (µg/L) ^b	
				Lysimeter	FOCUS-Berechnung
Azoxystrobin-O-Demethyl (R 234886)	Azoxystrobin	Fungizid	> 10	k.L.	3 - 10
THPAM	Captan	Fungizid	> 10	k.L.	3 - 10
THPI			> 10	k.L.	0,75 - 3
M9	Carboxin	Fungizid	5 - 10	k.L.	0,75 - 3
P/V-54			> 10	k.L.	3 - 10
P/V-55			> 10	k.L.	0,75 - 3
Chloridazon-Methyl-desphenyl	Chloridazon	Herbizid	nd	0,75 - 3	3 - 10
R 419492	Chlorthalonil	Fungizid	> 10	3 - 10	k.B.
R 611965 (SDS 46851)			> 10	0,1 - 0,75	0,75 - 3
MNG	Clothianidin	Insektizid	> 10	< 0,1	0,75 - 3
NTG			5 - 10	< 0,1	0,75 - 3
149-F6	Cyflufenamid	Fungizid	5 - 10	k.L.	3 - 10
CGA 369873	Dimethachlor	Herbizid	nd	0,75 - 3	0,75 - 3
CGA 373464			nd	0,75 - 3	0,75 - 3
SYN 528702			5 - 10	3 - 10	3 - 10
SYN 530561			nd	0,75 - 3	0,75 - 3
Dimethenamid-P-Oxalamid			Dimethenamid-P	Herbizid	> 10
505M08	Dimoxystrobin	Fungizid	> 10	0,75 - 3	< 0,1
505M09			> 10	0,75 - 3	< 0,1
DTPP	Flazasulfuron	Herbizid	5 - 10	k.L.	0,75 - 3
DTPU			> 10	k.L.	0,75 - 3
TPSA			> 10	k.L.	0,75 - 3
2,6-Dichlorbenzenamid	Fluopicolid	Fungizid	> 10	3 - 10	3 - 10
M05			nd	0,75 - 3	0,1 - 0,75
M10			nd	0,75 - 3	0,1 - 0,75
M48-E	Fluoxastrobin	Fungizid	> 10	k.L.	3 - 10
AE C596912	Fluquiconazol	Fungizid	> 10	k.L.	0,75 - 3

Metabolit	Wirkstoff	Wirktyp	Gehalt im Boden (%) ^a	Prognostizierte Jahresmittelkonzentration im Sickerwasser (µg/L) ^b	
				Lysimeter	FOCUS-Berechnung
RPA 202248	Isoxaflutol	Herbizid	> 10	k.L.	3 - 10
RPA 203328			> 10	k.L.	3 - 10
CGA 108906	Metalaxyl-M	Fungizid	nd	0,75 - 3	k.B.
CGA 62826			> 10	3 - 10	0,75 - 3
BH 479-11	Metazachlor	Herbizid	5 - 10	0,75 - 3	k.B.
BH 479-12			5 - 10	3 - 10	k.B.
BH 479-9			5 - 10	3 - 10	k.B.
Myclobutanil-Buttersäure	Myclobutanil	Fungizid	5 - 10	k.L.	0,75 - 3
NOPA	Napropamid	Herbizid	5 - 10	k.L.	0,75 - 3
ASDM	Nicosulfuron	Herbizid	> 10	0,75 - 3	0,75 - 3
AUSN			> 10	0,75 - 3	0,75 - 3
UCSN			5 - 10	0,75 - 3	0,75 - 3
Pencycuron-Keton	Pencycuron	Fungizid	5 - 10	k.L.	0,75 - 3
Pethoxamid-Sulfonäure	Pethoxamid	Herbizid	5 - 10	3 - 10	3 - 10
Compound 3	Picoxystrobin	Fungizid	> 10	k.L.	0,75 - 3
BH 518-2	Quinmerac	Herbizid	> 10	3 - 10	0,75 - 3
BH 518-5			> 10	0,1 - 0,75	3 - 10
IN-70941	Rimsulfuron	Herbizid	> 10	k.L.	0,75 - 3
CGA 357704	s-Metolachlor	Herbizid	nd	3 - 10	k.B.
CGA 368208			nd	3 - 10	k.B.
CGA 37735			5 - 10	0,75 - 3	k.B.
CGA 50720			5 - 10	3 - 10	k.B.
CGA 50267			nd	0,75 - 3	k.B.
M01, CMBA	Sulcotrion	Herbizid	> 10	k.L.	0,75 - 3
M6, AE 0456148	Tembotrion	Herbizid	> 10	k.L.	0,75 - 3
Terbuthylazine-2-Hydroxy-Desethyl	Terbuthylazin	Herbizid	nd	< 0,1	3 - 10
LM 3			nd	0,75 - 3	k.B.
LM 5			nd	0,75 - 3	k.B.
Thiacloprid-Sulfonsäure	Thiacloprid	Insektizid	> 10	0,75 - 3	0,75 - 3
NOA 459602	Thiamethoxam	Insektizid	nd	0,1 - 0,75	0,75 - 3
M670 H05	Topramezon	Herbizid	> 10	0,1 - 0,75	0,75 - 3
CGA 321113	Trifloxystrobin	Fungizid	> 10	0,75 - 3	0,1 - 0,75
NOA 413161			nd	3 - 10	3 - 10
NOA 413163			nd	0,75 - 3	3 - 10
IN-M7222	Triflusulfuron-methyl	Herbizid	> 10	k.L.	0,75 - 3
IN-W6725			> 10	k.L.	0,75 - 3
635M01	Tritosulfuron	Herbizid	> 10	0,75 - 3	0,1 - 0,75

k.L. Keine Lysimeterstudie
k.B. Keine FOCUS-Berechnung
nd nicht detektiert
^a In Prozent der applizierten Menge des Wirkstoffes (molares Verhältnis)
^b Bezogen auf 1 m Bodentiefe

Wie in Tabelle 7.2-2 und Tabelle 7.2-3 ersichtlich ist, stimmen die Konzentrationsbereiche einzelner Metaboliten in den Lysimeterstudien und FOCUS-Berechnungen weitgehend überein. Prominente Ausnahmen davon sind z.B. die Terbuthylazin-Metaboliten Terbuthylazin-2-Hydroxy und Terbuthylazin-2-hydroxy-Desethyl oder die Metaboliten von Clothianidin (MNG und NTG), die in den Lysimeterstudien nicht



über 0,1 µg/L detektiert wurden, in den FOCUS-Berechnungen aber deutlich über 0,1 µg/L prognostiziert werden.

7.3 Modellverifizierung mit Lysimeterdaten

Die Eignung des eindimensionalen Konvektion/Dispersion-Stofftransportmodells PEARL (als Basismodell von GeoPEARL) für verschiedene pedo-klimatische Verhältnisse in Österreich wurde anhand unterschiedlicher Lysimeterstandorte überprüft. Dazu wurde auf Ergebnisse langjährig geführter Lysimeteranlagen in Pettenbach und Pucking (beide Oberösterreich), Wagna (Steiermark) und Hirschstetten/AGES (Niederösterreich) zurückgegriffen. Aufgrund Ihrer Lage können diese Lysimeteranlagen stellvertretend für die intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen im nördlichen Alpenvorland, im unteren Murtal sowie im Marchfeld betrachtet werden. Tabelle 7.3-1 gibt eine Übersicht über die Standorteigenschaften, Niederschlagsverhältnisse sowie Bewirtschaftung der einzelnen Lysimeteranlagen. Daten zu gemessenen Sickerwassermengen in der Lysimeteranlage Hirschstetten wurden Stenizer und Hösch (2007) entnommen. Zusätzlich dazu Messergebnissen zur Sickerwassermenge aus Fuchsenbigl und dem Tullner Feld (Cepuder und Schlederer, 2002, Cepuder und Shukla, 2002) herangezogen.

Tabelle 7.3-1: Standorteigenschaften, Niederschlagsverhältnisse und Bewirtschaftung der Lysimeteranlagen.

Standort	Landschaftsraum	Boden	Niederschlag	Bewirtschaftung	Tracerversuch
Pettenbach (OÖ)	Nördl. Alpenvorland	Schwer, tiefgründig	ca. 1000 mm	Fruchtfolge, WD	Bromid
				Fruchtfolge, MD	Bromid
				Grünland	-
Pucking (OÖ)	Nördl. Alpenvorland	Leicht, seichtgründig	ca. 750 mm	Fruchtfolge, Biogasgülle, MD	Bromid
Wagna (St)	Unteres Murtal	Mittelgründig	ca. 800 mm	Mais	Bromid
				Fruchtfolge	Bromid
				Konventionell (KON)	Bromid
				Biologisch (BIO)	Bromid
				Grünland	-
Hirschstetten (NÖ)	Marchfeld	Mittel-/tiefgründig	ca. 550 mm	Fruchtfolge	-
				Fruchtfolge	-

WD Wirtschaftsdünger, MD Mineraldünger

Von sämtlichen Lysimeteranlagen sind Bodendaten (Horizontierung, Textur, Humusgehalt und Trockendichte) verfügbar. Zusätzlich liegen horizontbezogene Messergebnisse zur Wasseranteil-Matrixpotential-Funktion (pF-Kurven) und, mit Ausnahme der Lysimeteranlage in Wagna, auch Daten zur Wasserleitfähigkeit-Matrixpotential-Funktion (Ku-Kurven) vor. Im Falle der Lysimeteranlagen in Pettenbach konnte zudem auch auf Tagesaufzeichnungen einer lokalen Wetterstation zurückgegriffen werden, im Falle der übrigen Lysimeter wurden für die Berechnung Daten angrenzender ZAMG-Wetterstationen verwendet. Die Gras-Referenzverdunstung wurde für alle Klimastationen über das FAO-Penman-Monteith-Modell (Allen et al., 1998) abgeschätzt.

Für jedes einzelne Lysimeter wurde eine PEARL-Inputfile (unter entsprechender Parametrisierung des Bodens) erstellt, wobei über ein Kurvenanpassungsverfahren (Excel-Solver) aus den im Labor ermittelten pF- und Ku-Kurven die für das Modell notwendigen Mualem-van Genuchten-Parameter abgeleitet wurden. Alle anderen Modellparameter wurden aus Ermangelung von Messdaten (wie auch in GeoPEARL-Austria) entsprechend FOCUS-Vorgaben (2009) festgelegt. Im Gegensatz zur Bodenparametrisierung wurden

Fruchtfolgen der einzelnen Lysimeter nicht im Modell umgesetzt. Lediglich bei drei Lysimeter ohne Fruchtfolge (i.e. Grünland-Lysimeter in Pettenbach, Mais- und Grünland-Lysimeter in Wagna) wurde Mais bzw. Dauergrünland in den PEARL-Inputfiles implementiert (entsprechend Angaben von FOCUS, 2009). Für diese drei Lysimeter ist somit eine Annäherung an die „Realität“ bzgl. Boden- und Kulturparameter weitgehend gegeben. Für alle anderen Lysimeter wurde Wintergetreide (jährlich angebaut) als *Default*-Kultur in das Modell implementiert. Die Verdunstung von der vegetationsfreien Bodenoberfläche wurde nach Boesten und Stroosnijder (1986) berechnet (siehe Modellparametrisierung). In 6 Lysimeteranlagen wurden Tracerversuche mit Bromid durchgeführt, die auch in den entsprechenden PEARL-Files implementiert wurden (Bromid: Halbwertszeit 100000 Tage, $K_{FOC} = 0$ L/kg, $1/n = 0,9$, Wasserlöslichkeit 100000 mg/L, Plant-Uptake-Faktor 0,2). Die Plausibilität des Modells wurde über den Vergleich der prognostizierten mit der gemessenen Sickerwassermenge und über den Vergleich der Durchbruchkurven für Bromid (Sickerwasserdynamik) verifiziert.

Abbildung 7.3-1 und Abbildung 7.3-2 zeigen die gemessenen und die mit PEARL berechneten kumulativen Sickerwassermengen der einzelnen Lysimeter. Die daraus resultierenden mittleren Jahressickerwassermengen sind in Tabelle 7.3-2 angeführt. Der Vergleich der gemessenen mit der berechneten Sickerwassermenge zeigt bei den Lysimeteranlagen in humiden Gebieten (Oberösterreich, Steiermark) sowohl im Falle der Lysimeter mit Implementierung adäquater Kulturparameter (Grünland bzw. Mais) als auch im Falle einfacher Kultur-Parametrisierung bei den Lysimeter mit Fruchtfolge eine gute Übereinstimmung zwischen berechneter und gemessener Sickerwassermenge. Etwas weniger gut ist die Übereinstimmung für die Lysimeteranlage Hirschstetten (sandiger Tschernosem und schluffiger Tschernosem), bei denen das Modell mit der oben erwähnten Parametrisierung zu einer Unterschätzung der gemessenen Sickerwassermengen tendiert. Wird bei diesen beiden Lysimeter die Verdunstung von der vegetationsfreien Oberfläche hingegen nach Black et al. (1969) berechnet, ist die Übereinstimmung mit den gemessenen Sickerwasserraten ebenfalls ausreichend gut (vgl. auch Kapitel Modellparametrisierung).

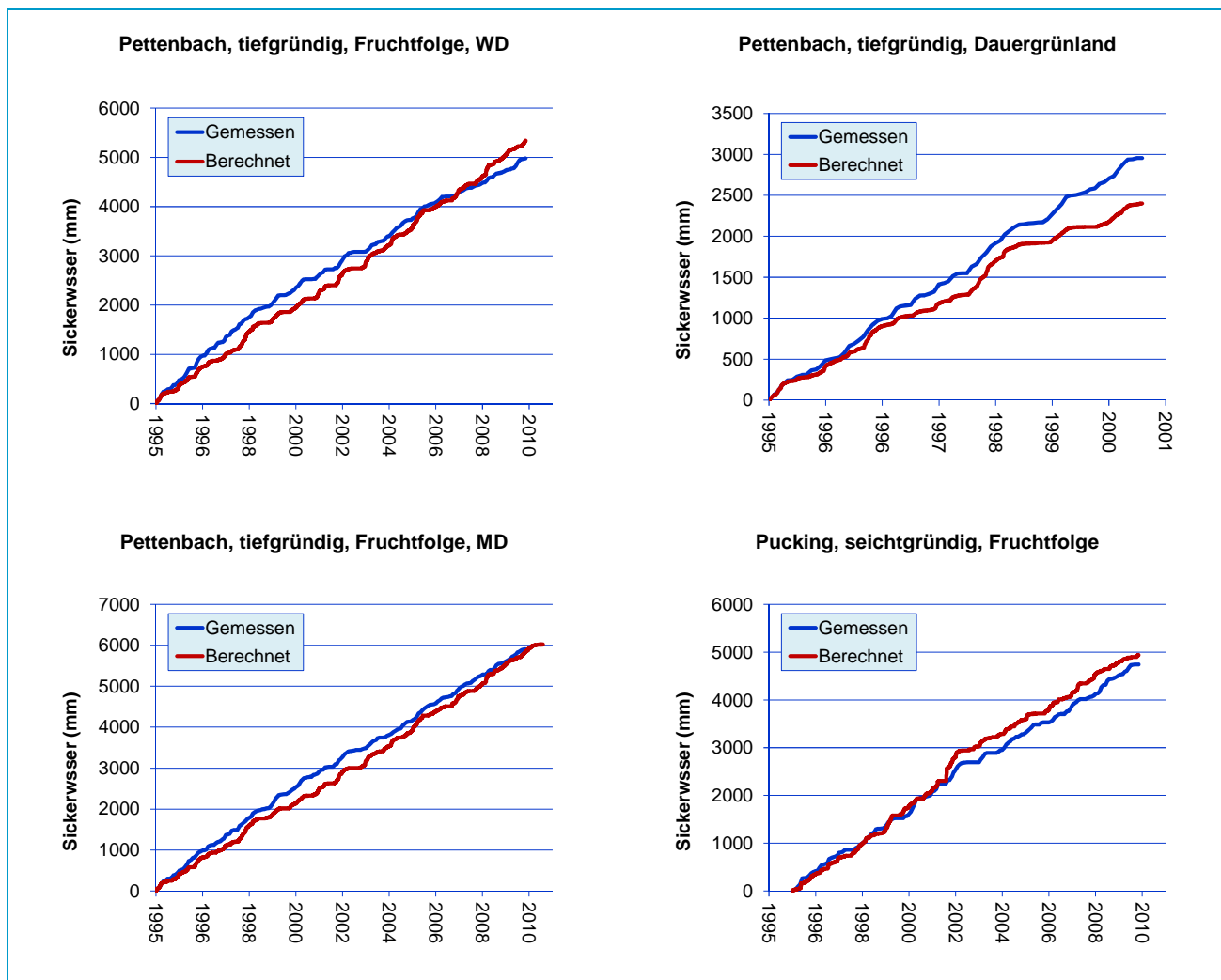


Abbildung 7.3-1: Gemessene und berechnete kumulative Sickerwassermenge (mm) in den Lysimeteranlagen Pettenbach und Pucking (beide OÖ).

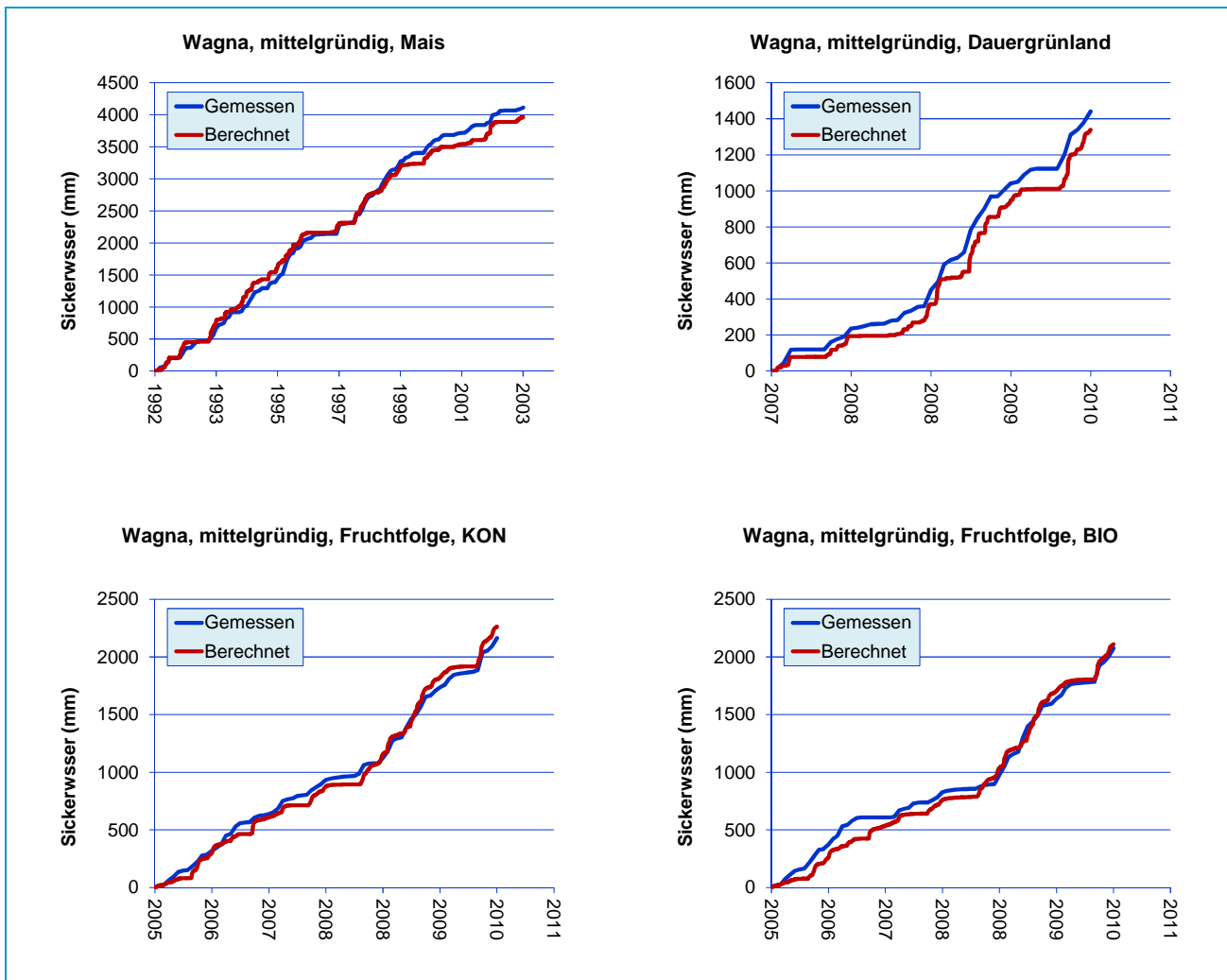


Abbildung 7.3-2: Gemessene und berechnete kumulative Sickerwassermenge (mm) in der Lysimeteranlage Wagna (St).

Tabelle 7.3-2: Gemessenen und berechnete mittlere jährliche Sickerwassermenge in den einzelnen Lysimeteranlagen.

Lysimeter	Zeitraum	Kultur (Berechnung)	Bodentiefe (m)	Gemessen (mm/Jahr)	Berechnet (mm/Jahr)	Berechnet / Gemessen (-)
Pettenbach, tiefgründig, Fruchtfolge, WD	1995 - 2009	Wintergetreide	1,5	315	316	1,00
Pettenbach, tiefgründig, Dauergrünland	1995 - 2000	Dauergrünland	1,5	451	410	0,91
Pettenbach, tiefgründig, Fruchtfolge, MD	1995 - 2009	Wintergetreide	1,5	374	346	0,93
Pucking, seichtgründig, Fruchtfolge	1996 - 2009	Wintergetreide	1,5	299	320	1,07
Wagna, mittelgründig, Mais	1992 - 2003	Mais	1,0	342	330	0,96
Wagna, mittelgründig, Fruchtfolge	1992 - 2003	Wintergetreide	1,0	271	440	1,62
Wagna, mittelgründig, Dauergrünland	2007 - 2010	Dauergrünland	0,9	360	335	0,93
Wagna, mittelgründig, Fruchtfolge, KON	2005 - 2010	Wintergetreide	1,8	361	377	1,04
Wagna, mittelgründig, Fruchtfolge, BIO	2005 - 2010	Wintergetreide	1,8	346	352	1,02
Hirschstetten, tiefgründig, Fruchtfolge	1996 - 2005	Wintergetreide	2,2	ca. 100 ^{ab}	63 (116) ^c	0,63 (1,16) ^c
Hirschstetten, mittelgründig, Fruchtfolge	1996 - 2005	Wintergetreide	2,2	80 ^a	26 (54) ^c	0,32 (0,68) ^c
Median						0,98

^a Stenizer und Hösch (2007)
^b Schätzung nach Stenizer und Hösch (2007) nach Korrektur des „Lysimeterfehlers“
^c In Klammer: Verdunstung von der vegetationslosen Bodenoberfläche nach Black et al. (1969), siehe Text

Abbildung 7.3-3 zeigt die mittels GeoPEARL-Austria berechnete mittlere Sickerwassermenge (der Periode 1990 - 2010) unter Annahme einer Wintergetreide-Dauerkultur (ohne Bewässerung) sowie die gemessene mittlere Sickerwassermenge verschiedener Lysimeteranlagen und Anlagen mit Sickerwassersammelstellen (mit abweichenden Bezugsperioden). Zu beachten ist, dass in GeoPEARL-Austria aus konservativen Gründen (siehe Modellparametrisierung) die Verdunstung der freien Oberfläche nach Black et al. (1969) implementiert ist, das Modell daher (in Abhängigkeit von der Kultur) etwas zur Überschätzung der Sickerwassermenge neigt. Der Vergleich der prognostizierten mit der an verschiedenen Standorten gemessenen Sickerwassermenge zeigt, dass die Sickerwassermengen in GeoPEARL-Austria plausibel sind und zumindest in den intensiv bewirtschafteten Regionen weitgehend den vor Ort gemessenen Sickerwassermengen entsprechen. In den humideren Gebieten (Oberösterreichisches Voralpenland und südliche Steiermark) neigt GeoPEARL-Austria aus den oben genannten Gründen etwas zu einer Überschätzung der Sickerwassermenge, mitverantwortlich dafür dürfte aber auch die Nichtbeachtung von Fruchtfolgen sein, die im Besonderen bei Vorliegen einer winterharten Zwischenfrucht im Herbst zu stärkerer Verdunstung als im Modell angenommen (Wintergetreide) führt. Im Vergleich dazu stimmt die Prognose der Sickerwassermenge für den pannonischen Klimaraum Österreichs weitgehend mit Messungen in dieser Region überein. Cepuder und Schlederer (2002) ermittelten in der Lysimeteranlage Fuchsenbigl im Marchfeld eine mittlere Sickerwassermenge von etwa 70 mm (1992 - 1996) bei einem mittleren Jahresniederschlag von 580 mm und teilweiser Bewässerung. In einer Anlage mit Sickerwassersammlern im Tullner Feld (Cepuder und Shukla, 2002) lagen die mittleren jährlichen Sickerwassermengen bei etwa 80 mm (1992 - 2001) bei einem mittleren Jahresniederschlag von 576 mm, jedoch ohne zusätzliche Bewässerung. In der Lysimeteranlage in der Oberen Lobau (Erhart et al., 2007) konnte für die Periode von 1995 - 2001 keine Nettogrundwasserbildung ermittelt werden, Jahre mit Versickerung und kapillarem Aufstieg hielten sich weitgehend die Waage. Allerdings ist dieses Lysimeter nicht mit einer Saugspannung an der Untergrenze des Lysimeterbodens ausgerüstet, die Sickerwasserbildung wird daher unterschätzt.

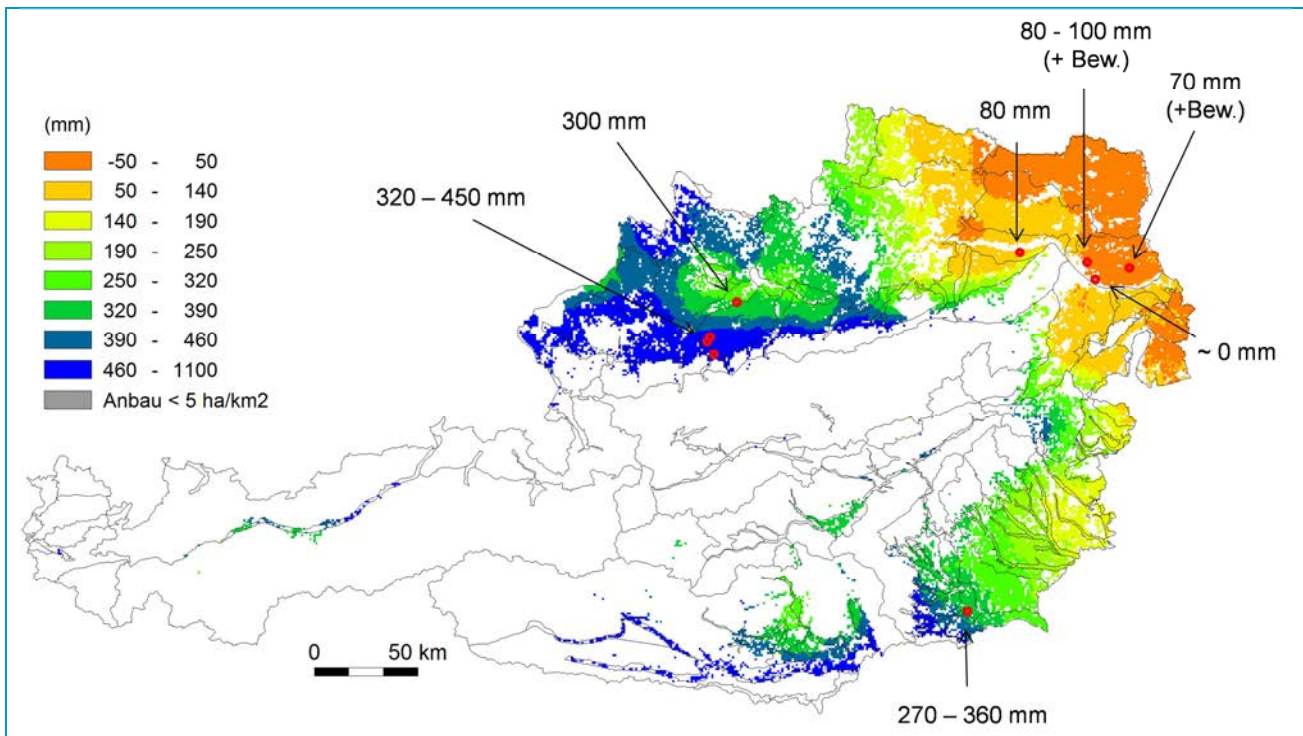


Abbildung 7.3-3: Prognostizierte mittlere Jahressickerwassermenge (der Periode 1990 - 2010) unter Annahme einer Wintergetreide-Dauerkultur und gemessene mittlere Sickerwassermengen verschiedener Lysimeteranlagen bzw. Anlagen mit Sickerwassersammelstellen (rote Kreise, mit abweichenden Bezugsperioden).

Abbildung 7.3-4 und Abbildung 7.3-4 zeigen die berechneten und gemessenen Durchbruchkurven von Bromid im Sickerwasser der Lysimeteranlagen mit Tracerversuchen. In strukturarmen, skelettreichen Böden (Wagna und Pucking) ist die Übereinstimmung zwischen den gemessenen und prognostizierten Durchbruchkurven von Bromid gut. Auffallend ist allerdings, dass selbst in diesen strukturarmen Böden mit hohem Grobanteil im Unterboden ein gewisser Anteil des Gesamtaustrags über präferenziellen Fluss stattfindet. Diesen kann PEARL (als Matrixmodell) nicht wiedergeben. Trotz dieses Defizits stimmen in den strukturarmen Böden die prognostizierten Bromidfrachten mit den gemessenen Frachten weitgehend überein (Tabelle 7.3-3).

In den strukturierten Böden der zwei Lysimeter in Pettenbach (OÖ) kann die Sickerwasserdynamik nicht wiedergegeben werden. Wie in Abbildung 7.3-4 ersichtlich ist, wird der Durchbruch von Bromid in den beiden tiefgründigen Böden von präferenziellen Flüssen bestimmt, bereits wenige Tage nach erfolgter Applikation wurden die höchsten Konzentrationen im Sickerwasser gemessen. PEARL kann als Dispersion/Konvektion-Modell diesen schnellen Versickerungsprozess über Makroporen nicht wiedergeben. Zusätzlich ist in den beiden Lysimetern eine hohe Festlegung von Bromid im Boden zu beobachten, die PEARL unter Annahme, dass Bromid weder abgebaut noch adsorbiert wird, nicht wiedergeben kann. In zusätzlichen Berechnungen wurde daher für die beiden Lysimeter in Pettenbach ein „Abbau“ von Bromid (im Sinne von irreversibler Bindung) integriert, so konnte eine wesentliche Verbesserung der prognostizierten Fracht erreicht werden (Tabelle 2.5-4, adaptierte Berechnung).

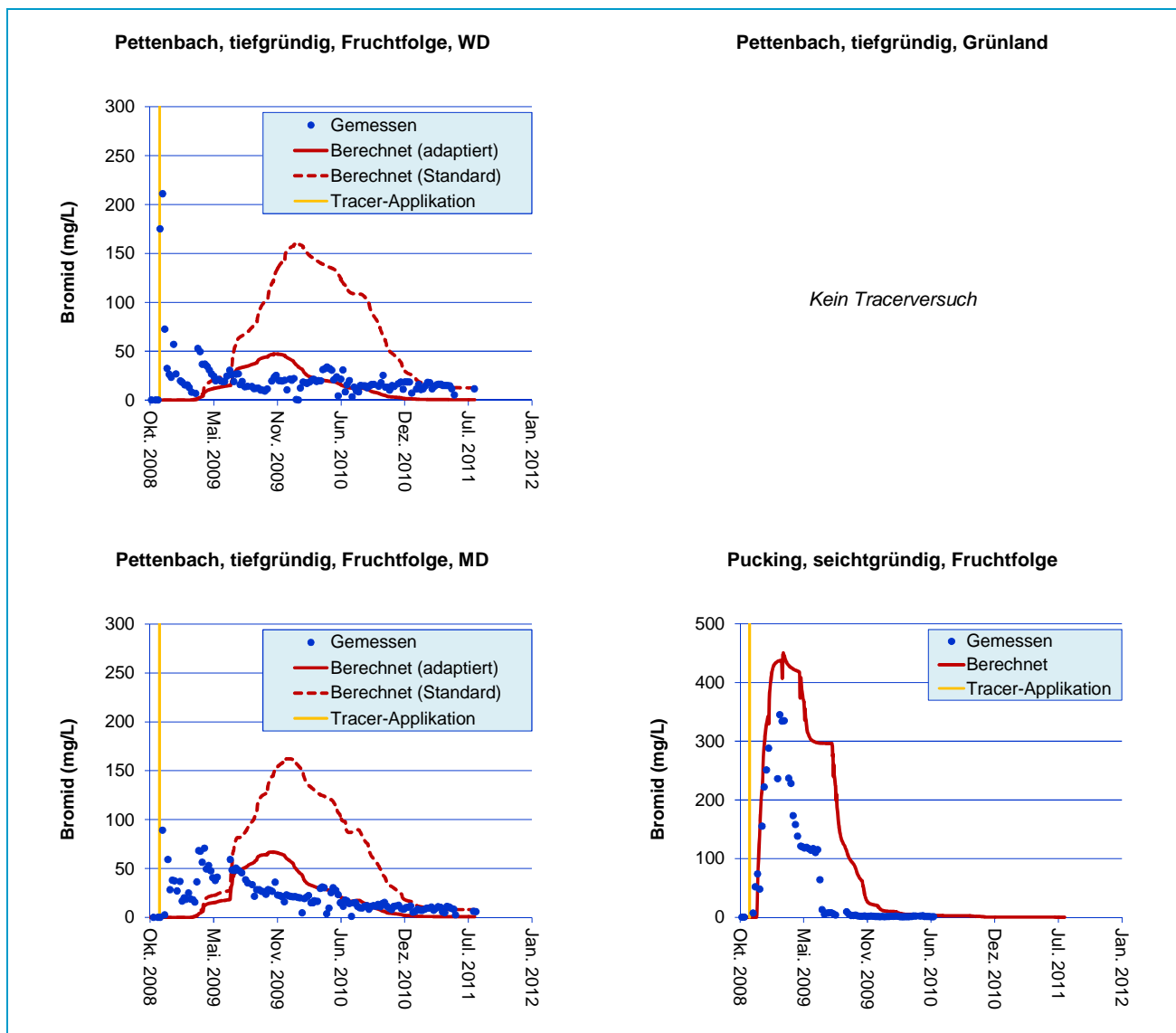


Abbildung 7.3-4: Gemessener und berechnete Konzentration an Bromid (mg/L) in den Tracerversuchen der Lysimeteranlagen Pettenbach und Pucking (beide OÖ).

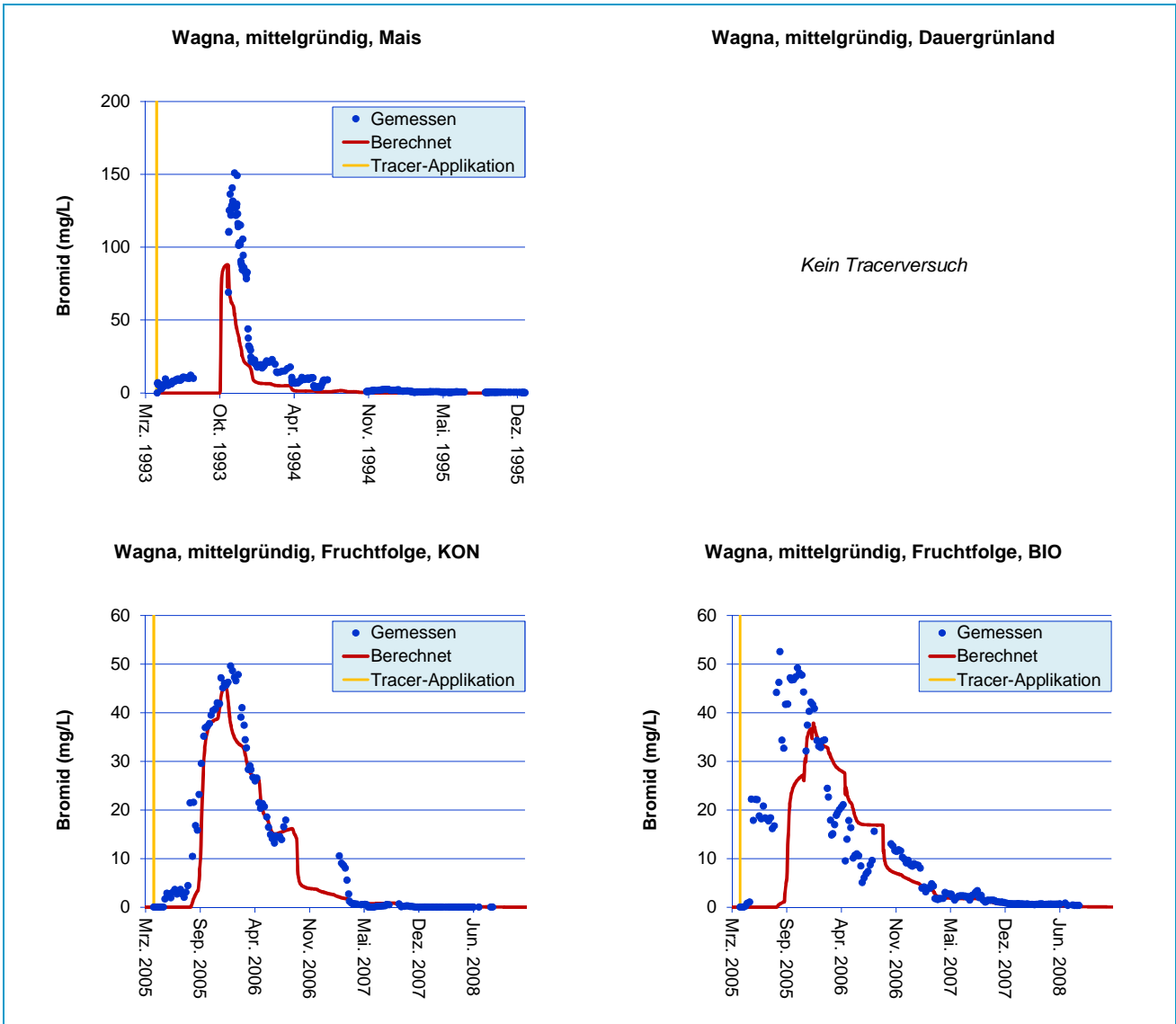


Abbildung 7.3-5: Gemessener und berechnete Konzentration an Bromid (mg/L) in den Tracerversuchen der Lysimeteranlage Wagna (St).

Tabelle 7.3-3: Applizierte Menge (g/m²) sowie gemessene und berechnete kumulative Menge an Bromid (g/m²) im Sickerwasser einzelner Lysimeteranlagen.

Lysimeter	Appliziert (g/m ²)	Gemessen (g/m ²)	Berechnet (g/m ²)	
			Standard	Adaptiert ^a
Pettenbach, tiefgründig, Fruchtfolge, WD	67,1	14,6	57,8	13,4
Pettenbach, tiefgründig, Fruchtfolge, MD	67,1	22,3	597	20,5
Pucking, seichtgründig, Fruchtfolge	67,1	45,8	63,6	-
Wagna, mittelgründig, Mais	23,3	18,4	16,8	-
Wagna, mittelgründig, Fruchtfolge	23,3	17,0	15,2	-
Wagna, mittelgründig, Fruchtfolge, KON	14,4	14,0	10,4	-
Wagna, mittelgründig, Fruchtfolge, BIO	14,2	13,4	9,3	-

WD Wirtschaftsdünger, MD Mineraldünger, KON Konventionell, BIO Biologisch
^a Unter Annahme eines „Abbaus“ von Bromid (siehe Text)

7.4 Vergleichende Berechnungen

7.4.1 Bodenhydrologischen Parametrisierung (Mualem-van Genuchten-Parameter)

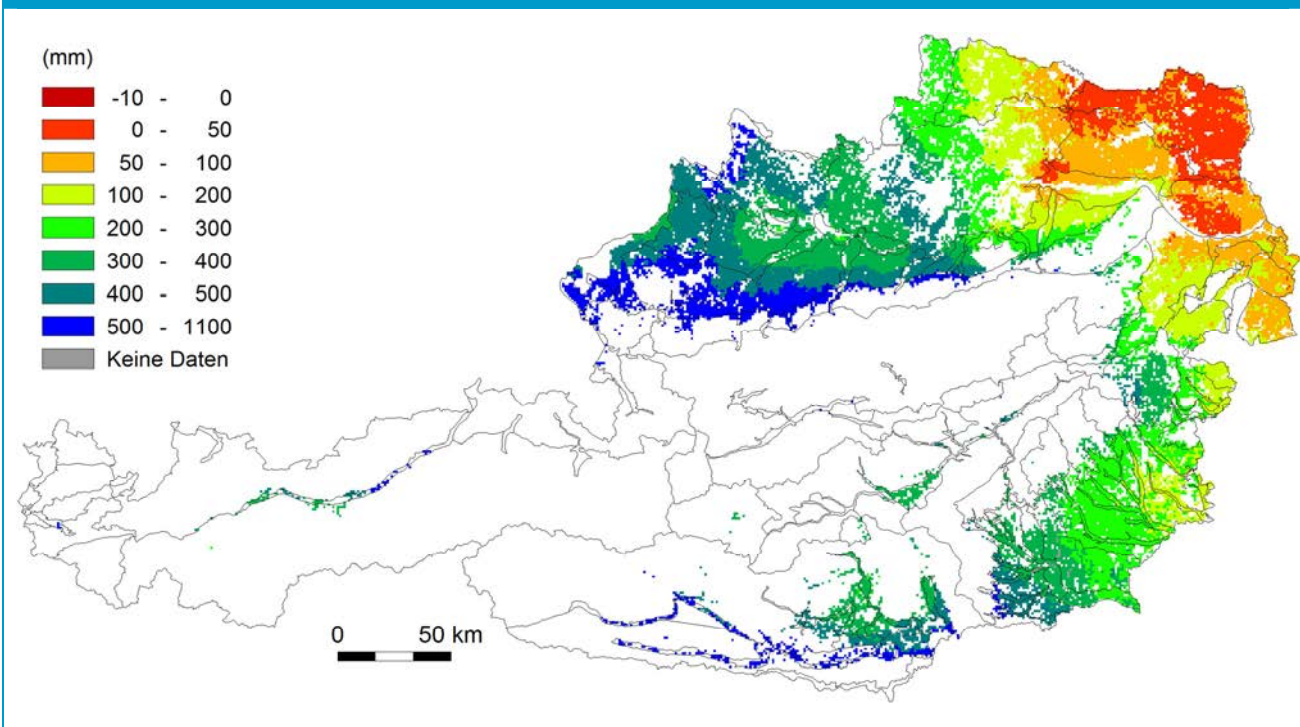
Zur Überprüfung der Auswirkung unterschiedlicher bodenhydrologischer Parametrisierungen auf die berechnete Sickerwassermenge sowie die berechnete Stoffkonzentration im Sickerwasser wurde GeoPEARL-Austria sowohl mit Pedotransferfunktionen (PTF) nach Wösten et al. (1999) als auch nach Schaap et al. (2001) parametrisiert und vergleichende Berechnungen mit 2 unterschiedlich mobilen und persistenten Standardsubstanzen (A und D, Tabelle 7.4.1-1) mit einer jährlichen Anwendung in Wintergetreide und Mais (je 1 kg/ha bei Saataufgang) durchgeführt.

Tabelle 7.4.1-1: Stoffeigenschaften der Standardsubstanzen A und D.

Standardsubstanz	A	D
Wasserlöslichkeit (mg/L)	90	90
DT ₅₀ (Tage)	20	60
K _{FOC} (L/kg)	60	100
1/n (-)	0,9	0,9

Bezogen auf die prognostizierte Sickerwassermenge in 1 m Bodentiefe unterscheiden sich die Modellansätze mit den beiden bodenhydrologischen Parametrisierungen nur wenig. In den humideren Regionen (Oberösterreich und Steiermark) sind praktisch keine Unterschiede ersichtlich, in den trockeneren Regionen Ostösterreichs ist die prognostizierte Sickerwassermenge basieren auf hydrologischer Parametrisierung nach Wösten et al. (1999) jedoch etwas höher (Abbildung 7.4.1-1, Abbildung 7.4.1-2). Parametrisiert nach Schaap et al. (2001) prognostiziert GeoPEARL-Austria im pannonischen Raum eine mittlere Sickerwasserbilanz von mehr oder weniger 0 mm, in wenigen Regionen (z.B. Region um Retz bei Annahme einer Maiskultur) auch eine negative Sickerwasserbilanz. In Bezug auf die berechneten Jahresmittelkonzentrationen der Standardsubstanzen A und D führt die unterschiedliche hydrologische Parametrisierung von GeoPEARL-Austria lediglich zu unwesentlichen Differenzen (Abbildung 7.4.1-3, Abbildung 7.4.1-4).

Bodenhydrologische Parametrisierung nach Wösten et al. (1999)



Bodenhydrologische Parametrisierung nach Schaap et al. (2001)

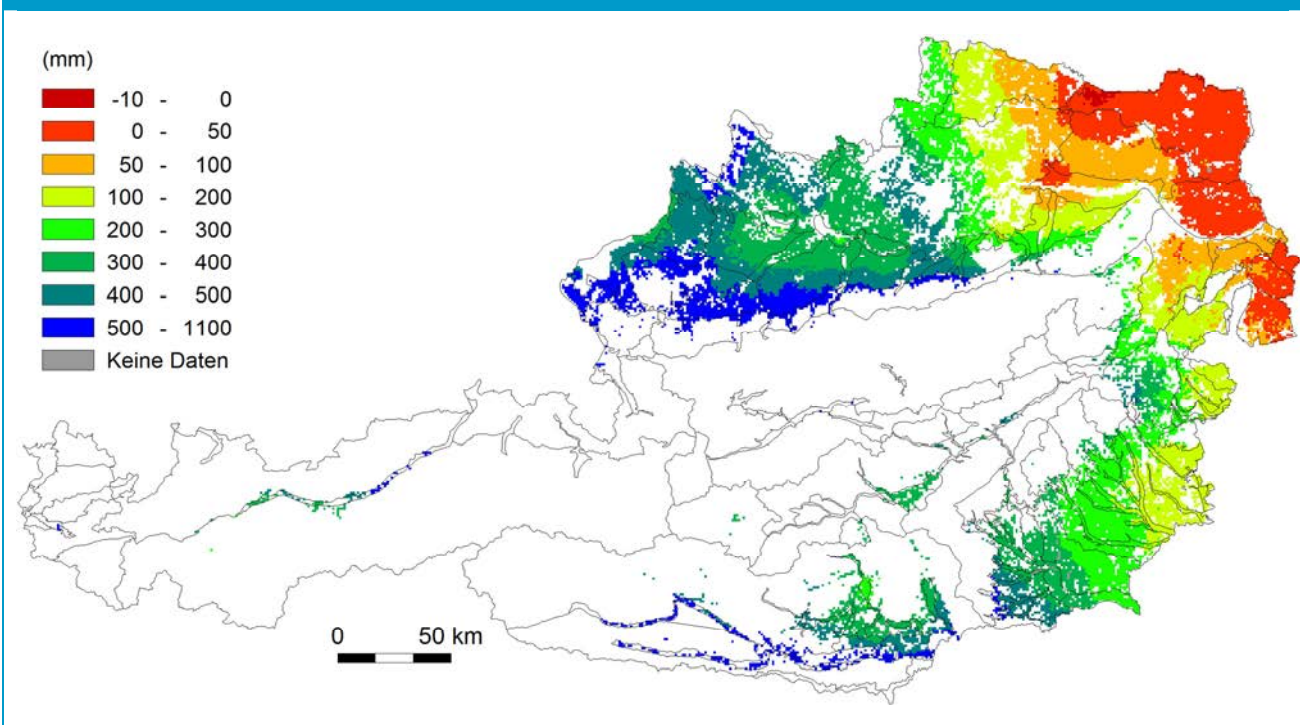
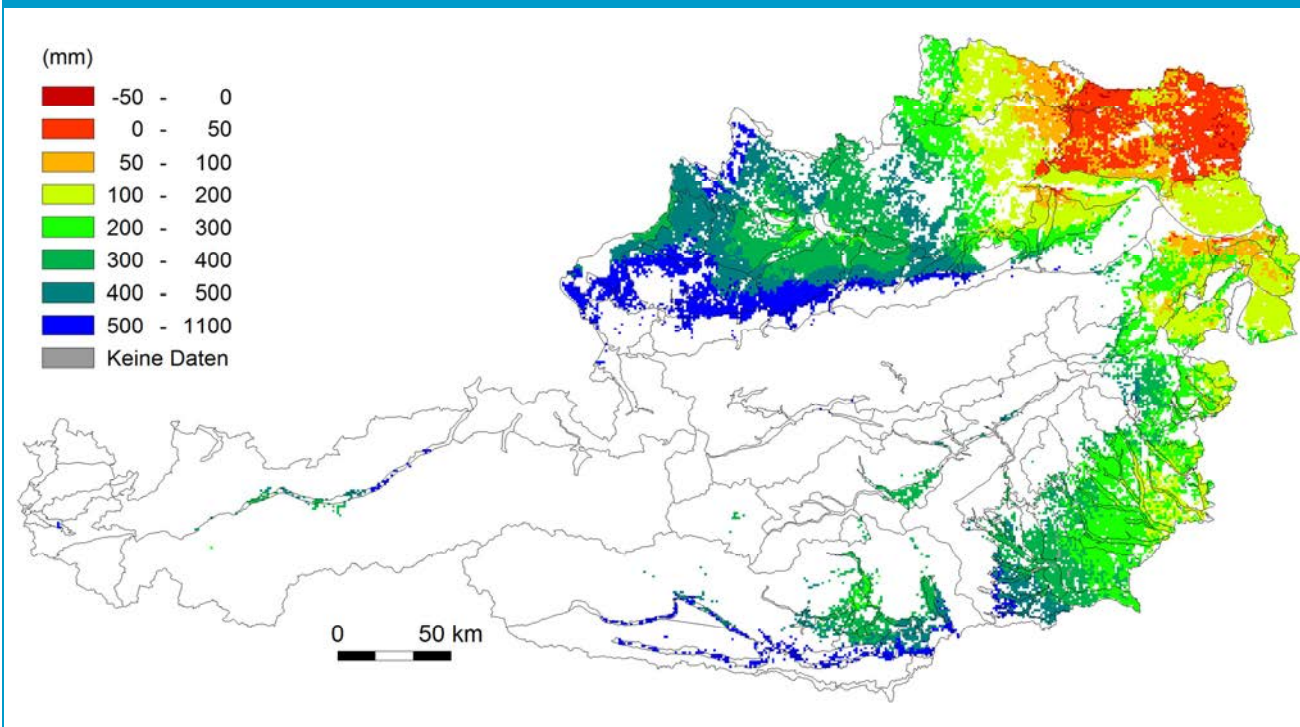


Abbildung 7.4.1-1: Berechnete mittlere Sickerwasserbilanz (in 1 m) für die Periode 1990 - 2010 unter Annahme einer flächendeckenden Wintergetreide-Dauerkultur basierend auf bodenhydrologischer Parametrisierung nach Wösten et al. (1999) bzw. nach Schaap et al. (2001).

Bodenhydrologische Parametrisierung nach Wösten et al. (1999)



Bodenhydrologische Parametrisierung nach Schaap et al. (2001)

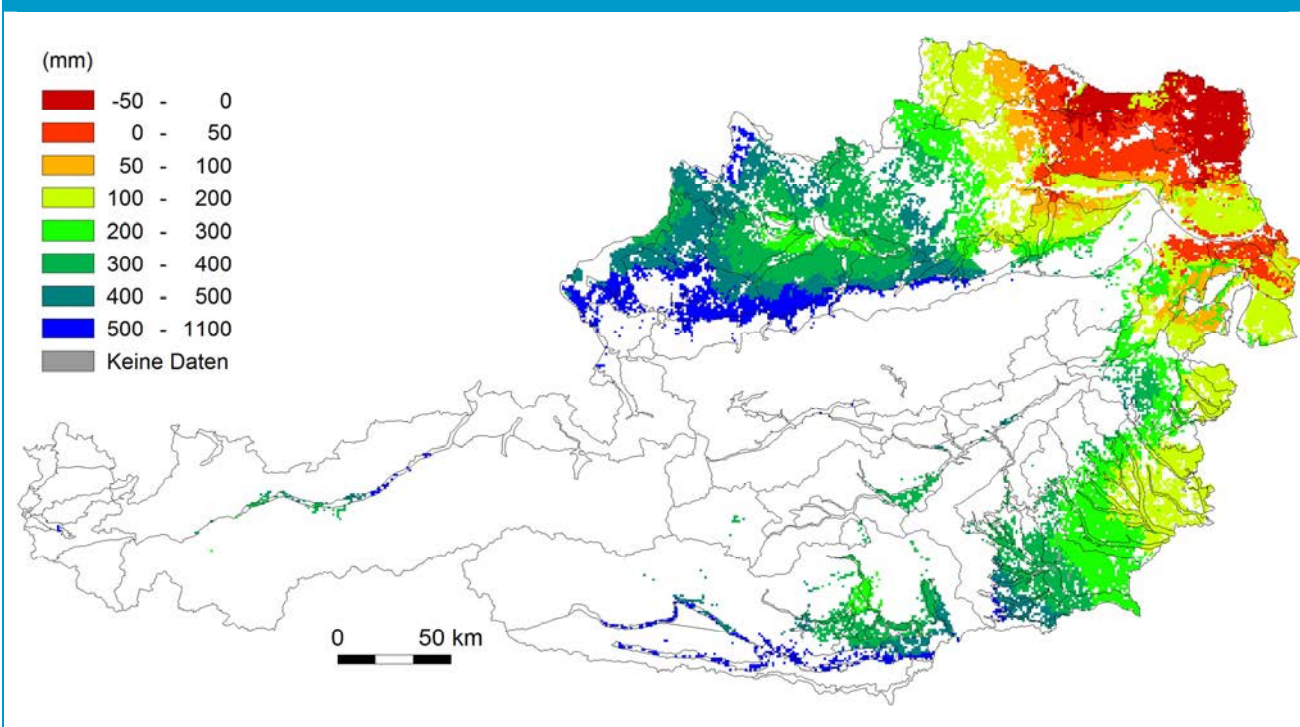
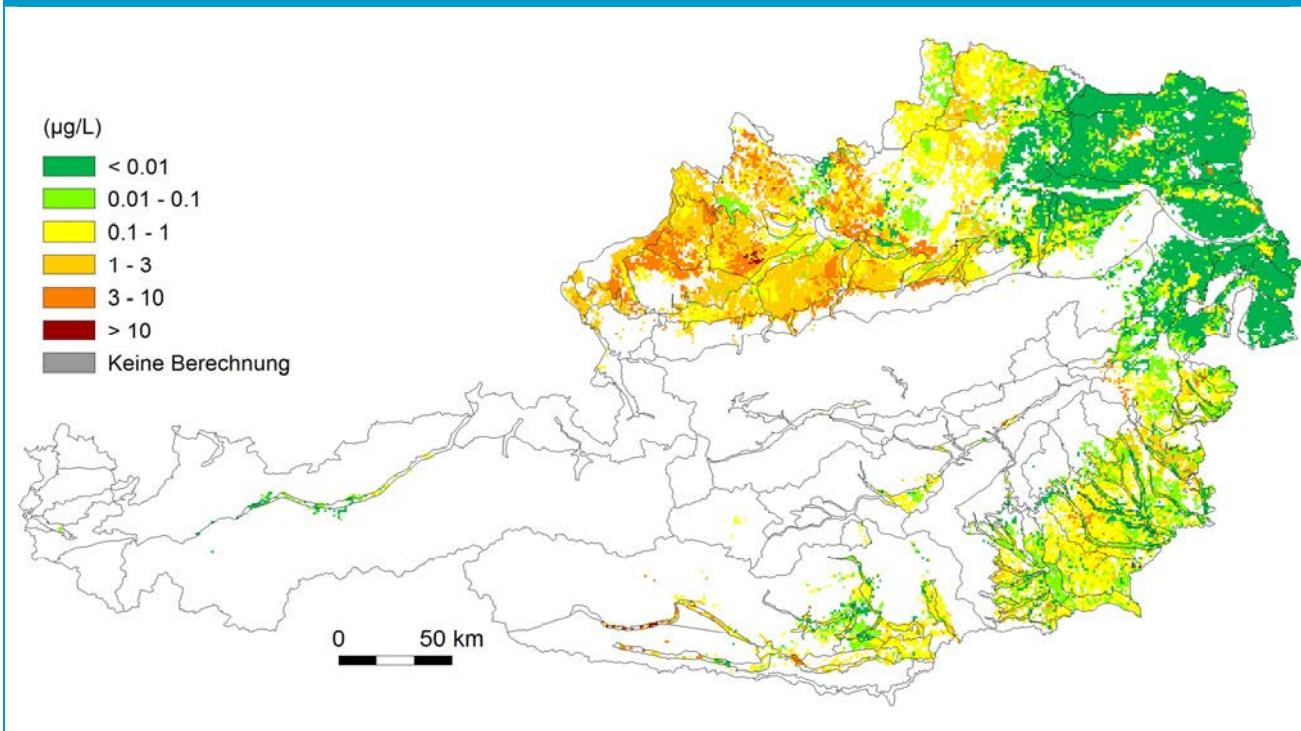


Abbildung 7.4.1-2: Berechnete mittlere Sickerwasserbilanz (in 1 m) für die Periode 1990 - 2010 unter Annahme einer flächendeckenden Mais-Dauerkultur (unter Berücksichtigung von Bewässerung) basierend auf bodenhydrologischer Parametrisierung nach Wösten et al. (1999) bzw. nach Schaap et al. (2001).

Bodenhydrologische Parametrisierung nach Wösten et al. (1999)



Bodenhydrologische Parametrisierung nach Schaap et al. (2001)

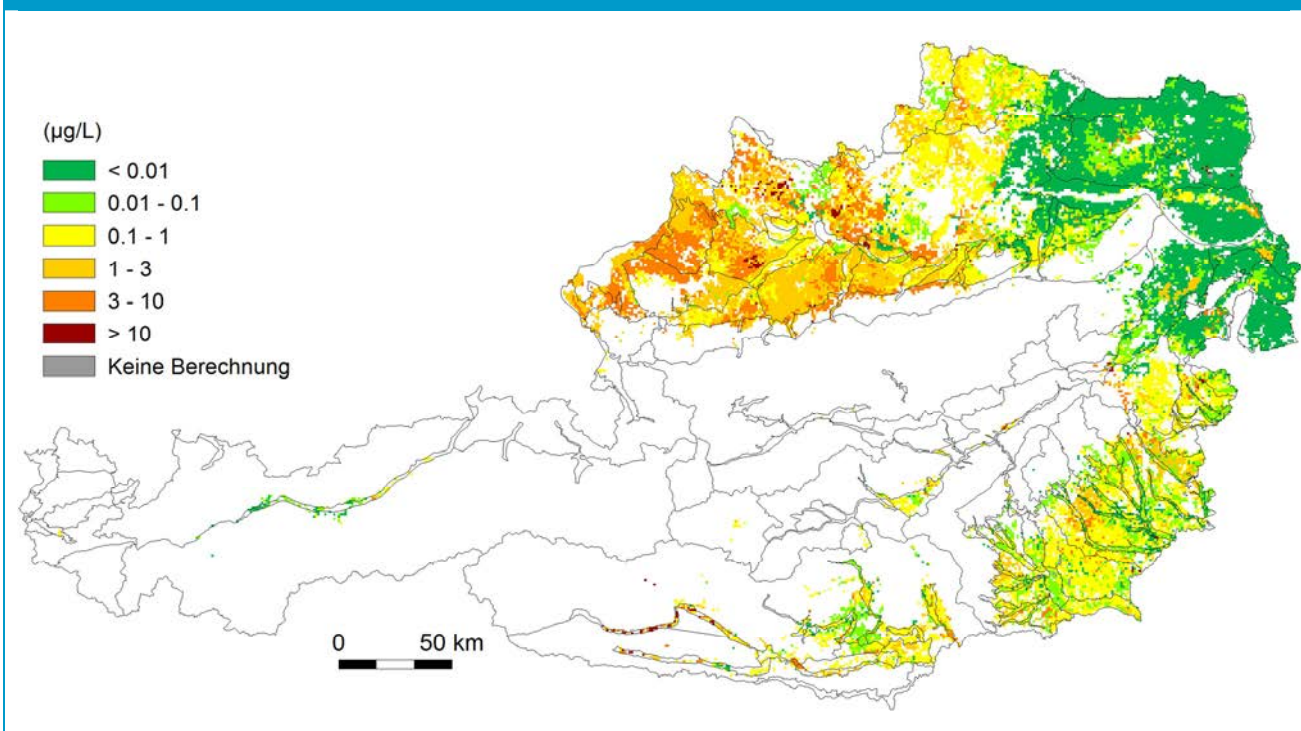
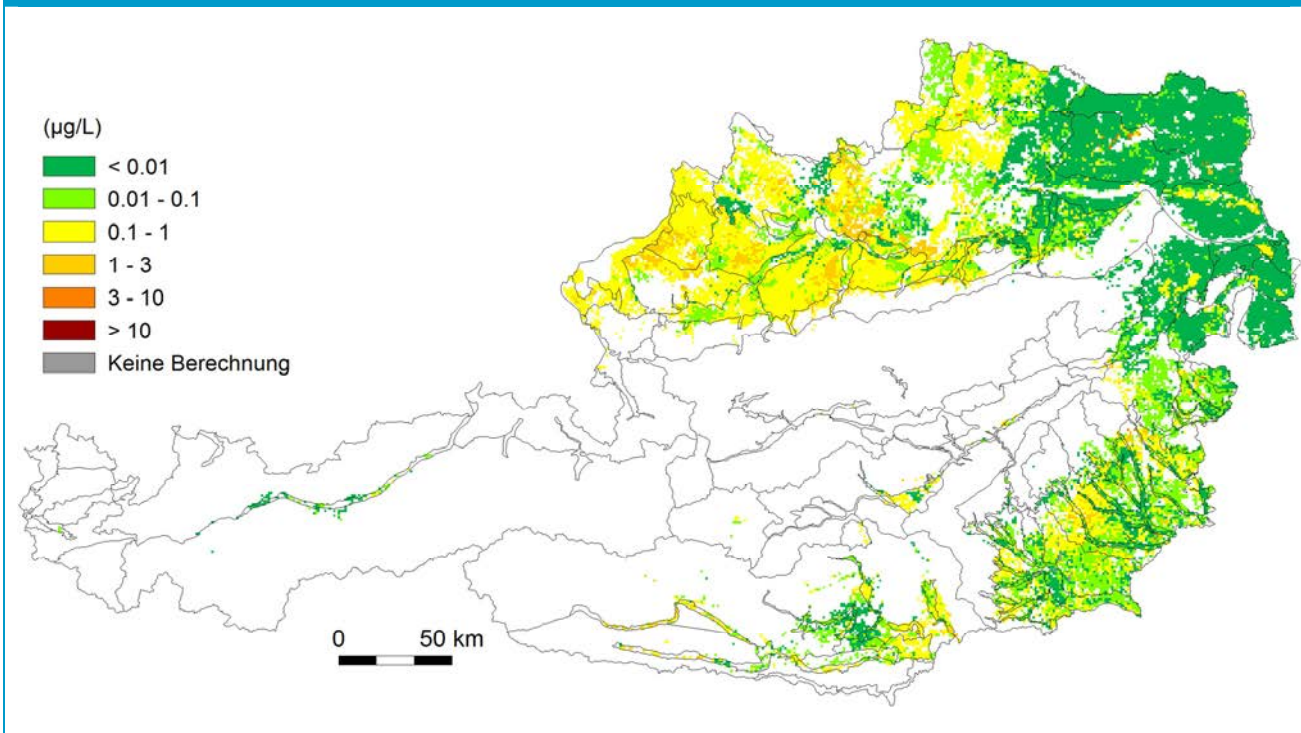


Abbildung 7.4.1-3: Berechnete Jahresmittelkonzentration der Standardsubstanz D im Sickerwasser (1 m) bei mittleren Witterungsbedingungen nach Herbstanwendung in Wintergetreide basierend auf bodenhydrologischer Parametrisierung nach Wösten et al. (1999) bzw. nach Schaap et al. (2001).

Bodenhydrologische Parametrisierung nach Wösten et al. (1999)



Bodenhydrologische Parametrisierung nach Schaap et al. (2001)

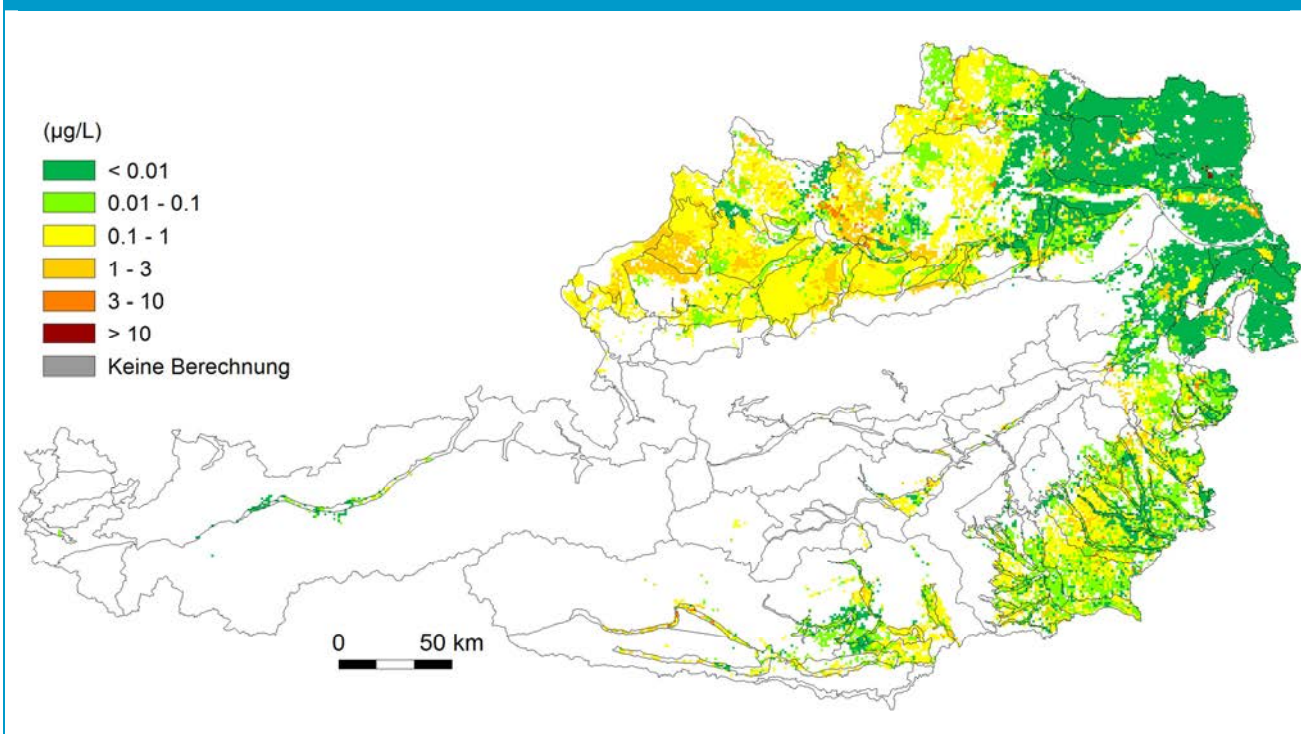
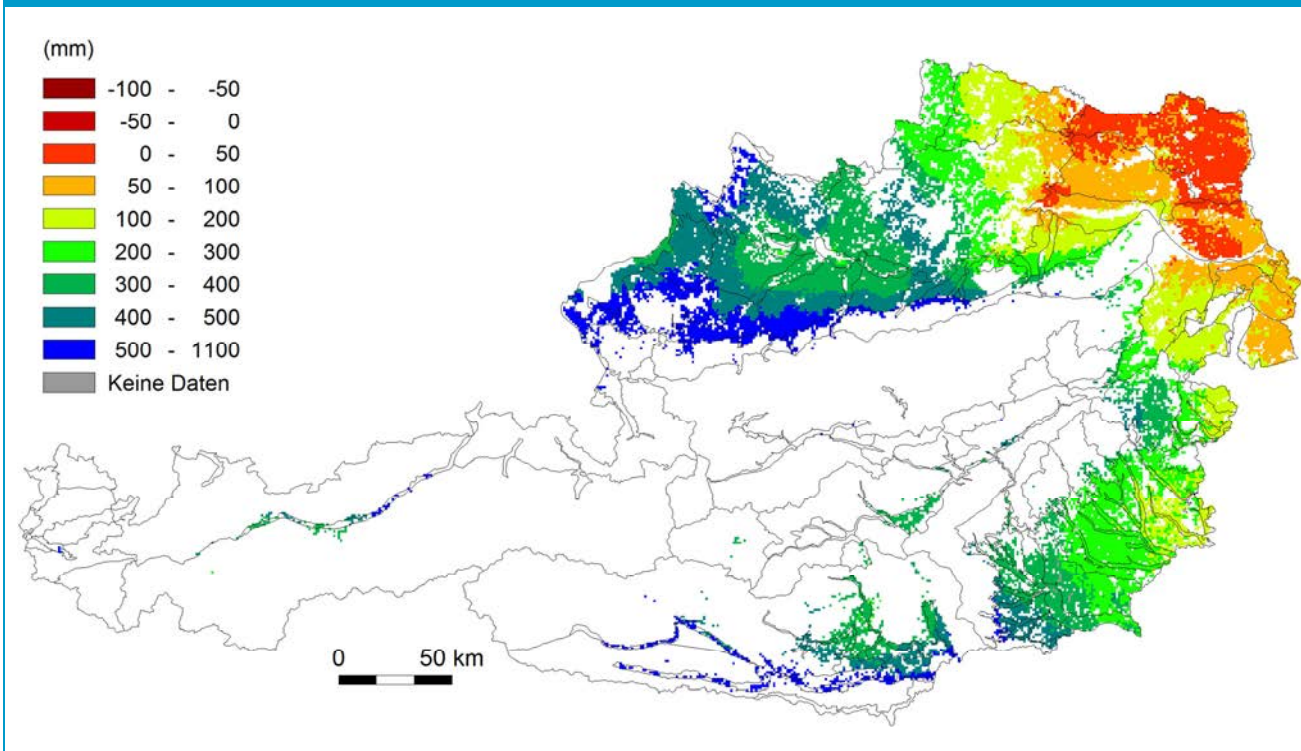


Abbildung 7.4.1-4: Berechnete Jahresmittelkonzentration der Standardsubstanz D im Sickerwasser (1 m) bei mittleren Witterungsbedingungen nach Frühjahrsanwendung in Mais basierend auf bodenhydrologischer Parametrisierung nach Wösten et al. (1999) bzw. nach Schaap et al. (2001).

7.4.2 Parametrisierung der Verdunstung von der vegetationsfreien Bodenoberfläche

Für die Berechnung der *Verdunstung von der vegetationsfreien Oberfläche* stehen in GeoPEARL zwei empirische Funktionen zur Verfügung. FOCUS (2009) empfiehlt für die EU-Grundwasser-Szenarien die Berechnung nach Boesten und Stroosnijder (1986), in der Niederländischen Version von GeoPEARL ist davon abweichend die Berechnung nach Black et al. (1969) implementiert. Vergleichende Berechnungen mit GeoPEARL-Austria (am Beispiel von Wintergetreide) zeigen, dass die Berechnung der Verdunstung von der vegetationsfreien Bodenoberfläche nach Boesten und Stroosnijder (1986) regional weitgehend unspezifisch zu etwa 80 mm höheren jährlichen Verdunstungsraten führt als die Berechnung nach Black et al. (1969), in Folge liefert die Parametrisierung nach Boesten und Stroosnijder (1986) um etwa 80 mm geringere jährliche Sickerwasserbilanz (Abbildung 7.4.2-1). Berechnungen von Sickerwassermengen von Lysimeteranlagen (siehe auch Kapitel 7.2, Modellverifizierung) haben gezeigt, dass die Übereinstimmung der gemessenen und prognostizierten Sickerwassermengen mit der Parametrisierung nach Boesten und Stroosnijder (1986) in den humideren Regionen (Oberösterreich und Steiermark) besser ist als mit der Parametrisierung nach Black et al. (1969). Allerdings prognostiziert GeoPEARL-Austria mit der Boesten/Stroosnijder-Parametrisierung im pannonischen Raum Österreichs vielerorts negativen Sickerwasserbilanzen (bis -70 mm).

Parametrisierung der Verdunstung von der vegetationsfreien Bodenoberfläche
nach Black et al. (1969)



Parametrisierung der Verdunstung von der vegetationsfreien Bodenoberfläche
nach Boesten und Stroosnijder (1986)

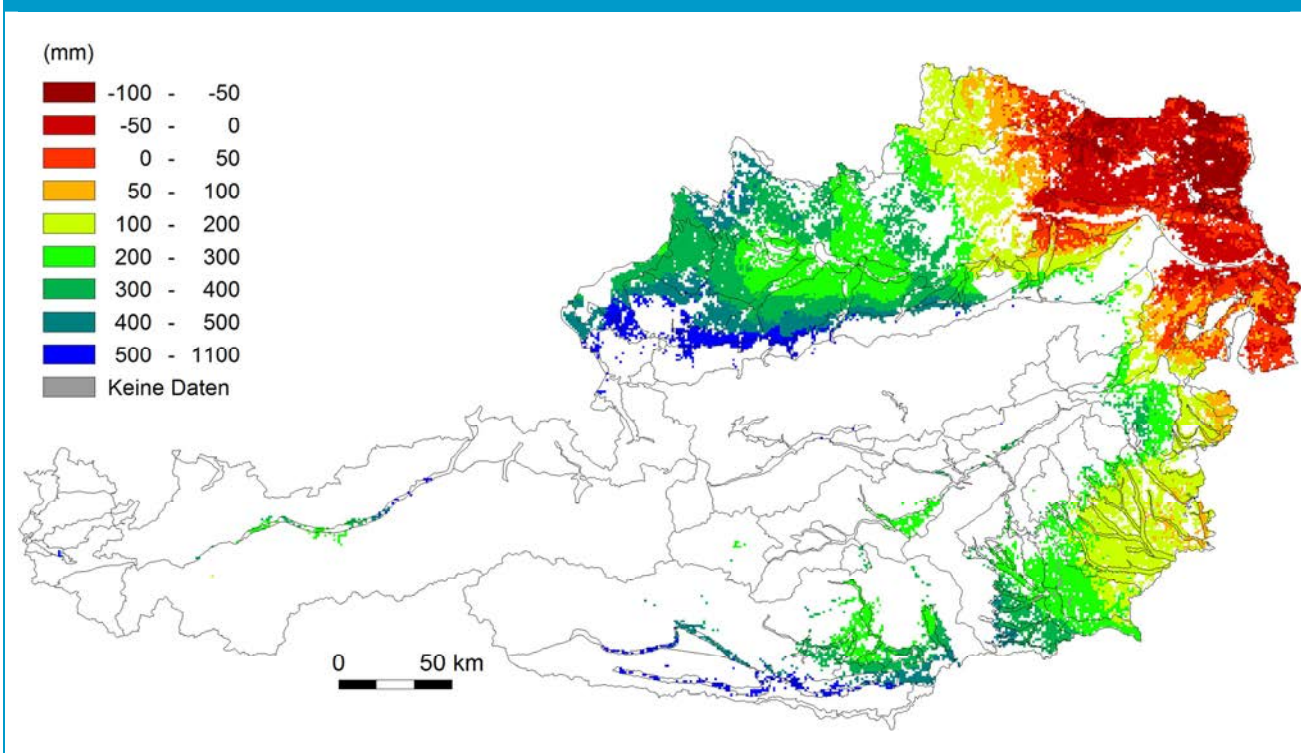


Abbildung 7.4.2-1: Berechnete mittlere Sickerwasserbilanz in 1 m Bodentiefe für die Periode 1990 - 2010 in Wintergetreide (Dauerkultur) basierend auf Parametrisierung der Verdunstung von der freien Bodenoberfläche nach Black et al. (1969) bzw. Boesten und Stroosnijder (1986).

7.4.3 Sensibilitätsabschätzung

Zur Darstellung des Einflusses ausgewählter Modellparameter auf das Berechnungsergebnis von GeoPEARL-Austria wurden vergleichende Berechnungen (mit und ohne Veränderung der Modellparameter) für zwei unterschiedlich mobile und persistente Standardsubstanzen (A und D) durchgeführt (Tabelle 7.4.1-1). Den Berechnungen liegt eine Anwendung der beiden Standardsubstanzen in Wintergetreide (Herbstanwendung) und Mais (Frühjahrsanwendung) mit je 1 kg/ha zugrunde. Die Berechnungen wurden ohne und mit nachfolgenden Veränderungen verschiedener Modellparameter durchgeführt:

- Erhöhung des Humusgehalts um den Faktor 1,1
- Erhöhung der Halbwertszeit (DT_{50}) um den Faktor 1,1
- Erhöhung des Adsorptionskoeffizienten (K_{FOC}) um den Faktor 1,1
- Erhöhung der Freundlich-Exponenten ($1/n$) um den Faktor 1,1
- Erhöhung der Plant-Uptake-Faktors um den Faktor 1,1
- Verschiebung der Anwendung um +/- 2 Wochen

Den Berechnungsergebnissen werden in Tabelle 7.4.3-1 die Auswirkungen unterschiedlicher Modellparametrisierungen in Bezug auf Bodenhydrologie und Verdunstung von der vegetationsfreien Bodenoberfläche (wie unter 7.4.1 und 7.4.2 beschrieben) auf die prognostizierte Sickerwasserkonzentration der beiden Standardsubstanzen gegenübergestellt.

Wie in Tabelle 7.4.3-1 ersichtlich, ist der Einfluss der Stoffeigenschaften auf das Berechnungsergebnis mit GeoPEARL-Austria hoch. Bereits eine Veränderung der Halbwertszeit, des Adsorptionskoeffizienten, des Freundlich-Exponenten oder des Plant-Uptake-Faktors um jeweils einen Faktor von 1,1 führt im Mittel zu einer Veränderung der Berechnungsergebnisse um einen Faktor von 1,6, 0,64, 4,0 bzw. 0,97. Ruft man sich in Erinnerung, dass die Halbwertszeit bzw. der Adsorptionskoeffizienten in Schwankungsbreiten bis zu einem von Faktor von 5 - 10 aufweisen können, wird ersichtlich, dass die Berechnungsergebnisse mit GeoPEARL-Austria unter Annahme von *mittleren* Stoffeigenschaften mit relativ hohen regionalen Unsicherheiten verbunden sind. Als besonders empfindlicher Stoffparameter hat sich der Freundlich-Koeffizient ($1/n$) erwiesen, dieser liegt für organische Substanzen in der Regel um 0,9 (FOCUS 2009). Allerdings ist dessen natürliche Schwankungsbreite mit etwa $\pm 0,1$ eher gering. Mehr zum Tragen kommen aufgrund ihrer breiten natürlichen Streuung die Stoffeigenschaften Halbwertszeit und Adsorptionskoeffizient. Empfindlich reagiert das Modell auch auf den Humusgehalt im Boden, eine Erhöhung dieses Parameters um den Faktor 1,1 führt zu einer Veränderung des Berechnungsergebnisses um den Faktor 0,65. Im Gegensatz zu Veränderungen der oben erwähnten Modellparameter ist die Veränderung der Berechnungsergebnisse von GeoPEARL-Austria aufgrund einer Verschiebung des Anwendungszeitpunkts (hier +/- 2 Wochen) eher gering.

Tabelle 7.4.3-1: Mittlere Veränderung der berechneten Jahresmittelkonzentration der Standardsubstanzen A und D im Sickerwasser (1 m) nach individueller Veränderung der Stoffeigenschaften (DT_{50} , K_{FOC} , $1/n$, Plant-Uptake-Faktor) bzw. des Humusgehalt um jeweils einen Faktor von 1,1, bzw. bei Verschiebung des Anwendungszeitpunkts um 2 Wochen bzw. bei unterschiedlicher Parametrisierung der Bodenhydrologie und Verdunstung.

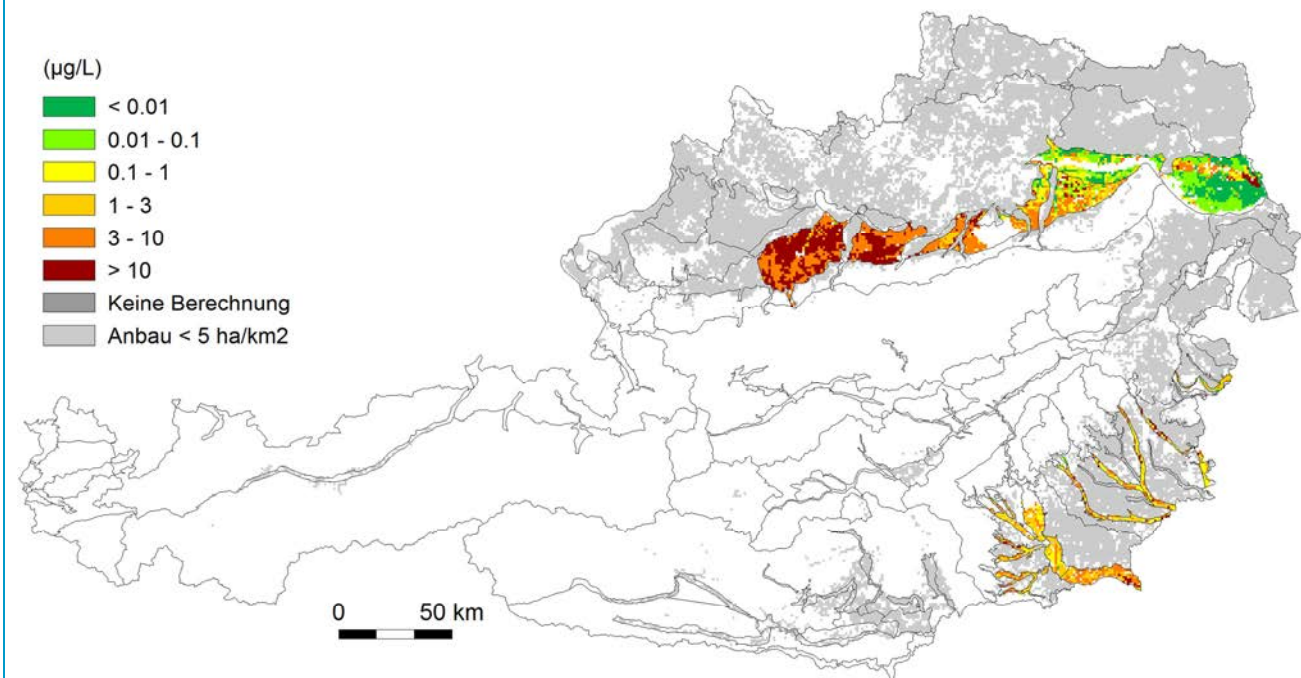
Kultur Standardsubstanz	Wintergetreide		Mais		Mittelwert
	A	D	A	D	
$DT_{50} \times 1,1$	1,4	1,7	1,4	1,8	1,6
$K_{FOC} \times 1,1$	0,72	0,55	0,74	0,54	0,64
$1/n \times 1,1$	2,5	5,3	2,4	5,9	4,0
Plant-Uptake-Faktor $\times 1,1$	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Humus $\times 1,1$	0,75	0,63	0,7	0,53	0,65
Anwendungszeitpunkt 2 Wochen später	-	-	-	0,9	0,9
Anwendungszeitpunkt 2 Wochen früher	-	-	-	1,1	1,1
Bodenhydrologische Parameterisierung: Schaap et al. (2004) vs. Wösten et al. (1999)	1,3	1,5	1,3	1,6	1,4
Verdunstung von der vegetationsfreien Oberfläche: Boesten und Stroosnijder (1986) vs. Black et al. (1969)	0,65	0,40	-	-	0,52

Aus den Ergebnissen der Sensibilitätsabschätzung von GeoPEARL-Austria geht hervor, dass die Prognosegenauigkeit des Modells in hohem Ausmaß vom Vorliegen regionalspezifischer Stoffeigenschaften der Wirkstoffe und Metaboliten und vom hinreichend genauen Humusgehalten im Boden abhängt. Über eine Verbesserung der bodenhydrologischen Prozesse im Modell kann die Prognosegenauigkeit von GeoPEARL-Austria, abgesehen von der Nichtberücksichtigung präferenzierter Flüsse, nur unwesentlich erhöht werden.

7.4.4 Einfluss der Modellagggregation (Rastermodell vs. Plotmodell)

Vergleichende Berechnungen für ausgewählte Rasterzellen ($n = 4058$) des Rastermodells bzw. für die entsprechenden Plots des Plotsmodells mit zwei unterschiedlich mobilen und persistenten Standardsubstanzen (A und D, Tabelle 7.4.1-1) bei Herbstanwendung in Wintergetreide (je 1 kg/ha) zeigen, dass sich die Ergebnisse beider Modellansätze kaum unterscheiden und das Plotmodell daher für anbauflächendeckende Berechnungen als ausreichend repräsentativ erachtet werden kann (Abbildung 7.4.4-1 und Abbildung 7.4.4-2). Für detailliertere regionale Betrachtungen ist allerdings dem Rastermodell der Vorzug zu geben.

Berechnungsgrundlage: Rastermodell



Berechnungsgrundlage: Plotmodell

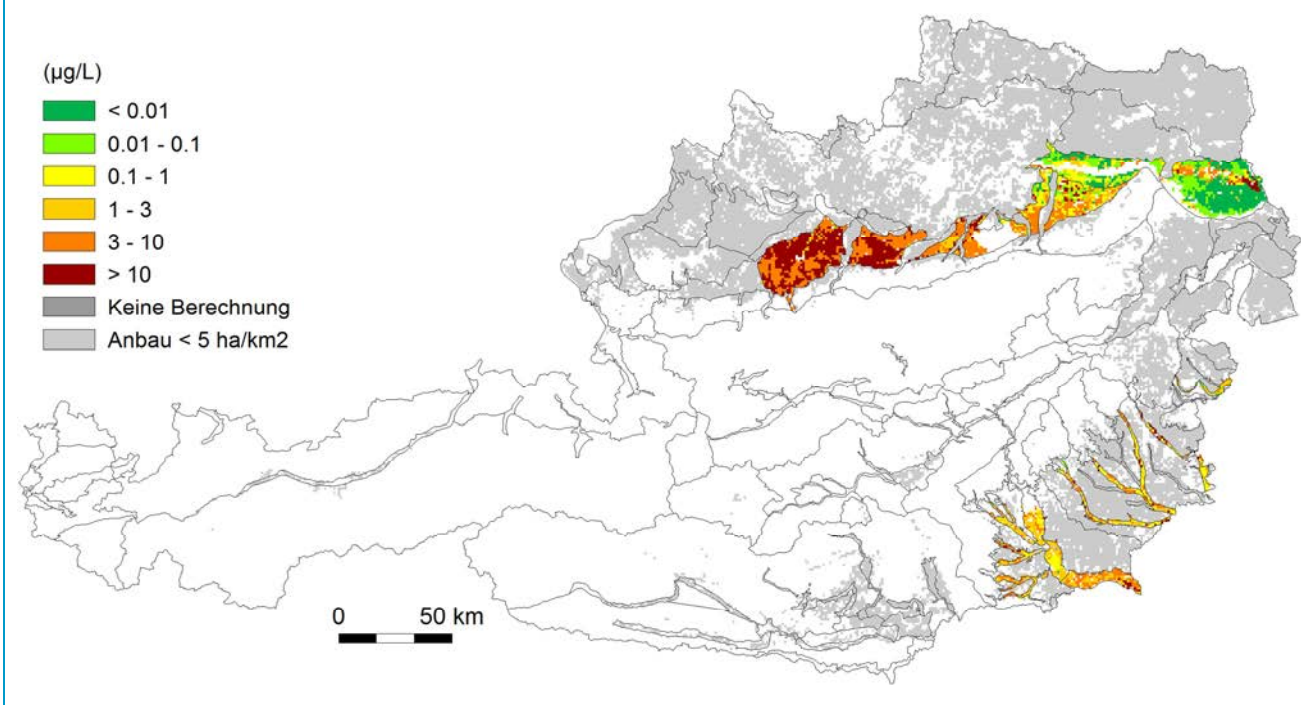
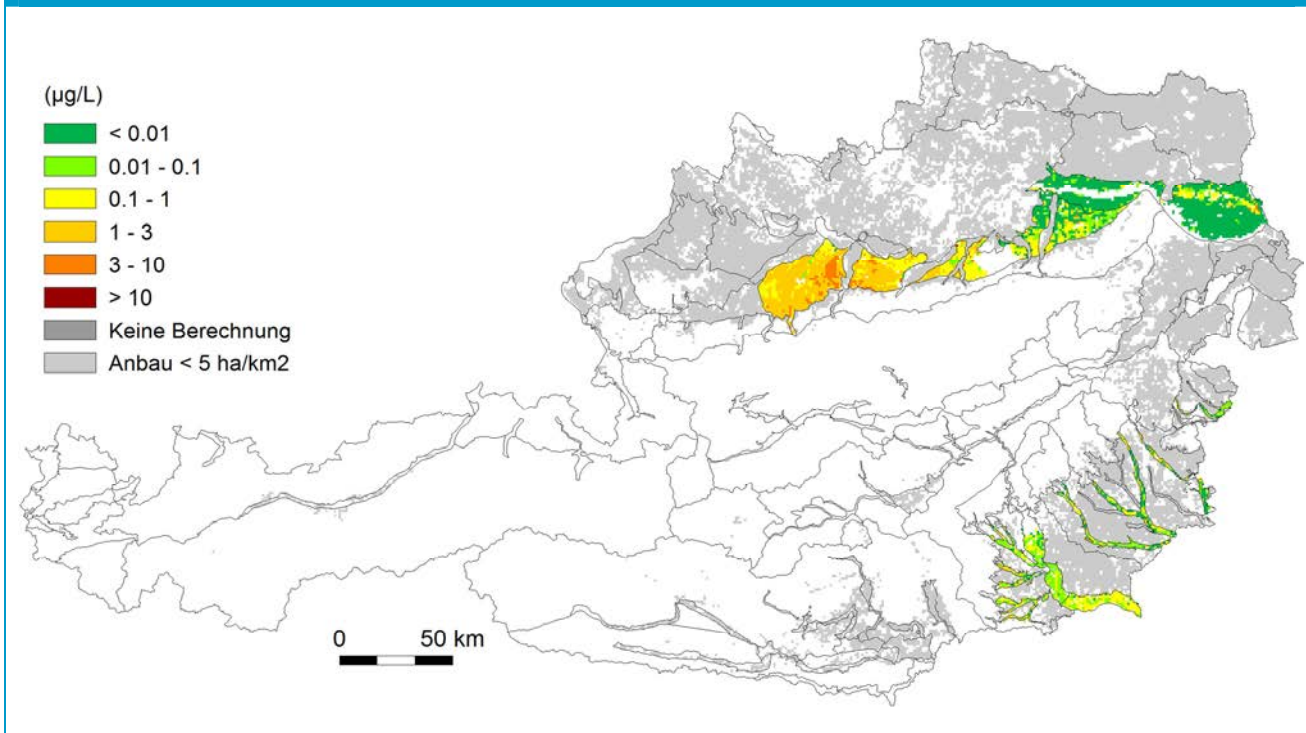


Abbildung 7.4.4-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration der Standardsubstanz A im Sickerwasser (1 m) ausgewählter Rasterzellen unter Annahme einer Wintergetreide-Dauerkultur bei mit mittleren Witterungsbedingungen basierend auf Berechnungsergebnissen des Rastermodells (oben) bzw. des Plotmodells (unten).

Berechnungsgrundlage: Rastermodell



Berechnungsgrundlage: Plotmodell

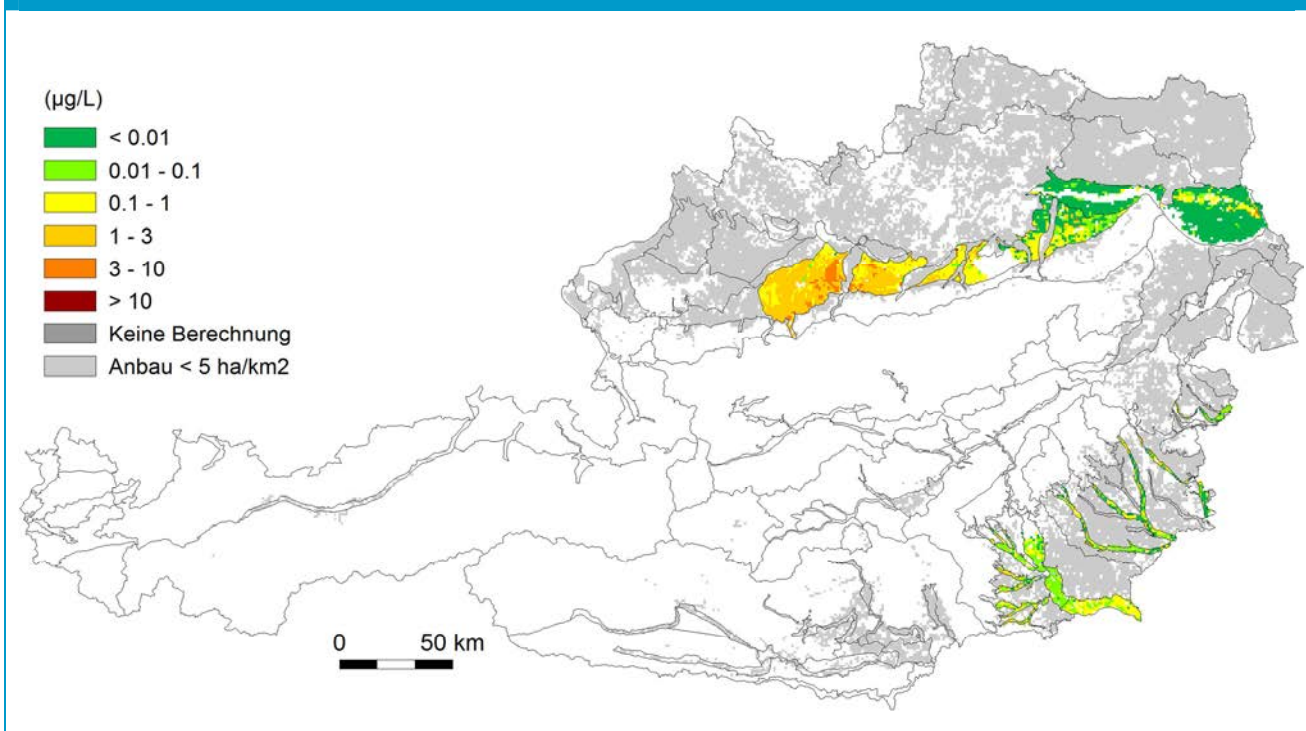
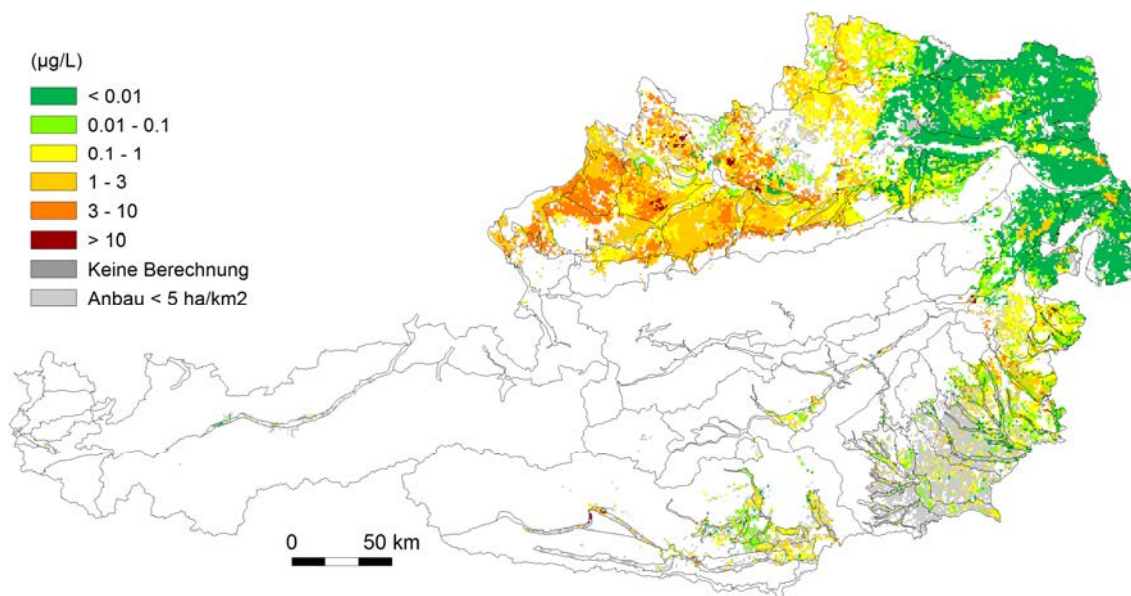


Abbildung 7.4.4-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration der Standardsubstanz D im Sickerwasser (1 m) ausgewählter Rasterzellen unter Annahme einer Wintergetreide-Dauerkultur bei mittleren Witterungsbedingungen basierend auf Berechnungsergebnissen des Rastermodells (oben) bzw. des Plotmodells (unten).

7.4.5 Verwendung alle Plots vs. Verwendung repräsentativer Plots

Vergleichende Berechnungen mit zwei unterschiedlich mobilen und persistenten Standardsubstanzen (A und D, Tabelle 7.4.1-1) in Wintergetreide (Herbstanwendung) und Mais (Frühjahrsanwendung) basierend auf dem gesamten Plotmodell bzw. auf einer Auswahl repräsentativer Plots und anschließender Interpolation ergeben, dass der Verlust an regionaler Auflösung vertretbar ist (Abbildung 7.4.5-1 und Abbildung 7.4.5-2).

Berechnungsbasis: Gesamtes Plotmodell



Berechnungsbasis: 500 repräsentative Plots mit anschließender Interpolation

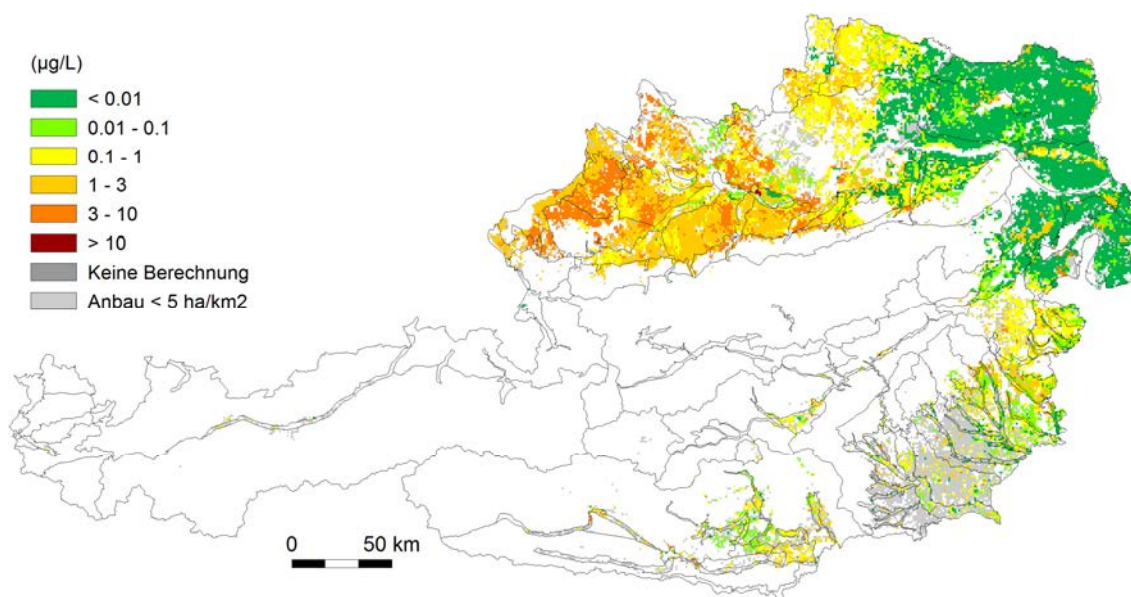
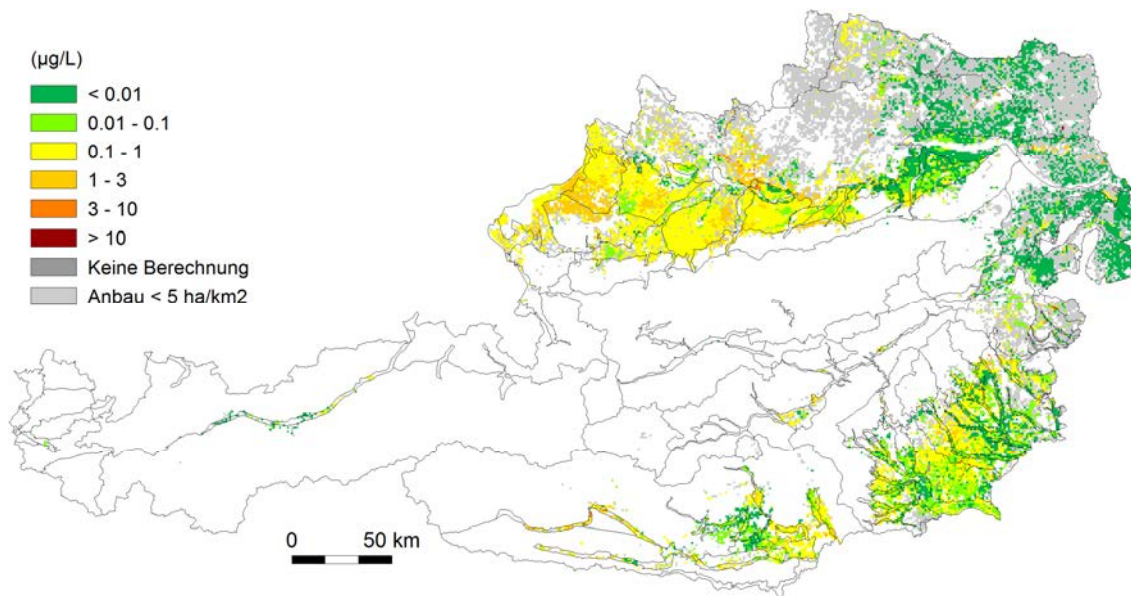


Abbildung 7.4.5-1: Berechnete Jahresmittelkonzentration der Standardsubstanz D im Sickerwasser (1 m) aller Wintergetreideanbauflächen basierend auf Berechnungen sämtlicher Plots bzw. basierend auf Berechnungen von 500 repräsentativen Plots und nachfolgender Interpolation.

Berechnungsbasis: Gesamtes Plotmodell



Berechnungsbasis: 500 repräsentative Plots mit anschließender Interpolation

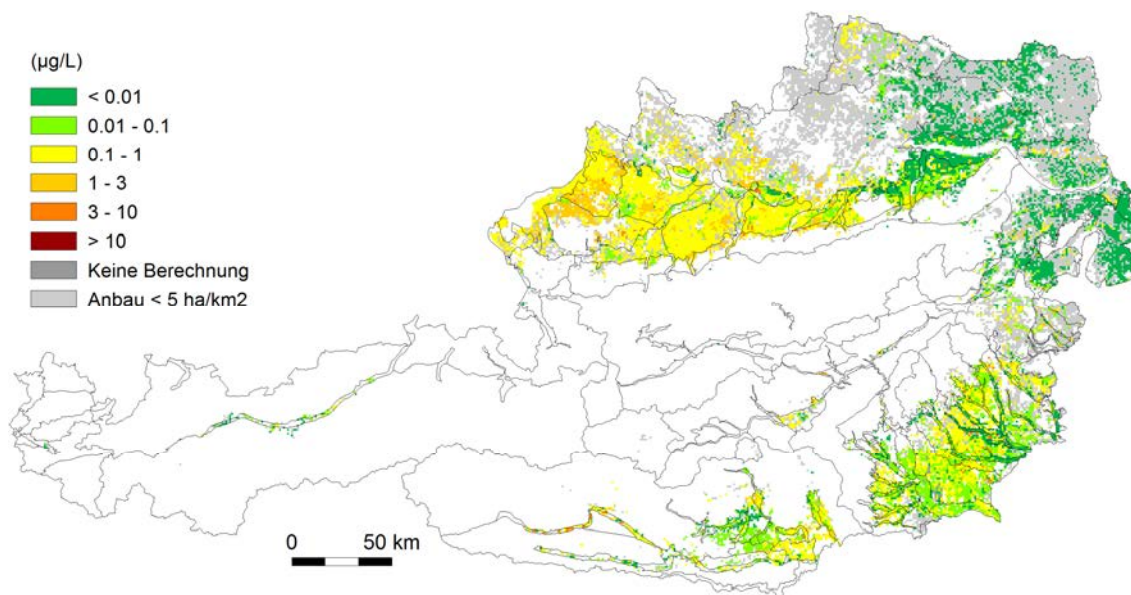


Abbildung 7.4.5-2: Berechnete Jahresmittelkonzentration der Standardsubstanz D im Sickerwasser (1 m) aller Maisanbauflächen basierend auf Berechnungen sämtlicher Plots bzw. basierend auf Berechnungen von 500 repräsentativen Plots mit anschließender Interpolation.

7.5 Wetterstationen

Tabelle 7.5-1 führt die in GeoPEARL-Austria implementierten 55 Klimastationen der ZAMG und deren Datenlücken (%) an.

Tabelle 7.5-1: In GeoPEARL-Austria implementierte Klimastationen und Datenlücken (%) für die Periode 1990 - 2010.

Klimastation	Datenlücken (%)					
	Minimum-temperatur	Maximum-temperatur	Niederschlag	Windgeschwindigkeit	Dampfdruck	Sonnenscheindauer
Aigen im Ennstal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bad Gleichenberg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bad Radkersburg	0,4	0,4	3,6	3,6	2,8	17,1
Bad Zell/Allerheiligen	4,1	4,1	4,3	4,2	5,6	56,9
Baden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bischofshofen	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,8
Bregenz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
Dellach	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Deutschlandsberg	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	22,2
Eisenstadt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Feldkirch	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Freistadt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5
Friesach	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1
Fuerstenfeld	0,0	0,0	0,0	0,6	0,6	87,5
Gleisdorf	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	87,5
Gmunden	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Graz Universität	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gross Enzersdorf	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6
Hörsching	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3
Hohenau a. d. March	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,1
Hollabrunn/Schöngrabern	0,8	0,8	1,2	0,8	0,8	83,3
Innsbruck-Univ.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Japons/Raabs a.d. Thaya	2,3	2,3	2,3	100,0	2,4	88,0
Jenbach	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Klagenfurt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
Kleinzicken	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
Kremsmünster	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Kufstein	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Langenlebarn	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Langenlois	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Lienz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Litschau	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	2,0
Lutzmannsburg/Deutschkreuz	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	27,8
Mattsee	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	4,0

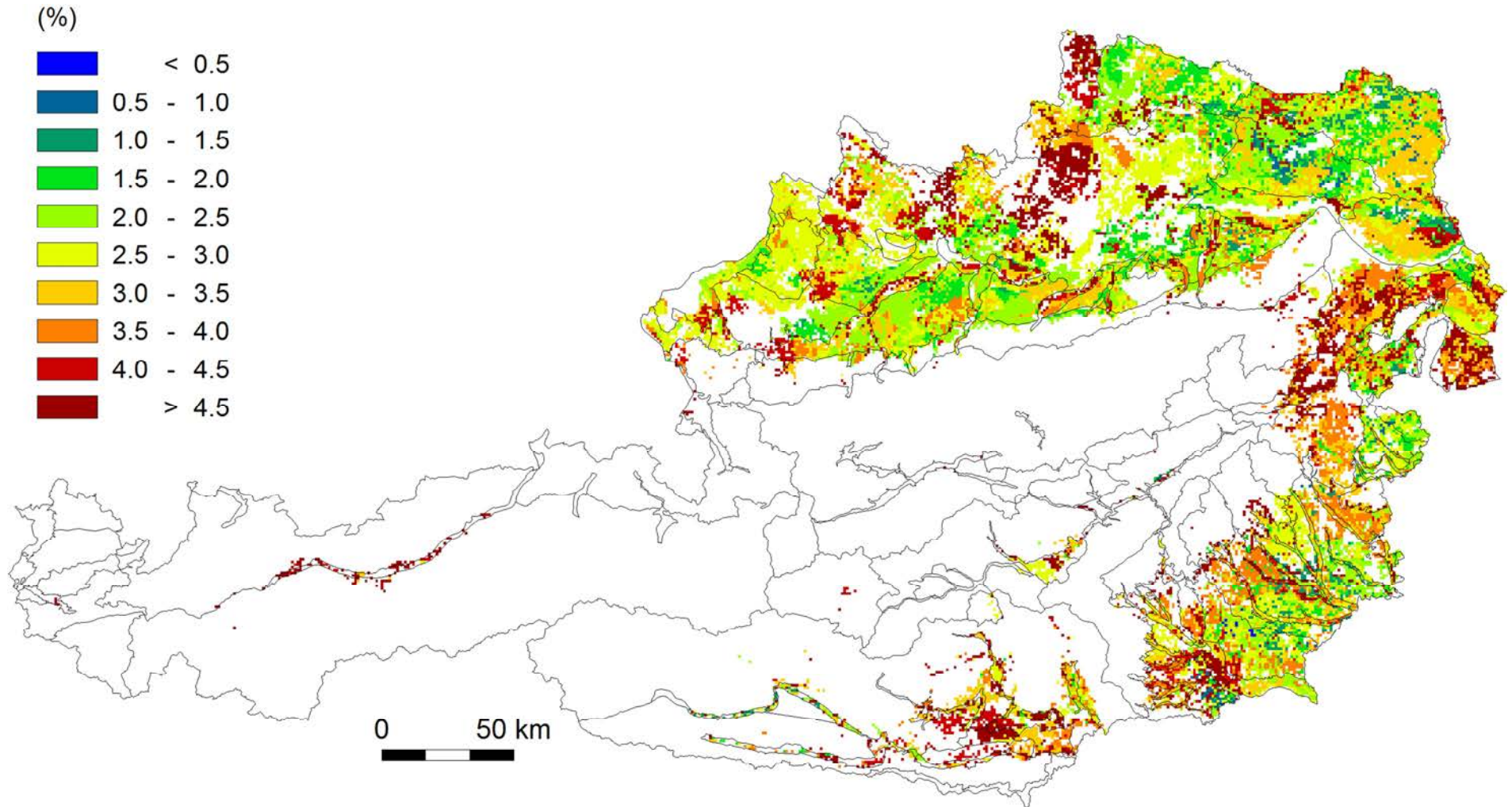
Klimastation	Datenlücken (%)					
	Minimum-temperatur	Maximum-temperatur	Niederschlag	Windgeschwindigkeit	Dampfdruck	Sonnenscheindauer
Mürzzuschlag	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	90,5
Neusiedl am See	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oberndorf a.d. Melk	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,1
Poysdorf	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Reichersberg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Retz	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
Rohrbach	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
Salzburg Flughafen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Spittal/Drau	1,0	1,0	1,0	1,2	1,0	0,8
St.Andrä i. Lavanttal	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	16,8
St.Pölten	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4
Stift Zwettl	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	22,6
Tamsweg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Villach	0,4	0,4	0,4	0,7	0,0	18,3
Wachtberg b. Steyr	0,0	0,0	2,0	0,4	0,0	30,5
Wagna-Leibnitz	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	24,6
Waizenkirchen	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	88,1
Weitra	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	19,2
Wörterberg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	21,8
Wr. Neustadt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zeltweg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

8 Kartenteil

8.1 Regionalisierte Daten in GeoPEARL-Austria

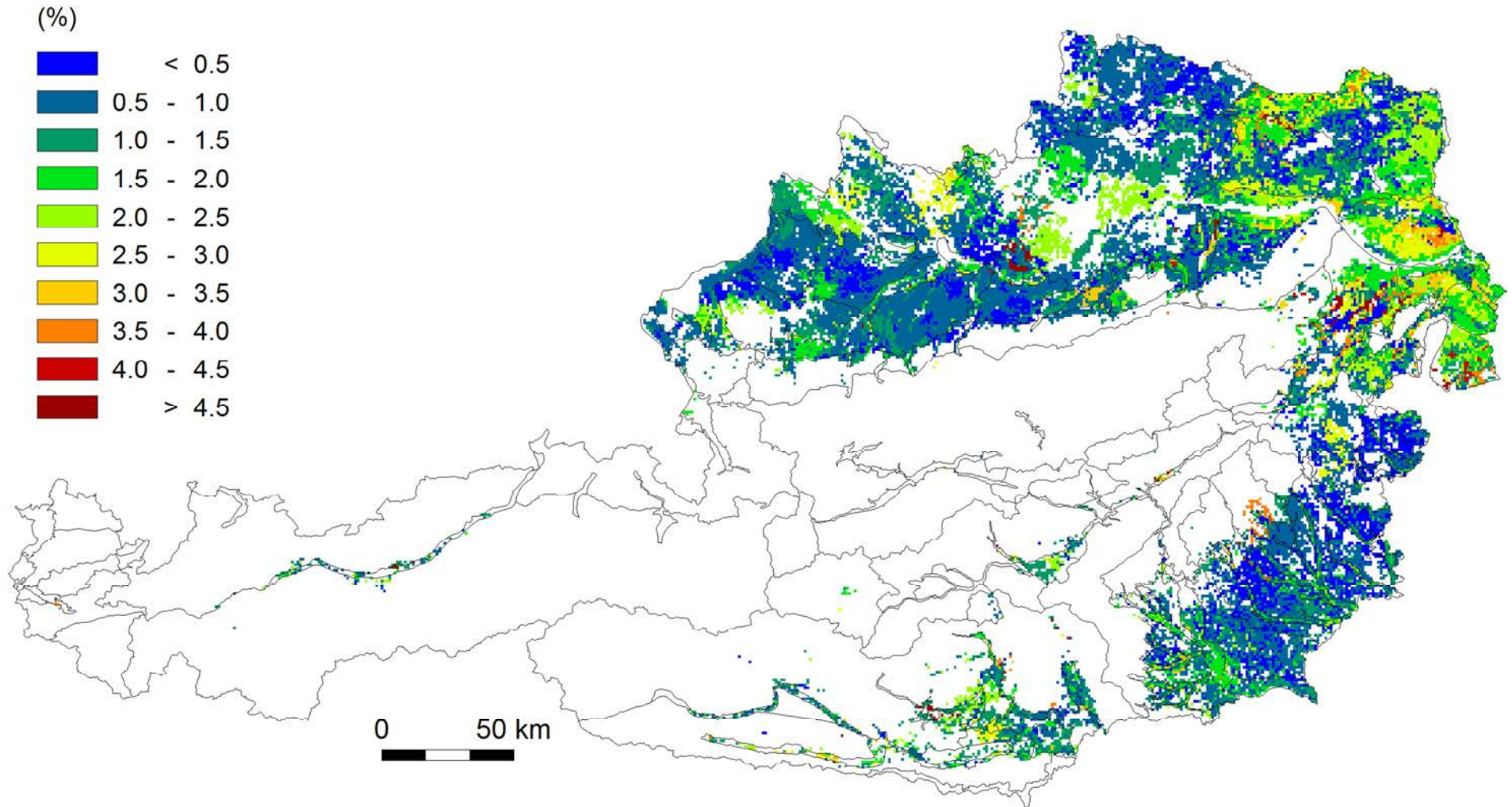
8.1.1 Boden

Mittlerer Humusgehalt (0 - 30 cm)



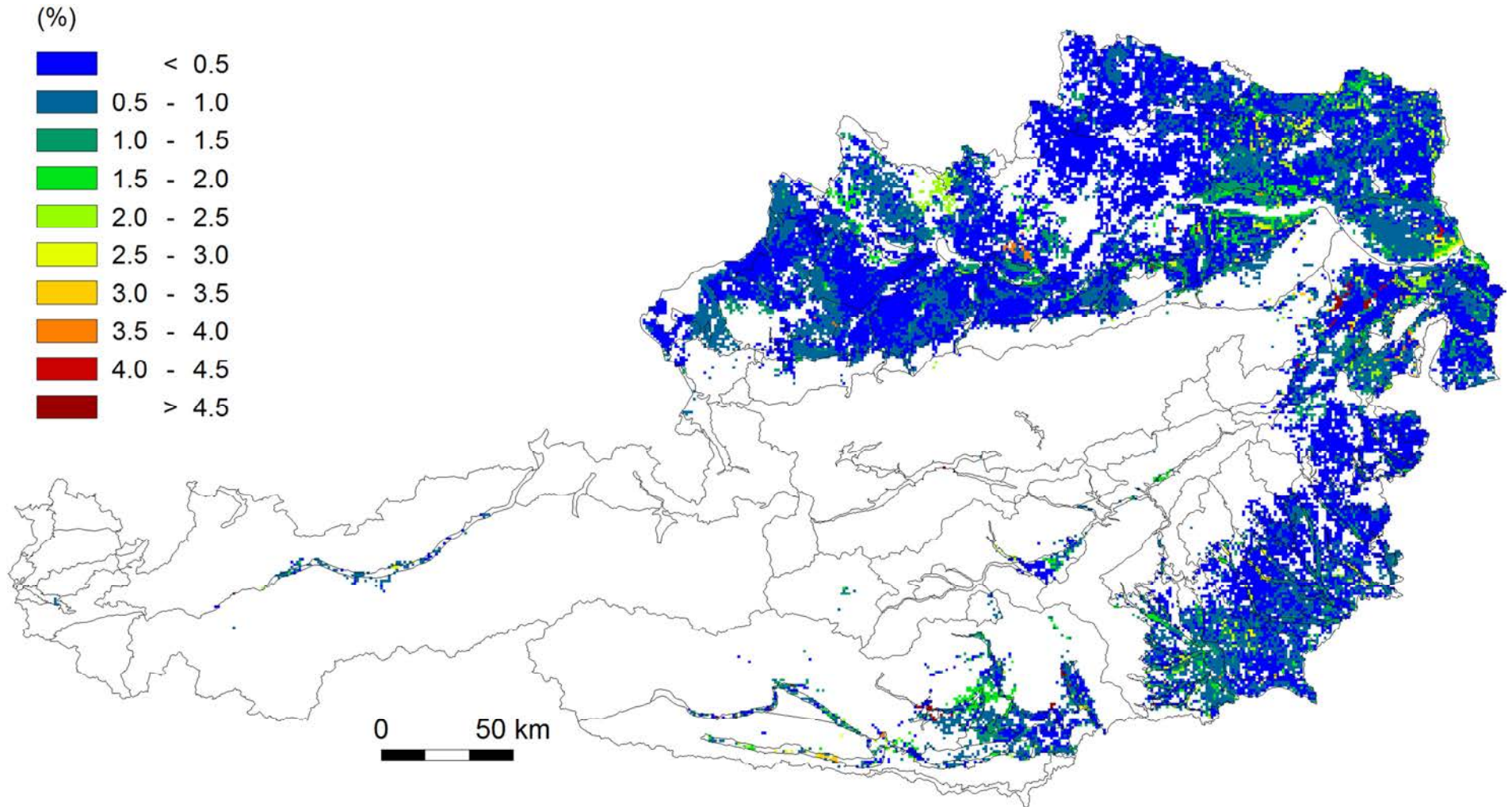
Quelle: Digitale Bodenkarte Österreich (2010)

Mittlerer Humusgehalt (30 - 60 cm)



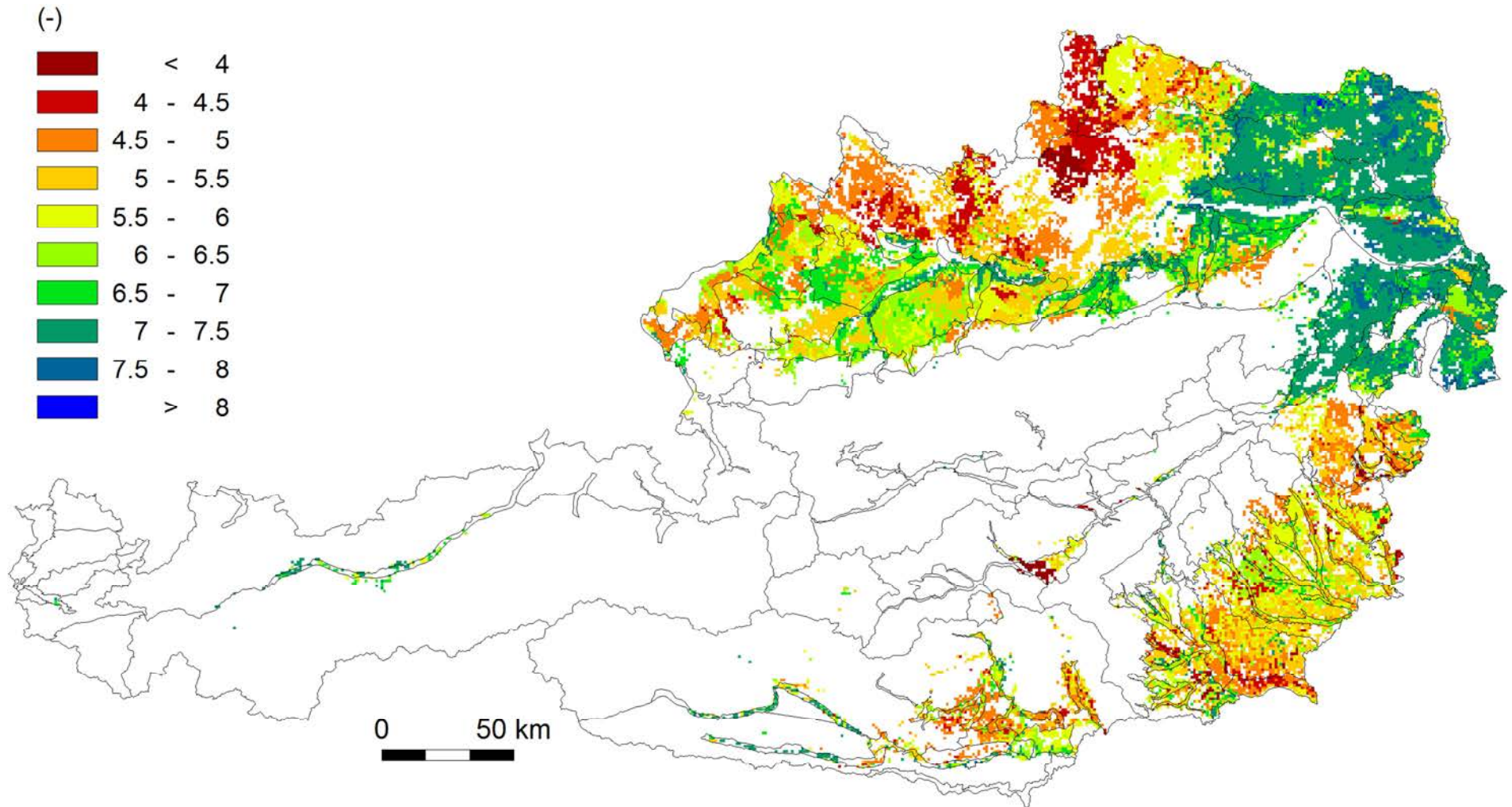
Quelle: Digitale Bodenkarte Österreich (2010)

Mittlerer Humusgehalt (60 - 100 cm)



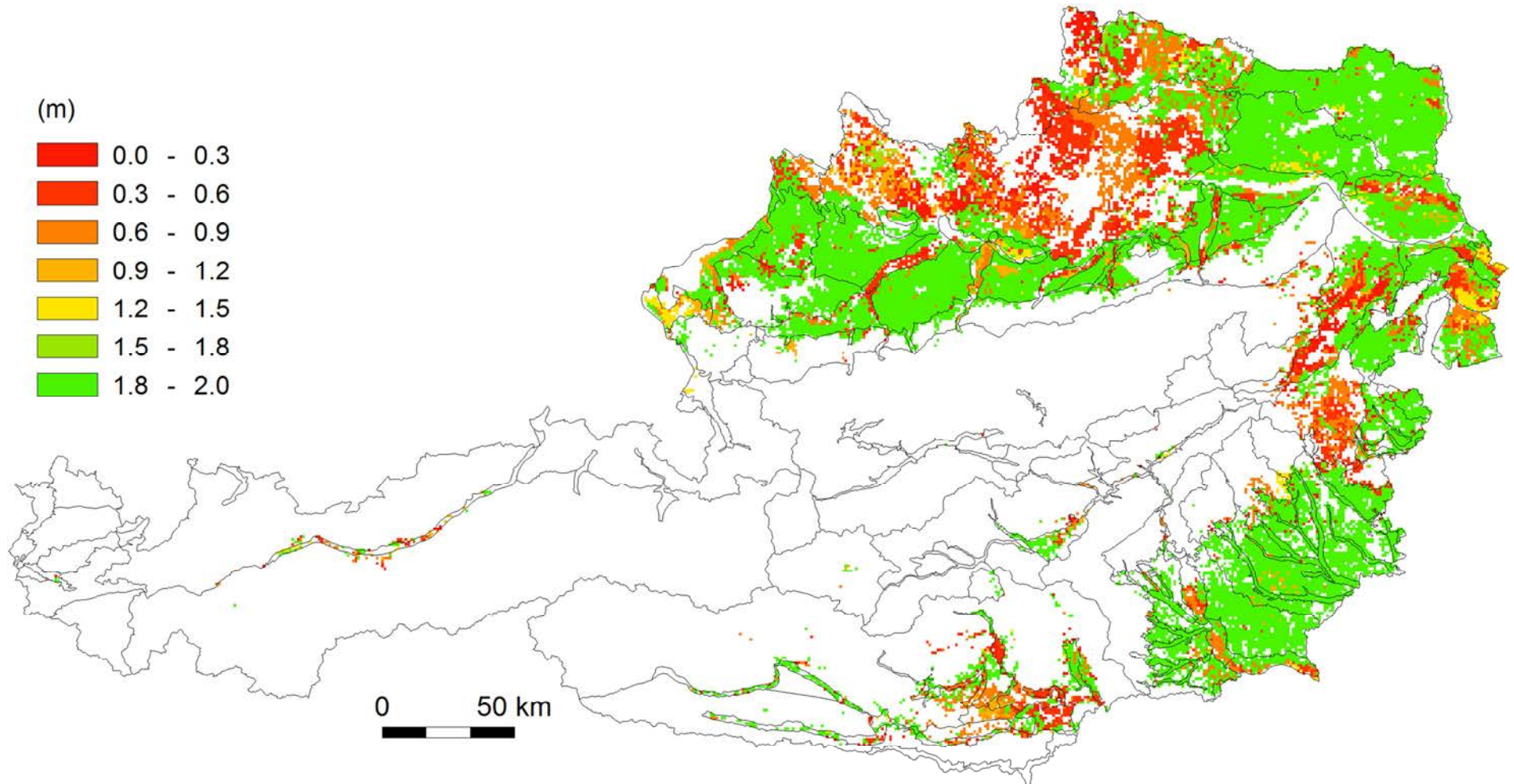
Quelle: Digitale Bodenkarte Österreich (2010)

Mittlerer pH-Wert (in KCl) (0 - 30 cm)



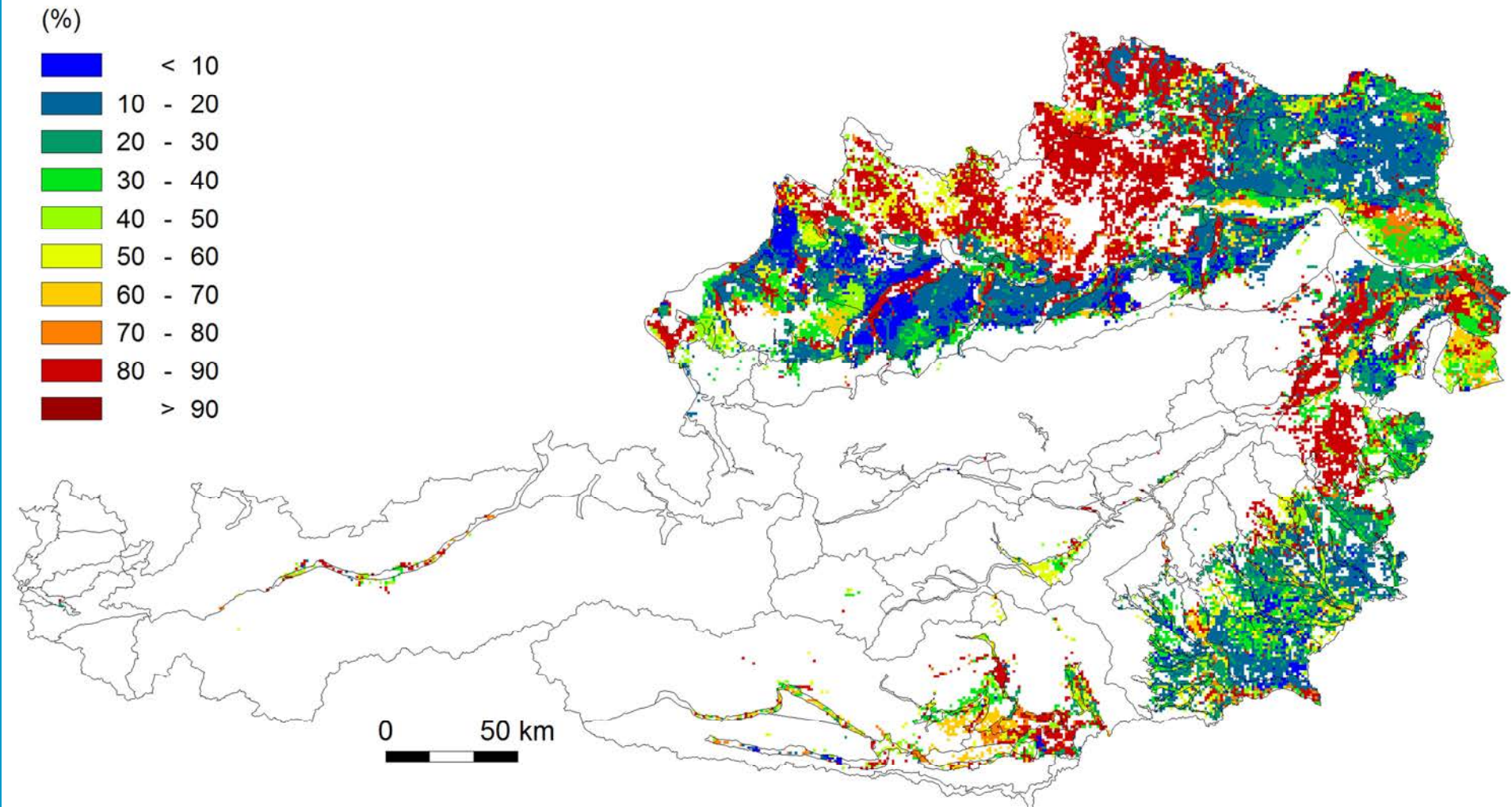
Quelle: Digitale Bodenkarte Österreich (2010)

Bodengründigkeit



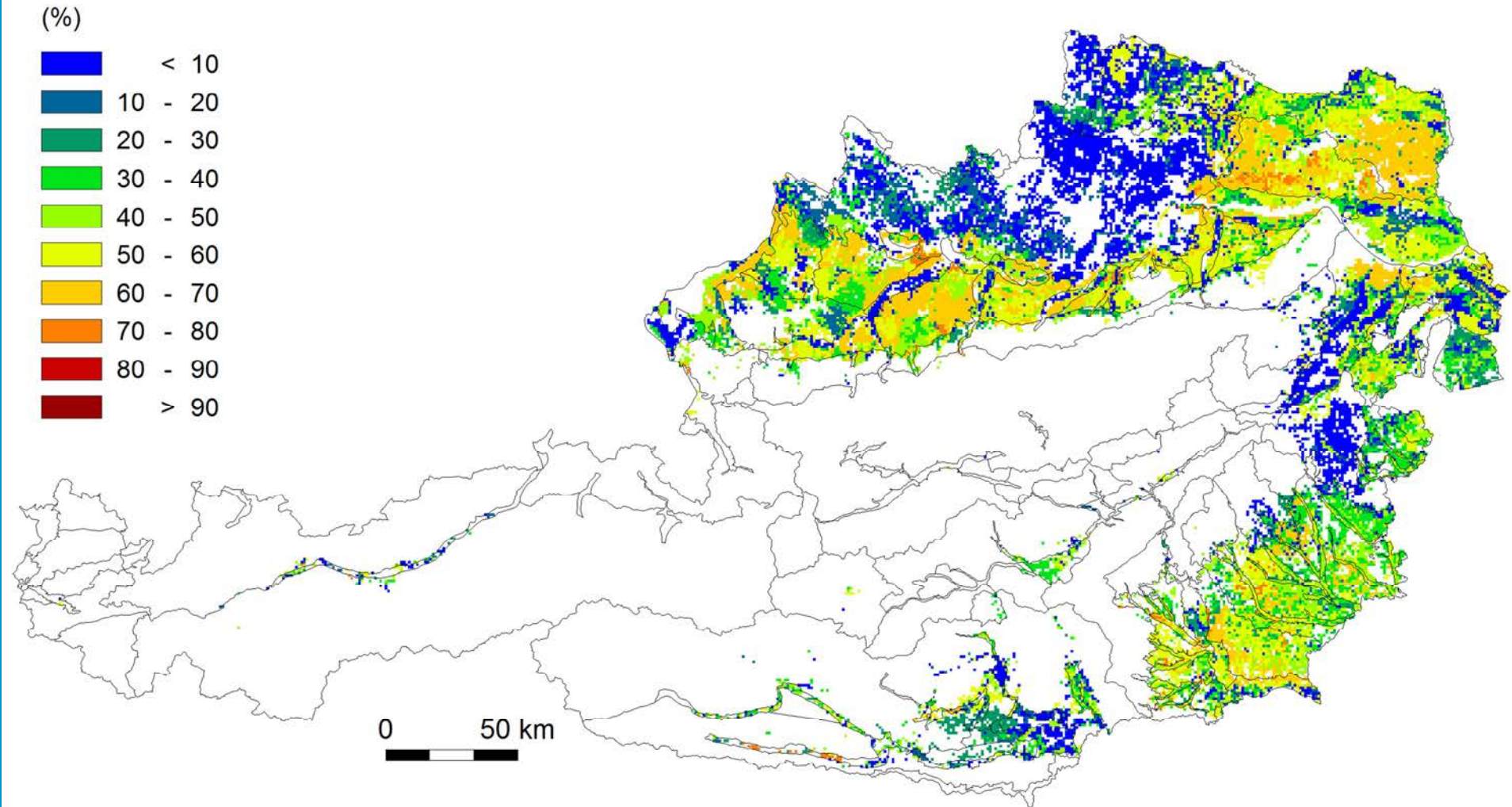
Quelle: Digitale Bodenkarte Österreich (2010)

Mittlerer Sandgehalt (60 - 100 cm)



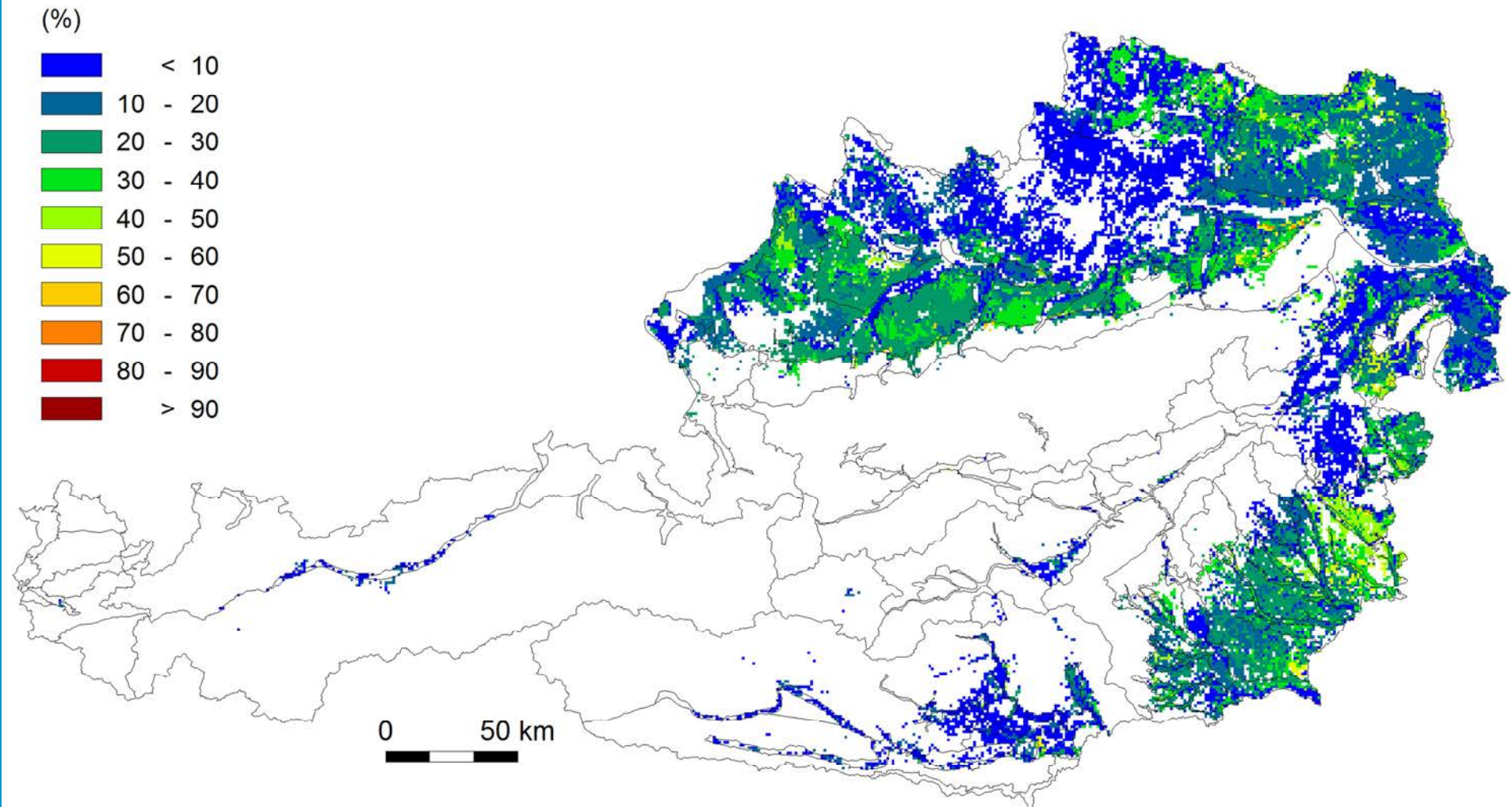
Quelle: Digitale Bodenkarte Österreich (2010)

Mittlerer Schluffgehalt (60 - 100 cm)



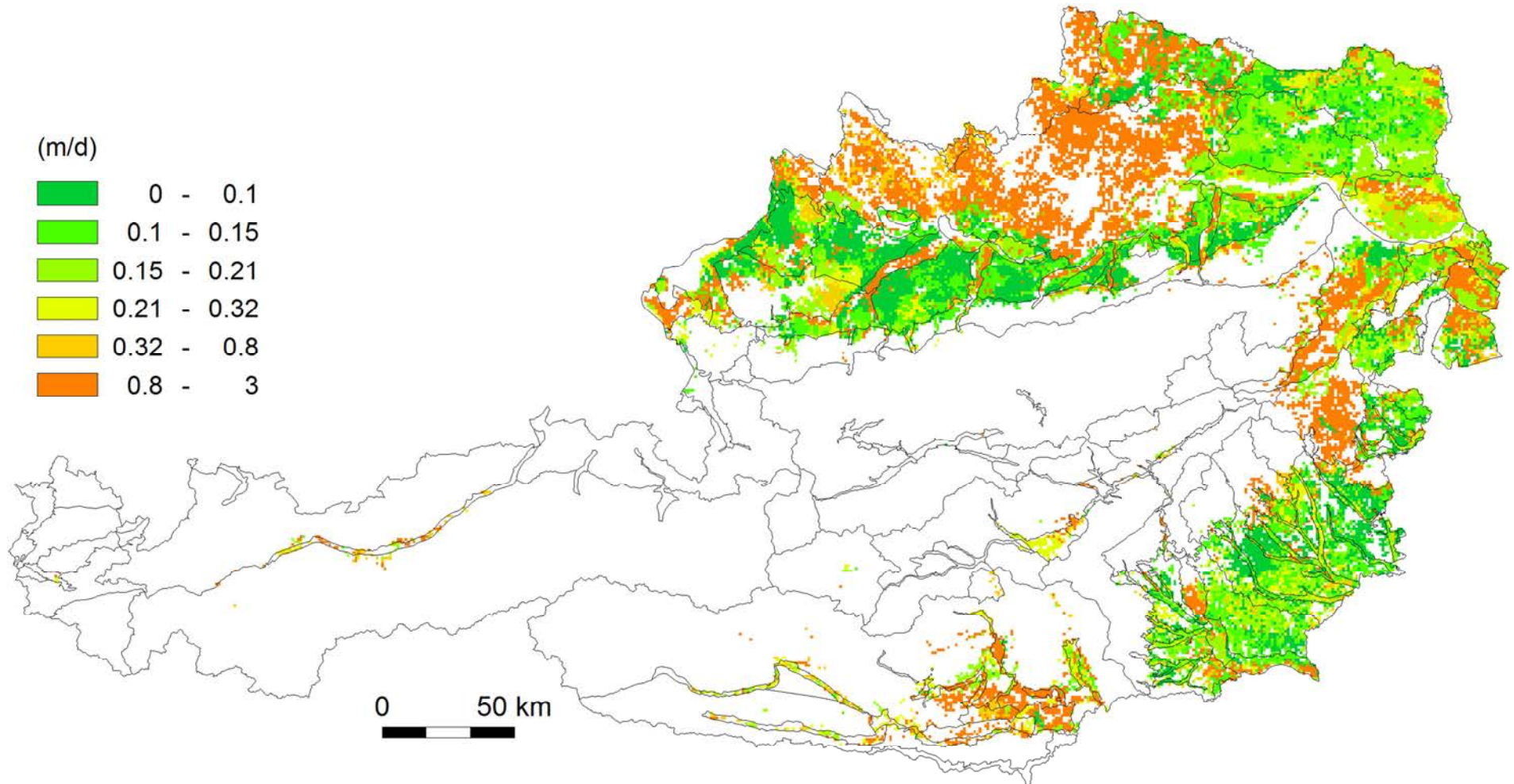
Quelle: Digitale Bodenkarte Österreich (2010)

Mittlerer Tongehalt (60 - 100 cm)



Quelle: Digitale Bodenkarte Österreich (2010)

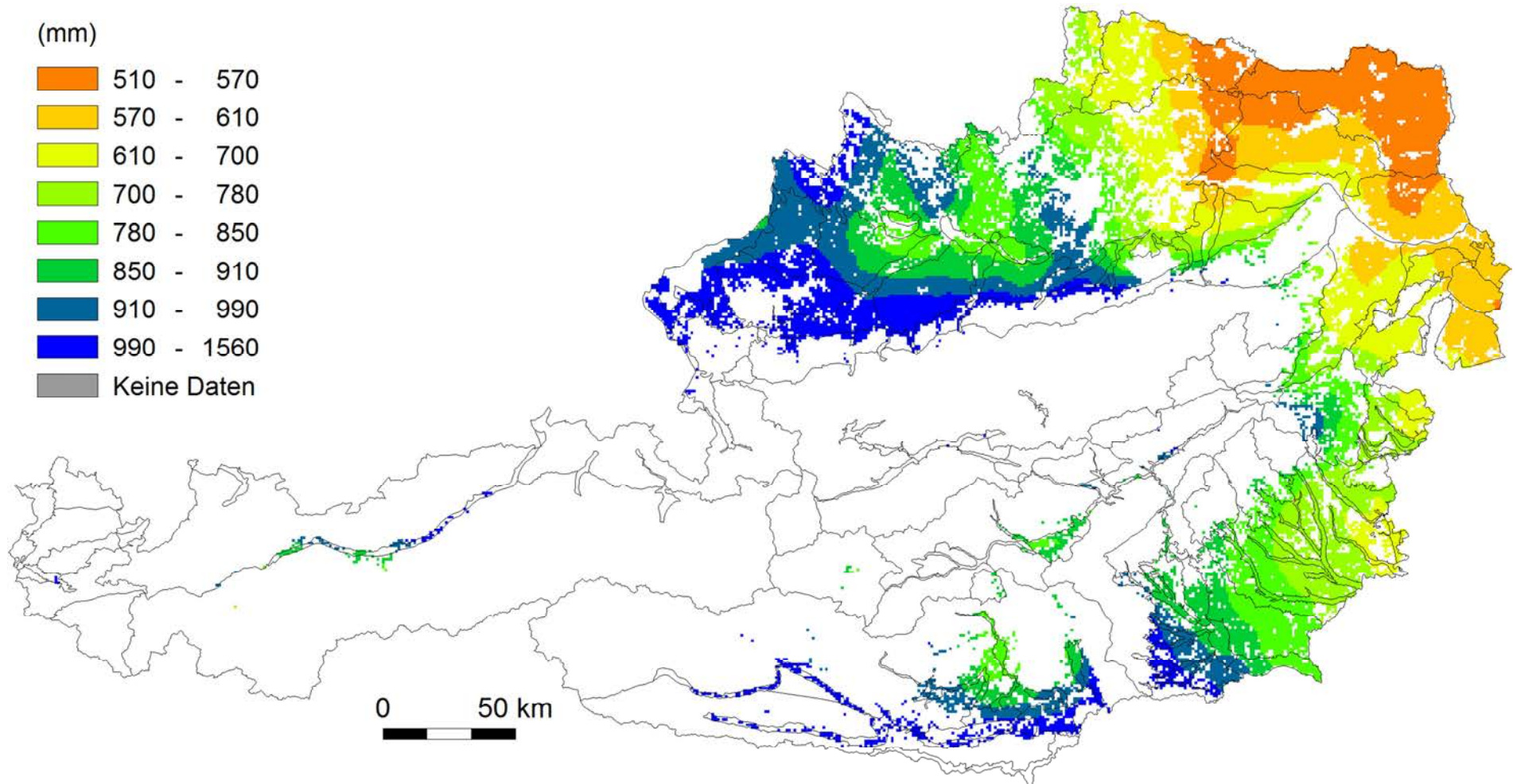
Berechnete gesättigte Wasserleitfähigkeit (60 - 100 cm)



Quelle: Digitale Bodenkarte Österreich (2010), hydrologische Parametrisierung nach Wösten et al. (1999)

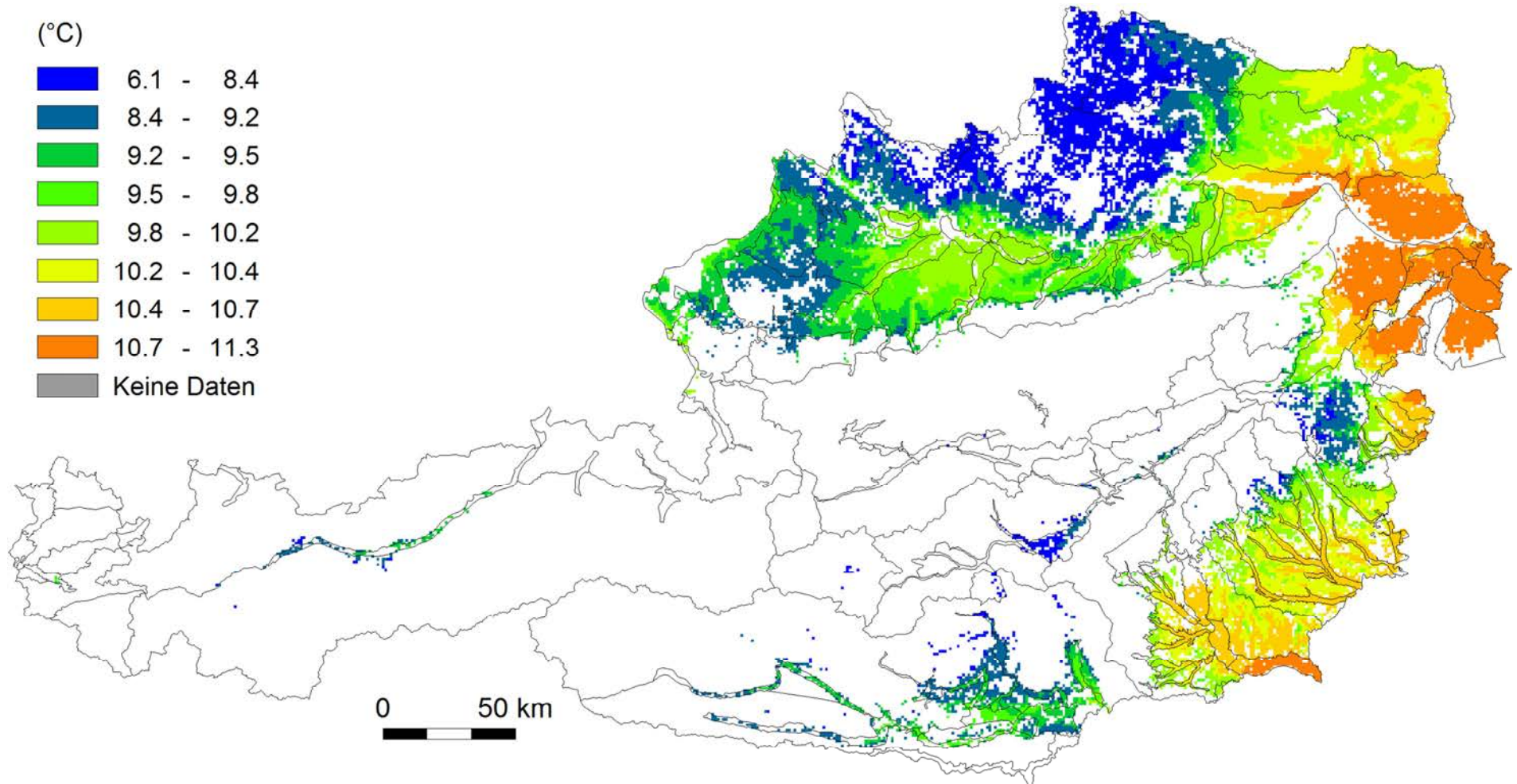
8.1.2 Klima

Mittlerer Jahresniederschlag der Periode 1990 - 2010



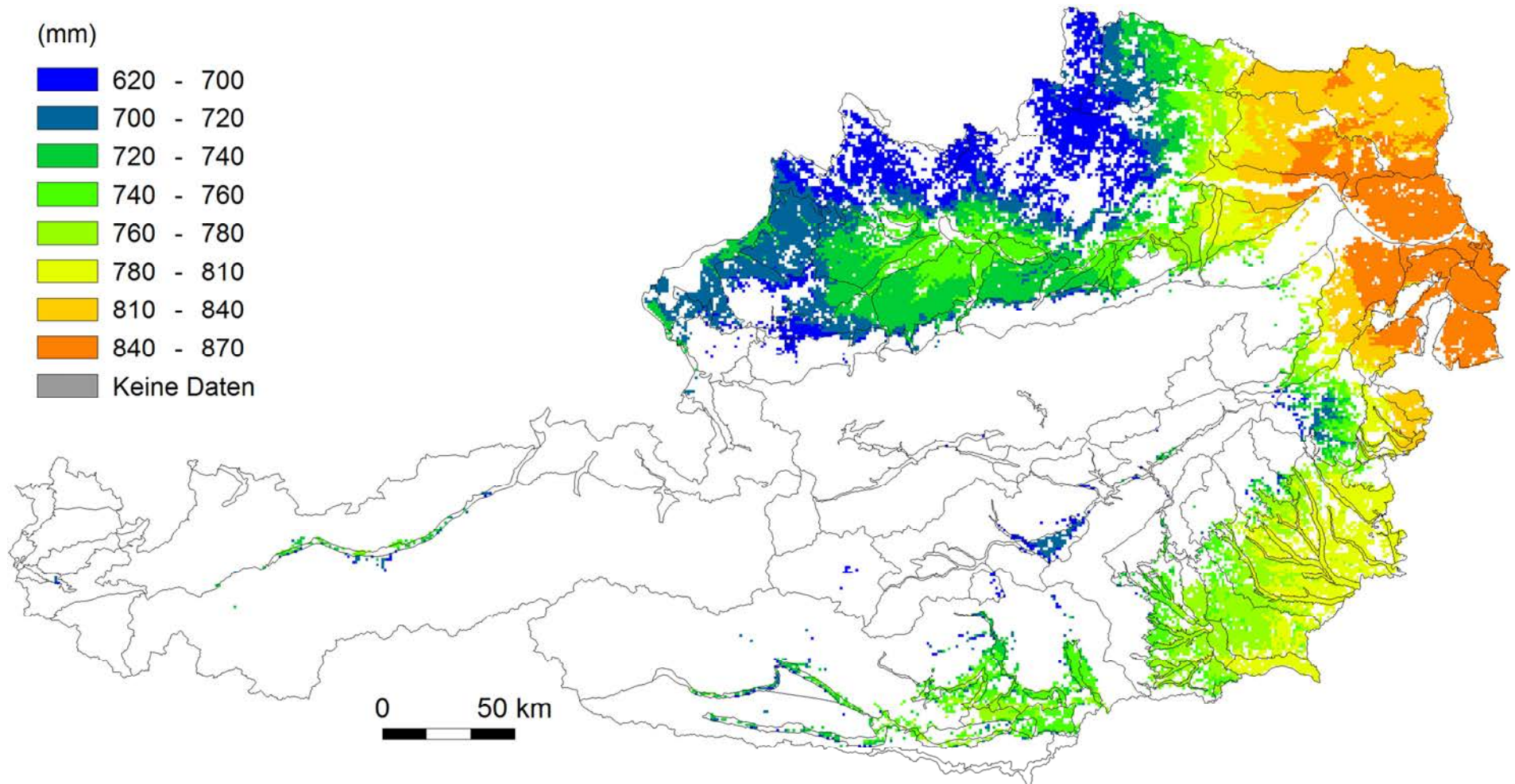
Quelle: Schaumberger (2011)

Jahresmitteltemperatur der Periode 1990 - 2010



Quelle: Schaumberger (2011)

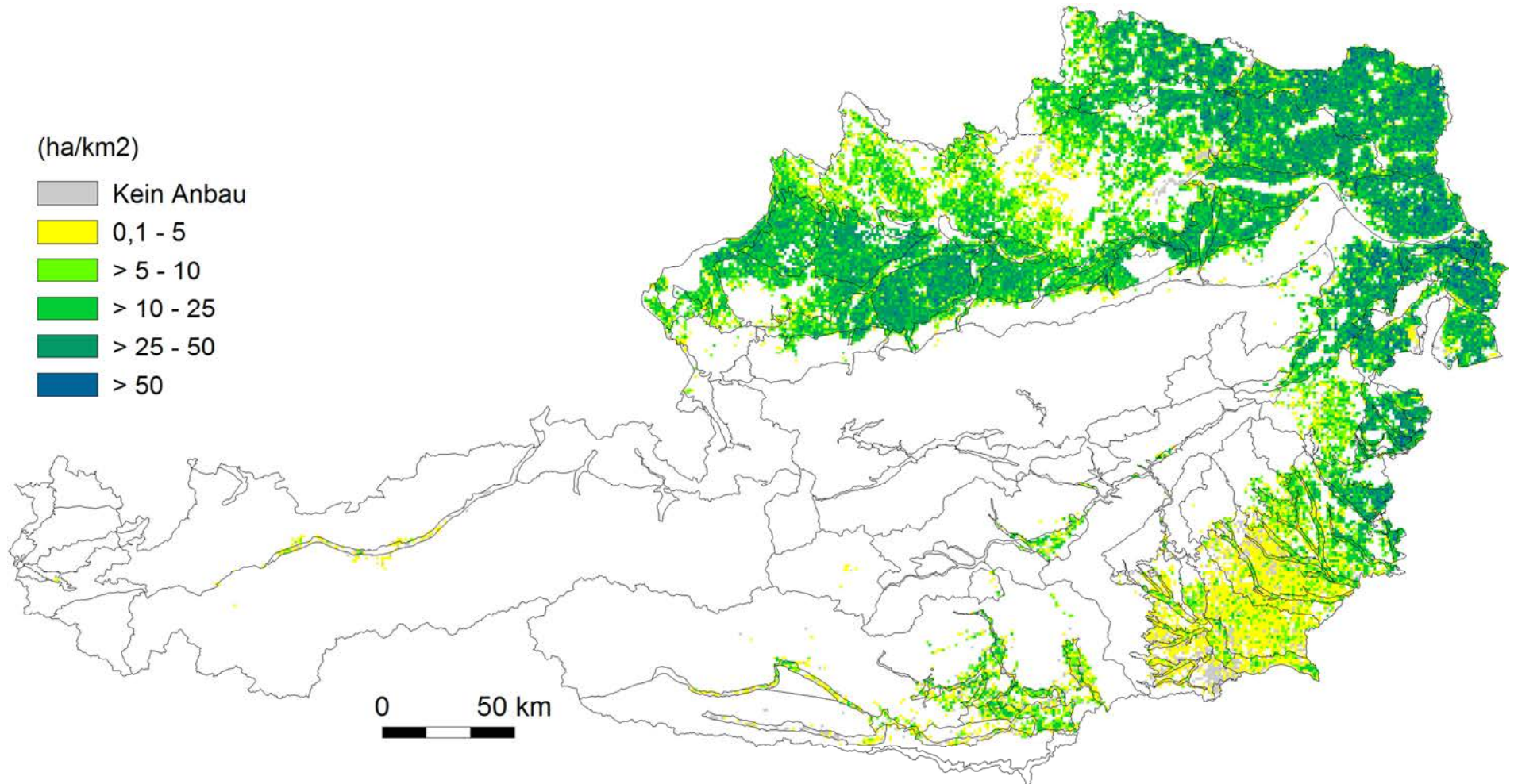
Mittlere Jahres-Gras-Referenzverdunstung der Periode 1990 - 2010



Quelle: Schaumberger (2011)

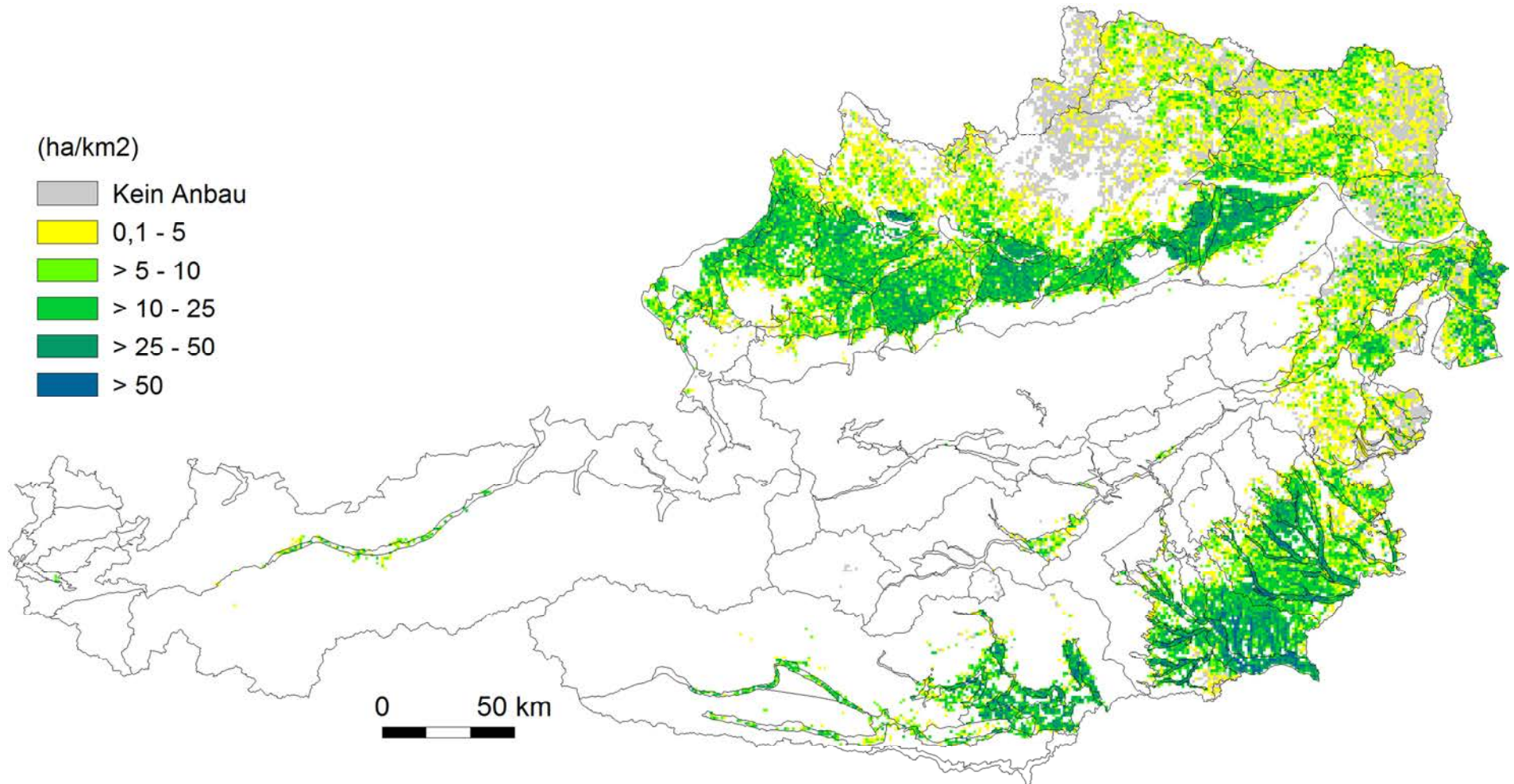
8.1.3 Anbau

Anbaufläche Wintergetreide 2009



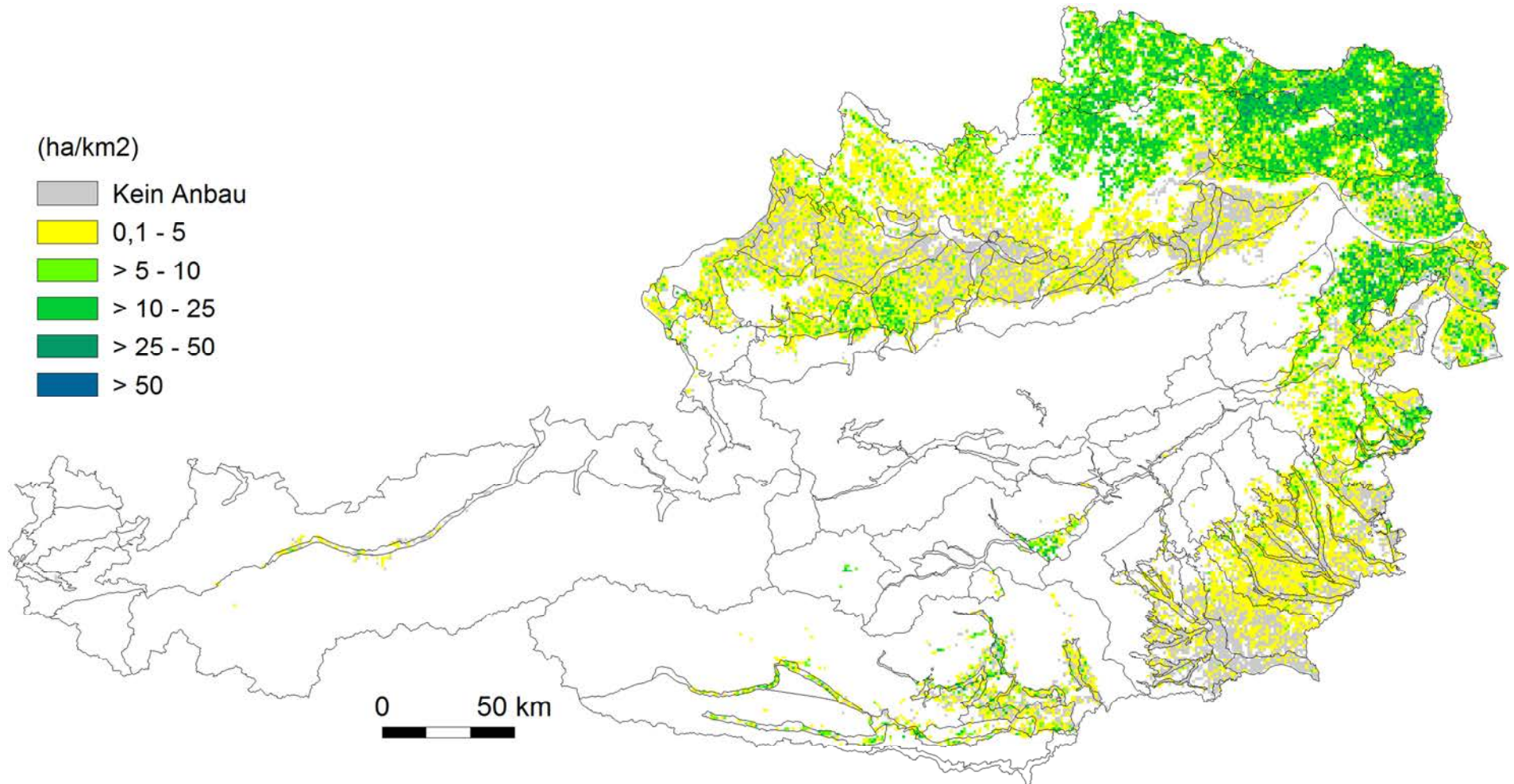
Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

Anbaufläche Mais 2009



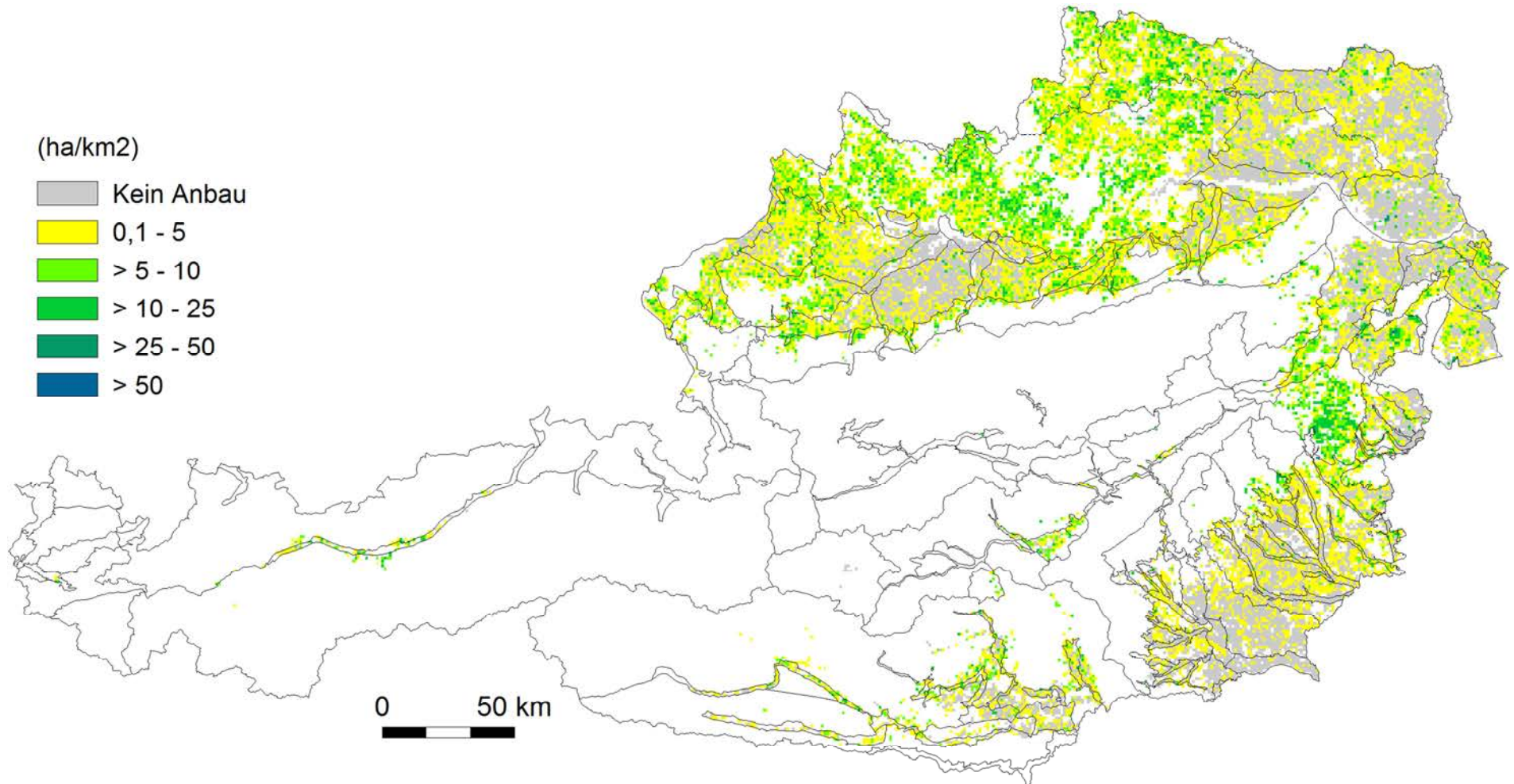
Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

Anbaufläche Sommergetreide 2009



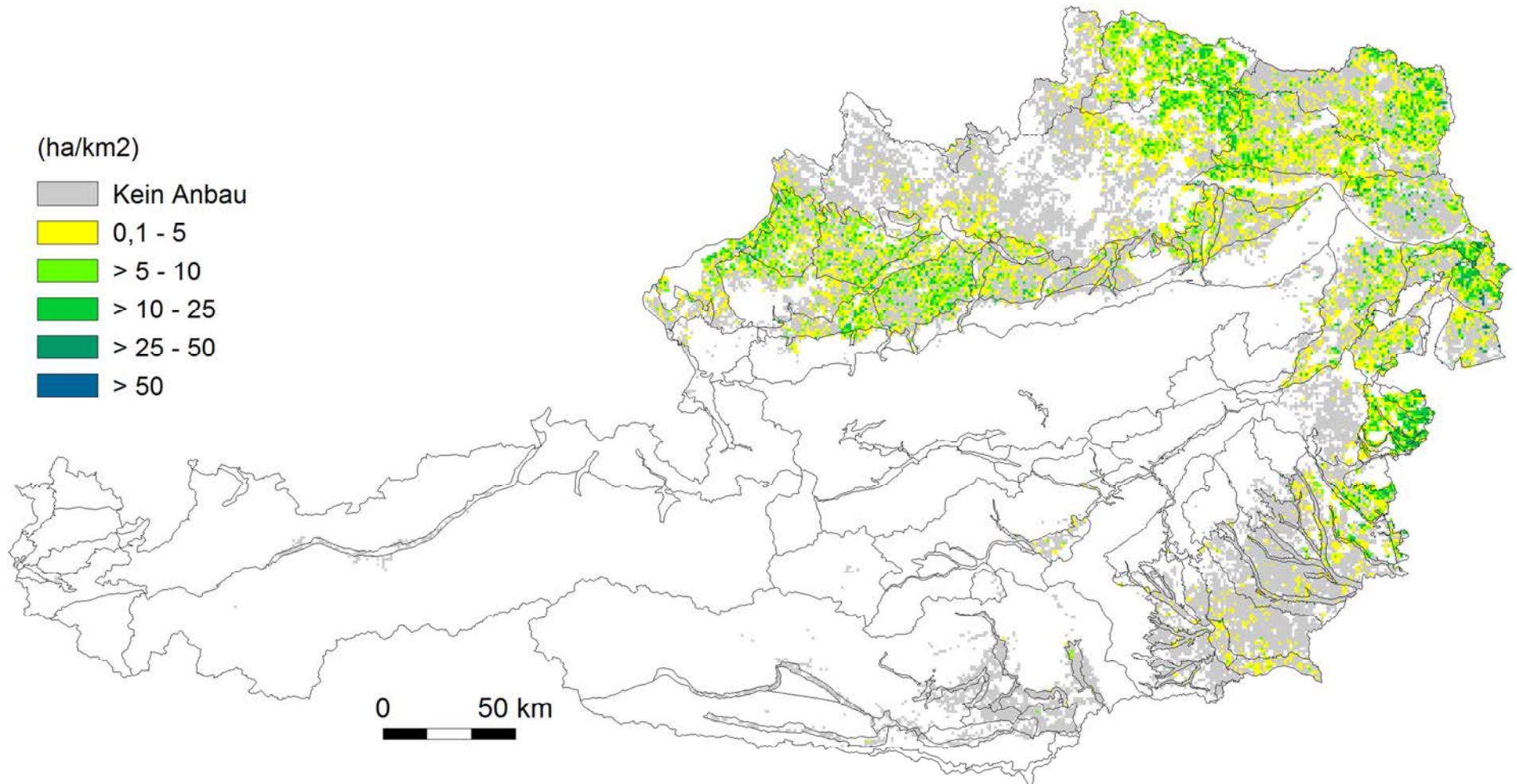
Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

Anbaufläche Klee/Klee gras/Luzerne 2009



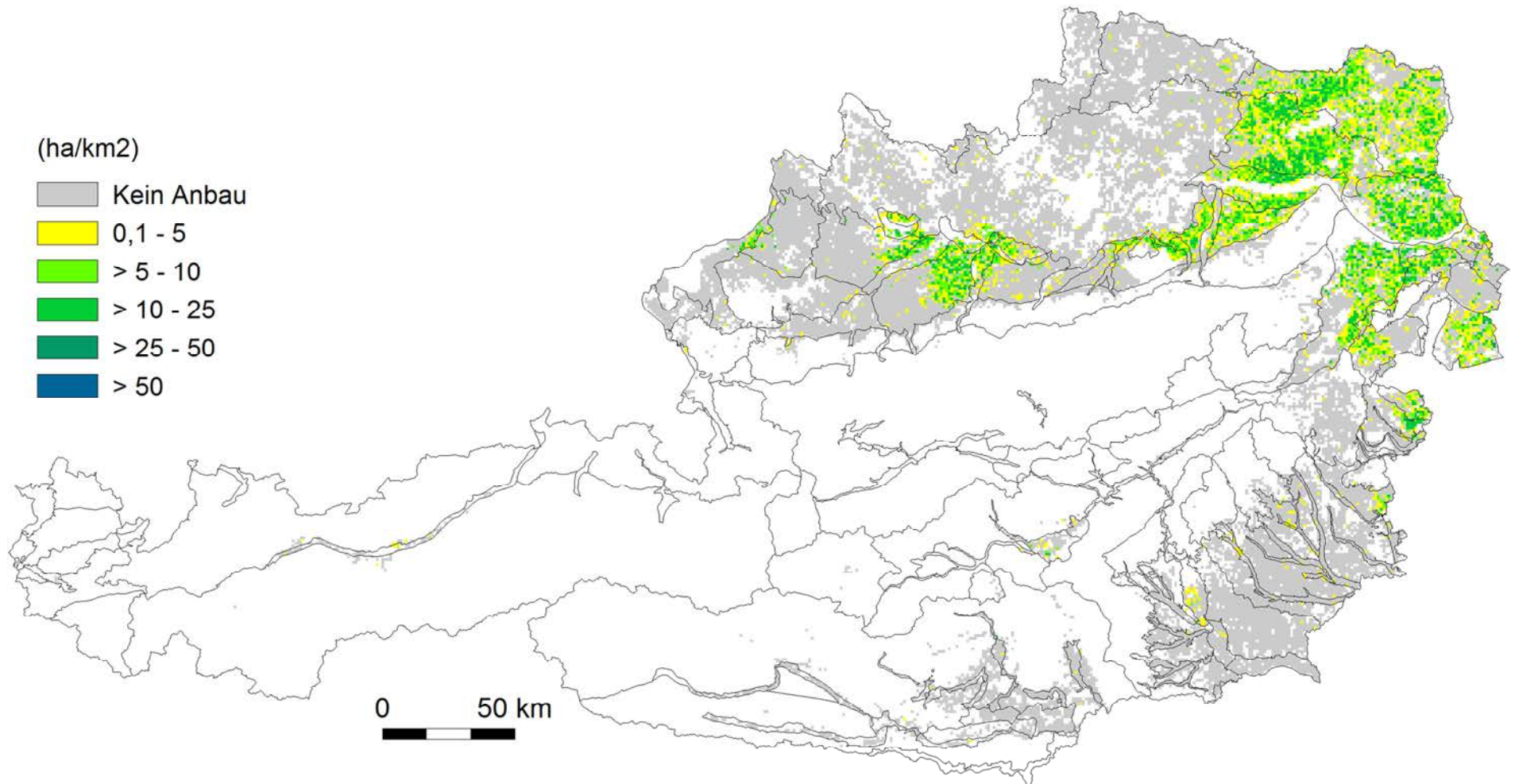
Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

Anbaufläche Raps 2009



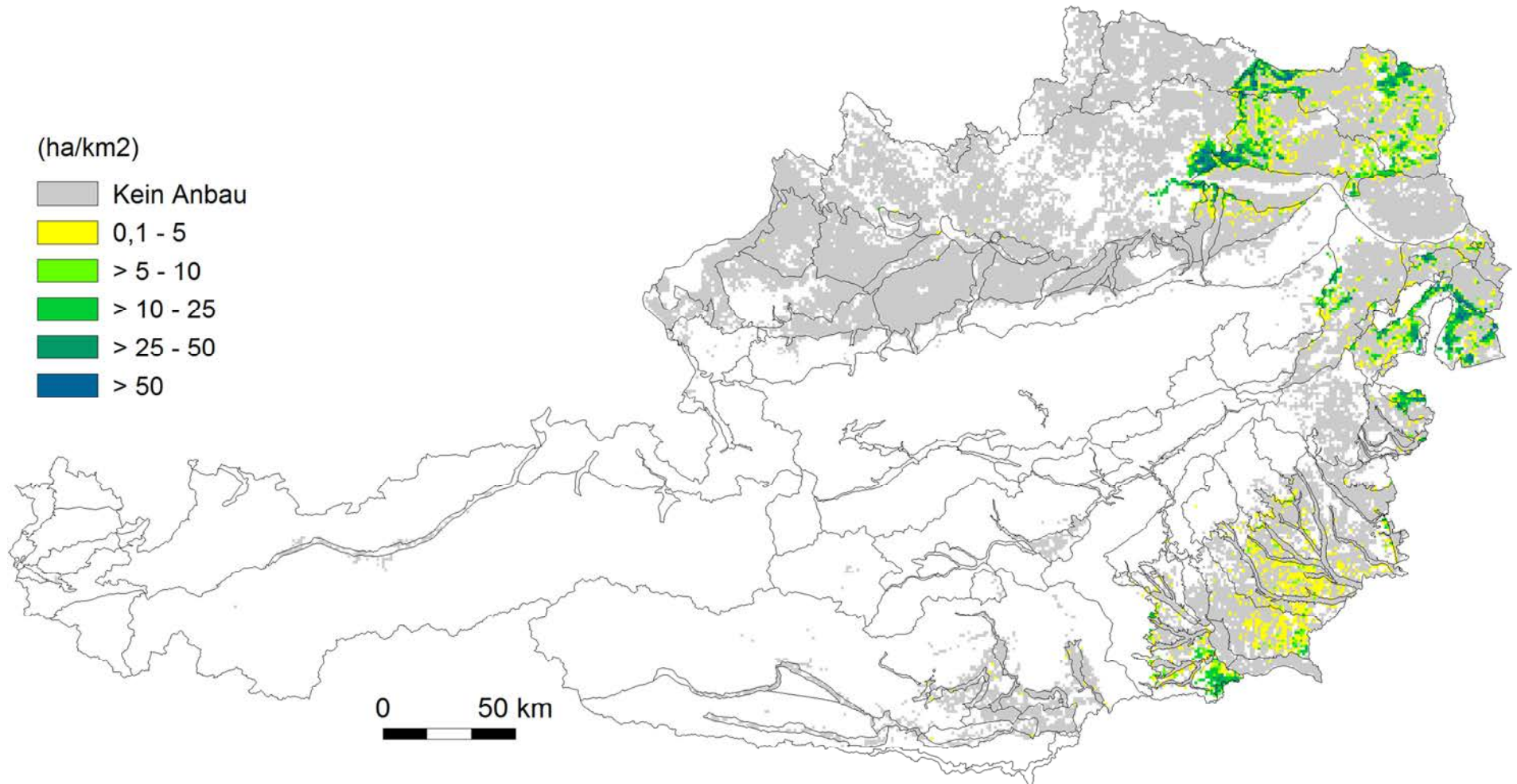
Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

Anbaufläche Zuckerrübe 2009



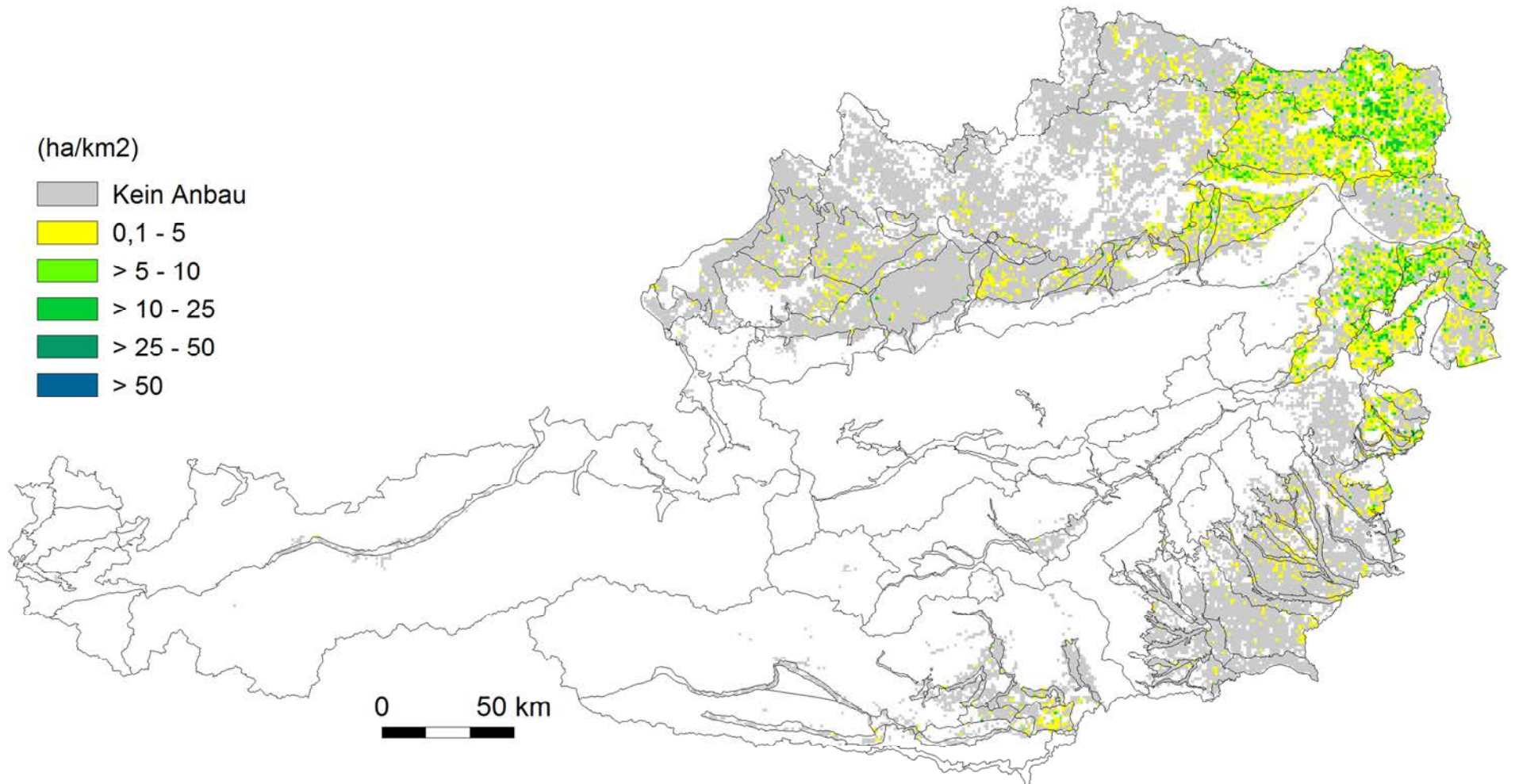
Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

Anbaufläche Wein 2009



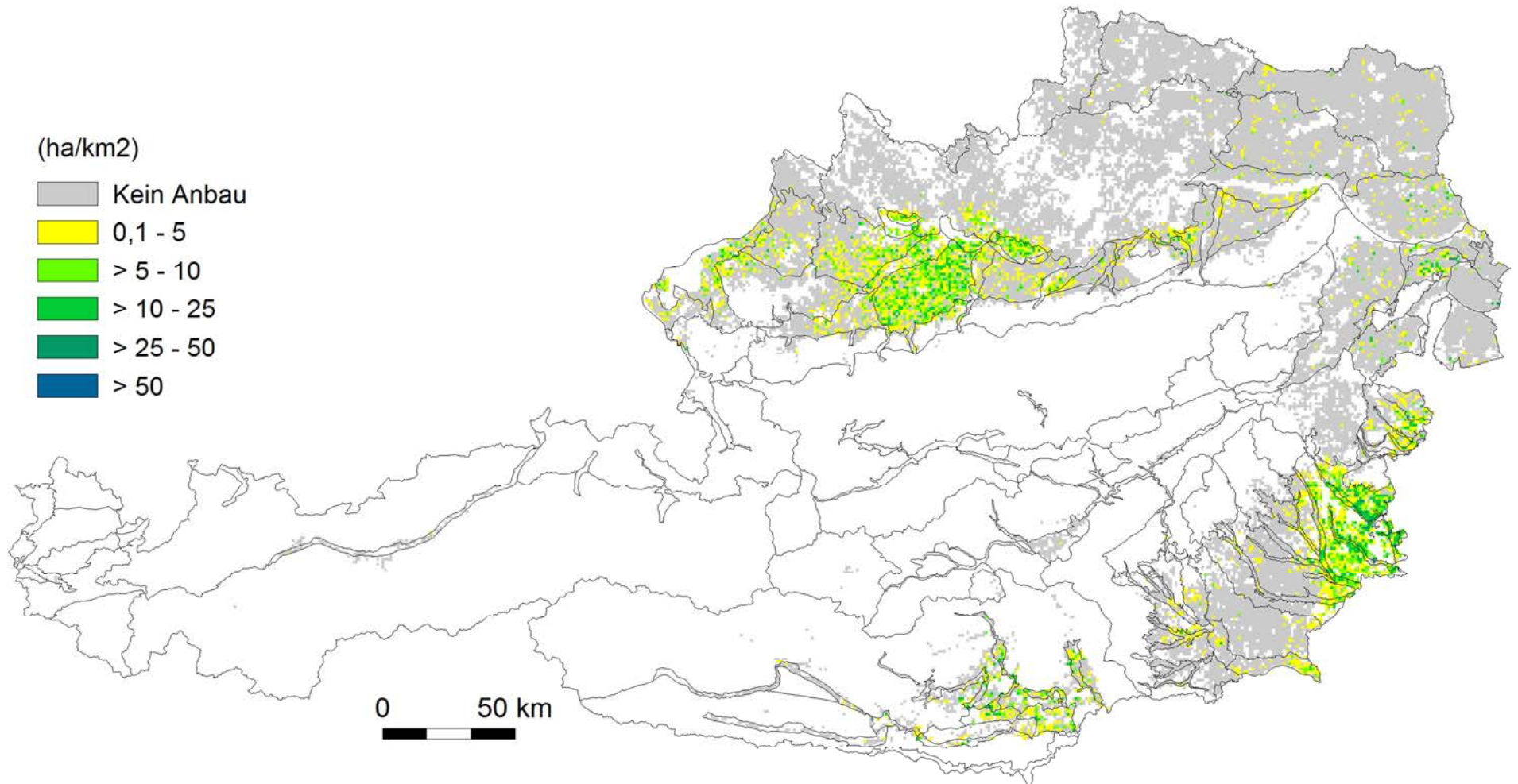
Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

Anbaufläche Sonnenblumen 2009



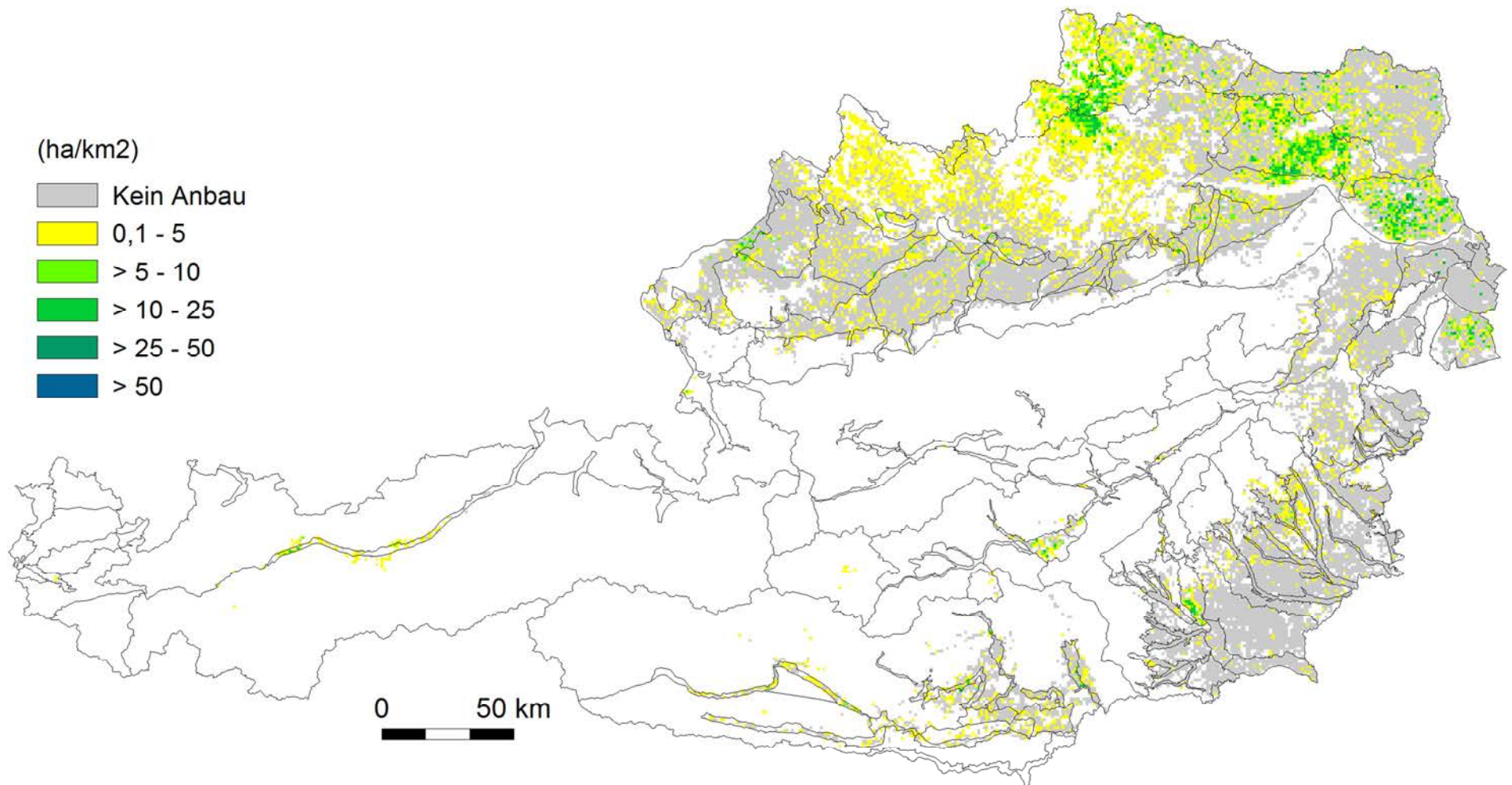
Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

Anbaufläche Sojabohne 2009



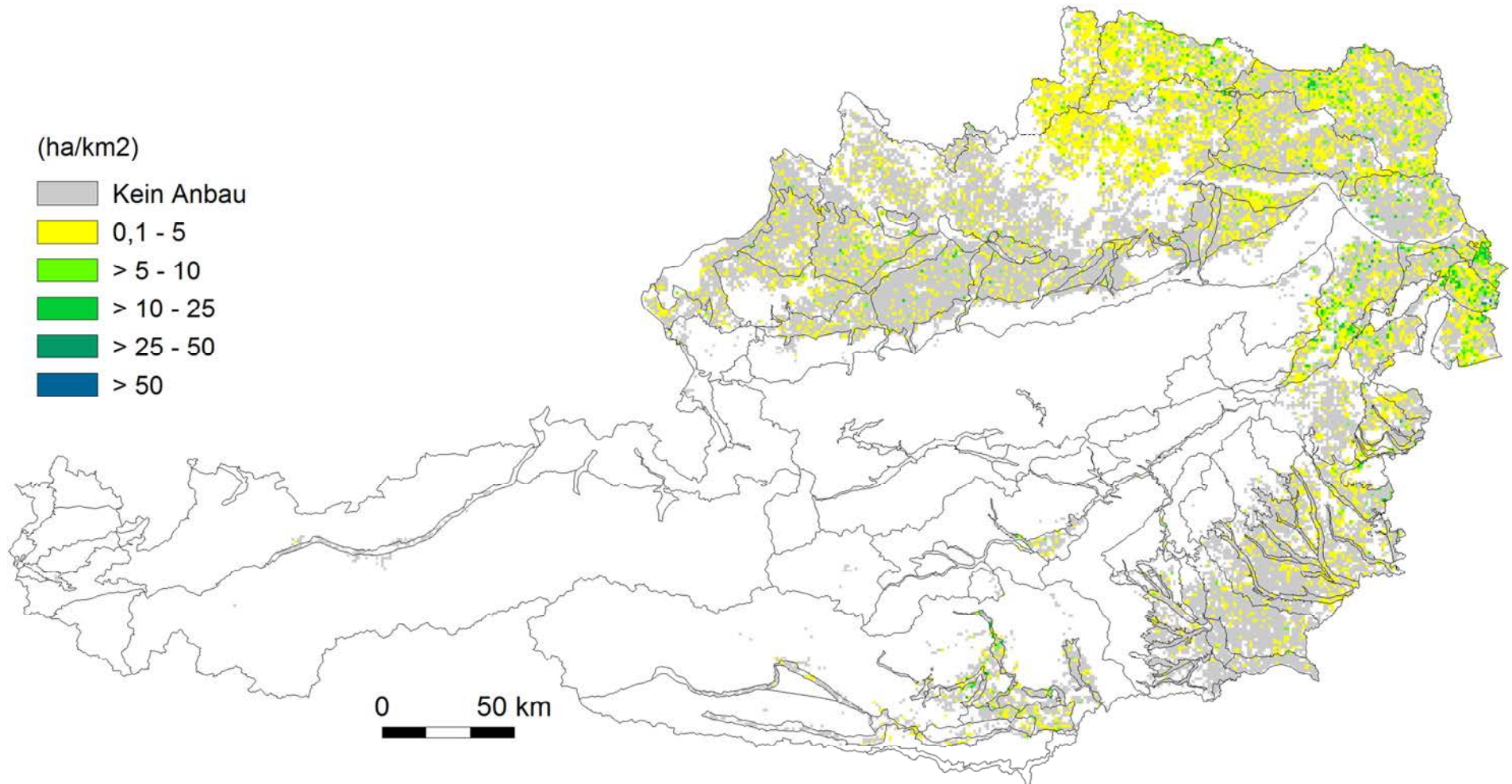
Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

Anbaufläche Kartoffel 2009



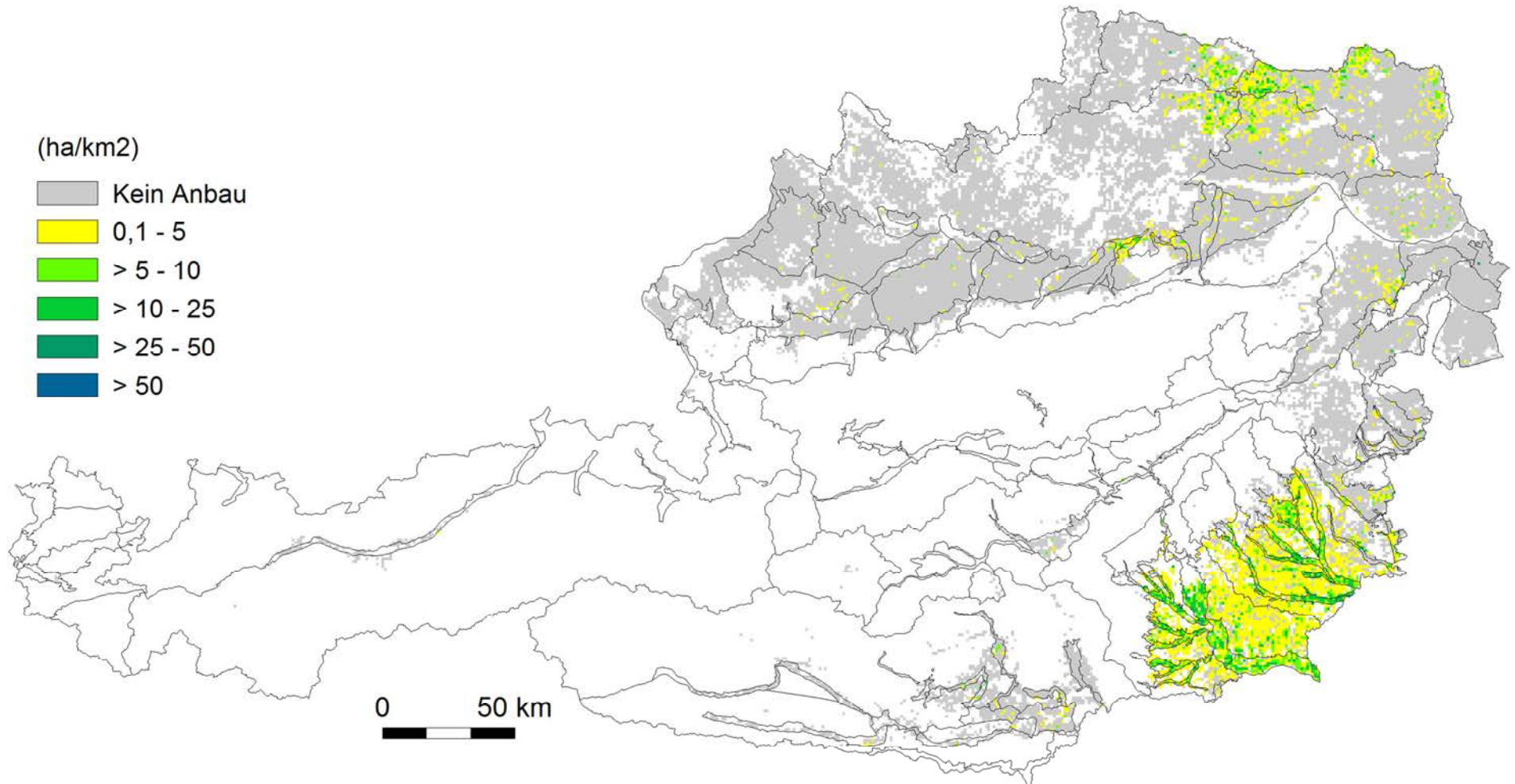
Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

Anbaufläche Erbsen/Bohnen 2009



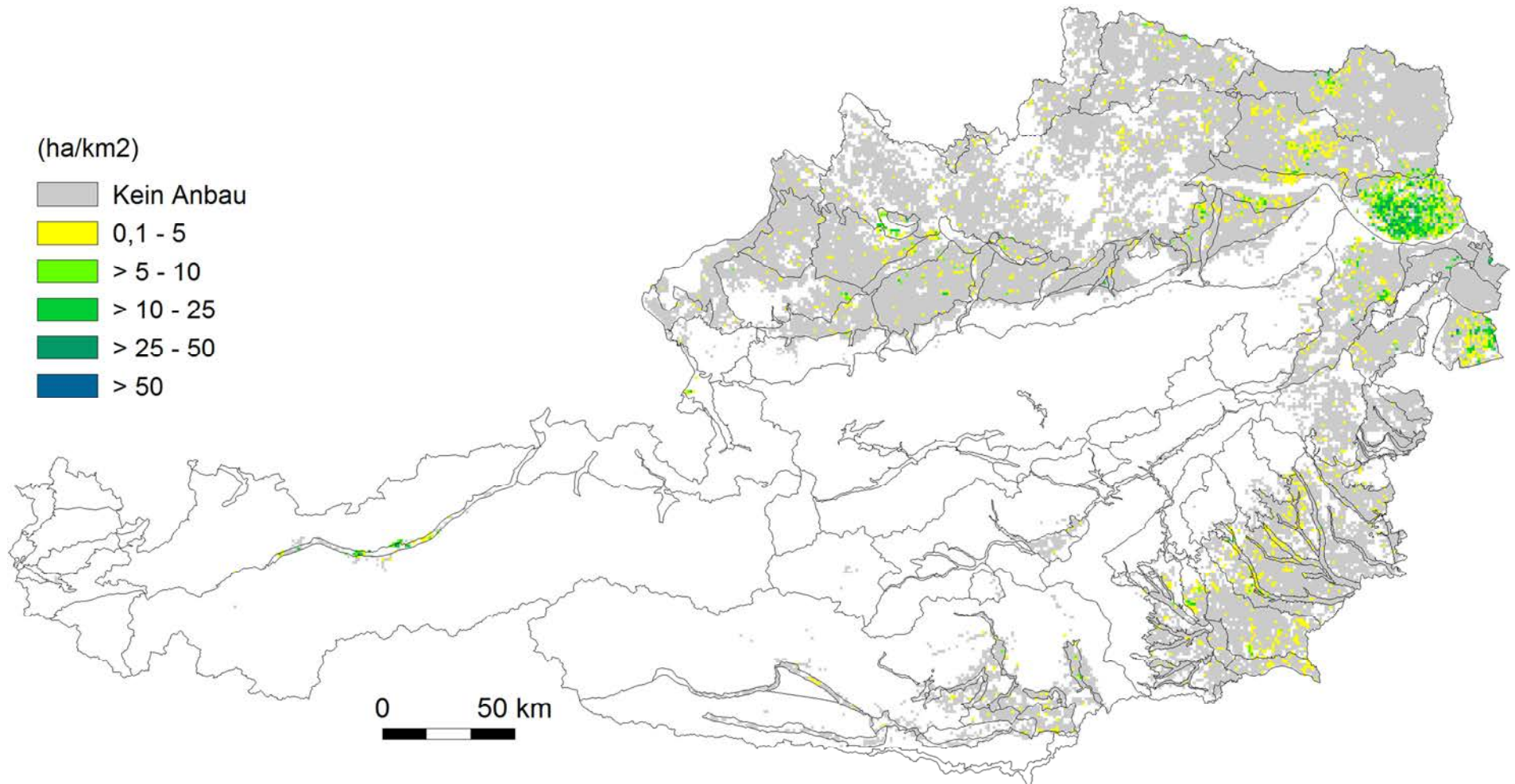
Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

Anbaufläche Kürbis 2009



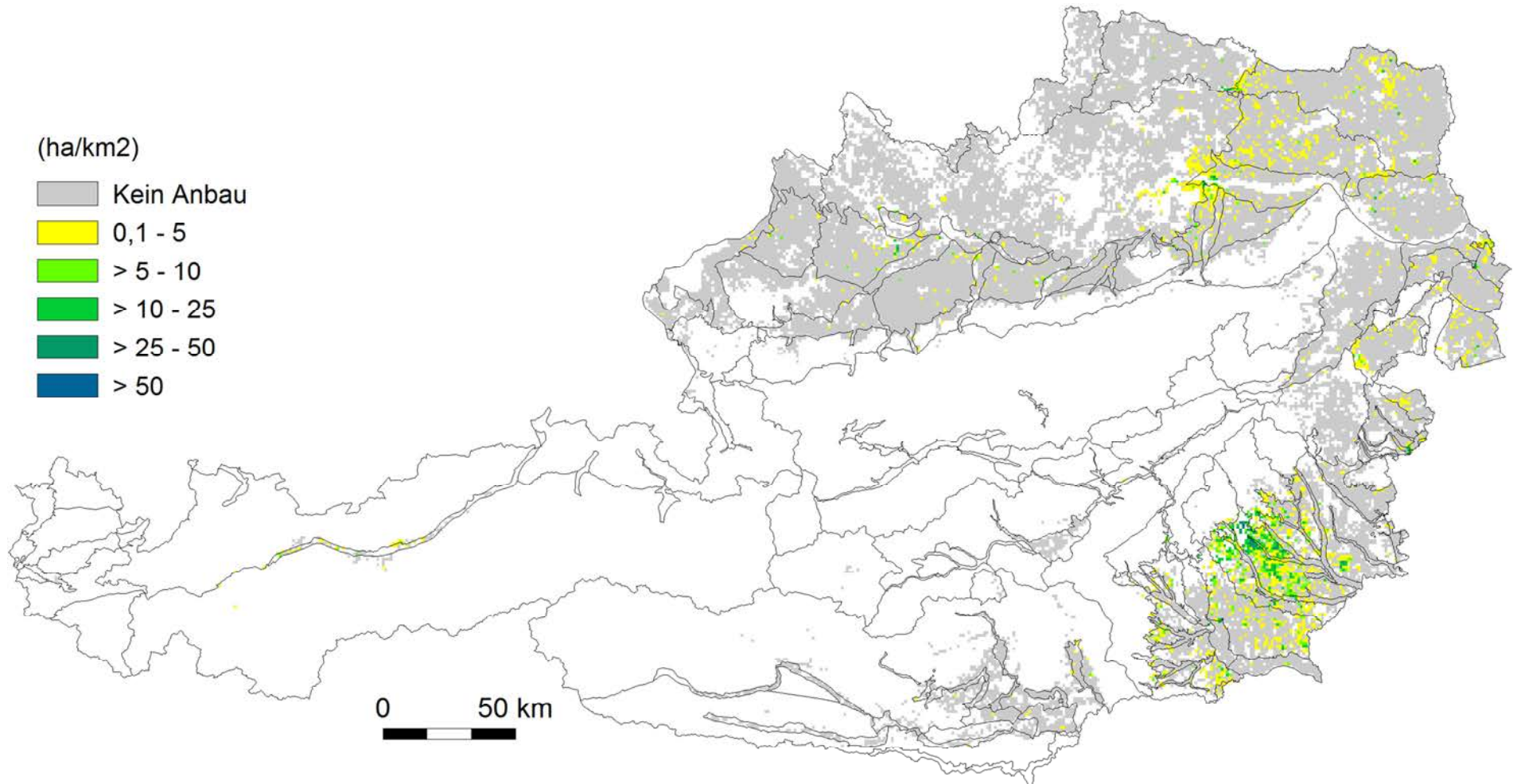
Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

Anbaufläche Feldgemüse 2009



Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

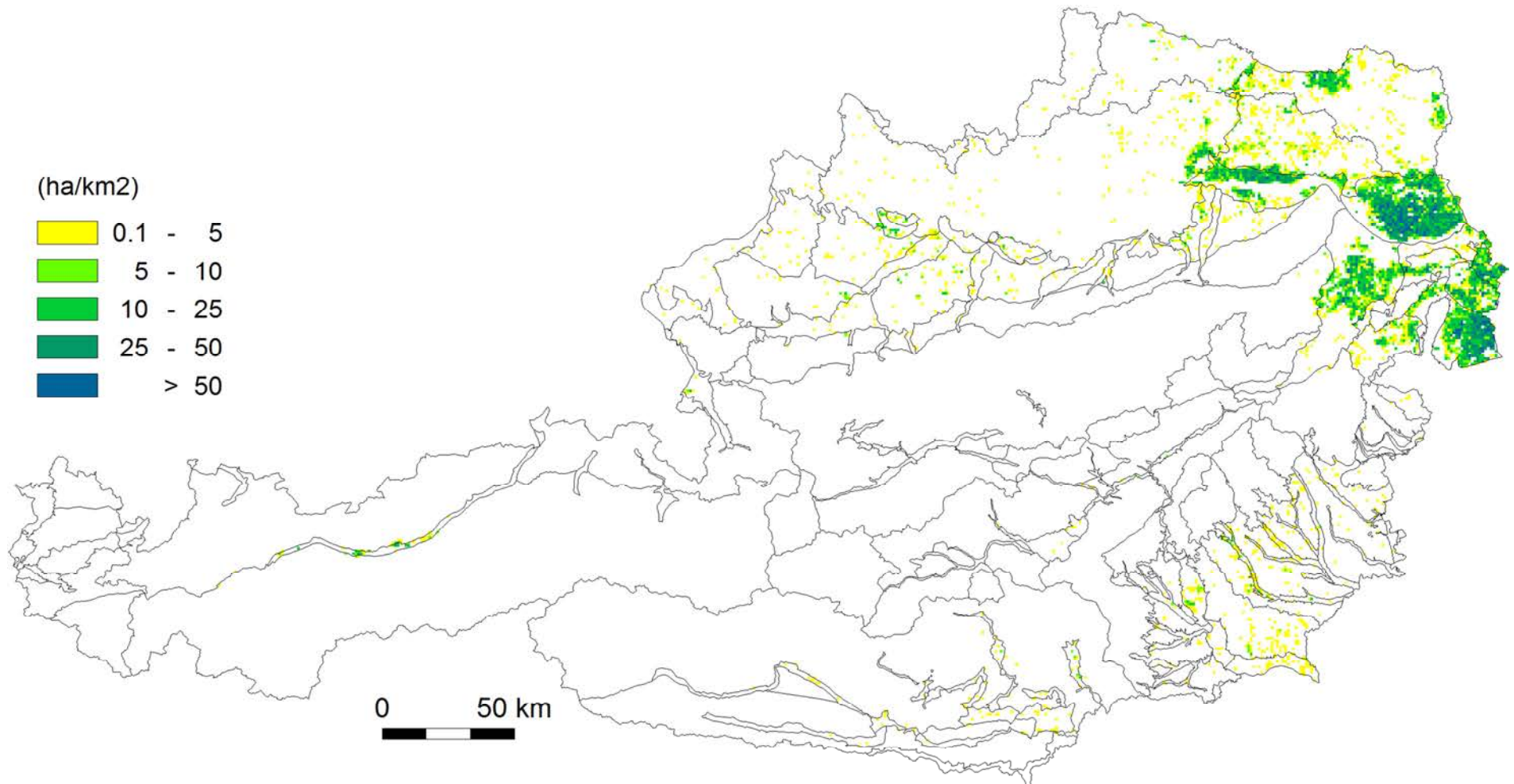
Anbaufläche Kernobst/Steinobst 2009



Quelle: Invekos 2009 (BMLFUW, 2009)

8.1.4 Bewässerung

Bewässerte bzw. bewässerungswürdige Fläche 2009



Quelle: wpa – Beratende Ingenieure (2011)



Die Initiative GENUSS REGION ÖSTERREICH hebt gezielt die Bedeutung regionaler Spezialitäten hervor.
www.genuss-region.at



Österreichs erstes grünes Karriereportal für umweltfreundliche green jobs.
www.green-jobs.at



lebensministerium.at

Informationen zu Landwirtschaft, Wald, Umwelt, Wasser und Lebensmittel.
www.lebensministerium.at



Das Österreichische Umweltzeichen ist Garant für umweltfreundliche Produkte und Dienstleistungen.
www.umweltzeichen.at



Das erste Webportal für nachhaltigen Konsum in Österreich.
www.bewusstkaufen.at



Das Internetportal der Österreichischen Nationalparks.
www.nationalparksaustria.at



Die Klimaschutzinitiative des Lebensministeriums für aktiven Klimaschutz.
www.klimaaktiv.at



Die Kampagne vielfaltleben trägt bei, dass Österreich bei der Artenvielfalt zu den reichsten Ländern Europas gehört.
www.vielfaltleben.at



Die Jugendplattform zur Bewusstseinsbildung rund ums Wasser.
www.generationblue.at



www.mein-fussabdruck.at

Der Ökologische Fußabdruck ist die einfachste Möglichkeit, die Zukunftsfähigkeit des eigenen Lebensstils zu testen. Errechnen Sie Ihren persönlichen Footprint.
www.mein-fussabdruck.at



lebensministerium.at