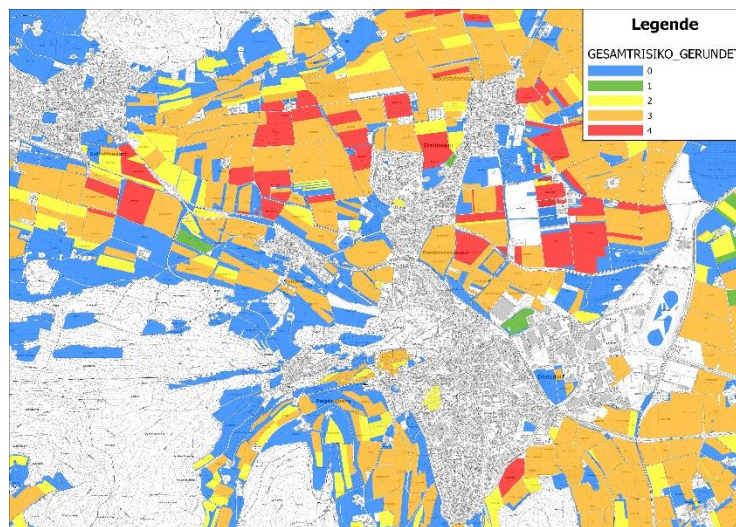


Gefährdungspotential landwirtschaftlicher Flächen für Gewässer infolge hydraulischer Kurzschlüsse



Dauer der Berufspraxis:	22.08.2022 – 31.03.2023
Name und Adresse des Praxisbetriebs:	Amt für Abfall, Wasser, Energie, und Luft (Kanton Zürich) Walcheplatz 2 8090 Zürich
Name der betreuenden Person:	Samuel Gerber
Betreuende Dozentin an der ETH Zürich:	Prof. Denise Mitrano
Praktikanten/Praktikantin	Marc C. Bast mbast@student.ethz.ch marc.c.bast@gmail.com

Zürich, 31. März 2023

Inhalt

1	Ausgangslage.....	1
2	Methodik	1
2.1	GIS Software	1
2.2	Risikoflächen oder Risikoschächte	1
2.3	Risikoeinschätzung Landwirtschaftsflächen	2
2.4	Anbaukulturen.....	3
2.4.1	Datengrundlage.....	3
2.4.2	Vorgehen Berechnung	4
2.4.3	Datenbereinigung.....	5
2.5	Körnung des Oberbodens	7
2.5.1	Datengrundlage.....	7
2.5.2	Vorgehen Berechnung	7
2.6	Faktor Relief	9
2.6.1	Datengrundlage.....	9
2.6.2	Wahl der Berechnungsflächen.....	9
2.6.3	Hangneigung	10
2.6.4	Hanglänge	12
2.7	Zusammenfügung der Risikoeffizienten	13
2.7.1	Gewichtung der Faktoren	13
3	Ergebnisse	14
4	Aussicht	15
5	Literaturverzeichnis	16
6	Anhang.....	17

1 Ausgangslage

Die KVV (Konferenz der Vorsteher der Umweltämter der Schweiz) hat 13 Kontrollpunkte zum Vollzug des Gewässerschutzes in der Landwirtschaft¹ definiert, die durch die Landwirtschaftsämter sowie den beauftragten Kontrollorganisationen im Rahmen des Ökologischen Leistungsnachweises auf jedem Landwirtschaftsbetrieb überprüft werden sollen. Im Kanton Zürich wird diese Liste bereits bis auf einen Punkt umgesetzt. Die noch zu implementierende Kontrolle betrifft den Punkt der diffusen Einträge von Pflanzenschutzmitteln, Dünger (Stickstoff und Phosphor) sowie Feinsedimente durch Oberflächenabschwemmung oder Erosion direkt oder indirekt über Schächte aus der landwirtschaftlichen Nutzfläche in die Oberflächengewässer. Ziel dieses Berufspraxisprojektes war es, mit vorhandenen Daten und Expertenwissen eine GIS-gestützte Risikokarte für den Kanton Zürich zu entwickeln, aus der die potenziell risikoreichsten Flächen für Gewässerbelastungen aus der landwirtschaftlichen Nutzfläche ersichtlich werden. Durch die Bereitstellung der Karte sollen die Bewirtschafter dann für die bestehenden Risiken sensibilisiert und dazu motiviert werden, dass auf jenen ausgewiesenen Flächen, von denen ein hohes bis sehr hohes Risiko ausgeht, entsprechende Massnahmen zur Risikoreduktion ergriffen werden (Einfluss der Kulturenwahl, Bewirtschaftungsmassnahmen, Pufferstreifen, etc). Weiterhin soll die Karte den Behörden als Grundlage zur Planung einer risikobasierte Stichprobenkontrolle der Landwirtschaftsflächen dienen.

2 Methodik

2.1 GIS Software

Um die Risikokarte digital erstellen zu können, wurde die GIS-Software ArcMap² verwendet. Diese Software wird vom Rechenzentrum des AWEL zur Verfügung gestellt und unterhalten.

2.2 Risikoflächen oder Risikoschächte

Zu definieren, wie die Risikokontrolle digital unterstützt durchgeführt werden kann, stellt den ersten Schritt im Prozess dar. Hierbei besteht theoretisch die Möglichkeit, entweder jedem Schacht modellhaft einen Risikoeffizienten gemäss seiner Lage in der Nähe einer Landwirtschaftsfläche oder aber direkt die Kontrolle von Risikolandwirtschaftsflächen durchzuführen. Die Idee der direkten Kontrolle ist, dass die Kontrolleure jeweils eine Landwirtschaftsfläche gemäss der Risikokarte untersuchen und dabei alle Schächte untersuchen, die sich in der Parzelle befinden oder in ihrer räumlichen Nähe befinden. Nach Abwägung der Vor- und Nachteile wurde diese Variante favorisiert. Der Vorteil liegt darin, dass es nicht nötig ist, die exakte Lage aller Schächte zu kennen. Dies wäre aufgrund der komplexen und nicht laufend

¹ [https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/wasser-gewaesser/gewaesserschutz/gewaesserschutz-in-der-landwirtschaft/gewaesserschutz-und-oekologischer-leistungsnachweis-\(oeln\)/kontrollhandbuch_gewaesserschutz_in_der_landwirtschaft_2022_-_Version_1_1_vom_januar%202022_awel.pdf](https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/wasser-gewaesser/gewaesserschutz/gewaesserschutz-in-der-landwirtschaft/gewaesserschutz-und-oekologischer-leistungsnachweis-(oeln)/kontrollhandbuch_gewaesserschutz_in_der_landwirtschaft_2022_-_Version_1_1_vom_januar%202022_awel.pdf)

² <https://desktop.arcgis.com/de/arcmap/latest/get-started/main/get-started-with-arcmap.htm>

aktualisierten Datenlage sowohl äusserst schwierig als auch bei weitem nicht vollständig gewesen. Indem man sich auf die Landwirtschaftsflächen beschränkt, kann auf Modelle verzichtet werden und die kompletteste Datenbasis verwendet werden. Ausserdem trägt die Ermächtigung der Kontrolleure im Feld dazu bei, jeder spezifischen Situation in der Praxis gerecht zu werden, da sich die Verhältnisse vor Ort oft von den in der Datenbasis dokumentierten unterscheiden. Zudem kann bei der Begehung jeweils der Bewirtschafter direkt in die Kontrolle miteinbezogen und die zu ergreifenden Massnahmen mit ihm besprochen werden.

Des Weiteren stellt sich die Frage, über welche Flächen das Gesamtrisiko ermittelt werden sollte, da sich die Flächen der einzelnen Faktoren unterscheiden. Um bei keinem Faktor Genauigkeit zu verlieren, ist es naheliegend, die kleinsten Flächen zu verwenden. In diesem Fall sind dies die Kulturflächen, die bei der Überschneidung der verschiedenen Jahre entstehen. Auf diesen Flächen soll das Gesamtrisiko geschätzt werden.

2.3 Risikoeinschätzung Landwirtschaftsflächen

Der erste Schritt zur Risikoeinschätzung für einen gegebenen Schacht ist, die Gefahr für einen Transfer von Pestiziden von einer Landwirtschaftsfläche in den Schacht abzuschätzen. Die Implementierung dieses Schrittes beruht hier zum grössten Teil auf dem Paper «Beurteilung der Transferrisiken von Pestiziden durch Oberflächenabfluss» (Noll, Dakhel und Burgos 2010). Die Autoren stellen hierin eine Methode vor, die es erlaubt, mit einer Reihe von Risikofaktoren das Transferrisiko von einer Fläche zu beurteilen. Hierbei wird unterschieden zwischen unvergänglichen Faktoren (Hangneigung, Hanglänge, Landschaftselemente, Gewässerentfernung sowie Oberbodenkörnung) und vergänglichen Faktoren (Anbaukulturen und Bodenbearbeitungsrichtung). Jedem Faktor wird ein Risikoeffizient zwischen 0 und 4 zugewiesen und aus allen Faktoren dann das Gesamtrisiko ermittelt.

Für die hier beschriebene Risikokarte wurde die Methodik gemäss (Noll, Dakhel and Burgos 2010) wie folgt angepasst. Es wurde entschieden, auf den Faktor Landschaftselemente zu verzichten, da das Ziel der Risikokarte ist, alle potenziellen Gefährdungen aufzuzeigen. Potenzielle mildernde Landschaftselemente sollten aber in der resultierenden Kontrolle selbstverständlich miteinbezogen werden. Ebenfalls wird der Faktor Gewässerentfernung hier nicht betrachtet. Grund hierfür ist, dass die Risikokarte spezifisch die Gefahr aufzeigen soll, die durch die Einträge über Schächte zustande kommt. Da es sich hierbei um einen hydraulischen Kurzschluss handelt, darf die Entfernung zum Gewässer bei der Risikobeurteilung keine Rolle spielen. Zuletzt wurde entschieden den Faktor Bodenbearbeitungsrichtung zu ignorieren. Diese Vereinfachung war aufgrund der mangelnden Datengrundlage unumgänglich. Im Weiteren werden die verwendeten Faktoren erläutert.

Tabelle 1: Bewertungstabelle des Transferrisikos von Pestiziden (Noll, Dakhel und Burgos 2010) inklusive dortiger Quellenangaben

			kein Risiko Koeff. = 0	geringes Risiko Koeff. = 1	mittleres Risiko Koeff. = 2	starkes Risiko Koeff. = 3	sehr starkes Risiko Koeff. = 4
Unvergängliche Faktoren	Faktor Relief	Hangneigung (1)	<2%	2–5%	6–15%	16–25%	>25%
		Hanglänge (2)	<50 m	51–100 m	101–200 m	201–300 m	>301 m
	Faktor Abfluss	Landschaftselemente	Wald/Hecke, Abhang	Grünstreifen, Parzelle	Grasweg	Steinweg	Strasse
		Entfernung zu den Gewässern (3)	>200 m		20–200 m		<20 m
	Körnigkeit des Oberbodens (1)	AA, As, A	Als, AS, Al	Sl, S, SS, Sa	Sal, Lsa, LAS, La	L, Ls, LL	
Vergängliche Faktoren	Anbaukulturen (4)	permanente oder temporäre Wiese; Brachland, Luzerne, Rohrschilf	Getreide, Weinbau >70% bedeckt	Obstanbau, Frühjahrsanbau (5), Ackerbohnen, Weinbau 70–50% bedeckt	Rüben, Kartoffeln, Weinbau 50–30% bedeckt	Gemüse, Weinbau <30% bedeckt	
	Bodenbearbeitungsrichtung	kein Abfluss	Perpendikular zum Abfluss			Parallel zum Abfluss	

(1): Mosimann et al. (1991); (2): Mosimann und Rüttimann (1996); (3): Laubier (2001); (4): Hani et al. (1990); (5): Frühjahrsanbau = Raps, Mais, Soja, Sonnenblumen, Lupinen, Erbsen.

Tabelle 2: Bewertungstabelle des Transferrisikos von Pestiziden (Noll, Dakhel und Burgos 2010) inklusive dortiger Quellenangaben mit markierten Anpassungen

			kein Risiko Koeff. = 0	geringes Risiko Koeff. = 1	mittleres Risiko Koeff. = 2	starkes Risiko Koeff. = 3	sehr starkes Risiko Koeff. = 4
Unvergängliche Faktoren	Faktor Relief	Hangneigung (1)	<2%	2–5%	6–15%	16–25%	>25%
		Hanglänge (2)	<50 m	51–100 m	101–200 m	201–300 m	>301 m
	Faktor Abfluss	Landschaftselemente	Wald/Hecke, Abhang	Grünstreifen, Parzelle	Grasweg	Steinweg	Strasse
		Entfernung zu den Gewässern (3)	>200 m		20–200 m		<20 m
	Körnigkeit des Oberbodens (1)	AA, As, A	Als, AS, Al	Sl, S, SS, Sa	Sal, Lsa, LAS, La	L, Ls, LL	
Vergängliche Faktoren	Anbaukulturen (4)	permanente oder temporäre Wiese; Brachland, Luzerne, Rohrschilf	Getreide, Weinbau >70% bedeckt	Obstanbau, Frühjahrsanbau (5), Ackerbohnen, Weinbau 70–50% bedeckt	Rüben, Kartoffeln, Weinbau 50–30% bedeckt	Gemüse, Weinbau <30% bedeckt	
	Bodenbearbeitungsrichtung	kein Abfluss	Perpendikular zum Abfluss			Parallel zum Abfluss	

Wird bei Felduntersuchung miteinbezogen

Bei hydraulischen Kurzschlüssen irrelevant

Kann aufgrund Datenmangel nicht in Betracht gezogen werden

2.4 Anbaukulturen

Die auf einer Parzelle angebaute Kulturen tragen erheblich zum Risiko eines Eintrags bei. Dies liegt einerseits an der Menge der eingesetzten Pestizide, die sich je nach Kultur stark unterscheidet. Andererseits spielt die Bodenbedeckung einer Kultur eine grosse Rolle, da sie die Abschwemmung massgeblich beeinflusst.

2.4.1 Datengrundlage

Als Datengrundlage werden die von den Landwirten gemeldeten Kulturen verwendet. Jeder Anbaufläche wird hierzu ein Kulturcode zugeteilt. Die Daten wurden vom Amt für Landschaft und Natur (ALN) bereitgestellt. In einem ersten Schritt wurden die Daten zu den angebaute Kulturen aus den Jahren 2017 bis 2022 untersucht. Die folgende Tabelle 3 veranschaulicht das Ergebnis:

Tabelle 3: Statistische Werte der eingetragenen Kulturflächen der Jahre 2017-2022

Jahr	2017	2018	2019	2020	2021	2022
#Flächen ohne Lücken	11759	63808	101848	106084	124909	125690
# mit a <10	0	0	0	0	2	0
# mit a <50	0	80	0	0	4	1
# mit a <100	211	1377	2044	2319	2964	3010
# mit a <500	1610	8524	13609	14847	20350	20665
D'schnitt a [m ²]	6639.7	6825.1	6705.5	6552.5	5905.9	5844.7
Min a [m ²]	50.3	10.2	50	50	0.7	45.6
Max a [m ²]	111352.1	265697.7	265697.9	265697.5	265697.4	265689.8

In Anbetracht der wesentlich geringeren Anzahl Flächen in den Jahren 2017 und 2018 wurde entschieden, diese nicht in der Analyse zu verwenden. Täte man dies, würden Flächen, die bereits in den beiden frühen Jahren verzeichnet sind im Vergleich zu anderen überbewertet. Folglich fanden nur die Jahre 2019-2022 Einzug in die Risikobewertung.

2.4.2 Vorgehen Berechnung

Im nächsten Schritt wurden den einzelnen Kulturcodes von Zürich Risikokoeffizienten gemäss (Noll, Dakhel and Burgos 2010) zugeordnet. Da Zürich eine wesentlich genauere Unterscheidung zwischen den Kulturen verwendet als in Nolls Beispiel, wurde bei der Zuordnung der einzelnen Codes auf die Erfahrung und das Fachwissen von Samuel Gerber zurückgegriffen. Auch wurde der Grundsatz, bei Unklarheiten lieber den höheren Koeffizienten zu verwenden, angewendet. Die Codes und Koeffizienten sind Tabelle 10 (Anhang) verzeichnet. Die Koeffizienten 17 und 18 wurden als Kontrolle eingesetzt, um sicherzustellen, dass diese Werte nicht im Datensatz auftauchen.

In einem weiteren Schritt wurden dann mithilfe der ArcMap Funktion «Union» die Landwirtschaftsflächen mit ihren Risikokoeffizienten aus allen Jahren vereinigt. Darauffolgend wurde für jede Fläche der maximale Risikokoeffizient aus den vier Jahren ermittelt und in einem neuen Feld eingetragen. Da innerhalb von 4 Jahren alle Perioden des Bewirtschaftungszyklus abgedeckt werden, kann so das höchste Risiko, das eine Fläche haben könnte, simuliert werden.

Tauchte in einem der Jahre der Code 611,612,617,618,634 oder 693 auf, wurde das Maximalrisiko manuell auf 0 gesetzt. Dieses Vorgehen ist gerechtfertigt, weil diese Codes Biodiversitätsförderflächen indizieren, die für mindestens 8 Jahre Bestand haben müssen. Wenn also beispielsweise eine Fläche im Jahr 2019 für Ackerbau mit Risiko 3 genutzt wurde aber im Jahr 2020 als Biodiversitätsfläche deklariert wurde, würde es keinen Sinn machen das Maximalrisiko 3 zu verwenden.

Als nächstens wurden alle Flächen entfernt, die das Maximalrisiko NULL nach der Berechnung hatten. Hierbei handelt es sich um Nicht-Kulturflächen (z.B. Weiher), die komplett von Kulturflächen umschlossen sind. Die «Union» Funktion trägt solche Lücken ebenfalls automatisch als Fläche ein. Da diese Flächen aber über keinen Kulturcode verfügen, sind sie leicht zu filtern, da auf ihnen das maximale Kulturrisiko NULL berechnet wird.

Als nächstes wurden mithilfe der Funktion «Intersect» alle Flächen ausserhalb der Kantons-grenzen Zürichs entfernt. Dies war nötig, da in den Grunddaten auch jene Landwirtschaftsflächen verzeichnet waren, die zwar ausserhalb Zürichs liegen, aber von Zürcher Landwirten bewirtschaftet werden. Solche Flächen unterliegen bei der Kontrolle dem jeweiligen Kanton, daher wurden sie hier gelöscht.

2.4.3 Datenbereinigung

Nach der Verschneidung der Anbauflächen mit den Kulturcodes über mehrere Jahre wurde festgestellt, dass aufgrund der manuellen Eintragung der Parzellengrenzen in jedem Jahr extrem viele «Dummyflächen»³ entstehen. Das Problem lässt sich in der folgenden Tabelle 4 sofort erkennen.

Tabelle 4: Statistische Aufteilung der Flächengrössen nach der Vereinigung der Jahre

Parzellengrösse[m ²]	Anzahl Parzellen nach Union	Restliche Flächen	% Flächen die kleiner sind
Alle	330962	0	100
<0.1	144294	186668	43.6
<0.5	152883	178079	46.2
<1	157518	173444	47.6
<2.5	163698	167264	49.5
<5	167131	163831	50.5
<10	169984	160978	51.4

Um eine sinnvolle Karte zu erhalten, mussten diese Flächen natürlich entfernt werden. In Rücksprache mit Samuel Gerber wurde als Ziel entschieden, keine Flächen unterhalb einer Grösse von einer Are oder 100 m² zu haben. Der direkteste Weg hierzu wäre alle zu kleinen Flächen einfach zu löschen. Diese Option hätte allerdings zu kleinen, in der Realität nichtexistierenden Lücken zwischen den richtigen Flächen geführt. Dies hätte dem Endergebnis einen optisch sehr ungenauen Eindruck gegeben, da die endgültige Gesamtrisikoberechnung ebenfalls über die Kulturflächen erfolgt.

³ Gemeint sind Flächen, die entstehen, wenn dieselbe Parzellengrenze in verschiedenen Jahren leicht verschoben eingetragen wird

Ein erster Ansatz, um dieses Problem zu vermeiden, war der Toleranzregler innerhalb der «Union» Funktion. Die Ergebnisse des Tests mit verschiedenen Toleranzwerten sind in Tabelle 5 zu sehen.

Tabelle 5: Statistische Werte der vereinten Kulturflächen bei verschiedenen Toleranzwerten

Toleranz(m)	0	1	2	3	3.5	4	5	10
#Flächen ohne Lücken	330962	154332	145306	135107	133158	129771	122441	100458
# mit a<10 [m²]	169984	1054	64	0	0	0	0	0
# mit a <50 [m²]	178456	5948	3644	1809	1202	588	59	0
# mit a <100 [m²]	185772	11508	8058	5028	4398	3425	1773	0
# mit a <500 [m²]	213704	37295	29922	23197	21807	19793	16129	5967
Avg a [m²]	2249.59	4822.88	5162.57	5576.33	5663.04	5815.15	6150.86	7452.65
Min a [m²]	0.000002	1.39	5.05	11.78	17.02	21.90	31.56	129.90
Max a [m²]	265689.89	265312.53	264569.39	262806.96	262331.13	262297.30	261535.08	275598.87

Obwohl klar erkennbar ist, dass es so möglich ist, die Anzahl erhaltener Flächen zu reduzieren wurde diese Option verworfen. Der Grund dafür war die Unklarheit darüber, wie der Toleranzregler exakt in die Berechnung eingreift, zusammen mit der Warnung in ArcMap, dass die Verwendung einer Toleranz von mehr als 0 zu Ungenauigkeiten führen kann und normalerweise nicht verwendet werden sollte.

Als nächstes wurde die Möglichkeit in Betracht gezogen, alle Flächen unter einer bestimmten Grenzgröße mit ihrer Nachbarfläche zu verschmelzen, sofern diese über denselben Risikoeffizienten verfügt. Leider stellte sich heraus, dass eine solche Funktion in ArcMap nicht vorhanden ist, sodass diese Möglichkeit ebenfalls nicht umsetzbar war.

Final wurde entschieden die Funktion «Eliminate» zu verwenden. Diese Funktion fügt jede ausgewählte Fläche ihrem Nachbar mit der längsten gemeinsamen Grenze bei. Hierbei spielen jedoch die Attribute der beiden Flächen keine Rolle und die Ergebnisfläche behält die Attribute der nicht eliminierten Fläche. Aufgrund der geringen Größe und grundsätzlich fehlerhaften Entstehung der Kleinflächen wurde dies hier jedoch als akzeptabel eingestuft.

Zuerst wurden alle Flächen mit einer Grösse unter 1 m² auf diese Weise eliminiert. Darauffolgend wurden in einer weiteren Iteration der Funktion «Eliminate» Flächen unter 100m² entfernt. Durch eine so gestaffelte Berechnung wird vermieden, dass kleine Zwischenflächen, die nicht selbst an eine grosse Fläche grenzen (sondern nur an weitere kleine Flächen), übrigbleiben.

Anschliessend blieb nur eine kleine Anzahl Flächen unter 100 m² übrig. Mithilfe von Stichproben wurde festgestellt, dass es sich hierbei um Flächen ohne Grenzen zu anderen handelt. Dieser Rest wurde dann gelöscht, da das von der landwirtschaftlichen Nutzung dieser vereinzelt Kleinflächen ausgehende Risiko als vernachlässigbar beurteilt wurde.

2.5 Körnung des Oberbodens

Die Bodeneigenschaften spielen bei der Risikobewertung eine Rolle, weil sie beeinflussen, wie leicht es zu Abschwemmung kommen kann, was ein massgeblicher Treiber ist. Darüber hinaus spielen die Bodeneigenschaften auch eine grosse Rolle bei der Infiltration von Niederschlägen.

2.5.1 Datengrundlage

Als Daten dient die Bodenkarte der Landwirtschaftsflächen des Kantons Zürich. Sie konnte leicht über den Geodatenshop bezogen werden. In ihr sind neben zahlreichen Parametern des Bodens auch die Feinkörnung des Oberbodens eingetragen. Diese verwendet Noll zur Risikoeinschätzung.

2.5.2 Vorgehen Berechnung

In der Bodenkarte ist die Körnung gemäss dem in Abbildung 1 wiedergegebenen Kartierungsdreieck aus (Baudirektion Kanton Zürich (Fachstelle Bodenschutz) 2019) verzeichnet. Noll hingegen verwendet ein anderes Körnungsdreieck gemäss der GEPPA (Groupe d'Etude pour les Problèmes de Pédologie Appliquée) zitiert in (Mathieu und Pieltain 1998), für die Zuordnung der Risikokoeffizienten.

Folglich mussten den Werten im Datensatz der entsprechende Risikokoeffizient zugeordnet werden. Die Übersetzung folgte, indem beide Körnungsdreiecke übereinandergelegt wurden. So konnte jeder Bodenart aus dem Datensatz der entsprechende Risikokoeffizient zugeordnet werden. Bei der Translation galt generell der Grundsatz, den höchsten Risikokoeffizienten zuzuordnen, der zu einem signifikanten Teil (ca. >10%) in der Bodenart vertreten war. Für den Wert «keine mineralische Feinerde» gab es kein Äquivalent bei Noll. Daher wurde zu einem der Autoren (Stephane Burgos⁴) in Verbindung aufgenommen, der die entsprechenden Böden als gering gefährdet einstuft. Die Ergebnisse der Übersetzung sind in Tabelle 9 (Anhang) zu sehen.

⁴ Dozent Bodenkunde an der Berner Fachhochschule HAFL (Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften)

Mithilfe des Übersetzungsschlüssels konnte so jeder Bodenfläche der Karte der entsprechende Risikokoeffizient zugeordnet werden. Dies geschah mithilfe der Funktion «Calculate Field», durch die mithilfe mehrerer If-Anweisungen jeder Bodenart ihr entsprechender Risikokoeffizient eingetragen wurde. In der Bodenkarte sind oft mehrere Proben pro Parzelle verzeichnet. In solchen Fällen wurde jeweils der höchste Risikokoeffizient pro Parzelle verwendet. Dies geschah mithilfe der Summary Funktion.

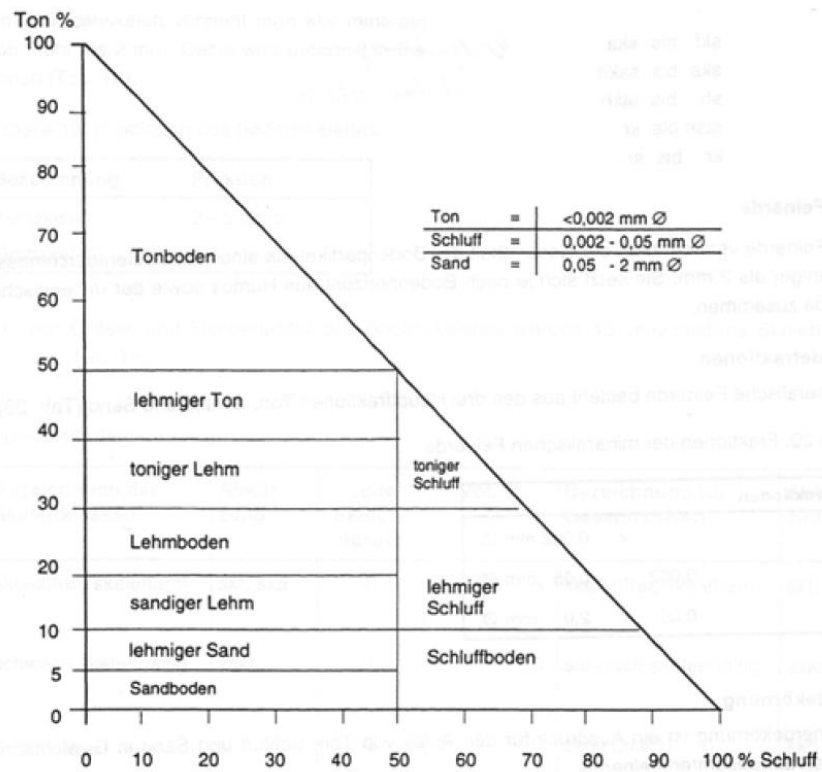


Abbildung 1: Körnungsdreieck zur Kartieranleitung 1985 (Baudirektion Kanton Zürich (Fachstelle Bodenschutz) 2019)

Triangle de texture du GEPPA, 1967

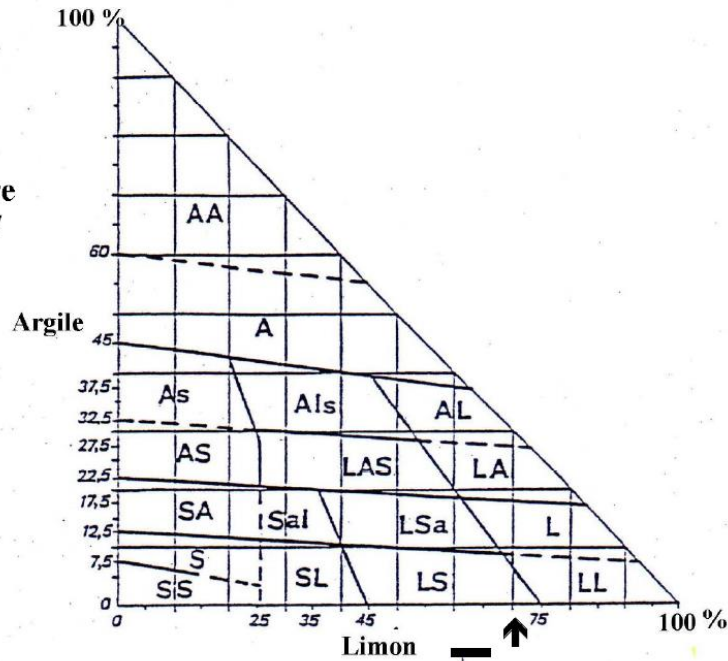


Abbildung 2: Körnungsdreieck gemäss der GEPPA (Groupe d'Etude pour les Problèmes de Pédologie Appliquée) zitiert in (Mathieu und Pieltain 1998)

2.6 Faktor Relief

Der Faktor Relief setzt sich aus den beiden Faktoren Hangneigung und Hanglänge zusammen. Er entspricht dem Durchschnitt dieser beiden Risikokoeffizienten, ausser einer der beiden ist 0 in welchem Fall der gesamte Faktor Relief mit Risiko 0 verwendet wird (Noll, Dakhel und Burgos 2010).

2.6.1 Datengrundlage

Als Datengrundlage wurde die kantonale Höhenkarte von 2022 verwendet sowie die Neigungskarte von 2022. Die Höhenkarte lag als 0.25 m Raster vor, wurde jedoch für die Berechnung auf 1 m aggregiert, um den Rechenaufwand zu verringern. Die Neigungskarte lag bereits als 1 m Raster vor.

2.6.2 Wahl der Berechnungsflächen

Da die zugrundeliegenden Daten für den Faktor Relief als Raster vorliegen, die Berechnung der Koeffizienten hingegen auf Polygonflächen erfolgt, müssen solche gewählt werden. In Frage kamen die Flächen der Bodenkörnungskarte, die Landwirtschaftspartellen oder die Kulturlächen, die einer Zerteilung der Landwirtschaftspartellen entsprechen. Zum Vergleich sind einige statistische Werte über die möglichen Flächen in Tabelle 6 zu sehen.

Tabelle 6: Statistische Werte der verschiedenen Flächengruppen im Vergleich

	Anzahl	Durchschnitt [m ²]	Min [m ²]	Max [m ²]	Stabw
Bodenkörnungsflächen	49534	15353	10.9	1180921	20535
Parzellen	23367	30527	50	729686	50624
Kulturen	135540	5288	100	265697	7486

Für die Vergleichbarkeit der berechneten Werte sollten die Flächen so ähnlich wie möglich sein. Ein Indikator hierfür ist der relative Unterschied zwischen Durchschnitt und der jeweiligen Standardabweichung. Es ist erkennbar, dass sich dieser wenig zwischen den drei möglichen Flächengruppen unterscheidet. Des Weiteren sollten die Flächen in ihrer Form möglichst kompakt sein, da sonst die Linie zwischen höchstem und niedrigstem Punkt (Hangneigung) nicht innerhalb der Fläche liegt, was zu Ungenauigkeiten führt. In diesem Bereich weisen die Flächen der Bodenkarte einen klaren Vorteil gegenüber den anderen auf (siehe Vergleich in Abbildung 3). Im Gegensatz zu den landwirtschaftlichen Flächen wurden, die Flächen der Bodenkarte auch nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten gewählt und nicht nach historischen wie die Landwirtschaftsparzellen. Daher wurde sich für die Bodenflächen entschieden.



Abbildung 3: Vergleich der Einzelflächen der Bodenkartierungskarte (links) und der Kulturflächen (rechts)

2.6.3 Hangneigung

Die Berechnung des Risikoeffizienten für Hangneigung erfolgte analog zu (Noll, Dakhel und Burgos 2010). Dabei muss beachtet werden, dass eine Betrachtung der maximalen Neigung innerhalb einer Parzelle das Risiko überschätzen würde, während die reine mittlere Neigung dieses unterschätzen würde. Daher schlagen Noll et al. vor, einer Parzelle den höchsten Risikoeffizienten zuzuweisen, der in mindestens 25% ihrer Pixel vorkommt, zuzuweisen. Diese Methodik wurde bei der Erstellung der Risikokarte übernommen.

2.6.3.1 Vorgehen Berechnung

Zuerst wurde die Neigungskarte gemäss der von Noll vorgelegten Bereiche reklassifiziert (Funktion «Reclassify»). In den Ausgangsdaten liegt die Neigung als kontinuierlicher Nei-

gungswert in Grad vor. Diesen Werten wurden gemäss der Wertebereiche in Tabelle 7 entsprechende Noll risikowerte zugeteilt. Da Noll von ganzzahligen Neigungsprozentwerten in seinen Wertebereichen ausgeht, wurde jeweils die Mitte bei 0.5 gewählt.

Tabelle 7: Übersetzung der Hangneigungsrisikobereiche gemäss (Noll, Dakhel und Burgos 2010) in Neigungswerte in Grad gemäss der Datengrundlage

Bereich (Prozent Neigung) gemäss Noll	<2%	2%-5.5%	5.5% - 15.5%	15.5% - 25%	>25%
Bereich (Grad Neigung) in der Neigungskarte	<1.14576	1.14576 – 3.14810	3.14810 – 8.81073	8.81073 – 14.03624	> 14.0362
Risikokoeffizient	0	1	2	3	4

Im nächsten Schritt wurde nun ein zonales Histogramm über alle Flächen berechnet. Hierbei wird für jede Fläche die Anzahl vorkommender Werte (0,1,2,3,4) in eine Tabelle geschrieben. Allerdings werden hierbei die verschiedenen Werte in Zeilen geschrieben und die Felder stellen Spalten da. Da die Tabelle so nicht an die Flächen angehängt werden kann, musste sie erst transponiert werden. Dies stellte sich in ArcMap als schwierig heraus. Mutmasslicher Grund ist, dass ArcMap auf sehr lange Tabellen optimiert ist und nicht auf sehr «breite». Nach einigem Probieren konnte die Tabelle in fünf Stücken exportiert werden. Danach konnte sie in Excel mithilfe des Query Editor wieder zusammengefügt und transponiert werden. Die resultierende Tabelle wurde dann wieder in ArcMap importiert und an eine Kopie der Bodenkörnungsflächen gejoined.

Als letzter Schritt konnte nun ein neues Feld mit dem untenstehenden Pythonskript berechnet werden, um den höchsten Risikokoeffizienten zu erhalten, der in mindestens 25% der Pixel vorkommt.

```
def getClass(a,b,c,d,e,f):
    if e/f>=0.25 :
        return 4
    if d/f>=0.25:
        return 3
    if c/f>=0.25:
        return 2
    if b/f>=0.25:
        return 1
    if a/f>=0.25:
        return 0
    else:
        return 17
```

2.6.4 Hanglänge

Die Hanglänge stellt ebenfalls einen wichtigen Faktor für Stofftransporte da. Die Berechnung erfolgt analog zu (Noll, Dakhel und Burgos 2010) über die gesamten Bodenkarteflächen. Hierzu wird der höchste und niedrigste Punkt jedes Polygons ermittelt. Die Hanglänge entspricht der Distanz zwischen den beiden Punkten.

2.6.4.1 Ermittlung Extrempunkte

Zur Ermittlung der Extrempunkte wurden zuerst mithilfe der Funktion «Zonal Statistics»⁵ ein Raster erstellt, das jeder Zelle in einer Fläche den höchsten bzw. niedrigsten Wert innerhalb der Fläche zuteilt. Als Datengrundlage diente das Zürcher Höhenmodell von 2022. Es wurde jedoch auf die Zellengrösse 1x1m heruntergerechnet, um die Berechnung zu beschleunigen.

Das Ergebnis der Zonal Statistics Berechnung wurde nun mit dem Höhenmodell verglichen. Hierzu wurde der Map Algebra Calculator verwendet. Mit dem folgenden Statement bleiben nur jene Zellen des Eingaberasters, die den gleichen Wert haben wie das Höhenmodell erhalten. Der Wert der übrigen Zellen wird gelöscht.

```
Con("DEM" == "Max_Elev", "DEM")
```

Das nun erhaltene Raster muss nun nur noch in eine Punkt FeatureClass konvertiert werden. Dies erfolgt mit der Funktion «Raster to Point». Ergebnis ist eine Sammlung aller Maxima bzw. Minima je nach Einstellung in der Funktion «Zonal Statistics».

2.6.4.2 Berechnung Distanz

Für die Berechnung der Distanz wurde in einem ersten Schritt jedem Punkt die ID der Fläche zugeteilt, in welcher sich der Punkt befindet. Dazu wurde ein Spatial Join durchgeführt. Hierbei wurde festgestellt, dass es zu zahlreichen Fehleintragungen kam. Dies lag an der Toleranz der Punktklasse. Dieser Wert bestimmt in ArcGIS ab welchem Abstand zwei Features als gleich gelten. Standardmässig liegt dieser bei einem Millimeter. Aufgrund der Vielzahl von Punkten lagen hier jedoch einige Punkte im Millimeterbereich auf einer Flächengrenze, so dass ihnen beiden Flächen zugeteilt wurden. Nachdem die Toleranz manuell auf 10^{-7} m herabgesetzt wurde, erfolgte die Berechnung eindeutig. Nach diesem Schritt blieben nur sehr wenige Doppelmaxima und -minima übrig. Nach Überprüfung konnte festgestellt werden, dass es sich hierbei ausnahmslos um Nachbarzellen mit derselben Höhe handelte. Mithilfe der Summary Funktion wurde jeweils einer dieser Punkte zufällig gelöscht, um ein eindeutiges Ergebnis zu erhalten.

⁵ Siehe hierzu auch den Artikel «How To: Create points representing the highest or lowest elevations within polygon features» auf der Supportseite von ESRI (URL: <https://support.esri.com/en/technical-article/000011761#:~:text=To%20do%20this%2C%20Open%20ArcMap,elevation%20within%20that%20polygon%20feature>, heruntergeladen am 30.03.2023)

Als nächstes wurde mithilfe der «Near» Funktion die Distanz aller Maxima zu allen Minima in einem Suchradius eingetragen. Bei einem Suchradius von 2000m konnten allen Maxima ausser einem ihre entsprechenden Minima zugeordnet werden. Da die Ergebnistabelle aufgrund der vielen Distanzen zu Minima anderer Flächen bereits über 21'000'000 Zeilen enthielt wurde beschlossen, die letzte Distanz einzeln zu berechnen und danach manuell in die Liste zu übertragen. Nachdem alle Distanzen zwischen Punkten aus unterschiedlichen Flächen gelöscht wurden und die fehlende Distanz ergänzt wurde, blieben nur die gesuchten Distanzen für alle Flächen übrig. Der erhaltene 2D Abstand wurde dann in die reale 3D Distanz umgerechnet. Diese entspricht der Wurzel aus der Summe des Quadrats des 2D Abstands und dem Quadrat der Höhendifferenz, gemäss des Satzes von Pythagoras. Die realen dreidimensionalen Distanzen konnten dann gemäss Noll klassifiziert werden. Da Noll von ganzzahligen Distanzen in seinen Wertebereichen ausgeht, wurde jeweils die Mitte bei 0.5 gewählt.

2.7 Zusammenfügung der Risikoeffizienten

Die Bestimmung des Gesamtrisikos erfolgte auf den Flächen des Kulturrisikos. Um das durchschnittliche Boden- und Reliefrisiko zu bestimmen, wurde wieder die Funktion «Zonal Statistics» angewendet. Hierfür mussten sowohl das Bodenrisiko Feature wie auch das Reliefrisikofeature zuerst zu einem Raster konvertiert werden. Danach konnte der Durchschnitt der Werte aller Zellen in einer Kulturfläche für beide Risikofaktoren berechnet werden. Anschliessend wurde ein ungerundeter Durchschnitt aller Risikoeffizienten berechnet. Dieser wurde dann in einen weiteren Schritt gerundet. Da Python standardmässig kaufmännisch rundet (d.h. 0.5 wird auf die nächste gerade Zahl gerundet), wurde die folgende Funktion verwendet, um mathematisch zu runden:

```
import math
def normal_round(n):
    if n - math.floor(n) < 0.5:
        return math.floor(n)
    return math.ceil(n)
```

2.7.1 Gewichtung der Faktoren

Eine weitere Frage liegt in der Gewichtung der unterschiedlichen Faktoren. Hierbei spielen vor allem zwei Überlegungen eine Rolle.

Erstens wurde in Expertengesprächen festgestellt, dass der Faktor Kultur wohl den grössten Risikofaktor darstellt. Um diesem Fakt Folge zu tragen, wurde allen Flächen, deren Kulturrisiko 0 ist, automatisch das Gesamtrisiko 0 zugeteilt. Ohne Schadstoffeinsatz spielen Faktoren, die den Transfer begünstigen, logischerweise keine Rolle. Ausserdem stellt sich die Frage, ob man den Koeffizient Kultur auch in allen anderen Fällen höher gewichten sollte.

Zweitens stellte sich heraus das der Faktor Oberbodenkörnung wenig aussagekräftig ist. Im Kanton Zürich sind Lehmböden sehr dominant, sodass über 93% der Bodenflächen einen Risikoeffizient von 3 aufweisen. Daher stellt sich die Frage, den Faktor Boden entweder geringer zu gewichten oder sogar ganz aus der Bewertung herauszulassen.

3 Ergebnisse

Tabelle 8: Unterschiedliche Gewichtungen, K steht für den Kulturfaktor, B für den Bodenfaktor sowie R für den Faktor Relief

Gewichtung	# 0	#1	#2	#3	#4	#Gesamt
K1B1R1	88250 (65.1%)	364 (0.27%)	9353 (6.9%)	37348 (27.6%)	225 (0.17%)	135540
K2B1R1	88250 (65.1%)	435 (0.32%)	9119 (6.7%)	36059 (26.6%)	1677 (1.2%)	135540
K2B0.5R1	88250 (65.1%)	529 (0.39%)	10034 (7.4%)	34394 (25.4%)	2333 (1.7%)	135540
K1B0R1	88250 (65.1%)	503 (0.37%)	9387 (6.9%)	35268 (26.0%)	2132 (1.6%)	135540
K2B0R1	88250 (65.1%)	2493 (1.8%)	8070 (6.0%)	33821 (25.0%)	2906 (2.1%)	135540

In Tabelle 8 können die Ergebnisse verschieden gewichteten Gesamtrisiken verglichen werden. Beim Vergleichen kann man die Flächen in der Risikoklasse 0 ausblenden, da ihre Risikoklasse unabhängig von der Gewichtung ist, sondern nur auf dem Kulturrisiko beruht. Es fällt auf, dass bei gleicher Gewichtung aller Faktoren ein sehr grosser Teil der restlichen Flächen in die Risikoklasse 3 fallen. Dies ist leicht durch den Faktor Oberbodenkörnung (siehe Gewichtung der Faktoren) erklärbar. Gewichtet man nun das Kulturrisiko 2-fach, entschärft sich dieses Problem, da zahlreiche Flächen aus der Kategorie 3 nun in 4 fallen. Wenn nun auch noch das Bodenrisiko nur halb gewichtet wird, ist das Ergebnis noch differenzierter. Zur Überprüfung wurde auch das Risiko komplett ohne Einbeziehung des Bodenfaktors berechnet, sowohl mit 1-fach gewichtetem Kulturrisiko als auch mit doppelten. Es zeigt sich, dass dies nicht zu einem signifikant differenzierteren Ergebnis führt, verglichen mit den anderen Gewichtungen.

Am Ende wurde entschieden, das Gesamtrisiko mit der Gewichtung Kultur 2-fach, Oberbodenkörnung halb und Relief 1-fach zu berechnen (Variante K2B0.5R1). So werden alle verfügbaren Informationen miteinbezogen und trotzdem eine maximale Differenzierung erreicht.

Ein Ausschnitt der resultierenden Risikokarte ist in Abbildung 4: Risikokarte des Kanton Zürich Stand 2023 wiedergegeben.

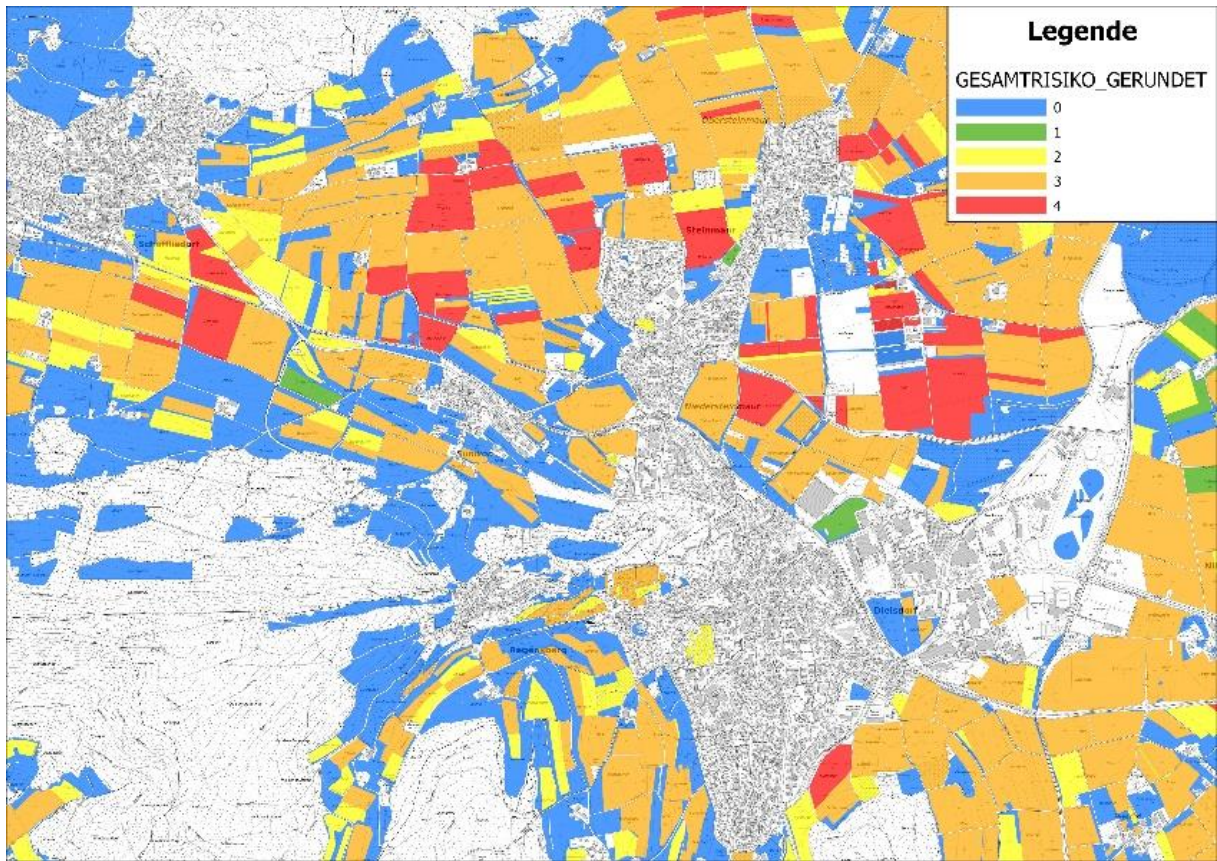


Abbildung 4: Risikokarte des Kanton Zürich Stand 2023

4 Aussicht

Ein möglicher nächster Schritt wäre die Veröffentlichung für die landwirtschaftlichen Nutzer, so dass diese nun die Risiken ihrer Flächen selbst einschätzen können.

Aufgrund der sich relativ langsam verändernden Risikofaktoren ist ein Update innerhalb der nächsten 5 Jahre nicht notwendig.

5 Literaturverzeichnis

Baudirektion Kanton Zürich (Fachstelle Bodenschutz). *Bodenkartierung der*

Landwirtschaftsflächen des Kantons Zürich. 15. 04 2019.

[https://maps.zh.ch/system/docs/nekzh/Glossar/Glossar-](https://maps.zh.ch/system/docs/nekzh/Glossar/Glossar-Bodenkarte.htm#:~:text=Die%20Bodenkarte%20bildet%20eine%20wichtige,Ausscheidung%20von%20Fruchtfolgefl%C3%A4chen%20und%20Landwirtschaftszonen)

[Bodenkarte.htm#:~:text=Die%20Bodenkarte%20bildet%20eine%20wichtige,Ausscheidung%20von%20Fruchtfolgefl%C3%A4chen%20und%20Landwirtschaftszonen](https://maps.zh.ch/system/docs/nekzh/Glossar/Glossar-Bodenkarte.htm#:~:text=Die%20Bodenkarte%20bildet%20eine%20wichtige,Ausscheidung%20von%20Fruchtfolgefl%C3%A4chen%20und%20Landwirtschaftszonen). (Zugriff am 30. 03 2023).

Bundesamt für Landwirtschaft, Direktionsbereich Direktzahlungen und Ländliche

Entwicklung. „Vollzugshilfe Merkblatt Nr. 6.2: Flächenkatalog / Beitragsberechtigung der Flächen 2022.“ 23. 11 2021.

https://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Instrumente/Direktzahlungen/Voraussetzungen%20Begriffe/Merkblaetter/2022%20Merkblatt%20Nr.%206.2%20Fl%C3%A4chenkatalog%20und%20Beitragsberechtigung.pdf.download.pdf/Merkblatt%20Nr.%206.2_Fl%C3%A4chenkatalog%20 (Zugriff am 01. 04 2023).

Mathieu, C, und F Pieltain. „Analyse physique des sols. Methodes choisies.“ In *Analyse physique des sols. Methodes choisies*, 275pp. Paris: Technique et Documentation Lavoisier, 1998.

Noll, Dorothea, Nathalie Dakhel, und Stéphane Burgos. „Beurteilung der Transferrisiken von Pestiziden durch Oberflächenabfluss.“ *Agrarforschung Schweiz* 1 (3), 2010: 110-117.

6 Anhang

Tabelle 9: Zuteilung der Bodenklassifizierung zu ihren entsprechenden Risikokoeffizienten

Zürcher Klassifizierung	Gefahrenklasse nach Noll
sandiger Lehm bis Lehm	3
toniger Lehm bis lehmiger Ton	1
sandiger Lehm bis lehmiger Schluff	3
Lehm bis toniger Lehm	3
Lehm	3
sandiger Lehm	3
Lehm bis lehmiger Schluff	3
toniger Lehm	1
toniger Schluff bis toniger Lehm	1
lehmiger Ton bis Ton	0
lehmiger Schluff	4
lehmiger Sand bis sandiger Lehm	3
lehmiger Sand bis Lehm	3
toniger Schluff bis lehmiger Ton	1
lehmiger Ton	0
lehmiger Schluff bis toniger Schluff	3
lehmiger Schluff bis lehmiger Ton	3
toniger Schluff bis Ton	0
lehmiger Schluff bis toniger Lehm	3
toniger Lehm bis Ton	0
keine mineralische Feinerde	1(gemäss Burgos)
Sand bis lehmiger Sand	2
Schluff	4

Tabelle 10: Zuteilung der Kulturcodes zu ihren entsprechenden Risikokoeffizienten (Bundesamt für Landwirtschaft 2021)

Kultur	Kulturcode	NollRisiko	Kommentar
Talzone (TZ)	31	18	
Hügelzone (HZ)	41	18	
Bergzone 1 (BZ 1)	51	18	
Bergzone 2 (BZ 2)	52	18	
Bergzone 3 (BZ 3)	53	18	
Bergzone 4 (BZ 4)	54	18	
Sömmerungsgebiet	61	18	
Angestammte Fläche im Ausland	77	18	
Nicht angestammte Fläche im Ausland	79	18	
Sommergerste	501	2	
Wintergerste	502	1	
Hafer	504	1	
Triticale	505	1	
Mischel Futtergetreide	506	1	
Futterweizen gemäss Sortenliste swiss granum	507	1	
Körnermais	508	3	
Reis	509	1	
Emmer, Einkorn	511	1	
Sommerweizen (ohne Futterweizen der Sortenliste swiss granum)	512	2	
Winterweizen (ohne Futterweizen der Sortenliste swiss granum)	513	1	
Roggen	514	1	
Mischel Brotgetreide	515	1	
Dinkel	516	1	
Saatmais (Vertragsanbau)	519	3	
Silo- und Grünmais	521	3	
Zuckerrüben	522	3	
Futterrüben	523	3	
Kartoffeln	524	3	
Pflanzkartoffeln (Vertragsanbau)	525	3	
Sommerraps zur Speiseölgewinnung	526	1	

Winterraps zur Speiseölgewinnung	527	1	
Soja	528	2	
Sonnenblumen zur Speiseölgewinnung	531	2	
Lein	534	1	
Hanf	535	1	
Ackerbohnen zu Futterzwecken	536	2	
Eiweisserbsen zu Futterzwecken	537	2	
Lupinen zu Futterzwecken	538	2	
Ölkürbisse	539	2	
Tabak	541	2	
Hirse	542	1	
Getreide siliert	543	1	
Leindotter	544	1	
Einjährige Freilandgemüse (ohne Konservengemüse)	545	4	
Freiland-Konservengemüse	546	3	
Wurzeln der Treibzichorie	547	3	
Buchweizen	548	1	
Sorghum	549	1	
Einjährige Beeren (z.B. Erdbeeren)	551	3	
Einjährige nachwachsende Rohstoffe (Kenaf, usw.)	552	1	
Einjährige Gewürz- und Medizinalpflanzen S	553	2	
Einjährige gärtnerische Freilandkulturen (Blumen, Rollrasen usw.)	554	3	
Ackerschonstreifen BFF	555	0	
Buntbrache BFF	556	0	
Rotationsbrache BFF	557	0	
Saum auf Ackerflächen BFF	559	0	
Mohn	566	1	
Saflor	567	1	
Linsen	568	1	
Mischungen von Ackerbohnen, Eiweisserbsen und Lupinen zu Futterzwecken mit Getreide, mindestens 30% Anteil Leguminosen bei der Ernte (zur Körnergewinnung)	569	2	
Blühstreifen für Bestäuber und andere Nützlinge BFF	572	0	
Senf	573	1	
Quinoa	574	1	
Hanf zur Nutzung der Samen	575	1	
Hanf zur Fasernutzung	576	1	
Anderer Hanf	577	1	

Sommerraps als nachwachsender Rohstoff	590	1	
Winterraps als nachwachsender Rohstoff	591	1	
Sonnenblumen als nachwachsender Rohstoff	592	2	
offene Ackerfläche, beitragsberechtigt (regionsspezifische Biodiversitätsförderfläche (3) BFF	594	0	
übrige offene Ackerfläche, nicht beitragsberechtigt (1) (regionsspezifische Biodiversitätsförderfläche) (3) BFF	595	0	
Übrige offene Ackerfläche, beitragsberechtigt (1)	597	2	weil nicht bekannt
Übrige offene Ackerfläche, nicht beitragsberechtigt (1)	598	2	weil nicht bekannt
Kunstpflanzen (ohne Weiden)	601	0	
Übrige Kunstpflanze, beitragsberechtigt (z.B. Schweineweide, Geflügelweide)(1)	602	2	Schweine und Hühner, nährstoffintensiv
Extensiv genutzte Wiesen (ohne Weiden) BFF	611	0	
Wenig intensiv genutzte Wiesen (ohne Weiden) BFF	612	0	
Übrige Dauerwiesen (ohne Weiden)	613	0	
Weiden (Heimweiden, übrige Weiden ohne Sömmerungsweiden)	616	0	
Extensiv genutzte Weiden BFF	617	0	
Waldweiden (ohne bewaldete Fläche) BFF	618	0	
Heuwiesen im Sömmerungsgebiet, Übrige Wiesen, (keine BFF)	621	0	
Heuwiesen im Sömmerungsgebiet, Typ extensiv genutzte Wiese BFF	622	0	
Heuwiesen im Sömmerungsgebiet, Typ wenig int. genutzte Wiese BFF	623	0	
Waldweiden (ohne bewaldete Fläche)	625	0	
Futterleguminosen für die Samenproduktion (Vertragsanbau)	631	0	
Futtergräser für die Samenproduktion (Vertragsanbau)	632	0	
Uferwiesen entlang von Fließgewässern (ohne Weiden) BFF	634	0	
Regionsspezifische Biodiversitätsförderflächen (Weiden) (3) BFF	693	0	
Regionsspezifische Biodiversitätsförderfläche (Grünflächen, ohne Weiden) (3) BFF	694	0	
Übrige Grünfläche (Dauergrünfläche), beitragsberechtigt (1)	697	0	
Übrige Grünfläche (Dauergrünfläche), nicht beitragsberechtigt (1)	698	0	

Reben S	701	3	
Obstanlagen (Äpfel) S	702	3	
Obstanlagen (Birnen) S	703	3	
Obstanlagen (Steinobst) S	704	3	
Mehrfährige Beeren S	705	2	
Mehrfährige Gewürz- und Medizinalpflanzen S	706	2	worst case wahrscheinlich normal bio
Mehrfährige nachwachsende Rohstoffe (Chinaschilf, usw.)	707	0	
Hopfen S	708	1	
Rhabarber S	709	1	
Spargel S	710	3	
Pilze (Freiland) S	711	1	
Christbäume	712	1	
Baumschule von Forstpflanzen ausserhalb der Forstzone	713	1	
Ziersträucher, Ziergehölze und Zierstauden	714	2	
Übrige Baumschulen (Rosen, Früchte, usw.)	715	2	
Rebflächen mit natürlicher Artenvielfalt S/BFF	717	1	
Trüffelanlagen	718	1	
Maulbeerbaumanlagen (Fütterung Seidenraupen)	719	1	
Gepflegte Selven (Edelkastanienbäume)	720	1	
Mehrfährige gärtnerische Freilandkulturen (nicht im Gewächshaus)	721	2	
Baumschule von Reben	722	3	
Permakultur (kleinräumige Mischung verschiedener Kulturen mit mehr als 50% Spezialkulturen)	725	1	
Andere Obstanlagen (Kiwis, Holunder usw.) S	731	1	
Reben (regionsspezifische Biodiversitätsförderfläche) (3) S/BFF	735	1	
Übrige Flächen mit Dauerkulturen, beitragsberechtigt (1)	797	2	Sammelkategorie
Übrige Flächen mit Dauerkulturen, nicht beitragsberechtigt (1)	798	2	Sammelkategorie
Gemüsekulturen in Gewächshäusern mit festem Fundament S	801	0	geschützter Anbau ganz- jährig

Übrige Spezialkulturen in Gewächshäusern mit festem Fundament S	802	0	geschützter Anbau ganzjährig
Gärtnerische Kulturen in Gewächshäusern mit festem Fundament	803	0	geschützter Anbau ganzjährig
Gemüsekulturen in geschütztem Anbau ohne festes Fundament S	806	4	geschützter Anbau ganzjährig
Übrige Spezialkulturen in geschütztem Anbau ohne festes Fundament S	807	3	geschützter Anbau ganzjährig
Gärtnerische Kulturen in geschütztem Anbau ohne festes Fundament	808	2	geschützter Anbau ganzjährig
Pilze in geschütztem Anbau mit festem Fundament S	810	0	geschützter Anbau ganzjährig
Übrige Kulturen in geschütztem Anbau ohne festes Fundament, beitragsberechtigt (1)	847	2	geschützter Anbau ganzjährig
Übrige Kulturen in geschütztem Anbau mit festem Fundament (1)	848	0	geschützter Anbau ganzjährig
Übrige Kulturen in geschütztem Anbau ohne festes Fundament, nicht beitragsberechtigt (1)	849	2	geschützter Anbau ganzjährig
Streueflächen innerhalb der LN BFF	851	0	
Hecken-, Feld- und Ufergehölze (mit Krautsaum) BFF	852	0	
Hecken-, Feld- und Ufergehölze (mit Pufferstreifen)	857	0	
Hecken-, Feld- und Ufergehölze (mit Pufferstreifen) (regionspezifische Biodiversitätsförderfläche) (3) BFF	858	0	
Übrige Flächen innerhalb der LN, beitragsberechtigt (1)	897	0	
Übrige Flächen innerhalb der LN, nicht beitragsberechtigt (1)	898	0	
Wald	901	17	sollte es nicht geben
Übrige unproduktive Flächen (z. B. gemulchte Flächen, stark verunkrautete Flächen, Hecke ohne Pufferstreifen)	902	17	sollte es nicht geben

Flächen ohne landw. Hauptzweckbestimmung (erschlossenes Bauland, Spiel-, Reit-, Camping-, Flug- und Militärplätze oder ausgemerkte Bereiche von Eisenbahnen, öffentlichen Straßen und Gewässern)	903	17	sollte es nicht geben
Wassergräben, Tümpel, Teiche BFFa	904	17	sollte es nicht geben
Ruderalflächen, Steinhäufen und -wälle BFFa	905	17	sollte es nicht geben
Trockenmauern BFFa	906	17	sollte es nicht geben
Unbefestigte, natürliche Wege	907	17	sollte es nicht geben
Regionsspezifische Biodiversitätsförderfläche (3) BFFa	908	17	sollte es nicht geben
Hausgärten	909	17	sollte es nicht geben
Landwirtschaftliche Produktion in Gebäuden (z.B. Champignon, Brüsseler)	911	17	sollte es nicht geben
Hochstammfeldobstbäume BFF	921	17	sollte es nicht geben
Nussbäume BFF	922	17	sollte es nicht geben
Edelkastanienbäume BFF	923	17	sollte es nicht geben
Einheimische standortgerechte Einzelbäume und Alleen BFF	924	17	sollte es nicht geben
Markante Einzelbäume	925	17	sollte es nicht geben
andere Bäume	926	17	sollte es nicht geben
Andere Bäume (regionsspezifische Biodiversitätsförderfläche) (3) BFF	927	17	sollte es nicht geben
Andere Elemente (regionsspezifische Biodiversitätsförderfläche) (3) BFF	928	17	sollte es nicht geben
Andere Elemente (Landschaftsqualität) (3)	929	17	sollte es nicht geben
Sommerweiden	930	0	
Artenreiche Grün- und Streueflächen im Sommerweidengebiet	931	0	
Gemeinschaftsweiden	933	0	

Heuwiesen für Zufütterung während der Sömmerung	935	0	
Streueflächen im Sömmerungsgebiet	936	0	
Übrige Flächen ausserhalb der LN (1)	998	17	