



Baden-Württemberg

REGIERUNGSPRÄSIDIUM KARLSRUHE
ABTEILUNG 3 - LANDWIRTSCHAFT, LÄNDLICHER
RAUM, VETERINÄR- UND LEBENSMITTELWESSEN



Landwirtschaftliches
Technologiezentrum
Augustenberg

Merkblatt für den Anbau landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturen auf Flächen mit PFAS-Verunreinigungen in Mittel- und Nordbaden

Stand: Februar 2024

PFAS (per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen) sind künstlich hergestellte Verbindungen, die aufgrund ihrer wasser-, schmutz- und fettabweisenden Eigenschaften in sehr vielen Bereichen (z. B. Papier- und Textilindustrie, Kochgeschirr, Löschschäumen, Druckerfarben, Wachse, Kosmetik, etc.) eingesetzt werden. Für den vollständigen Abbau solcher Verbindungen gibt es fast keine natürlichen Prozesse.

Die PFAS-Verunreinigungen der Böden in Mittel- und Nordbaden sind sehr wahrscheinlich hauptsächlich über Komposte mit zugemischten Papierschlämmen auf die landwirtschaftlichen Flächen gelangt. In diesen waren nach bisherigem Kenntnisstand sog. Vorläuferverbindungen (u. a. Polyfluorierte Alkyl-Phosphate, kurz PAP) enthalten, die im Boden zu den sehr stabilen langkettigen und kurzkettigen Perfluorcarbon- und Perfluorsulfonsäuren abgebaut werden, die u. a. bei den Bodenuntersuchungen gemessen werden können.

Pflanzen können bestimmte PFAS, vor allem mobile, kurzkettige Verbindungen, aus dem Boden oder dem Beregnungswasser über die Wurzeln aufnehmen. Je nach Kultur verteilen und reichern sich die PFAS-Verbindungen in den Pflanzenorganen unterschiedlich an. Wissenschaftliche Berechnungsmodelle oder Richtwerte für den Übergang von PFAS-Verbindungen aus dem Boden oder dem Bewässerungswasser in die Pflanze existieren bis jetzt nicht. Allerdings wurden auf Basis der langjährigen und umfangreichen Erfahrungen vor Ort aus dem Vor-Ernte-Monitoring (VEM) und den Anbauversuchen des LTZ fundierte allgemeine und kulturspezifische Bewirtschaftungsempfehlungen abgeleitet, um eine Kontamination der Ernteprodukte mit PFAS zu vermeiden. Die so entstehenden Anbauempfehlungen werden regelmäßig aktualisiert und den neuen Erkenntnissen in diesem Bereich angepasst. Bei der Bewirtschaftung PFAS-verunreinigter Flächen sind diese Empfehlungen zu beachten, um den PFAS-Übergang aus dem Boden und dem Bewässerungswasser in das Erntegut zu minimieren. Überschreiten die im Rahmen des VEM untersuchten Produkte die festgelegten Beurteilungswerte (BUW¹), dürfen diese nicht als Lebensmittel vermarktet werden. Die Bewertung erfolgt jeweils durch die unteren Landwirtschaftsbehörden.

¹ Das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) hat sogenannte Beurteilungswerte (BUW) abgeleitet. Diese orientieren sich unter anderem an Leitwerten und gesundheitlichen Orientierungswerten des Umweltbundesamts (UBA) für PFAS in Trinkwasser sowie den Verzehrgewohnheiten. Hinzu kommen die Werte für die tolerierbare wöchentliche Aufnahme (TWI) der EFSA für vier PFAS.

Allgemeine Hinweise:

- Pflanzen nehmen die kurzkettigen PFAS Perfluorbutansäure (PFBA), Perfluorpentansäure (PFPeA) und Perfluorhexansäure (PFHxA) bevorzugt und besonders schnell auf.
- PFAS sind in der gesamten Pflanze zu finden. Pflanzen mit hohem Wasserbedarf und Pflanzenteile mit hoher Transpiration zeigen i. d. R. höhere Gehalte.
- Die Gehalte in den Pflanzenorganen, insbesondere in Samen und Früchten sind stark abhängig von der Kulturart (siehe Tab. 2 und 3).
- Die PFAS-Gehalte in Blättern und Stängeln sind i. d. R. deutlich höher als in den Samen und Früchten, deshalb sollten Biomassereste (z.B. Stroh) auf den verunreinigten Flächen verbleiben und nicht auf Flächen ohne PFAS-Verunreinigung verteilt werden.
- Aus Bewässerungswasser werden PFAS, insbesondere kurzkettige, besonders schnell von den Pflanzen aufgenommen. Dabei können sich PFAS aus dem Bewässerungswasser so stark anreichern, dass in den Pflanzen BUW überschritten werden. Zudem verunreinigen die PFAS im Bewässerungswasser den Boden. Aus beiden Gründen sind die Bewässerungsvorgaben, zu finden im [Bewässerungskonzept von 2023](#), unbedingt einzuhalten.
- PFAS können über verunreinigte Futtermittel in Lebensmittel wie Milch, Eier, Innereien und Muskelfleisch gelangen; Innereien reichern manche PFAS-Verbindungen besonders an. Sofern bei geringer Verunreinigung eine Verwendung als Futtermittel in Betracht kommt, erfolgt eine Abstimmung mit der Amtlichen Futtermittelüberwachung am Regierungspräsidium Karlsruhe. Entsprechend erzeugte tierische Lebensmittel sind amtlich auf PFAS zu untersuchen. Bisherige Erkenntnisse zur Anreicherung in Raufuttermitteln sind in Tab. 3 dargestellt.

Bodenkategorien und Anbauempfehlung

- Auswertungen zeigten eine sehr unterschiedliche Pflanzenaufnahme der einzelnen PFAS-Verbindungen. Insbesondere der Gehalt an kurzkettigen PFAS im Boden bestimmt, welche Kulturen zum Anbau auf verunreinigten Flächen noch geeignet sind. Deshalb teilt die Landwirtschaftsverwaltung (Regierungspräsidium (RP) und Landwirtschaftsamt (LWA)) PFAS-haltige Böden nach dem gewichteten Gehalt der kurzkettigen PFAS-Verbindungen PFBA (Faktor 0,8), PFPeA (Faktor 1) und PFHxA (Faktor 0,2) ein. Aus der Summe dieser gewichteten PFAS ergeben sich 4 Bodenkategorien (siehe Tab. 1). Diese Einteilung im Bodeneluat in 0–30 cm Tiefe ist Grundlage zur Auswahl geeigneter Kulturen (siehe Tab. 2 und 3).
- Die Umweltverwaltung richtet sich bei der Beurteilung PFAS-haltiger Böden nach den Vorgaben des Bodenschutzrechts. Dort erfolgt die Einteilung auf Basis des [Leitfadens zur PFAS-Bewertung](#), welcher eine ganze Reihe an PFAS berücksichtigt. Auf Karten, die durch das Umweltamt Rastatt zur Verfügung gestellt werden, sind in der Regel drei unterschiedliche Bodenkategorien farblich dargestellt (Verwertungskategorie (VK) 1 = grün, VK 3 = gelb, VK nicht verwertbar = rot). Diese Verwertungskategorien sind insbesondere für den Fall eines Einbaus von Bodenmaterial an einem anderen Ort von Bedeutung. Die bodenschutzrechtliche Bewertung allein ist jedoch keine ausreichende Grundlage für die Beurteilung der Pflanzenaufnahme und die Auswahl geeigneter Kulturen für den landwirtschaftlichen Anbau, weshalb die Landwirtschaftsverwaltung wie oben beschrieben eine gesonderte Flächeneinteilung für landwirtschaftlich genutzte Böden vornimmt.

Tab. 1 Bodenkategorien der Landwirtschaftsverwaltung (BK LWA; Landwirtschaftsverwaltung = RP und LWA) auf Grundlage des gewichteten Gehalts der drei PFAS-Verbindungen PFBA, PFPeA und PFHxA (3 kkPFAS gew $\mu\text{g/l}$) im Bodeneluat aus 0–30 cm Bodentiefe.

BK LWA (ab 2024)	1	2	3	4
Erwartung von BUW-Überschreitungen	sehr gering	gering	mittel	hoch
3 kkPFAS gew $\mu\text{g/l}$	<0,2	$\geq 0,2$ und <0,6	$\geq 0,6$ und <1	≥ 1

Zusätzlich: Bodenkategorie 0 = nicht untersucht (nicht in Tabelle)

Grün (= BK 1) oder „nicht untersucht“ (BK = 0) **bedeutet immer: Keine Einschränkungen** im Anbau und **kein VEM** erforderlich.

Im Einzelfall, z. B. beim Anbau von Soja, kann auch auf diesen Flächen ein VEM erforderlich sein. Die Flächen sind in der Regel bekannt, das VEM ist dann amtlich.

Auf anders gefärbten Flächen (Bodenkategorie 2 bis 4) bestehen Anbaubeschränkungen und es ist ggf. ein VEM erforderlich (siehe Tab. 2 und 3).

Beim **Anbau von Saatgut** wird kein VEM durchgeführt. Pflanzenreste sollen auf dem Feld verbleiben. Wenn die Körner nicht als Saatgut, sondern doch zur Nutzung als Lebens- oder Futtermittel (z. B. Körnermais, Weizen) verwendet werden sollen (z. B. weil die Partie nicht als Saatgut anerkannt wird), oder Nebenprodukte bei der Saatgutaufbereitung in die Lebens- oder Futtermittelproduktion gehen sollen, ist das VEM erforderlich. Die Kosten für PFAS-Untersuchungen sind in diesem Fall durch den/die Bewirtschafter:in zu tragen. Das gilt auch für Neben- oder Abfallprodukte bei der Saatgutaufbereitung, die nicht mehr auf die Anbaufläche zurückgeführt werden. **Bitte melden Sie Saatgutflächen auf PFAS-verunreinigten Schlägen dem LWA.**

Tab. 2: **Anbauempfehlung und Vor-Ernte-Monitoring (VEM) für landwirtschaftliche Kulturen zu Lebensmittelzwecken** bei PFAS-Bodenverunreinigung in alphabetischer Reihenfolge **gruppiert nach Getreide, Öl- und Eiweißpflanzen, Gemüse und Obst**. Es wurden nur Kulturen aufgenommen, für die mindestens fünf Pflanzenproben im Rahmen des VEM oder aus Anbauversuchen des LTZs vorliegen.

Legende

Symbol	Bedeutung
!	Bitte die folgenden Hinweise beachten
	PFAS-Aufnahmeverhalten der einzelnen Kulturen in das Haupterntegut von gering (grün) über orange (mittel) bis hoch (rot)
✓	Kultur ist zum Anbau geeignet
✓	Anbau möglich, BUW Überschreitungen für Lebensmittel können selten vorkommen
✗	vom Anbau wird abgeraten, Anteil an BUW Überschreitungen erhöht
✗	Kultur ist zum Anbau <u>nicht</u> geeignet
keine Daten	bislang liegen keine Pflanzenanalysedaten von Böden dieser Bodenkategorie vor, so dass keine Aussage zur Anbauwürdigkeit getroffen werden kann
nein	VEM ist nicht erforderlich
amtlich	VEM ist erforderlich, Landwirtschaftsverwaltung übernimmt die Kosten
Selbstzahler	VEM ist erforderlich, Bewirtschafter übernimmt selbst die Kosten der Untersuchung (Probenahme amtlich)

Getreide (Korn)					
Kulturen	PFAS-Aufnahmeverhalten	Empfehlungen	BK LWA 2	BK LWA 3	BK LWA 4
Dinkel		Anbau	✗ ² (mit Ausnahme ³)	✗ ²	✗
		VEM	Selbstzahler	Selbstzahler	Selbstzahler
Durum/ Hartweizen		Anbau	✓ ²	✗ ²	✗ ²
		VEM	amtlich	Selbstzahler	Selbstzahler
Gerste		Anbau	✓	✓	✓
		VEM	nein	amtlich	amtlich
Hafer		Anbau	✓	✓	✓
		VEM	nein	amtlich	amtlich
Körnersorghum/ Sorghumhirse		Anbau	✓	✓	✓
		VEM	nein	amtlich	amtlich
Mais		Anbau	✓	✓	✓
		VEM	nein	amtlich	amtlich
Roggen		Anbau	✓	✓	✓
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich

² vorläufige Einschätzung aufgrund einer bisher geringen Anzahl an Analyseergebnissen

³ Anbau für die Verwendung als Lebensmittel möglich, wenn Summe der 3 kkPFAS gew < 0,3 µg/l und keine Ergebnisse des VEM im Bereich knapp unterhalb BUW oder oberhalb BUW

Getreide (Korn) – Fortsetzung					
Kulturen	PFAS-Aufnahmeverhalten	Empfehlungen	BK LWA 2	BK LWA 3	BK LWA 4
Triticale		Anbau	✓ (mit Ausnahme ³)	✗	✗
		VEM	Selbstzahler	Selbstzahler	Selbstzahler
Weizen		Anbau	✗ (mit Ausnahme ³)	✗	✗
		VEM	Selbstzahler	Selbstzahler	Selbstzahler
Öl- und Eiweißpflanzen (Korn)					
Kulturen	PFAS-Aufnahmeverhalten	Empfehlungen	BK LWA 2	BK LWA 3	BK LWA 4
Raps		Anbau	✓	✓	✓
		VEM	nein	nein	amtlich
!	Mit PFAS-Verunreinigung des Rapshonigs bei Anbau auf verunreinigten Flächen ist zu rechnen. Honig muss vor Inverkehrbringen untersucht werden.				
Soja		Anbau	✗	✗	✗
		VEM	amtlich	Selbstzahler	Selbstzahler
Gemüse (üblicherweise verzehrte Teile)					
Kulturen	PFAS-Aufnahmeverhalten	Empfehlungen	BK LWA 2	BK LWA 3	BK LWA 4
Buschbohne (Hülse)		Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Chili (Frucht)		Anbau	✗	keine Daten	keine Daten
		VEM	Selbstzahler	Selbstzahler	Selbstzahler
Eichblattsalat (Kopf)		Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Feldsalat (Ganzpflanze)		Anbau	✓ ²	✗ ²	✗ ²
		VEM	amtlich	Selbstzahler	Selbstzahler
Flower Sprouts (Kopf)		Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Frühlingszwiebel (Ganzpflanze)		Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Grünkohl (Blätter)		Anbau	✗	keine Daten	keine Daten
		VEM	Selbstzahler	Selbstzahler	Selbstzahler
Gurke (Frucht)		Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Kartoffel (Knolle)		Anbau	✓	✓ ²	✓ ²
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich

Gemüse (üblicherweise verzehrte Teile) – Fortsetzung					
Kulturen	PFAS-Aufnahmeverhalten	Empfehlungen	BK LWA 2	BK LWA 3	BK LWA 4
Knoblauch (Knolle)		Anbau	✓ ²	✓ ²	✓ ²
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Kohlrabi (Knolle)	■	Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Kopfsalat (Kopf)	■	Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Kürbis, Hokkaido (Frucht)	■	Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Kürbis, sonstige (Frucht)	■	Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Lauch (Ganzpflanze)		Anbau	✓ ²	✓ ²	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Mangold (Ganzpflanze)		Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Paprika (Frucht)	■	Anbau	✗	keine Daten	keine Daten
		VEM	Selbstzahler	Selbstzahler	Selbstzahler
Petersilie (Kraut)	■	Anbau	✗	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	Selbstzahler	Selbstzahler
Romanesco (Kopf)		Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Rosenkohl (Kopf)		Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Rotkohl (Kopf)	■	Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Salat, sonstige (Kopf)	■	Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Spargel, weiß (Stange)	■	Anbau	✗	✗	✗
		VEM	amtlich	Selbstzahler ⁴	Selbstzahler ⁴
Spinat (Ganzpflanze)	■	Anbau	✗	keine Daten	keine Daten
		VEM	Selbstzahler	Selbstzahler	Selbstzahler
Spitzkohl (Kopf)		Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Stangenbohne (Hülse)		Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Tomate (Frucht)	■	Anbau	✗	✗	keine Daten
		VEM	Selbstzahler	Selbstzahler	Selbstzahler

⁴ VEM Selbstzahler bei Neuanlagen, Altanlagen erhalten amtliches VEM

Gemüse (üblicherweise verzehrte Teile) – Fortsetzung					
Kulturen	PFAS-Aufnahmeverhalten	Empfehlungen	BK LWA 2	BK LWA 3	BK LWA 4
Topinambur (Knolle)		Anbau	✗ ²	✗ ²	✗ ²
		VEM	Selbstzahler	Selbstzahler	Selbstzahler
Topinambur (Alkohol)		Anbau	✓	✓	✓
		VEM	nein	nein	nein
<p>! Schlempe auf der Produktionsfläche ausbringen. Knollen können PFAS stark anreichern. Knollen als Lebensmittel nur nach VEM.</p>					
Wirsing (Kopf)		Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Zucchini (Frucht)		Anbau	✓ ²	keine Daten	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Zwiebel (Knolle)		Anbau	✓	✓	✓
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
<p>! keine Ernte des Lauchs, darin wurden hohe PFAS-Gehalte gefunden</p>					
Obst (üblicherweise verzehrte Teile)					
Kulturen	PFAS-Aufnahmeverhalten	Empfehlungen	BK LWA 2	BK LWA 3	BK LWA 4
Apfel (Frucht)		Anbau	✓ ²	✗ ²	keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Erdbeere (Frucht)		Anbau	✓	✗	✗
		VEM	amtlich	Selbstzahler	Selbstzahler
Himbeere (Frucht)		Anbau	✓	✓ ²	✓ ²
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Stachelbeere (Frucht)		Anbau	✓ ²	✓ ²	✓
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich

Tab. 3: Aufnahme von PFAS in Futterpflanzen. Für Raufuttermittel liegen bisher keine Beurteilungswerte vor. Der Anteil an PFAS-haltigen Futtermitteln in der Futterration ist niedrig zu halten. Für Getreidekörner liegen für einige PFAS BUW und Werte für die tolerierbare wöchentliche Aufnahme (TWI) vor. Zur Rationsberechnung sollte eine Beratung bei der Futtermittelüberwachung Regierungspräsidium Karlsruhe angefordert werden, wenn PFAS in den Futtermitteln nachgewiesen wurden.

Legende

Symbol	Bedeutung
	PFAS-Aufnahmeverhalten der einzelnen Kulturen entsprechend des Haupterntegutes von gering (grün) über orange (mittel) bis hoch (rot)
	Kultur ist zum Anbau geeignet
	Anbau möglich, Pflanzen können aber erhöhte PFAS-Gehalte aufweisen
	Kultur ist zum Anbau <u>nicht</u> geeignet
keine Daten	bislang liegen keine Pflanzenanalysedaten von Böden dieser Bodenkategorie vor, so dass keine Aussage zur Anbauwürdigkeit getroffen werden kann
nein	VEM ist nicht erforderlich
amtlich	VEM ist erforderlich, Landwirtschaftsverwaltung übernimmt die Kosten
Selbstzahler	VEM ist erforderlich, Bewirtschafter übernimmt selbst die Kosten der Untersuchung (Probenahme amtlich)

Pflanzenaufwüchse zur Fütterung					
!		Für alle PFAS-haltigen Futtermittel gilt: Beratung bei der Futtermittelüberwachung Regierungspräsidium Karlsruhe anfordern, wenn PFAS im Aufwuchs enthalten sind. Der Anteil in der Futterration ist niedrig zu halten!			
Kulturen	PFAS-Aufnahmeverhalten	Empfehlungen	BK LWA 2	BK LWA 3	BK LWA 4
Ackerfutter, Klee, Grünaufwuchs, Weidelgras (oberird. Pflanzenteile)		Anbau			
		VEM	amtlich	amtlich	Selbstzahler
Grünland, Wiese, Mähweide (oberird. Pflanzenteile)		Anbau			
		VEM	amtlich	amtlich	Selbstzahler
Mais als Ganzpflanze (z. B. Silomais)		Anbau			
		VEM	amtlich	amtlich	Selbstzahler
Mais als Lieschkolbenschrot		Anbau			keine Daten
		VEM	amtlich	amtlich	amtlich
Weizenkorn Verwendung als Futtermittel		Anbau			
		VEM	amtlich	Selbstzahler	Selbstzahler
Triticalekorn Verwendung als Futtermittel		Anbau			
		VEM	amtlich	Selbstzahler	Selbstzahler
Weizenstroh		Anbau			
		VEM	nein ⁵	nein ⁵	nein ⁵

⁵ In der Regel kein VEM von Stroh, siehe allgemeine Hinweise.