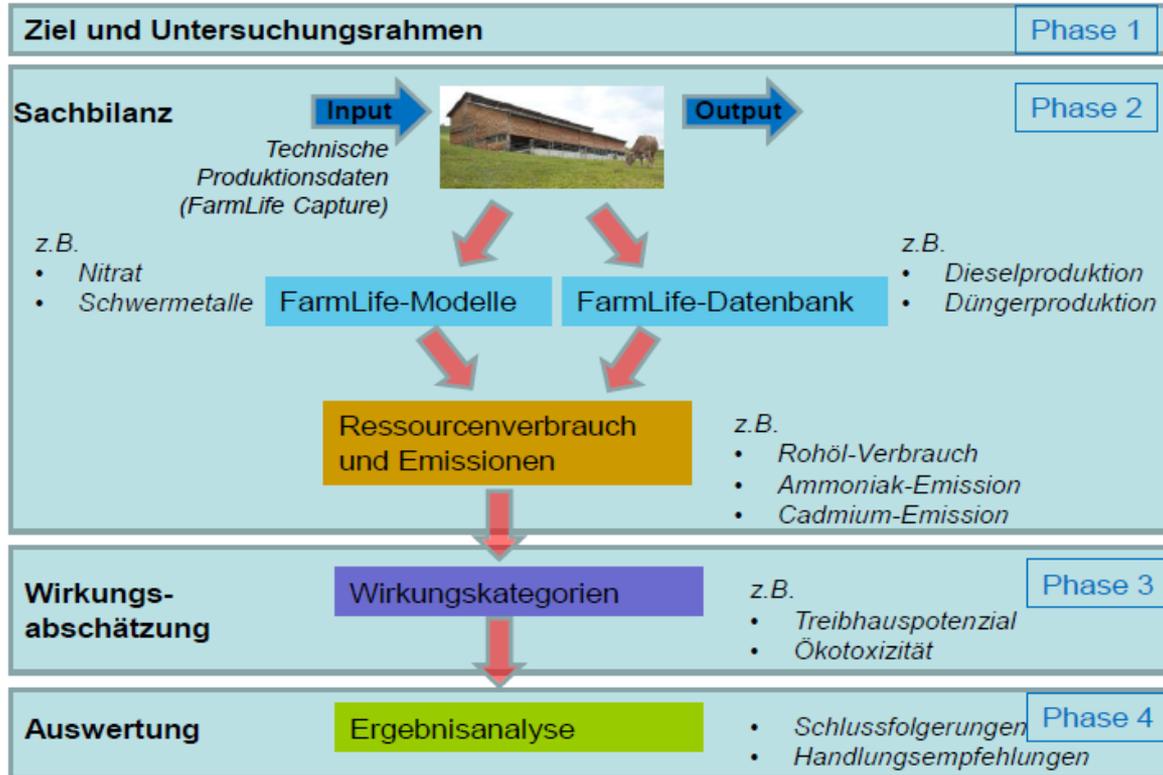


FarmLife-Modelle für direkte Feld- und Hofemissionen

Markus Herndl
HBLFA Raumberg-Gumpenstein
Irdning-Donnersbachtal, 13. März 2019

FarmLife-Modelle



Emissionsermittlung in FarmLife

Direkte Feld- und Stallemissionen

Emissionen

Luft / Tier:

- Lachgas → Treibhauspotenzial
- Methan → Treibhauspotenzial
- Ammoniak → Versauerung, Eutrophierung,
(Treibhauspotenzial)

Boden / Pflanze:

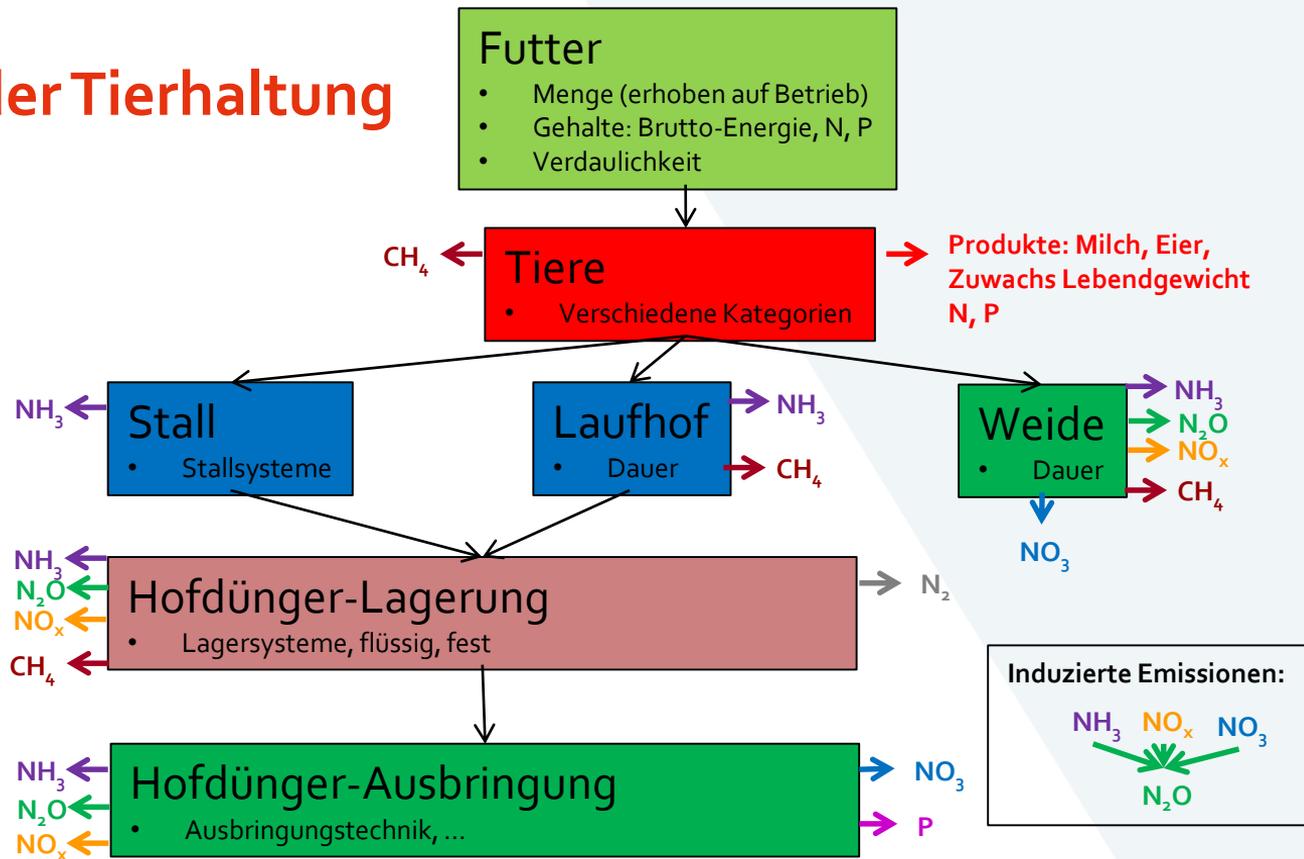
- Nitrat → Eutrophierung, (Treibhauspotenzial)
- Phosphor → Eutrophierung
- Schwermetalle → Öko- und Humantoxizität

Umweltwirkungen Ökobilanz

Emissionsmodelle Tier/Luft

Emission	FarmLife-Modell
Ammoniak (NH ₃)	Agrammon (Tier 3 Methodik für CH)
Lachgas (N ₂ O)	IPCC (2006) Pflanzenbau: Tier 1 Tierhaltung: Tier 2
Stickstoffoxide (NO _x)	EMEP/EEA (2013) Tier 1
Methan (CH ₄)	IPCC (2006) Tier 2

Emissionen aus der Tierhaltung



FarmLife-Modell Ammoniakverluste (NH₃) nach Agrammon

- Entwickelt von: HAFL, Bonjour Engineering GmbH & Oetiker + Partner
- Entwickelt für: Modellierung der NH₃-Emissionen auf betrieblicher oder regionaler Ebene
- Link: www.agrammon.ch

Emissionsraten für:

- Tierhaltung
- Weide
- Stall und Laufhof
- Hofdüngerlager
- Hofdüngerausbringung
- Pflanzenbau: Hofdünger-, Mineraldünger- und Recyclingdünger-Ausbringung

FarmLife-Modell Ammoniakverluste (NH_3) nach Agrammon

Korrekturfaktoren für:

- Milchleistung von Milchkühen
- Fütterung
- Stalltyp: Laufstall/Anbindestall, Tiefstreu/Tretmist, Labelställe, etc.
- Laufhof
- Weide
- Hofdüngerlagerung: Abdeckung, Aufrühren von Gülle
- Hofdüngerausbringung: Ausbringtechnik, Tageszeit, Witterung, Jahreszeit, Einarbeitung

NH₃-Emissionen aus der Tierhaltung

Livestock	proportion of TAN	Manure type	EF housing	EF yard	EF storage	EF spreading	EF grazing/ outdoor
Dairy cows	0.6	liquid	0.183	0.700	6 gN/m ² /d oder 0.15	0.500	0.083
	0.6	solid	0.183	0.700	0.300	0.800	0.083
Other cattle (young cattle, beef cattle and suckling cows)	0.6	liquid	0.183	0.700	6 gN/m ² /d oder 0.15	0.500	0.083
	0.6	solid	0.183	0.700	0.300	0.800	0.083
Fattening pigs (8–110 kg)	0.7	liquid	0.243	NA	8 gN/m ² /d oder 0.12	0.350	0.200
	0.7	solid	0.486	NA	0.500	0.600	0.200
Sows (and piglets to 8 kg)	0.7	liquid	0.243	NA	8 gN/m ² /d oder 0.12	0.350	0.200
	0.7	solid	0.486	NA	0.500	0.600	0.200
Sheep (and goats)	0.4	solid	0.275	0.750	0.300	0.700	0.125
Horses (and mules, asses)	0.4	solid	0.275	0.350	0.300	0.700	0.125
Laying hens (laying hens and parents), Broilers (broilers and parents)	0.6	solid	0.500	0.700	0.250	0.400	0.700
	0.6	liquid	0.250	0.700	0.250	0.400	0.700
Other poultry (turkeys)	0.6	solid	0.200	0.700	0.250	0.400	0.700
Other poultry (ducks)	0.6	solid	0.200	0.700	0.250	0.400	0.700
Other poultry (geese)	0.6	solid	0.200	0.700	0.250	0.400	0.700

Quelle: Agrammon (2013)

Stickoxid-Emissionen (NO_x)

- Emissionsfaktor für die **Anwendung von mineralischen und organischen Düngern:**
 - 2.6% kg NO_x/kg N ausgebracht (EEA, 2013, Tab. 3-1)
- Emissionsfaktor für **Hofdünger-Management:**
 - 0.01% für flüssige und
 - 1.0% kg NO_x/kg N für feste Dünger (EEA, 2013, Tab. 3.8)

N₂-Emissionen

- Berechnung ist notwendig wegen der N-Bilanz
- Emissionsfaktor für **Hofdünger-Management**:
 - 0.03% für flüssige und
 - 30.0% (N₂/kg N) für feste Dünger (EEA, 2013, Tab. 3.8)

Lachgas-Emissionen (N₂O)

N₂O-Emissionen in die Luft aus dem **Pflanzenbau**: Methode nach IPCC 2006 (Tier 1), unter Berücksichtigung der induzierten N₂O-Emissionen:

- Dünger: Direkte Emissionen: 1% des Gesamt-N
- Symbiotische N-Fixierung in Leguminosen: keine Emissionen
- Ernterückstände: Emissionsfaktor 1%
- Induzierte Emissionen:
 - 1% des NH₃-N und NO_x-N
 - 0.75% des NO₃-N

N₂O-Emissionen aus der **Tierhaltung** nach IPCC 2006 (Tier 2):

- Hofdüngerlagerung: Emissionsfaktor abhängig vom Lagersystem
- Weide: Emissionsfaktoren:
 - 2% Rindvieh, Schweine, Geflügel
 - 1% übrige Tierarten

Lachgas-Emissionen Tierhaltung

Livestock	Manure type	N2O - manure storage			N2O - pasture
		EF kg N2O-N (kg TAN entering store)-1	EF kg N2O-N (kg TAN entering store)-1	EF kg N2O-N (kg TAN entering store)-1	EF kg N2O-N (kg Nexcreted)-1
		Without natural crust	With natural crust	Pit storage below animal confinements	
Dairy cows	liquid	0.0%	1.0%	0.4%	2.0%
	solid	8.0%	NA	NA	2.0%
Other cattle (young cattle, beef cattle and suckling cows)	liquid	1.0%	1.0%	0.4%	2.0%
	solid	8.0%	NA	NA	2.0%
Fattening pigs (8–110 kg)	liquid	0.0%	1.0%	0.3%	2.0%
	solid	5.0%	NA	NA	2.0%
Sows (and piglets to 8 kg)	liquid	0.0%	1.0%	0.3%	2.0%
Sheep (and goats)	solid	5.0%	NA	NA	2.0%
Horses (and mules, asses)	solid	7.0%	NA	NA	1.0%
	solid	8.0%	NA	NA	2.0%
Laying hens (laying hens and parents),	liquid	4.0%	NA	NA	2.0%
Broilers (broilers and parents)	solid	0.0%	NA	NA	2.0%
Other poultry (turkeys)	solid	3.0%	NA	NA	2.0%
Other poultry (ducks)	solid	3.0%	NA	NA	2.0%
Other poultry (geese)	solid	3.0%	NA	NA	2.0%

Methan-Emissionen (CH₄)

Emissions-Faktoren nach IPCC-Methode 2006, Tier 2

Emissionen aus der Tierhaltung:

- Verdauungsemissionen: Emissionsfaktoren nach Tierkategorie gemäss IPCC (2006)
 - Futterverzehr und Zusammensetzung des Futters wird auf dem Betrieb erhoben
 - Futtermittelgehalte gemäß Methodik Futtermittellabor Rosenau
- Emissionen aus der Hofdüngerlagerung: Nach Tierkategorie und Hofdünger-System
 - Anfall an volatile solids berechnet aus dem Futterverzehr (spezifisch nach Tierart)
- Weide: Emissionsfaktor 1%

Methan-Emissionen (CH₄): Verdauungsemissionen

- Enteric fermentation: $EF = \left[\frac{GE * \left(\frac{Y_m}{100} \right) * 365}{55,65} \right]$ (Tier 2 method)
 - EF = CH₄ emission kg CH₄/head/year)
 - GE = gross energy intake (MJ/head/day)
 - Y_m = methane conversion factor (%GE converted to CH₄)
 - 55.65 MJ/kg CH₄ = energy content of methane

Animal category	Y _m	Source
Cattle	6.50%	IPCC (2006), Tier 2
Pigs	0.60%	NIR-CH (2013)
Sheep (and goats)	6.50%	IPCC (2006), Tier 2
Horses	2.50%	NIR-CH (2013)
Poultry	0.16%	NIR-CH (2013)

Emissionsmodelle Pflanze/Boden

Emission	FarmLife-Modell
Phosphor	Phosphor
Schwermetall	Schwermetall
Nitrat	Nitrat

FarmLife-Phosphor

4 Austragswege von P in Wasser

- Bodenerosion → in Fliessgewässer (an Bodenpartikel gebundener P)
- Auswaschung → ins Grundwasser (gelöstes PO_4)
- Drainageverluste → in Fliessgewässer (gelöstes PO_4)
- Oberflächenabfluss → in Fliessgewässer (gelöstes PO_4)

Emissionen hängen ab von

- Bodeneigenschaften (Korngrößenverteilung, Lagerungsdichte, Bodenwasserhaushalt) und Drainage
- Menge an P-Dünger
- Art des P-Düngers (Wirtschaftsdünger, Kompost, mineralisch)
- Hangform und Entfernung zum Gewässer
- Höhe der Bodenerosion
- Pflanzenverfügbare P im Oberboden

FarmLife-Phosphor

Austrag durch Bodenerosion in Fließgewässer

Bodenabtrag ($\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$) - BAW, individuell für die Fruchtfolgen der Betriebe

× P-Gehalt Oberboden, Default 950 mg P/kg Boden

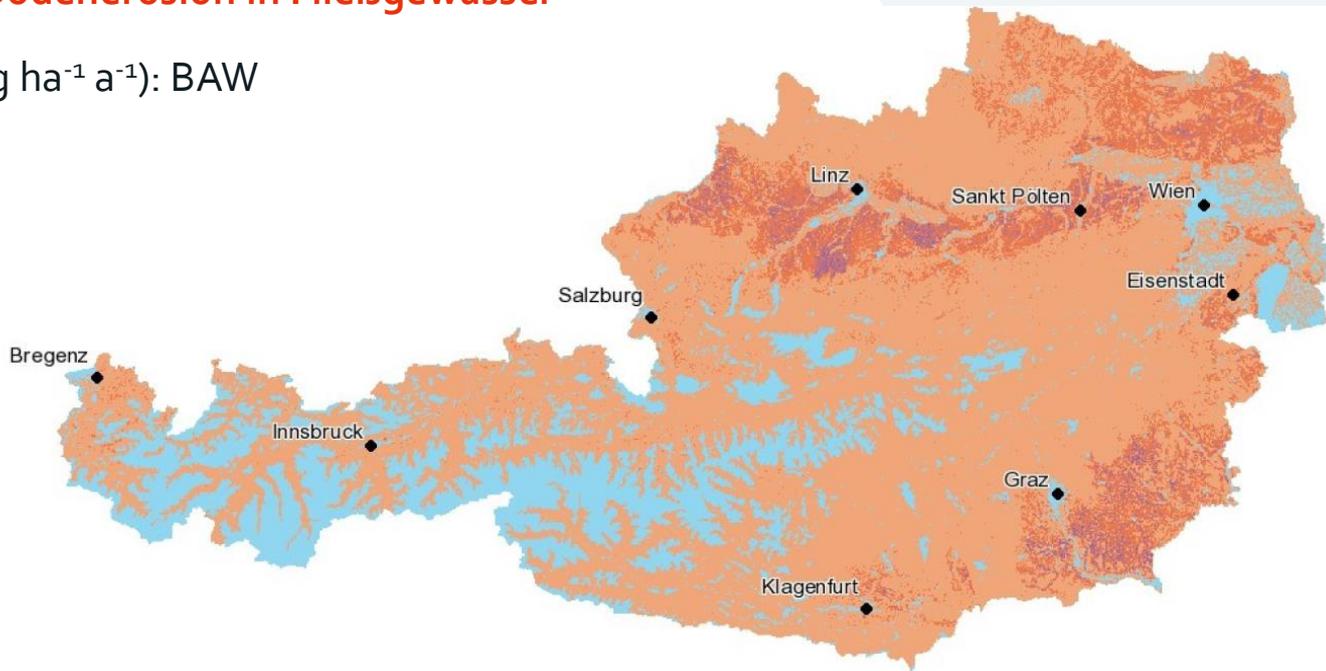
× Anteil erodiertes Material in Gewässer, Default 20%

× Anreicherung P im Oberboden, Default 1.86

FarmLife-Phosphor

Austrag durch Bodenerosion in Fließgewässer

Bodenabtrag ($\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$): BAW



FarmLife-Phosphor

Auswaschung ins Grundwasser

Ausgangswert abh. von der Landnutzung

→ „durchschnittliche“ Auswaschung

- × Bodenfaktor → Auswaschungsrisiko der Böden, berechnet aus Wasserhaushalt /Versickerungsrate und Infiltrationsrate (Bodenart).
- × Düngungsfaktor → P-Anfall aus Gülle
0-80 kg P_2O_5 /ha → Faktor 1.0-1.2
- × Testzahlfaktor → Versorgungsklassen pflanzenverfügbarer P
Faktor 0.8-1.4

FarmLife-Phosphor

Auswaschung ins Grundwasser

Ausgangswert abh. von der Landnutzung

→ „durchschnittliche“ Auswaschung

	Rest-AT, kg P/ha	Pannonikum, kg P/ha
Weinbau	0.07	0.031
Obstbau	0.06	0.026
Gartenbau	0.07	0.031
Weide	0.06	0.026
Dauerwiese	0.06	0.026
Alm	0.055	0.024
Ackerland	0.07	0.031

FarmLife-Phosphor

Auswaschung ins Grundwasser

Bodenfaktor → berechnet aus Wasserhaushalt / Versickerungsrate und Infiltrationsrate (Bodenart).

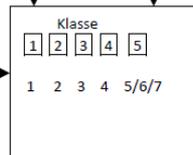
→ Faktor 0.95-1.15

Spezialstandorte	Merkmal	Klasse
org. Material > 30%	Bodentyp N, M	5
Skelettanteil > 50%		1

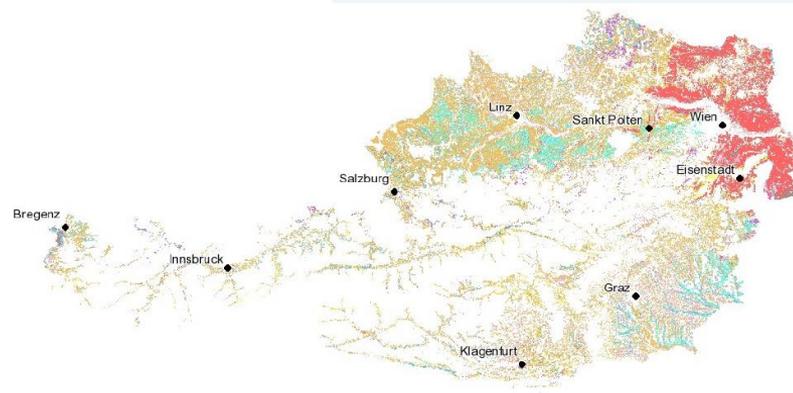
Wasserhaushaltsgruppe	Beitrag
a, b, c, d, e	+2
f, g, h, i, k, l, m, n	+3
o, p, s, t, u	+4
q, r, v, w, x, y, z	+5

Körnung Oberboden	Beitrag
S, zS, IS	-1
tS, sL, lZ, sT, L, zL	0
sZ, Z, IT, T	+1

Lagerungsdichte	Merkmal	Beitrag
verdichtet	L2	+1



- Braunerde
- Bodenformkomplex
- Gley
- Reliktboden
- Moor
- Auboden
- Anmoor
- Pseudogley
- Rendsina + Ranker
- Untypischer Boden
- Schwarzerde
- Salzboden
- Podsol
- Rohboden



FarmLife-Phosphor

Austrag über Drainagen in Oberflächengewässer

Drainage ja: P-Austrag = Auswaschung x 6

Drainage nein: P-Austrag = 0

FarmLife-Phosphor

Austrag über Oberflächenabschwemmung

Ausgangswert abh. von der Landnutzung

- × Bodenfaktor → Abschwemmungsrisiko der Böden, berechnet aus Wasserhaushalt / Versickerungsrate, Infiltrationsrate (Bodenart) und Verdichtung.
- × Topographiefaktor → Hangneigung, Geländeform, Hanglänge, Fließstrecke Wasser, Fremdwasserzufluss, Hangwasseraustritt
- × Düngungsfaktor → P-Anfall aus Gülle, Mist, Mineraldünger
- × Testzahlfaktor → Versorgungsklassen pflanzenverfügbarer P

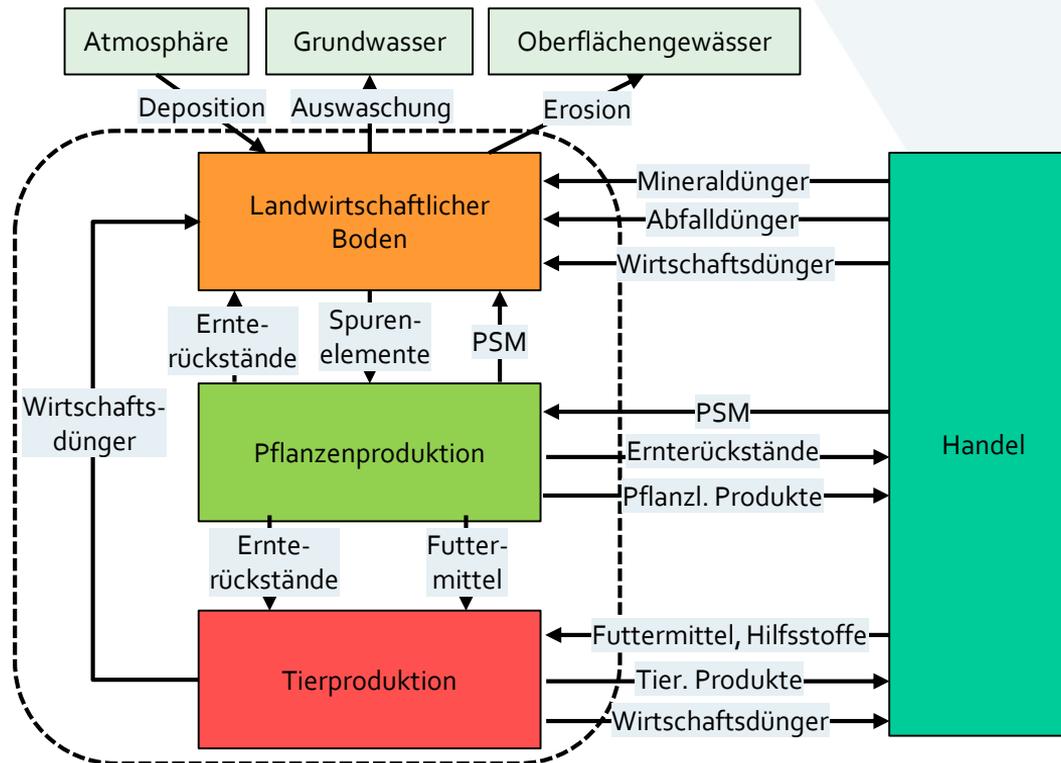
FarmLife-Schwermetall

Eintrag von Schwermetallen in den Boden, ins Grundwasser und in Oberflächengewässer

Input-Output-Bilanz pro Schlag für:

Cd, Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Hg

FarmLife-Schwermetall



FarmLife-Schwermetall

Benötigte Eingangsdaten:

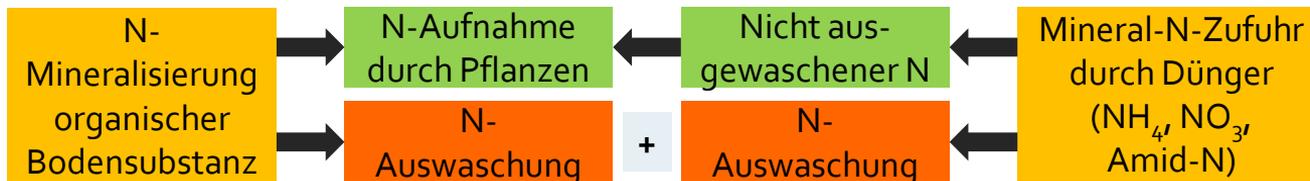
- Schwermetallgehalt mineral. und organ. Dünger
- Schwermetallgehalt Pflanzenschutzmittel
- Schwermetallgehalt zugekaufte Futtermittel
- Schwermetallgehalt Hilfsstoffe Tierproduktion
- Schwermetallgehalt pflanzliche und tierische Produkte des Betriebes
- Schwermetallaustrag durch Sickerwasser
- Schwermetallgehalte Boden für Ackerland, Grünland, Intensivkultur- Umweltkontrollbericht 2004
- Mittlerer Bodenabtrag - BAW
- Atmosphärische Deposition - Zechmeister et al. (2009) / Umweltbundesamt

FarmLife-Nitrat

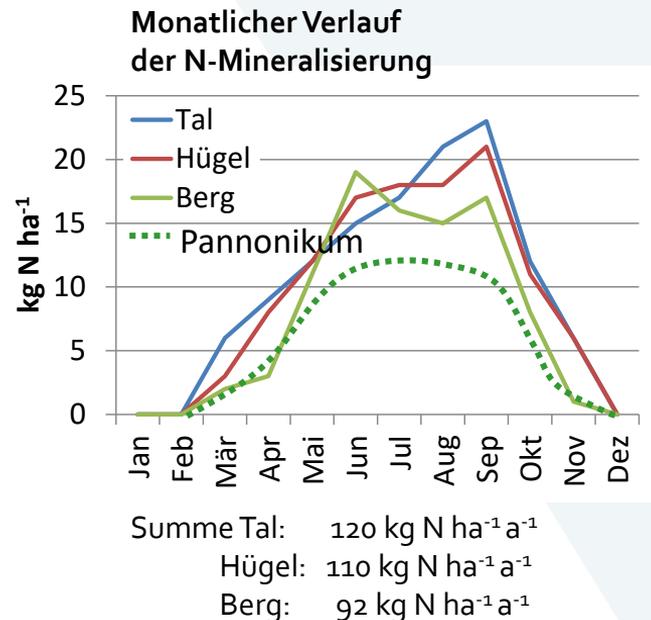
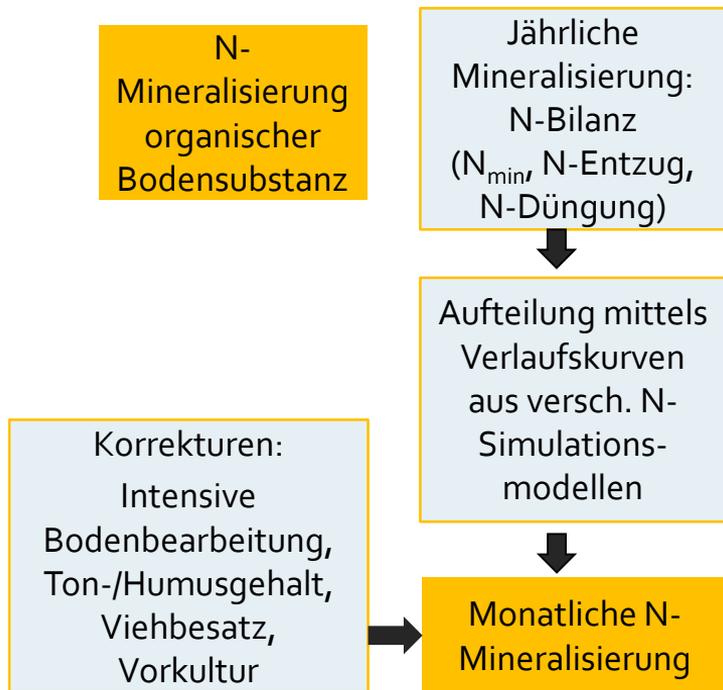
N-Austrag bei Ackerkulturen und Grünland:

- N-Mineralisierung aus der organischen Bodensubstanz
- Mineralstickstoffzufuhr durch Dünger
- N-Aufnahme durch die Pflanzen

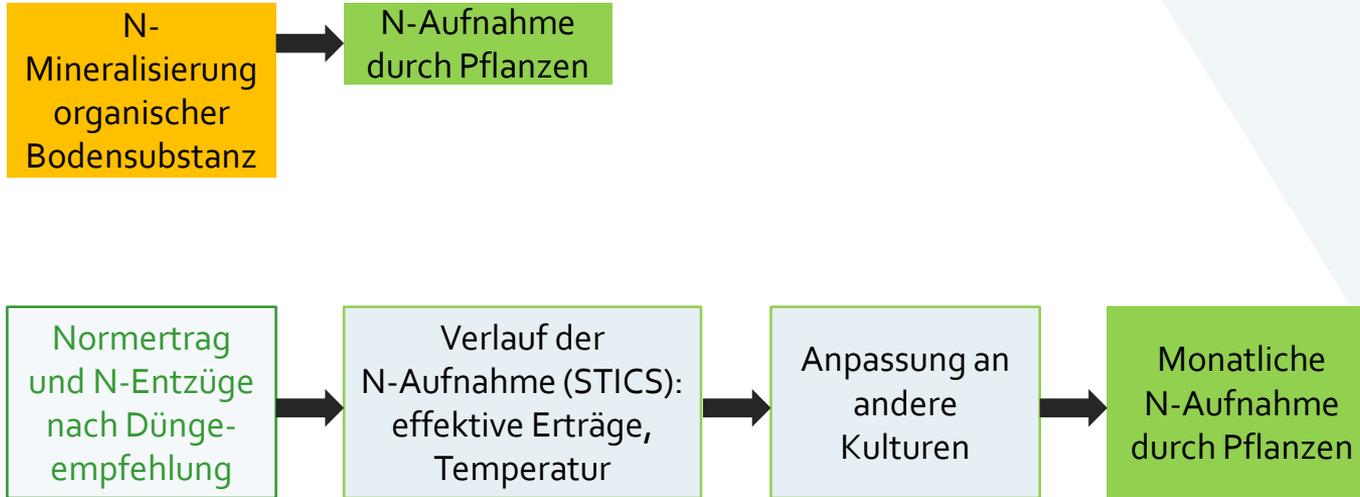
Output: NitratAuswaschungspotenzial, $\text{kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$



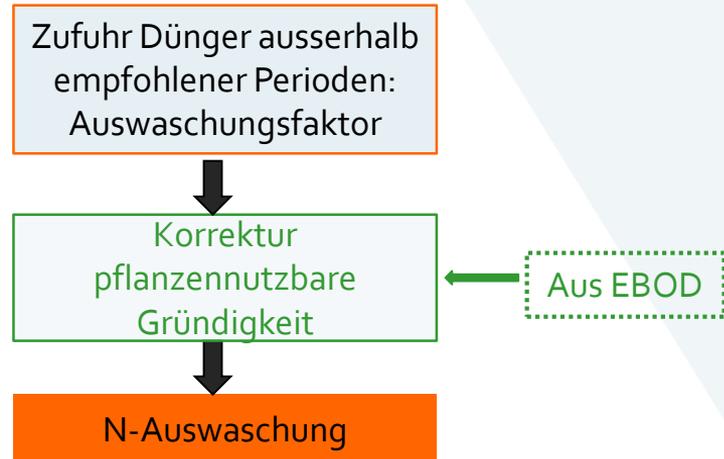
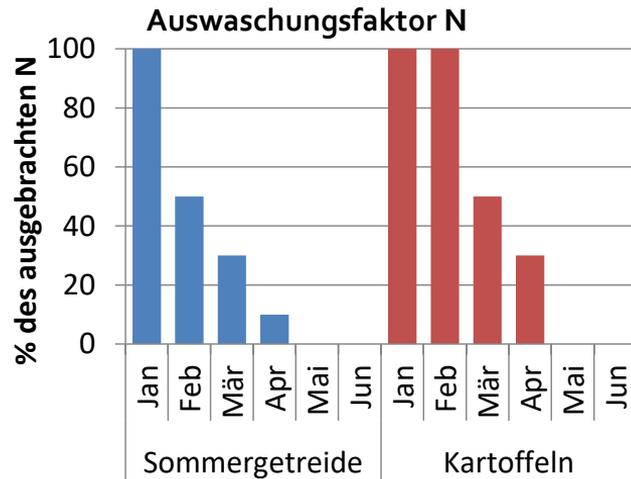
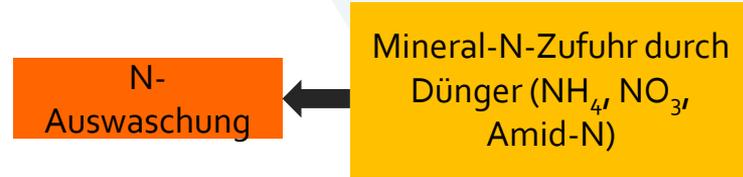
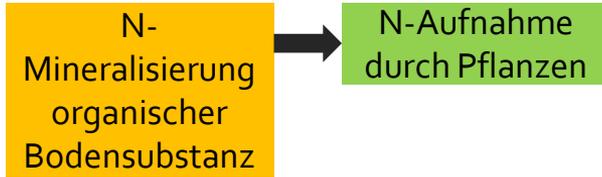
FarmLife-Nitrat



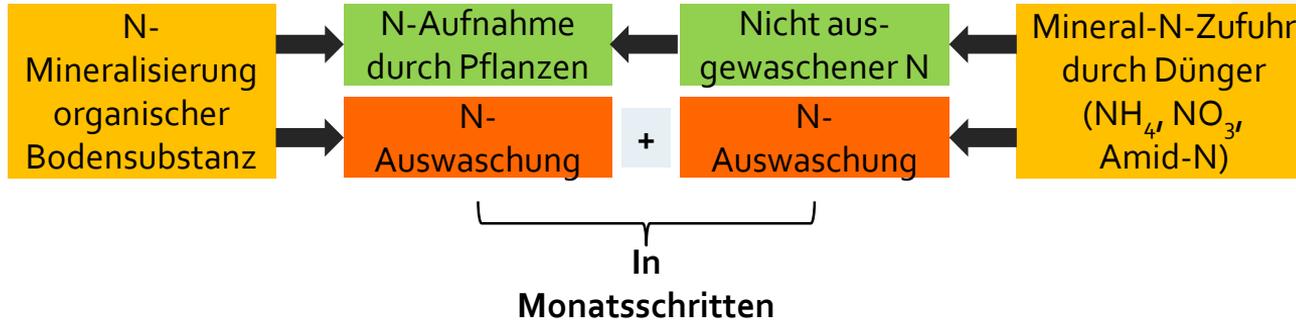
FarmLife-Nitrat



FarmLife-Nitrat



FarmLife-Nitrat



Zusammenfassung und Ausblick

- FarmLife-Modelle sind Modelle die direkte Feld- und Stallemissionen im Rahmen einer Ökobilanz quantifizieren können
- FarmLife-Modelle sind im Projekt FarmLife nach Maßgabe von Projektdauer und verfügbaren Ressourcen angepasst worden
- Spezifische Fragestellungen hinsichtlich direkter und indirekter Feld- und Stallemissionen können ev. in Facharbeiten bearbeitet werden

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Markus Herndl
HBLFA Raumberg-Gumpenstein
markus.herndl@raumberg-gumpenstein.at