

Nährstoffkreisläufe am Gemischtbetrieb und Förderung der Bodenfruchtbarkeit

AckerAktiv-Treffen Maschinenring Lungau

Walter Starz

Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere

Abteilung für Bio Grünland und Viehwirtschaft

Tamsweg, 15. März 2022

Nährstoffkreisläufe und Bodenfruchtbarkeit

- nur **ausgeglichene Nährstoffkreisläufe** stellen **langfristig** die **Bodenfruchtbarkeit** sicher
- hierbei bilden der Einsatz von **Düngemitteln** sowie die Gestaltung der **Fruchtfolge** die **zwei tragenden Säulen**
- gerade der **Gemischtbetrieb** muss die **Nährstoffabtransporte** im **Auge behalten**
- **Begriff** der **Nachlieferung** aus dem **Boden** wird **vielfach falsch interpretiert** und führt zu **falschen Schlüssen**

Nährstoffdenken in der Landwirtschaft

- am **Grünlandbetrieb** hat es **wenig Tradition** an Einzelnährstoffe zu denken
- gerade die **Wirtschaftsdünger** sind wertvolle **Volldünger** und verfügen über alle wesentlichen Nährstoffe und Spurenelemente
- diese sind sowohl für das **Bodenleben** als auch für die **Pflanzen** die optimalen **Nahrungsgrundlagen**
- Kalkulation von **Hoftorbilanzen** wäre ein zentrales und wichtiges **Instrument** zur überblicksmäßigen **Erfassung** der **Nährstoffsituation** des Betriebes

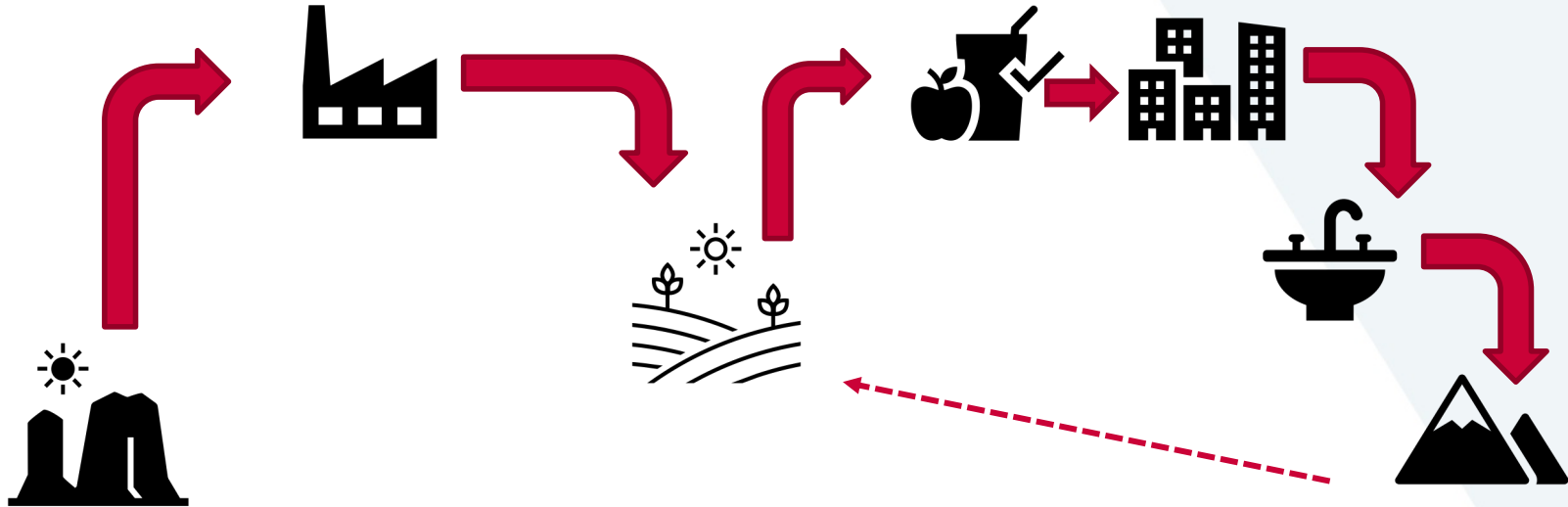
Natürlichen Nährstoffkreisläufe

- **natürliche Stoffkreisläufe** sind **100 % Recycling-Systeme**
- diese über Jahrmillionen **evolutionär entwickelten** und optimierten **Kreisläufe** basieren auf **Stoffab- und Stoffaufbau**
- **organische „Abfälle“** werden von Kleinstlebewesen und Mikroorganismen so weit **abgebaut**, dass aus den Molekülen **wieder neue Stoffe aufgebaut** werden
- dieser **natürliche „Abbau“** ist aus der **Sicht der landwirtschaftlichen Produktion teilweise negativ** und durch unterschiedlichste Maßnahmen wird **versucht** diese **Prozesse zu verlangsamen**

Woher stammen die Nährstoffe

- der **Naturzustand** ist ein **Gleichgewicht** und es befinden sich mehr oder weniger die benötigten Stoffe im Gleichgewicht - **Ab- und Aufbau halten sich die Waage**
- will die **Landwirtschaft** etwas **ernten**, muss die **Nährstoffkonzentration** in den Böden **erhöht werden**
- erst dieses **Mehr** führt zu einem **Ertrag** und kann als solcher entzogen werden
- bei einer **ausgeglichenen Nährstoffbilanz** sind die **Wirtschaftsdünger** kein zusätzlicher Dünger sondern werden **im Betriebskreislauf** gehalten

Beispiel: Weg des Phosphors



Beispiele Stoffbilanzen für Gemischten Betrieb

- **20 ha** große **Betrieb** mit **20 Milchkühen** und **Nachzucht**
- pro Jahr **130.000 kg** verkaufte **Milch**
- 20 Stück Kälber und Jungtiere als Verkaufstiere
- Kalkulation von **3 Varianten**
 - **Variante 1:** gesamtes **Kraftfutter** (ca. **800 kg/Kuh und Jahr**) und Stroh wird zugekauft
 - **Variante 2:** halbe Kraftfuttermenge (ca. **400 kg/ Kuh und Jahr**) und Stroh wird zukauf
 - **Variante 3:** von den 20 ha werden 3 ha als Ackerflächen genutzt, von denen Stroh und Kraftfutter genutzt werden

Kalkulation der 3 Varianten

nach Steinwider A. Bio-Institut

Parameter	Einheit	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Zukauf				
Kraftfutter	kg	18.000	9.000	0
Mineralstoffmischungen	kg	400	400	400
Stroh	kg	25.000	25.000	
Grünlandsaatgut	kg	100	100	100
Saatgut Ackerbau	kg	0	0	300
Nährstoff-Import				
Stickstoff	kg/Betrieb	579	359	10
Phosphor	kg/Betrieb	134	101	39
Nährstoff-Export				
Stickstoff	kg/Betrieb	829	829	829
Phosphor	kg/Betrieb	168	168	168
Nährstoffbilanz <small>(ohne Legum. N)</small>				
Stickstoff	kg/Betrieb	-212	-432	-814
Stickstoff	kg/ha	-11	-22	-41
Phosphor	kg/Betrieb	-27	-60	-123
Phosphor	kg/ha	-1	-3	-6

Nährstoffexporte vom Grünlandbetrieb

- Nährstoffexporte über Milch und Tiere

pro 1 kg Milch			pro 1 kg LG-Rind		
N	g/l	5,45	N	g/kg LG	24
P	g/l	0,95	P	g/kg LG	8,6
S	g/l	0,3	S	g/kg LG	1,3
K	g/l	1,5	K	g/kg LG	1,7

Quelle: D.C. Whitehead (2000): Nutrient elements in grassland. Soil-plant-animal relations. CAB International 2000, CABI Publishing, 369 S.

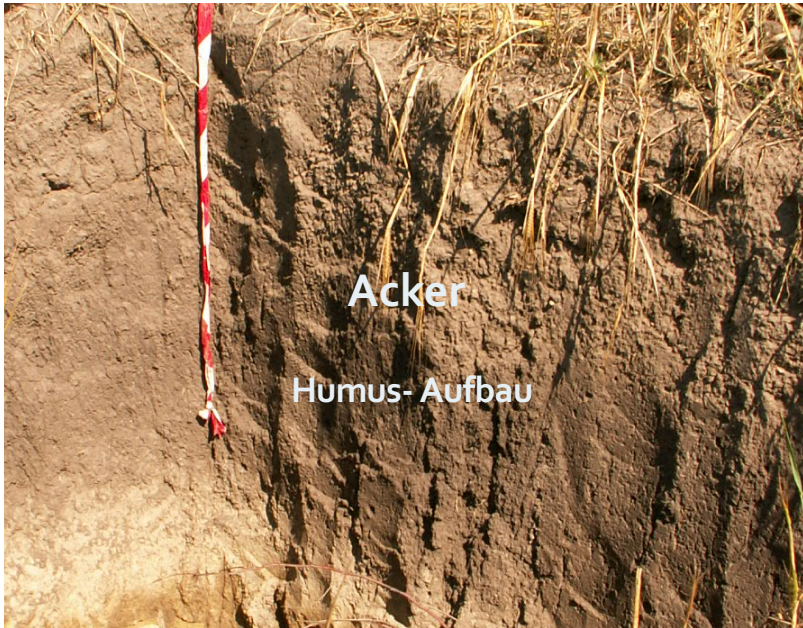
Ackerboden

- **Unterschiede** in den lebenden Prozessen von **Acker-** und **Grünlandböden** hat auch **Konsequenzen** für die **Bewirtschaftung**
- beim **Ackerboden** ist **Humusaufbau** ein entscheidender Schlüssel für einen fruchtbaren Boden, wofür **Stroh**, **Wirtschaftsdünger** und **Pflanzenreste** aus der Fruchtfolge **wichtig** sind
- durch die **Bodenbearbeitung** werden die **Pflanzenteile schnell** vom Bodenleben **umgesetzt**
- **einarbeiten** von **organischer Substanz** ist notwendig, um das aufgebaute **Humusniveau zu halten**

Grünlandboden

- **Dauergrünland** besitzt bereits eine über Jahrzehnte aufgebaute **hohe Humusmenge**
- Humusgehalte befinden sich **je nach Standort** und Bodentyp auf einem **optimalen Niveau** und reichen von **5 bis über 30 %**
- das Dauergrünland selbst **liefert** jährlich mehr **organische Substanz** als über die Wirtschaftsdünger ausgebracht werden kann
- daher ist das **Ziel** im Dauergrünland den **vorhandenen Humus** zu **aktivieren**
- **Humusaufbau** in den **oberen 10 cm Boden** sind aktuell **kaum mehr möglich!**

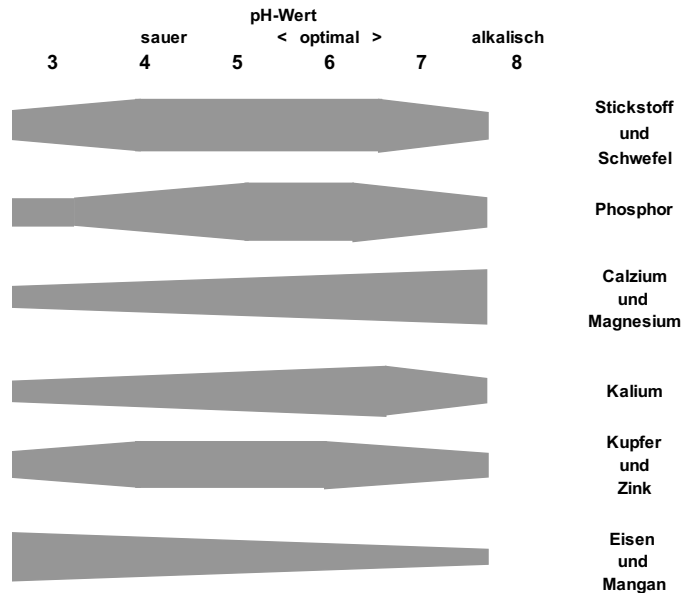
Konsequenzen in der Humusbetrachtung



Nährstoffe und Bodenanalysen

- **Bodenanalysen** sind **wichtige Informationen** über den aktuellen Zustand
- stellen aber immer nur eine **Momentaufnahme** dar
- erst **über die Zeit** können **Trends abgeleitet** werden
- **wichtig** ist aber die **korrekte Interpretation** der Ergebnisse
- dabei muss der **Kontext** zur **Bewirtschaftung** und der jeweiligen **Kultur** immer **beachtet und hergestellt** werden

Boden pH und Nährstoffe



Quelle: nach Schroeder und Blum, 1992

- **optimaler pH-Wert** in landwirtschaftlichen Böden liegt **um 6**
- **optimaler pH-Wert** ist auch für das **Bodenleben günstig** und erhöht deren **Aktivität**
- **idealerweise** sollte das Verhältnis **Ca : Mg** im Mittel bei **6 : 1** liegen bzw. **Ca 60-90 %** und **Mg max. 20 %** am Sorptionskomplex ausmachen

Interpretation Bodenanalyse 1

- erster Blick auf **Standard-Parameter** vermittelt **perfekten Boden**
- **optimaler pH-Wert, hohe P- und K- sowie Humus-Gehalte**
- **Blick auf die KAK** (Kationen-Austausch-Kapazität) zeigt, **zu wenig Ca und zu viel Mg**
- **Empfehlung** wäre eine **Kalkung**

Parameter	Einheit	Boden	Boden	Boden	Boden
		1	2	3	4
pH-Wert		6,63	6,84	6,79	6,4
P _{CAL}	mg/kg	38	35	48	63
K _{CAL}	mg/kg	157	285	217	250
Humus	%	12,2	10,8	11,9	14,5
Ton	%	22	24	24	34
KAK	Ideale Verhältnisse				
Ca-Sättigung	75-90 %	74,1	68,4	69,6	70,2
Mg-Sättigung	5-15 %	24,6	29,1	28,7	28,0
K-Sättigung	2-5 %	1,13	2,38	1,55	1,58
Na-Sättigung	< 1 %	0,12	0,06	0,08	0,05
Al+Fe+Mn-Sättigung	<10 %	0,10	0,03	0,13	0,16
Al-Sättigung	0	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01

Interpretation Bodenanalyse 2

- die **Standardanalysen zeigen schon**, dass **pH-Werte niedrig** sind
- die **KAK zeigt optimale Verhältnisse**, **jedoch** ist bereits **freies Al** messbar
- dies wird **unter pH 5 frei** und **wirkt toxisch** auf die Kulturpflanzen
- **Empfehlung** wäre ebenfalls eine **Kalkung**

Parameter	Einheit	Boden			
		1	2	3	
pH-Wert		4,94	5,21	5,83	
P _{CaL}	mg/kg	12	14	15	
K _{CaL}	mg/kg	103	160	250	
Humus	%	9,6	8,4	9,1	
Ton	%	22	22	24	
KAK	Ideale Verhältnisse				
Ca-Sättigung	75-90 %	%	81,1	74,8	78,9
Mg-Sättigung	5-15 %	%	11,3	19,7	16,7
K-Sättigung	2-5 %	%	2,09	2,79	3,11
Na-Sättigung	< 1 %	%	0,16	0,16	0,17
Al+Fe+Mn-Sättigung	<10 %	%	5,33	2,51	1,05
Al-Sättigung	0	%	0,50	0,14	-0,01

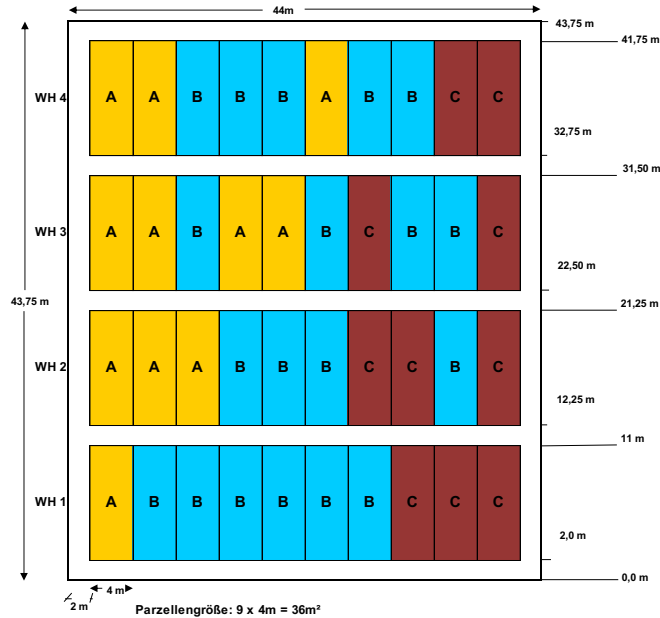
Interpretation Bodenanalyse 3

- **erster Blick** auf Standard-Parameter vermitteln **guten Boden**
- **optimaler pH-Wert, hohe K- und Humus-Gehalte**
- **niedrige P-Gehalte** aber **KAK ist optimal**
- **Empfehlung** wäre **P-Düngung** im **Auge behalten**

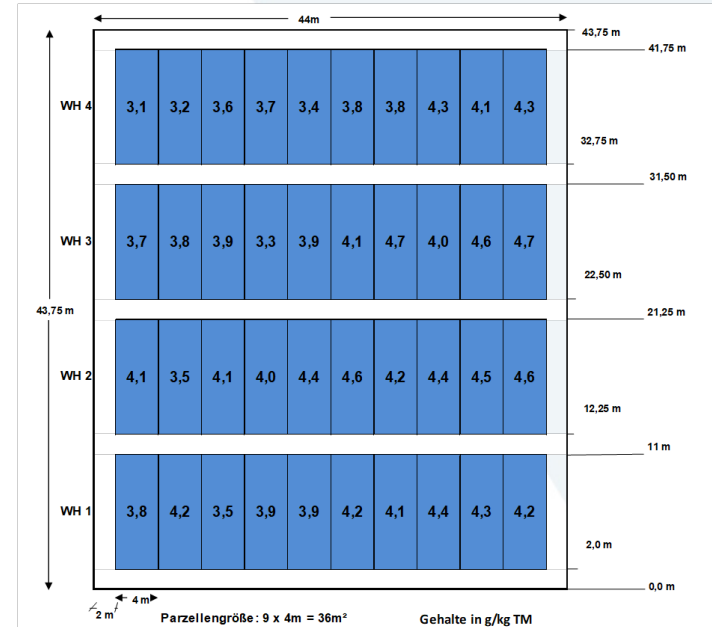
Parameter	Einheit	Boden			
		1	2	3	4
pH-Wert		6,18	6,22	6,73	6,36
P _{CAL}	mg/kg	16	14	7	9
K _{CAL}	mg/kg	112	145	174	160
Humus	%	11,3	11,9	5,9	7,3
Ton	%	16	8	20	12
KAK	Ideale Verhältnisse				
Ca-Sättigung	75-90 %	82,8	90,4	91,9	89,3
Mg-Sättigung	5-15 %	15,6	7,16	5,50	7,35
K-Sättigung	2-5 %	0,82	1,30	2,01	2,02
Na-Sättigung	< 1 %	0,16	0,23	0,12	0,21
Al+Fe+Mn-Sättigung	<10 %	0,68	0,91	0,44	1,12
Al-Sättigung	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01

Variation bei Phosphat-Gehalten

Boden



Futter 1. Schnitt



P-Festlegung in Phytomasse & P-Konzentration im Boden

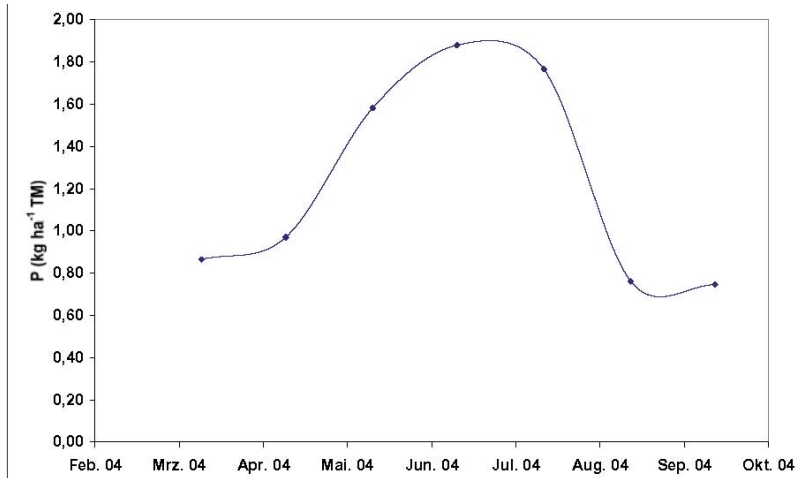


Abbildung 1: Phosphor-Festlegung (kg ha⁻¹) in der unterirdischen Phytomasse im Jahresverlauf

Quelle: Bohner, 2008

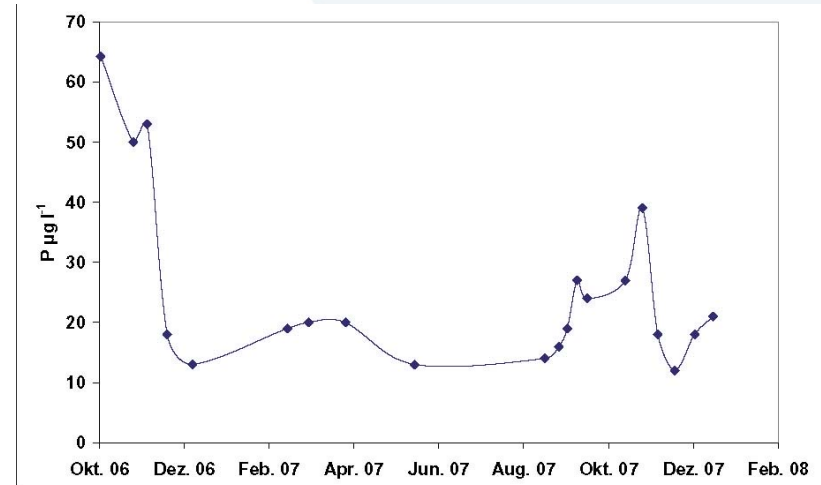


Abbildung 4: Phosphor-Konzentration im Bodenwasser (10-15 cm Bodentiefe) im Jahresverlauf

Quelle: Bohner, 2008

Phosphor im Grünland

- **Verfügbarkeit** hängt vielfach von **Humusaktivität** ab
- je **umsetzungsaktiver** ein **Boden** ist, desto **mehr Phosphor** kann von den Pflanzen aufgenommen werden
- neben der Bodenanalyse muss die **Hofter-** und **Schlagbilanz** berücksichtigt werden sowie die **Bestände beobachtet** werden
- mittelfristig braucht es **Lösungen**, um **Phosphor** zu **rezyklieren** da aktuell die höchsten Vorräte in den Abfallstoffen zu finden sind

Komplexer Prozess der N-Bindung bei Leguminosen



- **P** stellt die Energie für Bakterien bereit
- **S** ist für die Bildung von Enzymen in den Knöllchen ein wichtiger Nährstoff
- Leghämoglobin benötigt **Fe** und färbt die Knöllchen rot
- nur **rote Knöllchen fixieren** Luft-N
- Weiter Spurenelemente sind für die Fixierung notwendig: **Co, Mo, B** und **Ni**

Komplexer Prozess der N-Bindung bei Leguminosen

- **Rhizobien** benötigen als **Energie ATP** von der Leguminose , daher ist die **P-Versorgung** im Boden sehr **bedeutend**
- in den **Rhizobien** haben **3-Mal höhere P-Konzentration** als das umliegende Wurzelwerk bzw. der grüne Spross
- **Rhizobien** bilden **Enzym Nitrogenase**, welches in der **Gegenwart** von **O₂** **inaktiv** ist
- **S, Fe** und **Mo** werden zur Bildung der **Nitrogenase** benötigt
- **S** ist neben der Nitrogenase in zahlreichen anderen Enzymen im Rahmen der N-Fixierung **essentiell**

Komplexer Prozess der N-Bindung bei Leguminosen

- Rhizobien regen **Leguminose** an, **Leghämoglobin** (ähnlich dem Hämoglobin) zu bilden, welches für die **rötliche Färbung** der **Rhizobien** verantwortlich ist
- je **intensiver die Rotfärbung** im Inneren der Knöllchen, **desto höher** ist die **N-Fixierung**
- **Leghämoglobin bindet O₂** und senkt dadurch die Konzentration in der Zelle, dadurch können sowohl die **Rhizobien überleben** und die **Nitrogenase arbeiten**
- weiteres **wichtiges Element** des **Leghämoglobins** ist **Co**
- **hohe Ca-Gehalte** in der Bodenlösung **begünstigen** die **Ansiedlung** der **Rhizobien** in der Leguminosenwurzel

Kleegras in der Fruchtfolge

- **Kleegras** am Acker soll in **erster Linie N fixieren**, den **Boden lockern** und **krümeln** sowie **organische Substanz** für das **Bodenleben** bereitstellen
- Die **Futternutzung** stellt einen **positiven Nebeneffekt** dar
- **Wirtschaftsdünger** sollten im Kleegras **sparsam verwendet** werden, **damit die N-Fixierung hoch** ist und der **Dünger auf den übrigen Flächen** besser ausgebracht werden kann
- **Phosphor, Schwefel** und **Kalk können** bei der **Anlage** miteingebracht werden, um die **Bedingungen für die Leguminosen zu verbessern**

Kreisläufe beachten und Lücken schließen

- **Hoftorbilanzen** geben einen **ersten guten Eindruck**, wo meine **betrieblichen Schwachstellen** sind
- **tieferer Blick** auf **Bodenanalysen** macht Sinn, um **Maßnahmen zielgerichteter** setzen zu können
- **optimale Planung** der **Düngerverteilung** zwischen **Acker** und **Grünland** ist wichtig
- **Fruchtfolge** hat auch die **Aufgabe** die **Folgekulturen** zu **düngen** und **Futter** für **Bodenlebewesen** bereitzustellen

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



DI Dr. Walter Starz
Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere
Abteilung für Bio Grünland und Viehwirtschaft
walter.starz@raumberg-gumpenstein.at