Was immer der Vater einer Krankheit gewesen ist –

die Mutter war eine schlechte Ernährung !

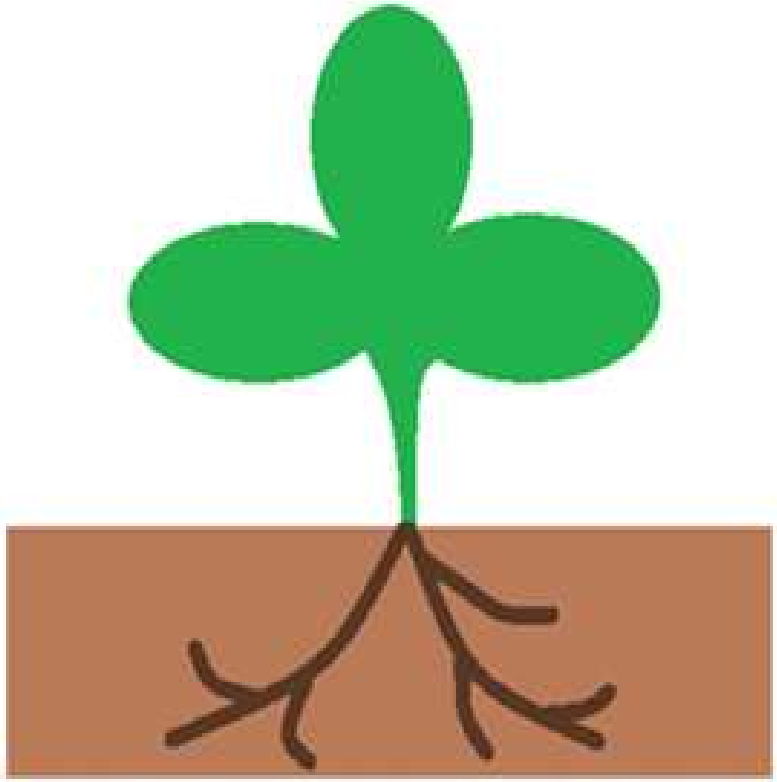
-

altes chinesisches Sprichwort

Da wächst was heran:

Wachstumsfaktoren

- Licht
- Temperatur
- Wasser
- CO_2
- O_2
- Nährstoffe



Die Pflanze ist

- Funktionsträger im Ökosystem
- Nährstoffüberträger = Nahrungsmittel für Mensch und Tier
- Energieüberträger für Mensch und Tier
  - ➔ Chemisch gebundene Lichtenergie
  - ➔ aber auch im Sinne von Lebensfreude

Prozesse

- Photosynthese
- Atmung
- Eiweißsynthese
- Fettsynthese

Produkte

- Kohlenhydrate
- Eiweiße
- Fette
- ➔ dienen der Pflanze als
  - Inhaltsstoffe
  - Baustoffe
  - Energieträger

Voraussetzungen für Bodenentwicklung

Abb. 19: Gute Krümelstruktur mit vielen feinen Pflanzenwurzeln, rundlichen Kügelchen mit bis zu 5 mm Durchmesser, lockere Struktur und dunkel-

Abb. 20: Der gleiche Boden ohne Humus: scharfkantiger Bruch, dichte Lagerung und helle Färbung zeigen einen leblosen mineralischen Bodenkörper.

Voraussetzungen für Bodenentwicklung

- Humusaufbauende Biologie aufs Feld
- Optimale Lebensbedingungen dafür schaffen
- Diese Biologie ständig füttern/versorgen
- Die Bodenbearbeitung der Biologie anpassen
- Alle Störfaktoren möglichst ausschalten
- Pufferfähigkeit
- Basensättigung
- Optimale Bodenfeuchte
- Gute Sauerstoff-Versorgung
- Vermeidung von Fäulnis
- Optimales C/N-Verhältnis, ….

Individuenzahl und Biomasse der Lebewesen auf einem Quadratmeter Wiese

(von der Oberfläche bis in 80 cm Tiefe)

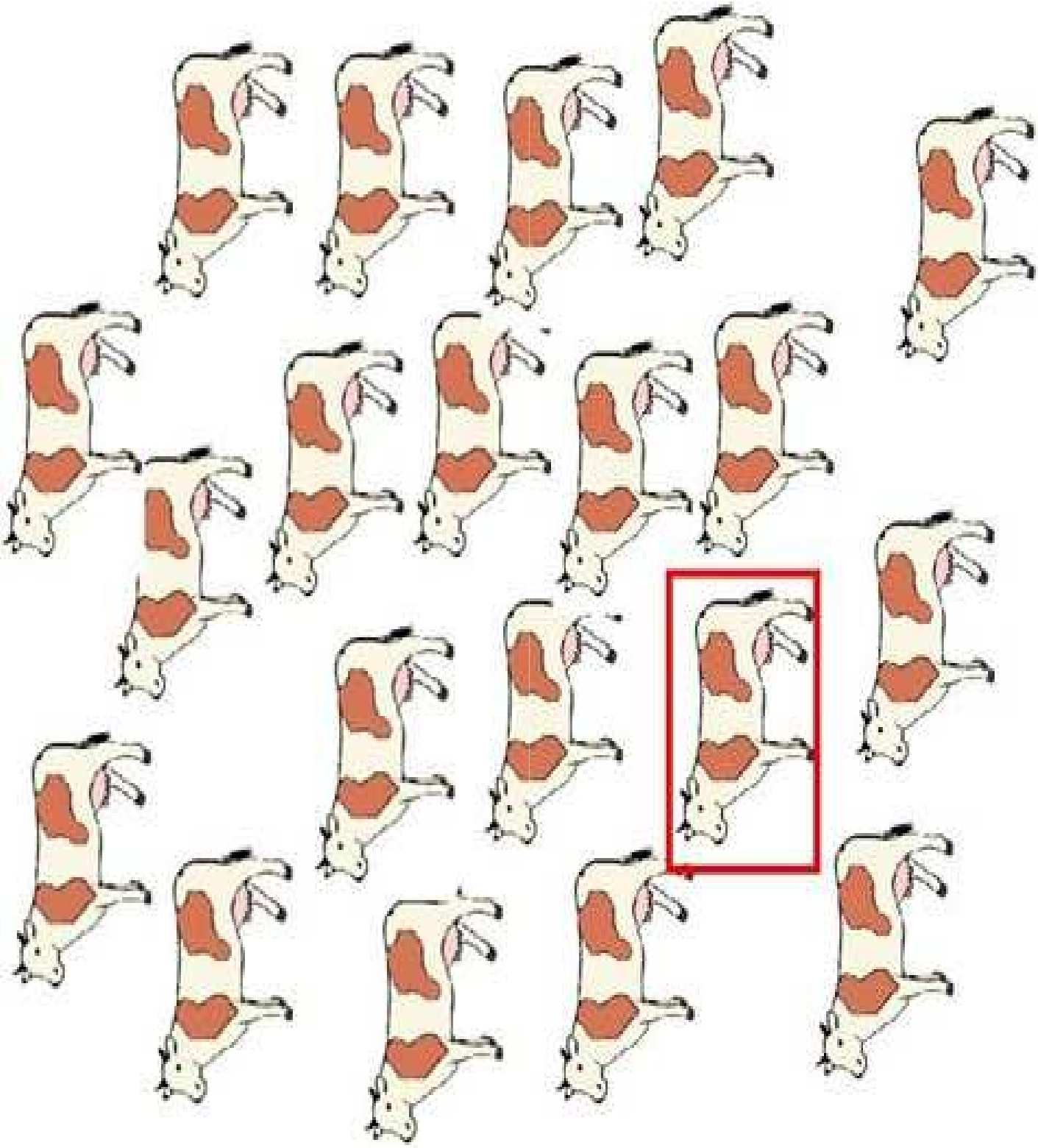
Nicht mit bloßem Auge sichtbar:

Bakterien	10 000 000 000 000 Ind.	160 g Biom./m²
Pilze	12 000 000 000 Ind.	380 g Biom./m²
Algen	1 000 000 000 Ind.	90 g Biom./m²
Einzellige Tiere	600 000 000 Ind.	115 g Biom./m²
Fadenwürmer	1 800 000 Ind.	4 g Biom./m²

Mit bloßem Auge sichtbar:

Springschwänze	26 000 Ind.	11 g Biom./m²
Milben	18 000 Ind.	10 g Biom./m²
Kleine Borstenwürmer	10 000 Ind.	2 g Biom./m²
Käfer und Käferlarven	800 Ind.	8 g Biom./m²
Tausendfüßler	550 Ind.	20 g Biom./m²
Ameisen	320 Ind.	2 g Biom./m²
Asseln	300 Ind.	4 g Biom./m²
Fliegenlarven	240 Ind.	26 g Biom./m²
Spinnen	230 Ind.	2 g Biom./m²
Regenwürmer	130 Ind.	145 g Biom./m²
Schnecken	50 Ind.	25 g Biom./m²

Auf 1 m² Wiese leben Bodenorganismen mit einem Gewicht von 1000g. Hochgerechnet auf 1 ha sind dies 10.000 kg (20 GV).



Puffer

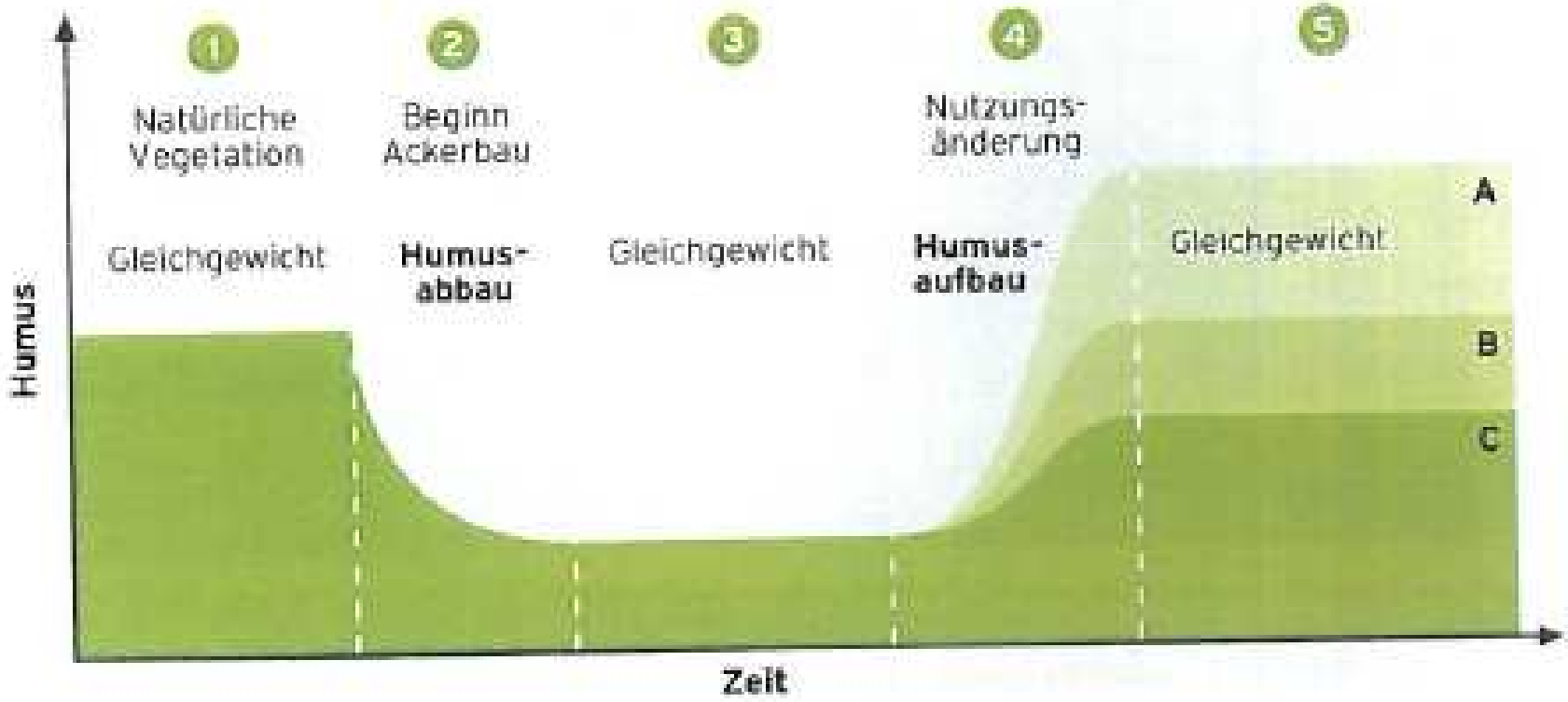
- In Böden sind organ. + anorganische Verbindungen, die in der Lage sind H+-Ionen aufzunehmen u. dr.Austausch mit basischen Kationen einen sauren Eintrag in den Boden abzuschwächen.
- Basische Kationen -> Ca, Mg, K,

  ihre Summe ergibt die Kationenaustauschkapazität -> KAK

Basensättigung

- Sie gibt den %-Anteil der Basischen Kationen
  -> Ca, Mg, Na, K, an der KAK an.
  -> Ca, Mg, K sollten einen Anteil
  von über 80 % haben

Humusentwicklung nach Hülsbergen



Humus

Ich verstehe unter „Humus“ immer die stabile organische Bodensubstanz, den Dauerhumus, ->er wird durch die Mikrobiologie durch Ab-, Um- und Aufbauprozesse hergestellt und ist stabil

Humus

- Besteht zu 58% aus Kohlenstoff
- Bindet C02 -> Klimaschutzeffekt
- Besteht zu 6% aus Stickstoff
- In 1 % Humus, bezogen auf 30 cm Bodentiefe, sind 2.000 – 2.500 kg N gebunden
- Zum Humusaufbau bedarf es N
- Je mehr N organisch im Humus gebunden ist, je weniger kann verloren gehen.

Die 2 Paar Schuhe des C/N-Verhältnisses als Meßgröße

1. C/N-Verhältnis als Maßstab für die Zersetzbarkeit organischer Substanz

- 1 – 20 -> enges C/N-Verhältnis
  -> schnelle NS-Verfügbarkeit
- 21 – 35 ->mittlers C/N-Verhältnis
  -> geeignet für Humusaufbau
- Größer 35 -> weites C/N-Verhältnis
  -> N-Fixierung

Die 2 Paar Schuhe des C/N-Verhältnisses als Meßgröße

2. C/N-Verhältnis zur Beurteilung von Bodenfruchtbarkeit

- Liegt bei 9 – 11
- C/N von 10/1 ->es ist im Vergleich zu N 10 mal mehr C im Boden gebunden
- Böden mit C/N von 9 -> setzen N frei
- Böden mit C/N von 11 -> binden, fixieren N

Humusaufbau

- Um 1 % Humus -> 30 cm Bodentiefe, aufzubauen, werden

  25 t/ha C und 2,5 t N/ha benötigt

-> das ist die Herausforderung

der Bio-Landwirtschaft

Stickstoff-Nachlieferung aus Humus

- Erfolgt nur bei C/N-Verhältnissen kleiner 10
- Pro % Humus können 25 kg N/ha freigesetzt werden
- Bei 4 % Humus im Boden

  und einem C/N von 8-9 werden

  ca. 100 kg N/ha frei
- Bei 4% Humus, C/N 11 werden 100kg N/ha fix

Messen des C/N-Verhältnisses

- Es werden die Bodenfraktionen C-org. und der Gesamt-N-Gehalt gemessen und ins Verhältnis gesetzt.
- Über dieses Analyse-Verfahren kann der

  N-Bedarf zur Erhöhung des Humusgehaltes z.B. um 1 % ausgerechnet werden
- Es kann auch der optimal anzustrebende Humusgehalt des vorliegenden Bodens abgeleitet werden
- Labore -> Ökodatenservice GmbH, AT

  -> BOWASAN, AT

Wie steigere ich die Nährstoff-Nachlieferung meiner Böden?

- Den Humusgehalt ins Optimum bringen
  -> je nach Bodenart und Klima -> 4 -7 %
  -> 100 – 350 kg/ha N-(Nach)-Lieferung
- Organisch-mineralisch Düngerzufuhr breit
  ->Mengenbegrenzung durch Richtlinien
- N-Freisetzungen durch Priming-Effekte
  -> Ertragshacke, EM, …..
  -> Achtung Humusverlust !!!!!!!!!!!
- **Cultan-Düngungsverfahren**

-> auch mengenbegrenzt, aber höhere Nährstoffeffizienz

Depot-Dünge-Verfahren bieten Lösungsansätze für biologische Anbauverfahren

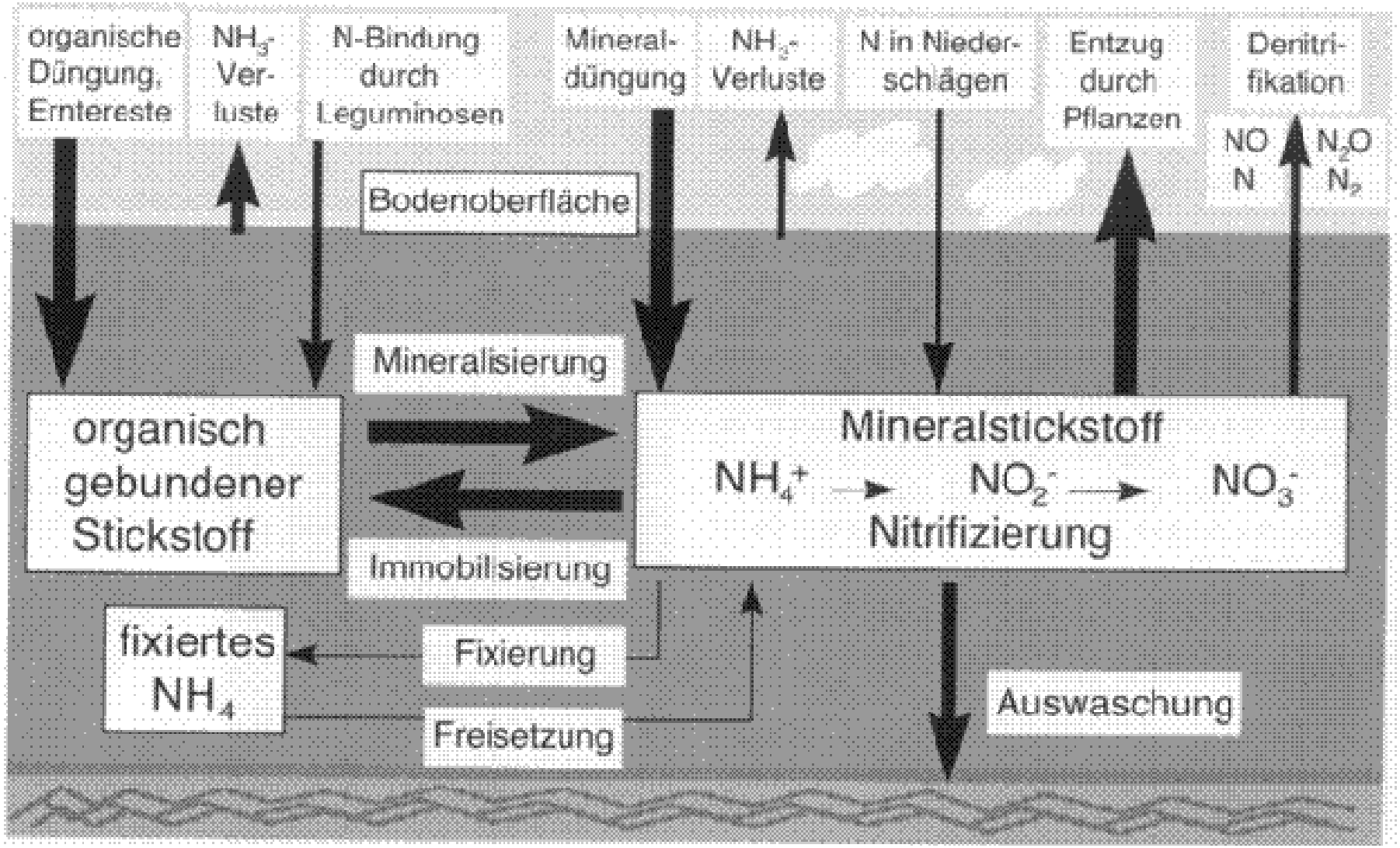
Die intensive Auseinandersetzung mit dem CULTAN – Verfahren haben den Verfasser dazu bewogen, die dies bezüglichen Erkenntnisse auf biologische Anbauverfahren im Rahmen ihrer Richtlinien zu übertragen und biologisch zugelassene Stickstoff-Düngemittel als Depot-Dünger anzuwenden. Besonders für Bio – Zierpflanzen, Gemüse- und Marktfruchtbau-

Unternehmen mit hohen Nährstoffabfuhren ohne eigene Tierhaltung ist eine Optimierung der Nährstoffeffizienz bei optimaler Klimaschonung sinnvoll.

Das folgende Versuchsergebnis und Erfahrungen im Bio-Zierpflanzenanbau ermutigen zur Weiterentwicklung der Depot- und Punkt-Düngung für den Biologischen Landbau.
Dieses Düngeverfahren wird in Zukunft die Bezeichnung BORN – B-iological O-rganic R-egulated N-utrition - tragen.

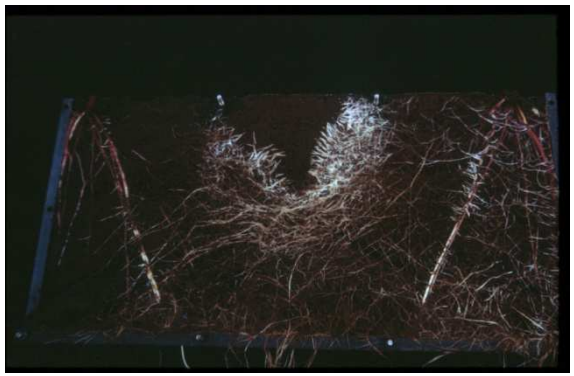
C ontrolled	**Kontrollierte N-Aufnahme durch langfristige NH_4-Ernährung**
U ptake	
L ong	
T erm	
A mmonium	
N utrition	

Der Stickstoffkreislauf:



Humus aufbauender Pflanzenbau mit CULTAN

Techniken für das CULTAN - Verfahren

Injektionsmasch. flüssig	Schleppschl. flüssig	Mulchsaatmasch. fest
		

Winterweizen –CULTAN – Versuch bei Landwirt Kühnen 2009

Säen und Düngen aller Getreidearten in einer Überfahrt

www.eco-dyn.de

Was ist anders bei einer N-Aufnahme in Form von Ammonium in die Pflanze

- Es entwickeln sich wurzeldominante Pflanzen, aufgrund von Verschiebungen im Auxin/Gibberilin zu Kinitin – Verhältnis
- Die Protein-Biosynthese findet in der Wurzel, nicht im Blattapparat statt
- Aufgrund des Münch-Gegenstrom-Prinzips wird die Nährstoffversorgung der Pflanze durch die vorhandenen Wachstumsbedingungen gesteuert
- Es findet keine „Nährstoffüberflutung“ wie bei einer Nitraternährung statt

Wurzelentwicklung in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der NH_4-Depots

Was ist anders bei einer N-Aufnahme in Form von Ammonium in die Pflanze

- Ammonium ernährten Pflanzen steht mehr Energie als N03 ernährten Pfl. zur Verfügung,

  weil der Einbau von NH4 in Eiweiß - Verbindungen weniger energieaufwendig ist als der Einbau von NO3. Es sind weniger Reaktionsschritte nötig.
- die freie Energie nutzt die Pflanze zum Aufbau von Trockenmasse -> stabilere Zellwände fördern Krankheitsabwehr, Lagerfähigkeit u. Haltbarkeit, Qualität und Geschmack

Blattentwicklung bei Winterweizen in Abhängig-keit von der N-Düngung

Foto: Ferdinand Hoffmann

Ammonium-Ernährung

Nitrat-Ernährung

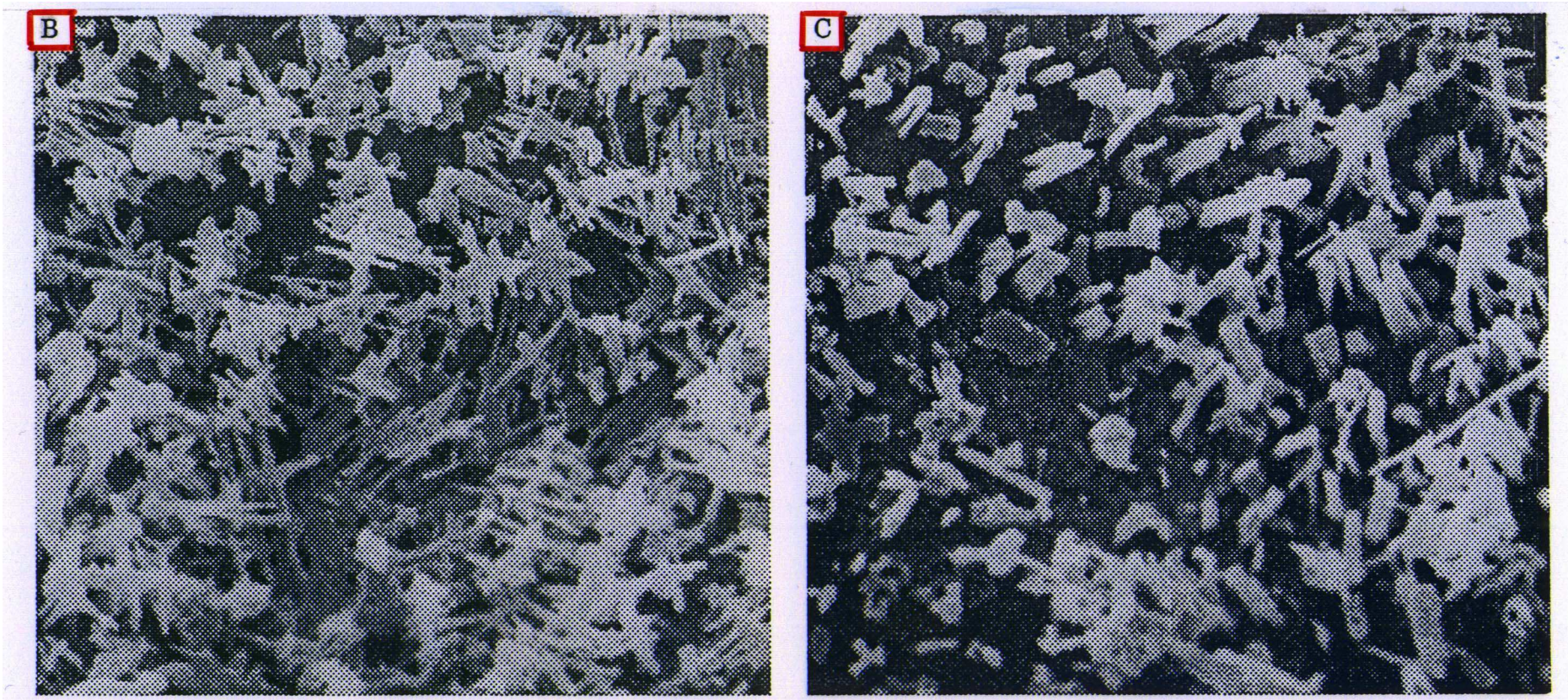


FIG. 1. Photomount showing the glaucousness of kohlrabi leaves: A, Pieces of kohlrabi leaves showing the distinct and conspicuous glaucousness of ammonium (top right) relative to nitrate-fed leaves (left bottom) (vertical view). B, Micrograph of the epicuticular wax on the adaxial surface of a glaucous, ammonium-fed kohlrabi leaf showing a dense network of dendrites, 0·8–1·8 μm wide and 2·5–3 μm long, superimposed on small tubes and plates, embedded within an underlying layer of amourphous wax. Height of the micrograph represents 15·6 μm. Magnification $\times$5000. C, Micrograph of the epicuticular wax on a shiny, non-glaucous, nitrate-fed adaxial leaf showing erect, separate, crystalline wax tubes and plates. Height of the micrograph represents 15·6 μm. Magnification $\times$5000.

Blattoberflächen in Abhängigkeit von der N-Düngung

BLANKE et al., 1996

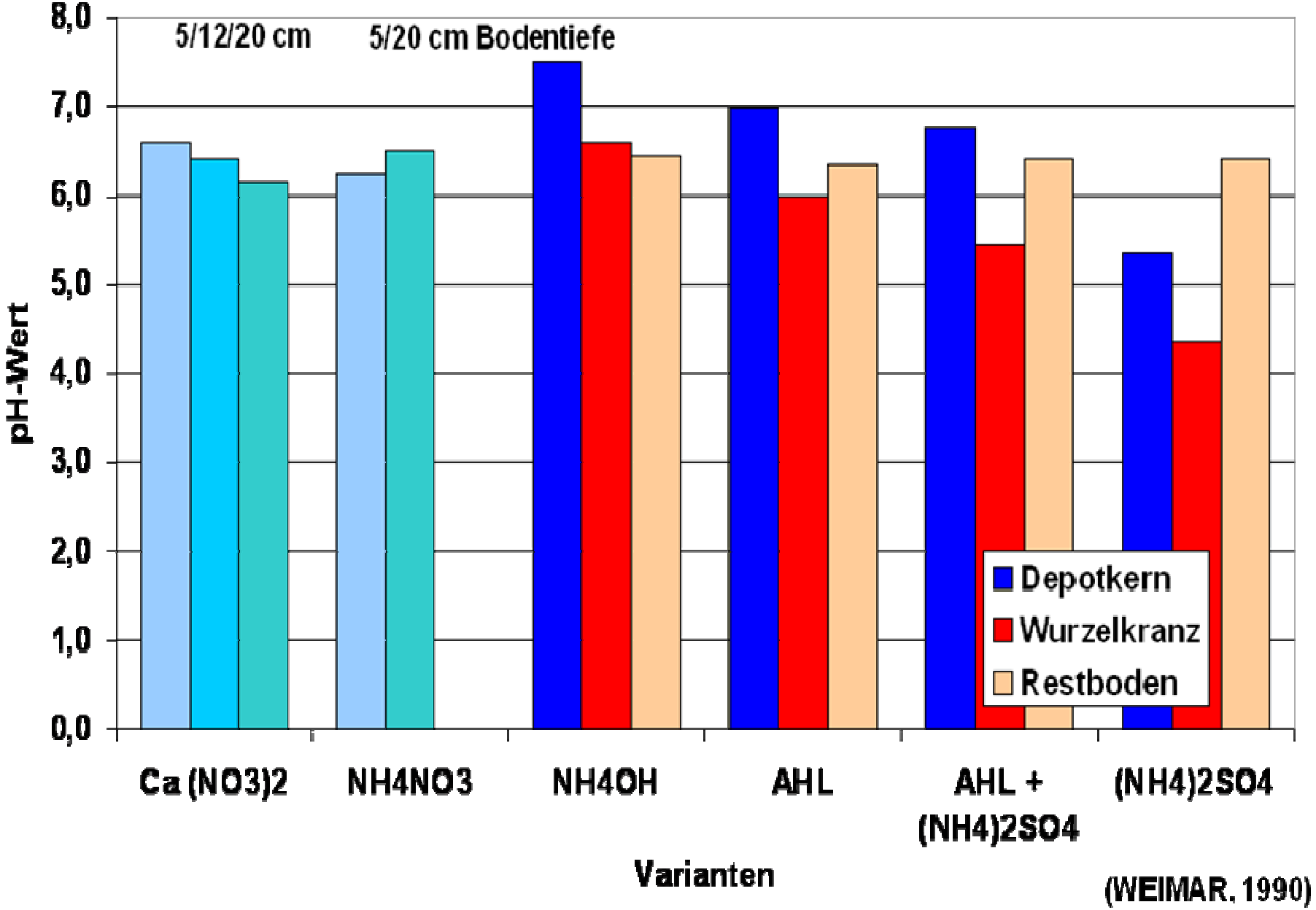
Wann kommt es zu pH – Wert – Veränderungen ?

- bei intensivem Pflanzenbau im gewachsenen Boden mit intensiver Bodenbearbeitung findet die Stickstoffernährung aufgrund der Mineralisation immer in Nitratform statt.
- dadurch kommt es zu pH-Wert Senkungen,

  Ca-Auswaschungen -> es bildet sich Ca(N03)2,

  und zu Strukturverlusten
- Bei BORN- gedüngten Pflanzen ist die pH-Wert- Absenkung durch die Verhinderung der Nitrifikation minimal.

pH-Wert in Abhängigkeit vom N-Angebot



(WEIMAR. 1990)

Tab.: 1 Wirkungsgrad des Stickstoffs i.v.H bei N-Kopfdüngung und „CULTAN"-Verfahren

Art der N-Düngung	Kopfdüngung	„CULTAN"-Verfahren
Langfristiger Wirkungsgrad der N-Düngung	60 - 70	90 - 100
Direkter Wirkungsgrad der N-Düngung	35 - 45	90 - 95
N aus der Mineralisation vom Boden	65 - 55	25 - 10

Welche Dünger sind CULTAN - geeignet?

- **Reine Ammonium- Depots sind gegenüber Mischdepots aus NH4, Harnstoff u. NO3 hinsichtlich Ertrags- u. Qualitätssicherheit, Pflanzengesundheit u. Wassereffizienz, insbesondere bei Körnerfrüchten überlegen.**
- **Aus logistischen Überlegungen, insb. höhere Nährstoffgehalte u. rationellere Arbeitserledigung werden der Praxis Ammonium-Depot-Mischdünger angeboten.**
- **N- Dünger die neben Ammonium hohe Mengen an Harnstoff u. Nitrat enthalten, sind als CULTAN- Dünger sehr kritisch zu betrachten, vor allem zu Getreide und anderen Körnerfrüchten wie Mais, Raps oder Grassamen**
- **Die HAS- Lösung ist allerdings zu Gemüse und Kartoffeln als CULTAN- Dünger einsetzbar.**

CULTAN-Dünger-Überblick

ASL			**100% NH4**
8 % N			**8 % NH4-N**
AHL	**50 % Harnstoff**	**25 % Nitrat**	**25 % NH4**
30 % N	**15 % Harnstoff-N**	**7,5 % Nitrat-N**	**7,5 % NH4-N**
HAS	**75 % Harnstoff**		**25 % NH4**
20 % N	**14 % Harnstoff-N**		**6, % NH4-N**
ASL plus	**33 % Harnstoff**	**10 % Nitrat**	**57 % NH4**
15 % N	**5 % Harnstoff-N**	**1,5 % Nitrat-N**	**9,5 % NH4-N**
Nitrofert		**37 % Nitrat**	**63 % NH4**
15 % N		**5,5 % Nitrat-N**	**9,5 % NH4**

Was sollte man zum Einsatz von Misch- Depot- CULTAN- Düngern wissen?

- **Ein Mischdepot aus Harnstoff, Nitrat u. Ammonium ist auf Grund von hoher Konzentration u. der bakteriziden Wirkung von Ammonium in den Depots weitgehend stabil.**

- **bei normaler Witterung bleibt das auch so**
- **Bei feuchter Witterung diffundieren Harnstoff und Nitrat aus den Depots heraus weil sie über den Transpirationsstrom in die Pflanzen aufgenommen werden, während Ammonium auf Grund seiner Sorption im Depot verbleibt.**

- **Harnstoff u. Nitrat werden zuerst aufgenommen -> die Pflanzen bleiben Spross dominat -> kein CULTAN- Effekt**

- **Harnstoff muss im Spross hydrolysiert und in NH2 umgewandelt werden. Bei hohen Harnstoffkonz. verbleiben der Pflanze nur begrenzt Kohlenhydrate um sie zur Wurzel für die Ammonium- Aufnahme zu transportieren**

Was sollte man zum Einsatz von Misch- Depot- CULTAN- Düngern wissen?

- **Nitrat wird im Spross entsprechend der Auslastung des Eiweiß- Stoffwechsels im Spross der Pflanze umgewandelt zu NH2**

- **Bei der Nitrataufnahme liegt das Niveau der Eiweißbildung deutlich unter dem der Ammonium-Aufnahme**

- **Auch hier tritt gegenüber der Ammonium- Ernährung eine Spross dominante Wachstumsphase auf, aber nicht so ausgeprägt wie beim Harnstoff**

- **Aufgrund der Anreicherung von Nitrat in den Pflanzen kommt seine Wirkung als Osmoregulator zum Tragen - > weiches, wässeriges Gewebe -> hohe Krankheitsanfälligkeit -> Ertragseinbußen**

Gülle zum CULTAN-Dünger aufwerten

- **aufkonzentrieren auf 10 kg/m³ NH4-N**
- **z.B. 15 m³/ha -> 150 kg N/ha**

- **Aufwertung einer Rindergülle mit 4,5 kg NH4-N/m³**
  - **mit ASL, 8 % N, spez. Gew. 1,2 -> 51 l ASL auf 1m³ R-Gülle**
  - **mit AHL, 30 % N, spe. Gew. 1,28 -> 14,3 lAHL auf 1 m³ R-Gülle**

- **Aufwertung einer Schweinegülle mit 6 kg NH4-N/m³**
  - **mit ASL, 8 % N, spez. Gew. 1,2 -> 41,7 l ASL auf 1m³ S-Gülle**
  - **mit AHL, 30 % N, spe. Gew. 1,28 -> 10,4 lAHL auf 1 m³ S-Gülle**

- **Für den Einsatz auf leichten Böden der Gülle Piadin zusetzen**
- **Aufwertung findet auf dem Gülleausbringer oder Transportfass statt**

Gülledepot – Wie sieht das aus ?

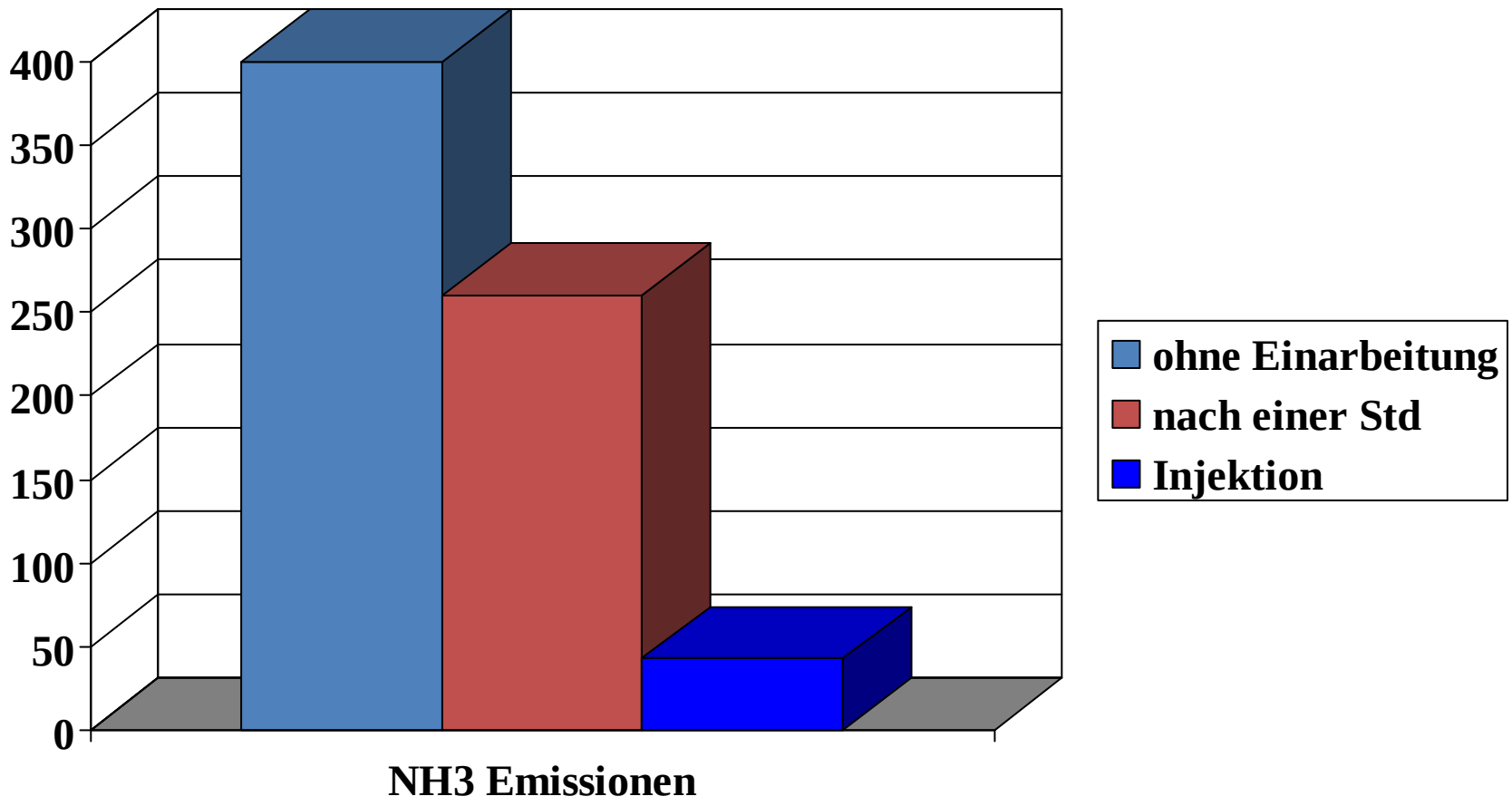
- **15 m³/ha Gülleagabe mit 10 kg NH4/m³ -> 150 kg N/ha**
  angewendet in verschiedenen Situationen:

Schlitzabstand		Durchmesser Gülledepot	Liter Gülle je lfm
23 cm	Getr./Raps/Grünl.	2,2 cm	0,35 l
37,5 cm	Rüben/ Mais	2,7 cm	0,562 l
75 cm	Kart./ Mais	6,8 cm	1,125 l

Je nach Bodenart, Bodenfeuchte, Konsistenz der Gülle, Schlitzwekzeuges, …
diffundiert die CULTAN-Gülle in die Umgebung des Ablagepunktes !!!

Ammoniumemisionen bei 15 Grad Lufttemperatur

In Gramm pro m3 ausgebrachter Gülle



CULTAN-Gülle schlitzen- 2010
Landwirt-Zang-Spessart-Weizen

Schlag	Anwendung	Ertrag dt/ha	Eiweiß %	N-Düng kg N/ha	N-Entzug kg N/ha	Bilanz +/-kg
Obst hole	Konv.	90,5	12,4	60-79-40-11-12 202	180	+ 22
Alte Bäch	C-GS-1xHS fl.	95,0	13,2	185 + 11 196	201	- 5
Dörner 5	C-GS-2xHS fl.	88,0	12,8	148-11-12 171	180	+ 9
Lercheng.	C-GS-2xHS fl.	94,6	12,9	185-11-12 208	195	+ 13
Krautsch	C-GS-KAS-2xHSfl.	85,0	13,0	148-40-11-12 211	177	+ 34

CULTAN-Gülle schlitzen- 2010
Landwirt-Zang-Spessart- Roggen

Schlag	Anwendung	Ertrag dt/ha	Eiweiß %	N-Düng kg N/ha	N-Entzug kg N/ha	Bilanz +/-kg
Habicht 1	Konv.	64,8	9,9	72 – 48 120	103	+ 13
Hof 4	C-GS	73,5	9,9	138	117	+ 21
Hof 3	C-GS	71,9	9,9	150	114	+ 36

Grünland, CULTAN – Gülle geschlitzt

CULTAN – Gülle – Grünland Landwirt Baasch 2010

	1.Schnitt dt/ha TS	% TS	NEL	MJNEL/ha	2. Schnitt dt/ha TS	% TS	1.+2.Schn dt/ha TS
V 1 betr.-üblich	54,5	25	5,9	32,2	27	27,3	81.5
V 2 CULTAN-Gül.+ Piadin	54,9	24,3	5,9	32,4	23	28,6	77,9
V 3 CULT-Gül.+ Piad.+Bent.	61,2	25,6	6,1	37,3	22	29,4	83,5
V 4 Nullvariante	37	25	6,1	22,6	16	29,4	53

BORN – Depot-Applikation

Versuchsbestand am 30.07.11

…und die Erträge …

	g/Kopf	dt/ ha FM	% TS	dt/ ha TM
V 0 Ohne Düngung	378	503	5,29%	26,61
V 1 betriebsüblich-Konv.	451	600	4,37%	26,22
V 2AMN-BORN-M	414	551	5,09%	28,05
V 3 AMN-BORN-V	460	612	5,47%	33,47
V 4 Schafwolle	422	561	6,07%	34,05
V 5 AMN-BORN-C	412	548	5,05%	27,67
V 6 Cuxin + Heu	432	575	5,12%	29,44
V 7 nur Heu	378	503	5,45%	27,4

CULTAN - ein ganzheitliches Düngesysteme

- **Es ist ein Punkt oder Linien Düngeverfahren bei dem für jede Pflanze, ob Blume, Salat, Baum oder Strauch ein Düngerdepot in Wurzelnähe angelegt wird.**

- **Dazu werden mineralische oder organische Dünger, mit Stickstoffgehalten über 6 %, , wie z.B. ASL, ASL plus, AMN-BORN-Granulat M mit 7 % Stickstoff, 3 % Phosphor und 7 % Kali oder AMN-BORN-Granulat V mit 8 % Stickstoff, 2 % Phosphor und 7 % Kali u. 2 % Mgo verwendet**

  -> Ammonium-Ernährung

- **Mit Topfmaschinen-Düngedosierer, Reihendüngergerät, bei Kübelpflanzen oder kleinen Beständen mit Akkuschrauber, legt man 3 – 4 cm neben der Pflanze, je nach Saat bzw. Pflanztiefe, 6 – 8 cm tief, über ein Dosierorgan , bei Einzelpflanzen mit Messbecher, die optimale Düngermenge ab.**

CULTAN - ein ganzheitliches Düngesysteme

- **Das Dünger- Depot so tief ablegen, dass es nicht bei Pflege-, Jäte- oder Hackarbeiten zerstört wird.**

- **Bei Bäumen und Sträuchern Reihendüngeegerät, Erdbohrer, Akkuschrauber oder Spaten verwenden ,um ein Depot in ca. 20 – 40 cm Tiefe, je nach Boden- und Wurzelraumbeschaffenheit anzulegen.**

CULTAN - ein ganzheitliches Düngesysteme

➢ Pflanzenschutzeffekte

- durch die Punktdüngung eine opt. Nährstoff - Versorgung nur für die Kulturpflanzen: Begleitpflanzen, Unkräuter erreichen das Depot nicht u. entwickeln sich nur schwach
- weniger sekundäre Pilzbefall
- verring. Trauermückenprobleme

➢ ermöglicht Mulchsysteme

- Düngung erfolgt unterhalb der Mulchschicht
- N-Fixierungsmileu in MS schränkt Unkrautwachstum ein
- Hohe Bodenleben Aktivität in MS reguliert Krankheitsdruck
- MS ohne breit verteilte Düngung schaffen weite C/N-Verhältnisse von > 25 : 1 und damit die Voraussetzung zur Bildung von Dauerhumusformen

erfolgreiche Humuswirtschaft mit CULTAN !!!

- Stroh, optimal auf der Fläche verteilt, belassen, ohne N – Ausgleic
- Umstellung auf pfluglose Bodenbearbeitung
- Keine breitflächige Ausbringung von N – Düngern
- Gülle ein schlitzen
- Keine Gründüngung in den Boden einarbeiten
  nur bei N – Mangel ist es möglich, die Bodenbakterien als Konkurrenten der Regenwürmer um biologisch wertvolle Anteile verfügbarer Nahrung zurückzudrängen
- Ziel ist optimaler weise die Produktion im N - Fixierungsmilieu

Produktion im N - Fixierungsmilieu

- den Pflanzen stehen im Boden nur geringe Mengen an mineralisierten Stickstoff zur Verfügung
- bei Aussaat und Pflanzung sind Startgaben in Ammoniumform erforderlich, PPF-System Horsch zu Getreide, UF-Düngung zu Reihenkulturen, …
- die Depot-Ablage, punkt- oder lienienförmig, erfolgt unterhalb der Mulchschicht im Boden
- hohe Bodenaktivität reduziert Krankheitserreger
- das N-Fixierungsmilieu schränkt das Unkrautwachstum ein