

CODEN: IBBRAH (3-75) 1-26 (1975)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 3-75

DE ORGANISCHE-STOFHUISHOUDING VAN GRASSPORTVELDEN

with a summary:

The organic-matter regime in sports turfs

door

F. RIEM VIS

1975

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 3-75

INHOUD

Inleiding	3
Toevoer van organische stof	5
Humificatie	8
Afbraak van organische stof in de grond	10
Beheersing van het organische-stofgehalte	18
Aanbevelingen voor verder onderzoek	20
Samenvatting	21
Summary	23
Literatuur	25

INLEIDING

Kortleven (1963) bestudeerde de opbouw en afbraak van humus bij bouwland op minerale gronden en kwam tot de volgende formuleringen:

$$\Delta y = K_1 x - K_2 y = K_2 \left(\frac{K_1 x}{K_2} - y \right) = K_2 (y_m - y)$$

en:

$$\frac{y_m - y}{y_m - y_0} = (1 - K_2)^t \approx e^{-K_2 t}$$

waarin:

y_0 = humusgehalte in de uitgangstoestand

y = humusgehalte op tijdstip t (t = tijd in jaren)

y_m = humusgehalte in de evenwichtstoestand ($K_1 x = K_2 y_m$)

x = jaarlijks toegevoerde organische stof

K_1 = humificatiecoëfficiënt, fractie van x die na een jaar gehumificeerd is

K_2 = afbraakcoëfficiënt voor gehumificeerde organische stof in de grond

Bij gebruik van deze formules moeten alle hoeveelheden worden uitgedrukt in dezelfde eenheid, percentage van de droge grond of kg/ha.

De formules geven aan dat het verloop van het humusgehalte bij een constante aanvoer van organisch materiaal bepaald wordt door het verschil tussen het humusgehalte op een bepaald moment en het humusgehalte in de evenwichtstoestand.

Aannemende dat voor het verloop van het humusgehalte op grasspervelden dezelfde wetmatigheden gelden, wordt in deze studie aan de hand van gegevens uit de literatuur en uit eigen onderzoek een benadering gegeven voor de waarden van de parameters K_1 , K_2 en y_m en voor de toevoer van organisch materiaal x .

Voor de omrekening van gehalten in kg/ha wordt gebruik gemaakt van de door Kortleven (1970) ontwikkelde formule:

$$\text{volumegewicht} = 1: (0,02525 \times \% \text{ org. stof} + 0,6541)$$

TOEVOER VAN ORGANISCHE STOF

Bij grassportvelden bestaat de toevoer van organisch materiaal uit gemaaid gras, grasstoppels en graswortels.

Op sportvelden wordt het gemaaid gras gewoonlijk niet afgevoerd; het draagt dus volledig bij tot de humusopbouw. De geproduceerde hoeveelheid is ondermeer afhankelijk van de bemesting, de maai-frequentie, de maaihoogte en de bespeling. In een proef werd bij bemesting met 200 kg N/ha, drie maal per week rollen met de betredingsrol, en dertig maal maaien een productie van 1600 kg droge stof per ha, per jaar aan gemaaid gras gevonden. (Riem Vis, 1974). Deze in vergelijking met produktiegrasland, lage drogestofproduktie is voornamelijk het gevolg van het veelvuldig maaien. De kunstmatige betreding werkt groei-remmend in het vroege voorjaar en in de herfst. In de maanden mei tot oktober is de invloed van de betreding op de grasgroei gering, mogelijk zelfs positief.

De bijdrage van de grasstoppel aan de humusopbouw wordt bij sportvelden bepaald door het deel van de totale massa dat door bespeling en weersinvloeden in de winterperiode afsterft. In de herfst van 1974 werd gemiddeld over tien waarnemingen een hoeveelheid van 5000 kg droge stof per ha aan niet gemaaid gras en in de toplaag van de grond aanwezige stengeldelen gevonden.

De wortelmasse wordt ondermeer beïnvloed door de ouderdom van de grasmat, de bemesting, de maai-frequentie, de maaihoogte en de bespeling. Als regel wordt het organische-stofgehalte van de grond bij grasvelden bepaald in de laag 0 - 5 cm. Daarom wordt speciaal aandacht geschonken aan de hoeveelheid wortels in deze laag,

die 60-90% van de totale wortelmasa in het profiel vertegenwoordigt.

Van der Horst en Kappen (1970) geven cijfers over de wortelmasa in de laag 0-5 cm bij sportveldproeven van verschillende ouderdom. Bates (1948, geciteerd door Troughton, 1957) vermeldt vergelijkbare gegevens over de laag 0-10 cm, uitgedrukt in procenten van de wortelmasa bij een één jaar oude zode. Het verband tussen de ouderdom van de zode en de wortelmasa is afgebeeld in figuur 1.

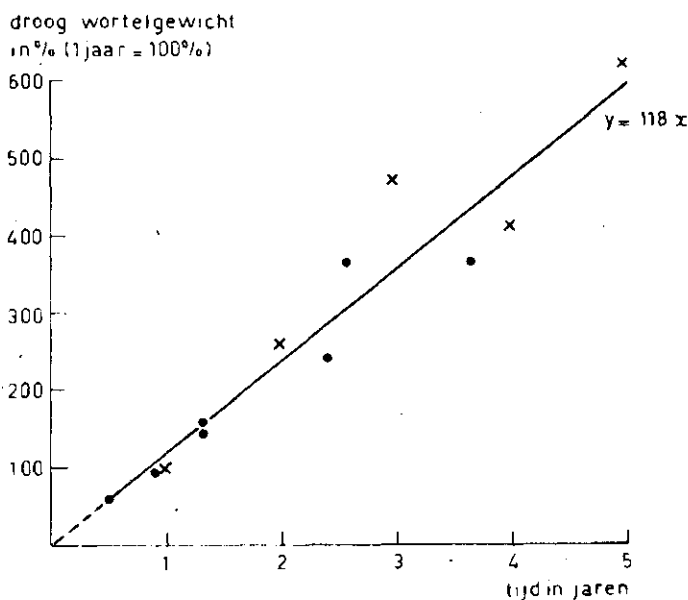


Fig.1. Invloed van de ouderdom van de zode op de wortelmasa

● Van der Horst en Kappen (1970); 100% = 4000 kg/ha.

x Bates (1948).

Bij de gegevens van Van der Horst en Kappen is 4000 kg droge stof per ha gelijk gesteld aan 100 %. Omdat de levensduur van een graswortel beperkt is (2 tot 3 jaar),

zal de wortelmasa na verloop van tijd een evenwichtstoestand bereiken waarbij de produktie en de afsterving van wortels aan elkaar gelijk zijn. In figuur 1 is nog geen sprake van een afbuiging van de regressielijn die voldoet aan de vergelijking $y = 118x$. Op basis van de gegevens van Van der Horst en Kappen (1970) is de jaarlijkse toename van de wortelmasa in de laag 0-5 cm $1,18 \times 4000 = 4700$ kg droge stof per ha. Wij nemen aan dat deze produktie ook bij het ouder worden van de zode gehandhaafd blijft en dat uiteindelijk een even grote hoeveelheid wortels jaarlijks zal afsterven.

Goedewagen en Schuurman (1950) kwamen tot een zelfde conclusie, maar stelden de jaarlijkse wortelproduktie in de laag 0-20 cm op 5000 kg/ha. Van de wortelmasa in de laag 0-20 cm vonden zij 70% in de laag 0-5 cm.

HUMIFICATIE

Kortleven (1963) vond geen duidelijke verschillen tussen de humificatiecoëfficiënten voor de bij zijn onderzoek betrokken vormen van organisch materiaal. Kolenbrander (1974) geeft voor een aantal materialen wel afzonderlijke humificatiecoëfficiënten, die echter in veel gevallen lager zijn dan de door Kortleven als gemiddelde gehanteerde waarde van 0,40. Uit de door Kolenbrander verzamelde gegevens zijn voor deze studie van belang:

<u>organisch materiaal:</u>	<u>humificatiefactor:</u>
groene massa	0,20
groenbemesters	0,25
wortels	0,35

Deze factoren worden bij de berekening gebruikt voor respectievelijk gemaaid gras, grasstoppels, en graswortels in de laag 0-5 cm. Aannemende dat de invloeden van de afzonderlijke bestanddelen op het organische-stofgehalte van de grond additief zijn, kan de jaarlijkse aanvoer van gehumificeerde organische stof op de in tabel I aangegeven wijze worden berekend. De bijdrage van de grasstoppel is afhankelijk van de bespeling en wordt op 30-100% van de stoppelmasa gesteld.

TABEL I. Toevoer van gehumificeerde organische stof

gemaaid gras	0,20 x 1600	=	320 kg/ha
grasstoppel	0,25 x (1500-5000)	=	375-1250 kg/ha
wortels	0,35 x 4700	=	1645 kg/ha
totaal			2340-3215 kg/ha

De grootste toevoer aan organisch materiaal komt op rekening van de wortelmasse. De grasstoppel kan een belangrijke bijdrage leveren op terreingedeelten die intensief bespeeld worden. In de praktijk zal men op deze gedeelten echter in veel gevallen geen sterkere verhoging van het organische stofgehalte vinden dan op minder intensief bespeelde plaatsen. Als onderhoudsmaatregel wordt nl. op veel sportvelden matig fijn tot matig grof zand gestrooid, waarbij de grootste hoeveelheden op de meest intensief bespeelde gedeelten terecht komen. Van Wijk en Beuving (1974) vonden op deze gedeelten niet alleen een lager organische stofgehalte, maar ook een lager gehalte aan deeltjes kleiner dan 0,05 mm en een hoger percentage aan deeltjes van de fractie 0,05-0,21 mm dan op het minder intensief bespeelde gedeelte.

AFBRAAK VAN ORGANISCHE STOF IN DE GROND

Voor het bepalen van afbraakcoëfficiënten moet men over tijdseries beschikken die een groot aantal jaren beslaan. De literatuur op dit gebied is voor grasland zeer beperkt. Soms wordt met behulp van graslandpercelen van verschillende ouderdom een schatting gemaakt van het verloop van het organische-stofgehalte. 't Hart (1950) geeft voor de laag 0-20 cm een schematische voorstelling waaruit door berekening de volgende karakteristieken kunnen worden afgeleid:

$$y_m = 190.000 \text{ kg organische stof per ha}$$

$$K_2 = 0,04$$

en op grond van $K_1 x = K_2 y_m$:

$$K_1 x = 7600 \text{ kg organische stof per ha}$$

Bij oud grasland op zandgrond vond 't Hart in de laag 0-5 cm 32% van de voorraad aan organische stof in de laag 0-20 cm. Voor de laag 0-5 cm zou $y_m = 0,32 \times 190.000 = 60.800$ kg zijn en bij aannahme van een gelijkblijvende afbraakcoëfficiënt voor de laag van 0-20 cm, bedraagt $K_1 x = 0,04 \times 60.800 = 2432$ kg. De voorraad van 60.800 kg in de evenwichtstoestand komt overeen met 11,5% organische stof in de laag 0-5 cm.

Bewerkingen van gegevens van graslanden van verschillende ouderdom zijn te vinden bij Walker et al. (1959) en bij Richardson (1938).

De gegevens van Walker et al. (1959) voor de laag 0-10 cm, leveren de volgende parameters op:

	C-gehalte	N-gehalte
y_m	6,69	0,91
K_2	0,084	0,033

Uit $y_m = 6,69$ voor het C-gehalte volgt een organische-stofgehalte van omstreeks 13% in de laag 0-10 cm of 15% in de laag 0-5 cm. Het verschil in K_2 bij C en N houdt verband met het feit dat de C/N-verhouding bij nieuw ingezaaid grasland in de loop van de tijd daalt.

Richardson (1938) vermeldt alleen het verloop van het stikstofgehalte van de grond onder grasbegroeiingen in de laag 0-20 cm. Hieruit kunnen de volgende parameters worden afgeleid: $y_m = 0,262$ en $K_2 = 0,011$. Uit de door Richardson gegeven verhouding C/N = 12,1 in de evenwichtstoestand, volgt een maximaal C-gehalte van 3,17% in de laag 0-20 cm, overeenkomend met ca. 9% organische stof in de laag 0-5 cm. Bij aanname van een zelfde verhouding voor K_2 tussen C en N als uit de gegevens van Walker et al. werd gevonden, geldt:

$$K_{2C} = \frac{0,084}{0,033} \times 0,011 = 0,03$$

Jackman (1964) bestudeerde de organische-stofhuishouding bij een aantal graslandpercelen in Nieuw Zeeland. Hij geeft voor het C-gehalte van de grond de in tabel II vermelde afbraakcoëfficiënten en de daarvan afgeleide halveringstijden. De laatsten werden gevonden door te stellen $y_m - y_{t\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}(y_m - y_0)$, waaruit volgt:

$$\frac{\frac{1}{2}(y_m - y_0)}{y_m - y_0} = e^{-K_2 t}$$

en

$$t = \frac{0,693}{K_2}$$

TABEL II. Afbraakcoëfficiënten en halveringstijden voor koolstof in de laag 0-7,5 cm volgens Jackman (1964)

K_2	$t_{\frac{1}{2}}$
0,017	41
0,025	28
0,046	15
0,050	14
0,069	10
0,099	7

Jackman vermeldt nadrukkelijk dat de gemaakte schattingen met aanzienlijke fouten zijn belast. De gemiddelde waarde $K = 0,05$ wijkt echter niet belangrijk af van de in het voorgaande genoemde waarden.

Russel (1960) vond voor de laag 0-5 cm uit waarnemingen over een periode van 39 jaar een afbraakcoëfficiënt voor organische stof van 0,029.

Naast de genoemde onderzoeking zijn uit eigen land enige gegevens beschikbaar die voor het merendeel betrekking hebben op een relatief klein aantal jaren. Uit deze gegevens is door rechtlijnige vereffening de gemiddelde stijging van het organische-stofgehalte per jaar berekend. Hoewel principieel niet juist, lijkt deze werkwijze toelaatbaar voor een beperkt

aantal jaren.

Het verslag van het onderzoek van NSF-KNVB-KNHM op negen sportvelden over de jaren 1962 tot 1969 (Anonymus, 1969) vermeldt organische-stofgehalten en uitgestrooide hoeveelheden zand. Tabel III geeft een overzicht van de gegevens.

TABEL III. Het verloop van het organische-stofgehalte en de gebruikte hoeveelheden zand (sportveldenonderzoek NSF-KNVB-KNHM)

Veld	Organische-stofgehalte in %		Zand m ³ /veld totaal over 1961-1969
	januari 1963	stijging per jaar	
1	3,43	0,186	0
2	4,18	0,211	0
3	3,47	0,026	240
4	4,28	-0,046	240
5	1,24	0,246	100
6	4,38	-0,082	300
7	4,46	-0,156	300
8	3,65	-0,017	30
9	11,46	-0,610	520

Hoewel de regressiecoëfficiënten (stijging per jaar) in een deel van de gevallen niet betrouwbaar van nul afwijken, zijn zij gehandhaafd voor de verdere bewerking van het materiaal. Hierbij is gebruik gemaakt van de regressievergelijking:

$$\Delta y = ay_0 + bz + c$$

waarin:

Δy = stijging van het organische-stofgehalte in % per jaar.

y_0 = organische-stofgehalte in januari 1963

z = zand, totaal over de jaren 1961-1969 in $10 \text{ m}^3/\text{veld}$

Als resultaat van de bewerking werd gevonden:

$$a = -0,05250 \pm 0,01488$$

$$b = -0,00689 \pm 0,00239$$

$$c = 0,34242 \pm 0,05159$$

De coëfficiënten zijn alle betrouwbaar tot zeer betrouwbaar.

In het gebruikte regressiemodel geeft a het deel van de aanwezige organische stof dat wordt afgebroken en b geeft de verlagende invloed van toegevoegd zand op het organische-stofgehalte. c is een maat voor de verandering van het organische-stofgehalte indien $y_0 = 0$ en $z = 0$, en als zodanig te vergelijken met de term $K_1 x$ in de humusformule, de fractie van de toegevoerde organische stof die overgaat in humus.

De in het voorgaande gevonden karakteristieken zijn samengevat in tabel IV. Zonodig zijn de uitkomsten herleid tot de laag 0-5 cm onder aanname van een gelijkblijvende afbraakcoëfficiënt in de laag 0-20 cm. Voor de opeenvolgende lagen van 5 cm dikte is een naar beneden toe afnemende humusvoorraad van 32, 25, 23 en 20% van het totaal over 0-20 cm aangenomen ('t Hart, 1950).

TABEL IV. Karakteristieken voor het verloop van het organische-stofgehalte van grasvelden

Bron	y_m	K_2	$K_1 x$, kg/ha
eigen onderzoek			2340-3215
't Hart (1950)	12%	0,04	2515
Richardson (1938)	9%	0,03	1531
Walker et al. (1959)	15%	0,08	5809
Jackman (1964)		0,05	
Russell (1960)		0,03	
Anonymus (1969)	8%	0,05	2254

De uitkomsten gebaseerd op het onderzoek van Walker et al. (1959) nemen duidelijk een uitzonderingspositie in. Ook Jackman (1964) vond bij enkele gronden hoge afbraakcoëfficiënten. Mogelijk hebben bodem- en klimaatsomstandigheden hierbij een rol gespeeld. Wordt het onderzoek van Walker et al. (1958) buiten beschouwing gelaten, dan zijn de gemiddelden $K_2 = 0,04$ en $y_m = 10\%$. Uit deze cijfers volgt $K_1 x = K_2 y_m = 2206$ kg/ha. Bij een aanvoer van 320 kg uit gemaaid gras en 1645 kg uit de wortelmassa (tabel I) resteert voor gehumificeerde organische stof uit de stoppel $2206 - 1965 = 241$ kg. Dit komt overeen met een afsterving van 20% van de bij sportveldproeven in de herfst aanwezige stoppelmasse (tabel I). De aanvoer van organische stof uit de stoppel moet bij intensief bespeelde sportvelden belangrijk groter worden geacht dan de genoemde 241 kg, welk getal voor een belangrijk deel steunt op gegevens die afkomstig zijn van produktiegrasland. Wordt de aanvoer uit de grasstoppel op tweederde van de in de herfst aanwezige hoeveelheid of 3350 kg gesteld, overeenkomend met 840 kg gehumificeerde organische stof, dan bedraagt de totale aanvoer $K_1 x = 320 + 840 + 1645 = 2805$ kg/ha. Bij $K_2 = 0,04$ leidt deze toevoer tot een organische-stofgehalte in de evenwichtstoestand van $y_m = 14\%$.

Op grond van het voorgaande kunnen voor de laag 0-5 cm op intensief bespeelde sportvelden de volgende karakteristieken worden gehanteerd:

$$y_m = 14\% = 70.000 \text{ kg/ha}$$

$$K_2 = 0,04$$

$$K_1 x = 2800 \text{ kg/ha}$$

$$x = 9600 \text{ kg/ha (1600 kg gras, 3300 kg stoppel, 4700 kg wortels)}$$

$$K_1 = \frac{2800}{9600} = 0,29$$

Inpassing van deze parameters leidt tot de vereenvoudigde humusformules:

$$\Delta y = 2800 - 0,04 y \quad (y \text{ in kg/ha})$$

en:

$$\frac{14 - y_t}{14 - y_0} = (1 - 0,04)^t \approx 2,7183^{-0,04t} \quad (y \text{ in } \%)$$

of:

$$\log \frac{14 - y_t}{14 - y_0} = -0,0175t \quad (y \text{ in } \% \text{ van de droge grond})$$

Met behulp van de laatste formule zijn voor enkele sportveldproeven de organische-stofgehalten voor de eerste jaren berekend en vergeleken met de in werkelijkheid gevonden waarden. Het resultaat is samengevat in tabel V.

TABEL V. Berekende en waargenomen organische-stofgehalten bij sportveldproeven

t	Berekend	Waargenomen		Berekend	Waargenomen
0	1,0	0,9	0,9	3,6	3,58
1	1,51	1,83	1,99	4,23	3,58
2	2,01	2,42	2,18	4,62	4,01
3	2,48	3,56	2,76	4,99	4,52
4				5,34	4,96
proef, IB-no.		1954	1955		1768

Gezien de heterogeniteit van de gegevens waaruit de parameters voor de humusformule zijn afgeleid, is het resultaat zeer acceptabel. Dit is te meer het geval omdat bij de bepaling van het organische-stofgehalte volgens de gloei-verliesmethode een relatieve fout van 10% (spreiding tussen duplo's) toelaatbaar wordt geacht.

BEHEERSING VAN HET ORGANISCHE-STOFGEHALTE

Uit gegevens van het sportveldenonderzoek van NSF-KNVB-KNHM (Anonymus, 1969) werd berekend dat 10 m^3 zand per veld van 7000 m^2 in 9 jaar de jaarlijkse stijging van het organische-stofgehalte met $0,0069\%$ vermindert. Na omrekening tot $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jaar}^{-1}$ is de regressievergelijking:

$$\Delta y = -0,053 y - 0,0046z + 0,343$$

waarin:

Δy = stijging van het organische-stofgehalte per jaar

y = organische-stofgehalte in % van de droge grond

z = zand in $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jaar}^{-1}$

Het organische-stofgehalte blijft constant indien:

$$z = -11y + 74$$

Hoe lager het gewenste organische-stofgehalte, des te groter de hoeveelheid zand die nodig is om dit niveau te handhaven. Zo zou bij $y = 5$, 17 m^3 en bij $y = 3$, 40 m^3 zand per ha per jaar gegeven moeten worden.

Ter vergelijking is een berekening opgesteld op basis van mengverhoudingen waarbij wordt uitgegaan van een grond met 5% organische stof en een bezandingsdikte van $0,5 \text{ cm} = 50 \text{ m}^3/\text{ha}$. Het organische-stofgehalte van het zand wordt op $0,5\%$ gesteld. Het organische-stofgehalte dat een jaar na het bezanden bij een constante bemonsteringsdiepte kan worden verwacht, wordt berekend.

In dit geval geldt:

$$\Delta y = -0,053 \times 5 - 0,0046 \times 50 + 0,343 = -0,15\%$$

Volgens de volumeverhoudingen geldt:

4,5 cm grond met 5% org. stof bevat	28695 kg org.stof/ha
0,5 cm zand met 0,5% org. stof bevat	<u>376</u>
5 cm grondbmengsel bevat	29071
aanvoer org.stof in 1 jaar (K_1x)	2800
afbraak org. stof in 1 jaar	
0,04 x 2907	<u>-1163</u>
voorraad org. stof na 1 jaar	30708 kg org.stof/ha

30708 kg organische stof/ha in de laag 0-5 cm komt overeen met 4,75% organische stof, $\Delta y = 4,75 - 5 = -0,25\%$

Gezien de onnauwkeurigheden in de gegevens is het verschil tussen de uitkomsten niet verontrustend. In principe moet bij organische-stofonderzoek met dergelijke afwijkingen steeds rekening worden gehouden.

AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK

In het voorgaande zijn factoren die moeilijk in cijfers zijn uit te drukken of waarover onvoldoende gegevens ter beschikking staan, buiten beschouwing gelaten. In dit verband moet als eerste worden genoemd het organische-stofgehalte van de laag 0-2 cm in combinatie met versmering van het oppervlak door verterende gras- en stoppelresten. Deze factoren kunnen de gebruikskwaliteit van sportvelden sterk beïnvloeden.

Sommige onderzoekers achten de invloed van prikrollen en van de activiteit van regenwormen op het organische-stofgehalte van de toplaag van belang. Op dit gebied zijn momenteel onvoldoende gegevens beschikbaar voor een kwantitatieve beoordeling.

SAMENVATTING

Aan de hand van gegevens uit de literatuur en uit eigen onderzoek wordt een kwalitatieve benadering gegeven voor de organische-stofhuishouding bij grassportvelden in de laag 0-5 cm. Hierbij is gebruik gemaakt van de door Kortleven (1963) ontwikkelde formules:

$$\Delta y = K_1 x - K_2 y$$

en:

$$\frac{y_m - y}{y_m - y_0} = (1 - K_2)^t \approx e^{-K_2 t}$$

waarin:

y_0 = humusgehalte in de uitgangstoestand

y = humusgehalte op tijdstip t (t = tijd in jaren)

y_m = humusgehalte in de evenwichtstoestand ($K_1 x = K_2 y_m$)

x = jaarlijks toegevoerde organische stof

K_1 = humificatiecoëfficiënt, fractie van x , die na 1 jaar gehumificeerd is

K_2 = afbraakcoëfficiënt voor gehumificeerde organische stof in de grond

Voor sportvelden kunnen aan de parameters de volgende waarden worden toegekend: $K_1 x = 2800$ kg/ha, $x = 9600$ kg/ha, $K_1 = 0,29$; $y_m = 14\% = 70.000$ kg/ha, $K_2 = 0,04$. Uitwerking leidt tot de vereenvoudigde formule:

$$\log \frac{14 - y}{14 - y_0} = -0,0175 t \quad (y \text{ in } \% \text{ van de droge grond})$$

Bij vergelijking van met behulp van deze gegevens berekende en bij sportveldproeven waargenomen organische-stofgehalten werd een redelijk goede overeenstemming verkregen.

Voor het handhaven van het organische-stofgehalte op een bepaald niveau kan gebruik gemaakt worden van de formule:

$$\Delta y = -0,053y - 0,0046z + 0,343$$

indien $\Delta y = 0$ geldt:

$$z = -11y + 74$$

waarbij

Δy = stijging van het organische-stofgehalte per jaar

y = organische-stofgehalte in % van de droge grond

z = verschralingszand in $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot jaar^{-1}$

SUMMARY

The organic-matter regime in sports turfs

An estimation of accumulation and decomposition of organic matter under sports turf is made using the formulas developed by Kortleven (1963):

$$\Delta y = K_1 x - K_2 y$$

and:

$$\frac{y_m - y}{y_m - y_0} = (1 - K_2)^t = e^{-K_2 t}$$

where:

Δy = yearly change in organic matter content

y = soil organic matter content at time t (t in years)

y_0 = soil organic matter content at $t = 0$

y_m = soil organic matter content at state of equilibrium

x = yearly supply of organic matter

K_1 = coefficient of humification

K_2 = coefficient of decomposition

With respect to the layer 0-5cm the following estimates were obtained from data mentioned in literature and from experiments on sports turfs at the Institute for

Soil Fertility: $K_1 x = 2800$ kg/ha, $x = 9600$ kg/ha, $K_1 = 0,29$; $y_m = 14\% = 70000$ kg/ha, $K_2 = 0,04$. Using these parameters the humus formula can be simplified into:

$${}^{10}\log \frac{14 - y}{14 - y_0} = -0,0175 t \quad (y \text{ and } y_0 \text{ in \% of dry soil})$$

Organic-matter contents calculated from this equation agreed well with observed data from sports turf experiments.

To maintain the organic-matter content of the topsoil (0-5cm) at a desired level by dressings with pure sand the following equations can be used:

$$\Delta y = -0,053y - 0,0046z + 0,343$$

and if $\Delta y = 0$:

$$z = -11y + 74$$

where:

Δy = change in organic matter content after 1 year

y = percentage organic matter

z = sand supplied in $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot year^{-1}$

Δy and y are expressed as percentages of dry soil

LITERATUUR

- Anonymus, 1969. NSF-KNVB-KNHM. Verslag van het onderzoek naar de aanleg en het onderhoud, de ontwikkeling en de bruikbaarheid van 9 sportvelden gedurende de eerste 5 jaren. Deel 1 en 2, 87 pp. met tabellen en figuren.
- Bates, G.H., 1948. An investigation into the cause and prevention of deterioration of leys. *J. Brit. Grassl. Soc.* 3: 177-184.
- Goedewaagen, M.A.J. en Schuurman, J.J. 1950. Wortelproductie op bouw- en grasland als bron van organische stof in de grond. *Landbouwkd. Tijdschr.* 52: 469-482.
- 't Hart, M.L., 1950. Organische stof en grasland. *Landbouwkd. Tijdschr.* 62: 532 - 542.
- Van der Horst, J.P. und Kappen, L.M., 1970. Bewurzelung von Rasengräsern. *Rasen-Turf-Gazon* 1: 15-16.
- Jackman, R.H., 1964. Accumulation of organic matter in some New Zealand soils under permanent pasture. *N.Z.J. Agric. Res.* 7:445 - 471.
- Kolenbrander, G.J., 1974. Efficiency of organic manure in increasing soil organic matter content. *Trans. 10th Int. Congr. Soil Sci.*, 1974, 2: 129 - 136.
- Kortleven, J., 1963. Kwantitatieve aspecten van humusopbouw en humusafbraak. *Versl. Landbouwkd. Onderz.* 69.1.
- Kortleven, J., 1970. Volumengewicht, poriënvolume en humusgehalte. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Stencil* C7759.
- Richardson, H.L., 1938. The nitrogen cycle in grassland soils with special reference to the Rothamsted parkgrass experiment. *J. Agric. Sci.* 28: 73 - 121.

- Riem Vis, F., 1974. Düngungsversuche bei Sportrasen. Rasen-Turf-Gazon 5: 73-75
- Russell, J.S., 1962. Estimation of the time factor in soil organic matter equilibration under pastures. Trans. Int. Soc. Soil Sci., Jt. Meet. Comm. IV, V: 191 - 196.
- Troughton, A., 1957. The underground organs of herbage grasses. Commonw. Bur. Pastures Field Crops, Bull. 44.
- Walker, T.W., Thapa, B.K. and Adams, A.F.R., 1959. Studies on soil organic matter. 3. Accumulation of carbon, nitrogen, sulfur, organic and total phosphorus in improved grassland soils. Soil Sci. 87: 135-140.
- Van Wijk, A.L.M. en Beuving, J., 1974. Bespeelbaarheid van sportvelden. Groen 12/74: 400 - 407.
- Commonwealth Bureau of Soils, 1970 . Bibliography on organic matter in soils under grass and grassland (1969-1956) Serial No. 1384.