

CODEN: IBBRAH (14-84) 1-21 (1984)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 14-84

HET HUMUSGEHALTE VAN GRASSPORTVELDEN

With a summary: Humus content of sports turfs

door

F. RIEM VIS

1984

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 14-84 (1984) 21 pp.



INHOUD

1. Inleiding	3
2. Begripsbepalingen	4
3. Bewerking van gegevens	6
4. Gewenst humusgehalte	8
5. Humusopbouw	9
6. Beïnvloeding van het humusgehalte	14
7. Samenvatting	19
8. Summary	20
9. Literatuur	21

1. INLEIDING

In 1974 werd een onderzoekproject (IB-project 299) gestart onder de titel: Betekenis van het humusgehalte voor de kwaliteit van de toplaag en de grasmatten van sportvelden. Kwantitatieve benadering van de beheersing van het humusgehalte.

In het hierna volgende eindverslag van dit onderzoek wordt een overzicht gegeven van de wijze waarop het werd uitgevoerd, van problemen die in de loop van de tijd naar voren zijn gekomen en van de verkregen resultaten.

2. BEGRIPSBEPALINGEN

Het humusgehalte van de grond kan slechts worden gedefinieerd door de wijze waarop het bij monsters van grasvelden op zandgrond wordt bepaald, te beschrijven. Grondmonsters van eigen proeven zijn steeds in het laboratorium van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid onderzocht. De werkwijze is als volgt: de monsters worden bij een temperatuur van 40 °C gedroogd in de stoof en daarna door een zeef met een maaswijdte van 2 mm gewreven. De zeefrest, bestaande uit een beperkt deel van de weinig of niet verteerde plantedelen, wordt weggegooid. Voor de analyse worden de monsters nagedroogd bij een temperatuur van 105 °C en vervolgens gedurende 4 uur gegloeid bij een temperatuur van 850 °C. De berekening

$$\frac{(\text{gewicht voor gloeien} - \text{gewicht na gloeien}) \times 100}{\text{gewicht voor gloeien}}$$

levert het percentage organische stof van de grond, dat gemakshalve vaak als humusgehalte wordt aangeduid. Het is duidelijk dat deze "humus" het totaal van een reeks stadia van humificerende en ook oude organische stof omvat. Hiermee hebben we in de praktijk te maken. De aanname van Kortleven (1963) dat in de grond gebracht organisch materiaal na een jaar gehumificeerd is, is principieel niet juist. Nog niet gehumificeerd materiaal komt echter wel geheel of gedeeltelijk als "humus" in het organische-stofgehalte van de grond tot uitdrukking.

Kortleven (1963) gaat uit van het gedeelte van de toegevoerde organische stof dat na een jaar over is, de *humificatiecoëfficiënt* en van het deel van de oudere organische stof dat jaarlijks wordt afgebroken, de *afbraakcoëfficiënt*. Dit is een sterke vereenvoudiging van een systeem van opeenvolgende processen, waarbij in feite het gemiddelde van een aantal cumulatieve effecten wordt gehanteerd.

Bij het begrip kwaliteit van topklaag en grasmat van sportvelden moet men denken aan de geschiktheid van bovengrond en begroeiing voor het te bedrijven spel. Hierbij komen criteria als vlak, droog, stevig, stroef en schokdempend naar voren, die slechts ten dele te meten zijn en vaak op

het oog of op het gevoel in een puntenschaal worden gewaardeerd. Bij proeven, die op het terrein van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid worden genomen, spelen de elementen vlak, droog en stevig geen rol omdat de ontwatering goed is en omdat door kunstmatige betreding gedurende het gehele jaar met een betredingsrol het oppervlak vlak en stevig blijft. De grasmat kan zich bij de toegepaste intensiteit van betreding na de winter voldoende herstellen.

Bij de genoemde criteria hebben we te maken met bodemeigenschappen en met de invloed die de grasbegroeiing daarop uitoefent.

Voor de betekenis van het humusgehalte voor de kwaliteit van de toplaag wordt teruggegrepen op onderzoek van anderen, waarbij zal blijken dat het optimale humusgehalte afhankelijk is van verschillende bodemeigenschappen.

Uit de resultaten van het eigen onderzoek kan wel worden aangegeven hoe het humusgehalte van grassportvelden in de tijd verloopt en welke invloed cultuurmaatregelen daarop kunnen uitoefenen.

3. BEWERKING VAN GEGEVENS

Voor onderzoek naar veranderingen in het humusgehalte moet men beschikken over tijdreeksen met een groot aantal gegevens over een lange periode. De beschikbare gegevens zijn ontleend aan eigen proeven met een maximale looptijd van 12 jaar, aan welwillend door de Nederlandse Sport Federatie beschikbaar gestelde cijfers en aan de internationale literatuur. De humusgehalten zijn in het algemeen bepaald in de laag 0-5 cm. Voor monsters die niet in het IB-laboratorium zijn onderzocht kunnen andere methoden van monsterbehandeling en analyse gelden. Voor zover kan worden nagegaan zijn de uitkomsten echter wel vergelijkbaar.

Bij de bewerking is gebruik gemaakt van de methode Kortleven (1963), volgens welke:

$$\Delta y = k_1 x - k_2 y = k_2 (y_m - y) \text{ en}$$

$$(y_m - y) : (y_m - y_0) = e^{-k_2 t}$$

waarin:

Δy = jaarlijkse verandering van het humusgehalte

k_1 = humificatiecoëfficiënt

k_2 = afbraakcoëfficiënt

x = toevoer van droge organische stof

y = humusgehalte in de laag 0-5 cm, y_0 in de uitgangstoestand,
 y actueel, y_m bij evenwicht tussen toevoer en afbraak van
 organische stof

t = tijd in jaren

x en y in procenten van de droge grond of in $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

Wanneer het aantal gegevens te klein was om y_m per reeks te kunnen schatten, is de methode beschreven door Loman en De Willigen (1972) gevolgd, waarbij voor verzamelingen van gegevens met behulp van

$$y_{t+1} = by_t + c$$

wordt bepaald bij welke waarde van y , $y_{t+1} = y_t$. Dit is de waarde van y waarbij toevoer en afbraak van organische stof met elkaar in evenwicht zijn (y_m). Bij de bewerking wordt er rekening mee gehouden dat y_t en y_{t+1} met gelijke fouten zijn belast (Van Uven, 1946).

In voorkomende gevallen is voor de schatting van de jaarlijkse toevoer van gehumificeerde organische stof uit grassnippers, bovengrondse zodebestanddelen en wortels, gebruik gemaakt van normen van Kolenbrander (1974) voor humificatiecoëfficiënten.

Bij kortlopende proeven is voor de berekening van de effecten van toepassing van compost of zodebezanding een lineaire benadering gebruikt.

Voor de herleiding van percentages humus naar $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ of omgekeerd, is gebruik gemaakt van de uit literatuurgegevens afgeleide formule voor het volumegewicht (Riem Vis, 1981b):

$$VG = (0,028 y + 0,56)^{-1}$$

(y = humus in % van de droge grond).

4. GEWENST HUMUSGEHALTE

Indien sportvelden worden aangelegd op klei-, veen- of sterk leemhoudende gronden, wordt als regel verschraling van de bovengrond met humusarm zand toegepast of wordt een toplaag van dit zand opgebracht. Sportvelden hebben daarom in het algemeen een zandige toplaag, waarbij het humusgehalte en de begroeiing een belangrijke invloed hebben op de eigenschappen van de grond. Onderzoek op dit gebied werd gedaan door Boekel (1979) en Van Wijk (1980). Volgens Boekel is een voldoende stevigheid van de toplaag afhankelijk van het volumegewicht, dat negatief gecorreleerd is met het humusgehalte. Naarmate het humusgehalte hoger is, moet dieper ontwaterd worden om aan de eis van voldoende stevigheid te kunnen voldoen. Ook Van Wijk concludeert dat de vochttoestand en het volumegewicht de stevigheid van de toplaag beheersen. Hij karakteriseert de vochttoestand van de toplaag door middel van de vochtspanning, die volgens zijn waarnemingen vaak lager is dan op grond van de grondwaterstand verwacht zou mogen worden.

Volgens Van Wijk is de organische stof een positieve factor voor het bereiken van een voldoende dichtheid van de toplaag.

In de praktijk komt het erop neer dat een zeker gehalte aan organische stof gewenst is, zowel met het oog op de grasgroei in verband met het basebindend en vochthoudend vermogen van de grond, als voor de stabiliteit en stevigheid van de toplaag. Bij hoge gehalten aan organische stof zal de vereiste stevigheid echter onder natte omstandigheden in veel gevallen niet bereikt worden. De Nederlandse Sport Federatie adviseert bij humusgehalten boven 5% verschraling door zodebezanden. Bij een goede ontwatering en een voldoende dichtheid van de grond hoeven humusgehalten van 5% en iets daarboven echter geen aanleiding te geven tot problemen. Aan de andere kant kan de toplaag bij lage humusgehalten, onder droge omstandigheden onvoldoende stabiel zijn. Humusgehalten lager dan ca. 3% zijn daarom, en ook met het oog op de groeiomstandigheden voor het gras, niet aan te bevelen. Humusgehalten tussen 3 en 5% kunnen dus in het algemeen als een gunstige toestand worden aangemerkt. Bij lagere gehalten zal een hogere en bij hogere gehalten een lagere grondwaterstand gewenst zijn voor een goede fysische toestand van de toplaag.

5. HUMUSOPBOUW

Het verloop van het op de beschreven wijze bepaalde humusgehalte in de tijd vormt de basis voor berekeningen over humusopbouw en -afbraak. Het principe, afgebeeld in figuur 1, geeft aan dat de stijging van het humusgehalte per tijdseenheid, rechtlijnig samenhangt met het verschil tot het humusgehalte dat bereikt wordt bij evenwicht tussen toevoer en afbraak van organische stof. De richtingscoëfficiënt van de differentiaalvergelijking

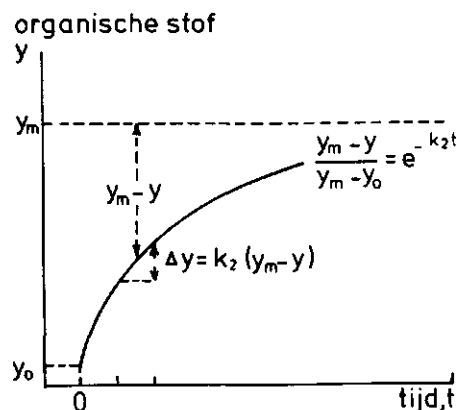
$$\Delta y = k_2 (y_m - y)$$

is de afbraakcoëfficiënt, in y_m is de humificatiecoëfficiënt verborgen, volgens $y_m = k_1 x : k_2$ (Kortleven, 1963).

Met behulp van de vergelijking:

$$(y_m - y) : (y_m - y_0) = e^{-k_2 t}$$

zijn voor een aantal gevallen de maximaal te bereiken humusgehalten en de afbraakcoëfficiënten berekend.



Figuur 1. Schematische voorstelling van organische-stofophoping.
Figure 1. Schematic presentation of organic-matter accumulation.

Omdat een evenwicht tussen toevoer en afbraak van organische stof pas na lange tijd wordt bereikt, is de berekende waarde van y_m in veel gevallen een, soms vergaande, extrapolatie. Dit betekent dat de gevonden waarden voor y_m en de daaruit berekende waarden voor k_2 met aanzienlijke fouten zijn belast. Er moet daarom met sterk wisselende uitkomsten rekening worden gehouden. Resultaten van het onderzoek zijn gepubliceerd in een IB-rapport en in enkele artikelen (Riem Vis, 1975, 1976, 1981 a en b, en 1984).

De publikaties uit 1975 en 1976 behoeven enige correctie. Door een (te) hoge schatting van de jaarlijkse toevoer aan organische stof, met name de wortelproductie, werd gevonden:

$$y_m = 14\%, k_2 = 0,04, x = 9600 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{jr}^{-1} \text{ en } k_1 = 0,29.$$

Daarbij werd voor het verband tussen humusgehalte en volumegewicht de door Kortleven (1970) voor bouw- en grasland op zandgronden ontwikkelde formule gebruikt:

$$VG = (0,02525h + 0,6541)^{-1}.$$

Later werd dit op basis van literatuurgegevens betreffende onderzoeken op sportvelden en op grasland met een hoge relatieve dichtheid vervangen door

$$VG = (0,028h + 0,56)^{-1} \text{ (Riem Vis, 1981)}.$$

Na correctie voor deze factoren verandert de uitkomst in:

$$y_m = 10\%, k_2 = 0,04, x = 8500 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{jr}^{-1} \text{ en } k_1 = 0,28.$$

De jaarlijkse organische-stofproductie is daarbij berekend volgens onderstaande opstelling:

	x	k_1	$k_1 x$
	$\text{kg.ha}^{-1}.\text{jr}^{-1}$		$\text{kg.ha}^{-1}.\text{jr}^{-1}$
grassnippers	2000	0,2 *	400
stoppel	3000	0,25	750
wortels	3500	0,35	1225
totaal	8500		2375

* naar Kolenbrander (1974)

De jaarlijkse organische-stofproductie, die wordt beïnvloed door factoren als botanische samenstelling van de zode, maairegime, bemesting en vochtvoorziening, moet worden gezien als een arbitraire schatting. Adams en Saxon (1979) noemen $7850 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$.

Bij de in 1984 gepubliceerde resultaten van eigen onderzoek werd y_m geschat met behulp van de regressiefunctie $y_{t+1} = by_t + c$, waarbij $b = (1 - k_2)$. De waarnemingen y_{t+1} en y_t worden daarbij geacht belast te zijn met gelijke fouten (Van Uven, 1946). De uitkomsten in 1984 wijken sterk af van de overige.

Het is goed enige opmerkingen te maken over deze functie. De functie is identiek aan de door Kortleven (1963) en anderen gebruikte humusformule:

$$\Delta y = k_2 (y_m - y), \text{ immers:}$$

$$y_{t+1} - y_t = by_t - y_t + c.$$

De constante c wordt gevonden door te stellen

$$y_{t+1} = y_t = y_m, \text{ waarbij } c = (1 - b)y_m.$$

De vergelijking wordt dan:

$$y_{t+1} - y_t = by_t - y_t + (1 - b)y_m = (1 - b)(y_m - y_t).$$

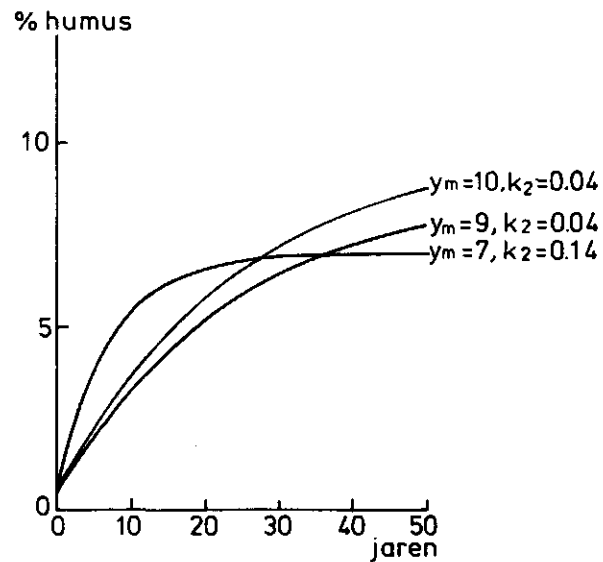
Men moet er wel op bedacht zijn dat alleen bij voldoende waarnemingen tot in het gebied waar y_{t+1} tot y_t nadert een betrouwbare schatting van y_m en k_2 mogelijk is. Een geringe verschuiving van de richtingscoëfficiënt b heeft een relatief grote verandering van k_2 tot gevolg, aangezien $k_2 = 1 - b$. Wanneer bijvoorbeeld wordt gevonden $b = 0,96 \pm 0,01$ betekent dit dat k_2 bij 95% betrouwbaarheid bij benadering kan variëren van 0,02 tot 0,06.

De resultaten van de onderzoeken zijn samengevat in tabel 1 en figuur 2. De uitkomsten in 1984 wijken sterk af van de overige. Dit moet voor een belangrijk deel worden verklaard door de korte looptijd van de proeven, waarbij een nauwkeurige schatting van y_m niet mogelijk is. Mogelijk hebben ook de omstandigheden waaronder de proeven zijn genomen een

rol gespeeld. In figuur 2 zijn ter vergelijking de curven afgebeeld die voldoen aan de in tabel 1 vermelde parameters van de humusformule.

TABEL 1. Parameters van de humusformule.
TABLE 1. Parameters of the organic-matter accumulation formula.

	Jaar van publikatie		
	1975	1981	1984
Humusgehalte bij evenwicht, y_m , %	10	9	7
Idem in $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	60000	55000	46000
Afbraakcoëfficiënt, k_2	0,04	0,04	0,14
Humificatiecoëfficiënt, k_1	0,28	0,26	-
Gehumificeerde organische stof $k_1 x$ in $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$	2400	2200	6500



Figuur 2. Verschillende uitkomsten van het humusonderzoek.
Figure 2. Various results of organic-matter research.

Alleen bij het onderzoek van de NSF is sprake van praktijkomstandigheden, zij het dat het hier gaat om schoolsportvelden met belangrijke verschillen in gebruik. Gezien het grote aantal gegevens, waarop de uitkomst is gebaseerd en de sterke overeenkomst met de in 1975/'76 gepubliceerde resultaten, is er aanleiding deze als voor de praktijk best bruikbare schatting aan te nemen:

$$(9 - y) : (9 - 0,5) = e^{-0,04t} \quad (y \text{ in } \%).$$

Uit de functie volgt een jaarlijkse toevoer van $2200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ gehumificeerde droge organische stof. Bij een produktie van $8500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$ aan droge organische stof uit grassnippers, stoppelresten en wortels, bedraagt de humificatiecoëfficiënt $2200 : 8500 = 0,26$ (tabel 1).

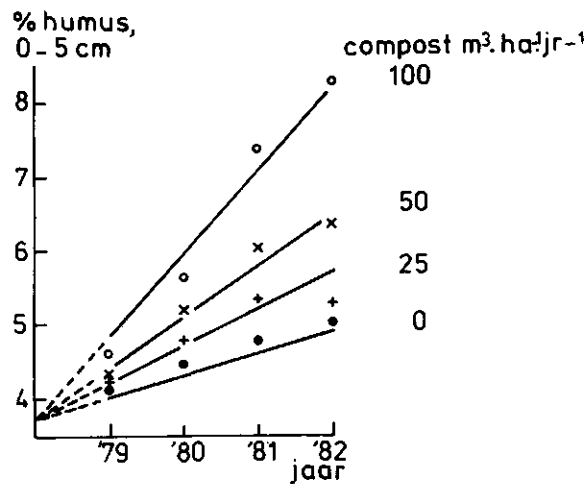
6. BEINVLOEDING VAN HET HUMUSGEHALTE

Aan de hand van literatuurgegevens werd in het voorgaande geconcludeerd dat een humusgehalte tussen 3 en 5% in de laag 0-5 cm gewenst is. Ook werd aannemelijk gemaakt dat een evenwicht tussen toevoer en afbraak van organische stof wordt bereikt bij humusgehalten die belangrijk hoger zijn dan 5%. Als onderhoudsmaatregel moet daarom bezanding met humusarm zand worden toegepast om het humusgehalte op een aanvaardbaar niveau te houden. Aan de andere kant zal het humusgehalte van nieuw aangelegde velden met een toplaag van humusarm zand, vaak lager zijn dan 3%. Men staat dan voor de keus om extra organische stof toe te dienen, of de opbouw van het gewenste humusgehalte aan de ontwikkeling van de zode over te laten. Het antwoord op deze vraag hangt samen met de korrelgrootteverdeling van het zand, de tijdsduur tussen aanleg en gebruik en de intensiteit van gebruik van het veld. Bij weinig stabiel zand en intensief gebruik is toevoeging van organisch materiaal bij de aanleg aan te bevelen, teneinde de stabiliteit van de toplaag onder droge omstandigheden te bevorderen.

In een artikel over beïnvloeding van het humusgehalte (Riem Vis, 1984) zijn de effecten van toediening van stadsvuilcompost en humusarm zand beschreven. De gegevens zijn in een beperkt aantal jaren verzameld, zodat slechts een lineaire benadering mogelijk was.

Compost moet alleen incidenteel worden gebruikt bij een te schrale, onstabiele toplaag. Herhaald gebruik voert tot een versterkte accumulatie van organische stof, waardoor het humusgehalte sneller tot boven het gewenste niveau zal stijgen. Volgens de resultaten van de betrokken proef is de bijdrage van compost aan de humusophoping 0,2% per jaar voor elke $25 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$. In figuur 3 is dit in beeld gebracht.

Hierbij valt aan te tekenen dat 0,2% humusverhoging door 25 m^3 compost per ha wel enige toelichting vereist. In 25 m^3 van de gebruikte compost is ruim 2000 kg droge organische stof aanwezig. Een verhoging van het humusgehalte met 0,2% correspondeert in de gegeven situatie met 1400 kg ha^{-1} organische stof in de laag 0-5 cm. Hieruit volgt een humificatiecoëfficiënt van 0,7.



Figuur 3. Invloed van stadsvuilcompost op het humusgehalte.
 Figure 3. Effect of town refuse compost on organic-matter content.

De vergelijking

$$\Delta y = 0,31 + 0,2 x_c$$

geeft aan dat bij weglaten van compost ($x_c = 0$), het humusgehalte met 0,31% per jaar stijgt. Wij kunnen dus stellen:

$$0,31 = k_1 x - k_2 y.$$

Nu komt een toevoer van $k_1 x = 2200 \text{ kg.ha}^{-1}$ bij een humusgehalte van 5% overeen met 0,3% van het gewicht aan droge grond in de laag 0-5 cm. De humusafbraak zou dus vrijwel nihil zijn. Dit is het directe gevolg van de lineaire benadering, die een onbeperkte accumulatie van organische stof veronderstelt, waardoor de functie $(y_m - y) : (y_m - y_0)$, bij actuele humusgehalten van minder dan 10%, nadert tot 1 met als consequentie een zeer lage waarde voor k_2 .

Bezanden is een regelmatig terugkerende onderhoudsmaatregel voor gras-sportvelden. De resultaten van het onderzoek zijn afgebeeld in figuur 4 (Riem Vis, 1984). De regressievergelijking is:

$$y = 0,092x_t - 0,006x_t x_z - 0,45 \quad (r = 0,98),$$

waarin:

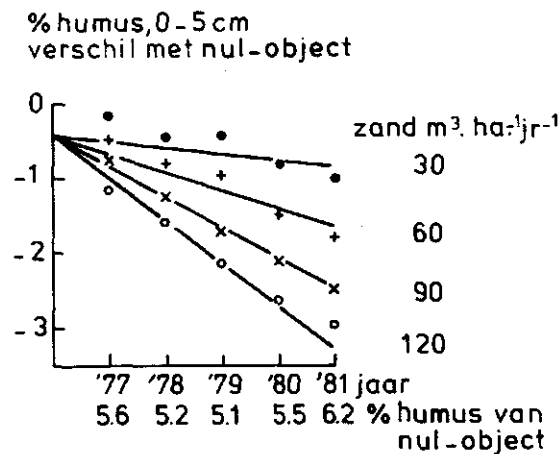
- y = % humus, verschil met nul-object,
 x_t = tijd in jaren ($\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$),
 x_z = zand in $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$.

Voor de jaarlijkse verandering van het humusgehalte bij bezanding kan de volgende vergelijking worden opgesteld:

$$\Delta y = k_1 x - k_2 y - pz$$

waarin $k_1 x - k_2 y$ de opbouw en afbraak van organische stof voorstelt en pz de invloed van de bezanding. Herleiding van $k_1 x$, die op $2200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$ wordt gesteld, tot procenten van de droge grond met behulp van de formule voor het volumegewicht levert op

$$\Delta y = \frac{2200 \cdot 100 (0,028y + 0,56)}{500.000} = 0,012y + 0,25.$$



Figuur 4. Invloed van zodebezanding op het humusgehalte.

Figure 4. Effect of topdressing with pure sand on organic-matter content.

De jaarlijkse verandering van het humusgehalte bij zodebezanding wordt dus:

$$\Delta y = 0,012y + 0,25 - 0,04y - 0,006z = -0,028y + 0,25 - 0,006z$$

Δy en y in procenten van de droge grond, z in $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$.

Bij vroeger onderzoek (Riem Vis, 1975) werd gevonden:

$$\Delta y = -0,053y + 0,343 - 0,046z$$

Het verschil tussen beide uitkomsten komt tot uitdrukking in tabel 2.

Voor de invloed van het zand bestaat een redelijke overeenstemming tussen de coëfficiënten 0,006 en 0,046, maar bij het natuurlijk verloop van het humusgehalte bestaat een niet onbelangrijk verschil tussen de beide uitkomsten. Dit is weer een aanwijzing dat parameters van humusformules met aanzienlijke fouten zijn belast, in het bijzonder wanneer lineaire benaderingen worden gevolgd, en daarom niet zonder meer toepasbaar zijn op individuele situaties.

TABEL 2. Hoeveelheid zand in $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot jr^{-1}$, nodig om een gegeven humusgehalte in stand te houden ($\Delta y = 0$).

TABLE 2. Pure sand in $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot yr^{-1}$ required to maintain a given organic-matter content.

Humus, %	Publikatie in	
	1984	1975
1	37	63
2	33	52
3	28	41
4	23	30
5	18	19
6	14	8
7	9	-
8	4	-

De regressievergelijking van blz. 15 wordt na differentiatie:

$$\Delta y = 0,092 - 0,006z.$$

Wordt de constante uit deze functie gelijk gesteld aan $k_1x - k_2y$:

$$0,092 = -0,028y + 0,25,$$

dan kan hieruit een gemiddeld humusgehalte bij weglaten van bezanding van 5,6% worden berekend. In werkelijkheid was het gehalte 5,5%. In dit geval wordt dus een treffende overeenkomst tussen een empirische en een meer theoretische formulering gevonden.

Indien wordt uitgegaan van 5% humus en 50 m³ zand, dan is de daling van het humusgehalte na 1 jaar 0,19% volgens:

$$\Delta y = -0,028y + 0,25 - 0,006z \quad \text{bij } y = 5 \text{ en } z = 50.$$

Berekening van deze daling op basis van menging van 4,5 cm grond met 0,5 cm zand, waarbij ook rekening wordt gehouden met humusopbouw en -afbraak, levert op 0,5%. Dit verschil in uitkomsten is niet verontrustend; het demonstreert slechts met welke afwijkingen men bij verschillende uitgangspunten rekening moet houden.

Eerder werd gesteld dat humusgehalten tussen 3 en 5% als gunstig kunnen worden aangemerkt. Volgens resultaten van het onderzoek (tabel 2) kunnen deze niveaus in stand worden gehouden met respectievelijk 30 tot 40 en 20 m³ zand per ha per jaar.

7. SAMENVATTING

Als eindverslag van een onderzoekproject (IB-project 299) betreffende de organische-stofhuishouding van grassportvelden worden de opzet van het onderzoek en de resultaten met hun praktische betekenis beschreven.

Uit gegevens van een aantal schoolsportvelden werd berekend dat bij ca. 9% humus in de laag 0-5 cm een evenwicht tussen toevoer en afbraak van organische stof wordt bereikt. Hieruit kan worden afgeleid dat jaarlijks 4% van de in de grond aanwezige oudere organische stof wordt afgebroken, overeenkomend met een toevoer van $2200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$ gehumificeerde organische stof.

In het algemeen wordt een humusgehalte tussen 3 en 5% gewenst geacht voor een goede fysische toestand van de toplaag van sportvelden.

Bij nieuw aangelegde velden met een schrale toplaag kan het gewenst zijn om organisch materiaal toe te voegen ter bevordering van de stabiliteit en van het basebindend en vochthoudend vermogen van de grond. Volgens de resultaten van het onderzoek doet $25 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{jr}^{-1}$ stadsvuilcompost het humusgehalte met 0,2% per jaar stijgen.

Om stijging van het humusgehalte tot boven het gewenste niveau tegen te gaan wordt zodebezanding toegepast. De verlaging van het humusgehalte door zodebezanding bedraagt 0,006% per m^3 humusarm zand per ha per jaar. Hieruit kan de hoeveelheid zand worden berekend die nodig is om een gegeven humusgehalte in stand te houden.

De resultaten geven opnieuw duidelijke aanwijzingen dat bij humusonderzoek rekening moet worden gehouden met sterk wisselende uitkomsten. Voor betrouwbare schattingen is een groot aantal gegevens over een lange periode nodig.

8. SUMMARY

A final report is given of a research project on trends of organic-matter content of sports fields; methods of examination and results, and their practical significance, are presented.

From observations on a number of school sports fields it was calculated that equilibrium between accumulation and decomposition of organic matter is reached at 9% organic matter in the 0-5 cm layer. From this it can be derived that 4% of the organic matter present in the topsoil is decomposed annually, which corresponds to an annual accumulation of $2200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ humified organic matter.

Generally, an organic-matter content of between 3 and 5% is considered desirable for a good physical condition of the topsoil.

Newly constructed fields with a too low organic-matter content need additional organic matter to improve soil stability, cation exchange capacity and water holding capacity. It is shown that $25 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{yr}^{-1}$ increases organic-matter content by 0.2% per year.

An increase in organic-matter content beyond an acceptable level can be prevented by topdressing with pure sand. Organic-matter content decreases annually by 0.006% for each m^3 sand applied per ha per year. From this figure, the amount of sand required to maintain a given organic-matter content can be calculated.

The investigation showed once again that organic-matter research can give highly variable results. A large number of data covering a long period of time is needed to get reliable estimates.

9. LITERATUUR

- Adams, W.A. and C. Saxon, 1979. Occurrence and control of thatch in sportsturf. *Rasen-Turf-Gazon* 3: 75-83.
- Boekel, P., 1979. Verbetering van de stevigheid van grassportvelden. *Landbouwkd. Tijdschr.* 91: 92-98.
- Kolenbrander, G.J., 1974. Efficiency of organic manure in increasing soil organic matter content. *Trans. 10th Int. Congr. Soil Sci.*, Moscow, 1974, 2, 129-136.
- Kortleven, J., 1963. Kwantitatieve aspecten van humusopbouw en humusafbraak. *Versl. Landbouwkd. Onderz.* 69.1, 109 pp.
- Kortleven, J., 1970. Volumegewicht, poriënvolume en humusgehalte. *Inst. Bodemvruchtbaarheid*, 11 pp.
- Loman, H. en P. de Willigen, 1972. Kalkverliezen op zandbouwland. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp.* 13-72, 42 pp.
- Riem Vis, F., 1975. De organische-stofhuishouding van grassportvelden. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp.* 3-75, 26 pp.
- Riem Vis, F., 1976. Humusbildung und Regulierung des Gehalts an organischer Substanz bei Sportrasen. *Rasen-Turf-Gazon* 1: 10-12.
- Riem Vis, F., 1981a. Het verloop van het humusgehalte bij grasvelden. *Ned. Sport Fed., Techn. Med.* 33: 18-20.
- Riem Vis, F., 1981b. Accumulation and decomposition of organic matter under sports turf. *Proc. 4th Int. Turfgrass Research Conference 1981*, 201-207.
- Riem Vis, F., 1984. Beeinflussing des Humusgehaltes der Rasentragschicht. *Z. Vegetationstechnik* 7: 14-16.
- Uven, M.J. van, 1946. *Mathematical treatment of the results of agricultural and other experiments*, 2nd ed., Noordhoff, Groningen-Batavia, 81-91.
- Wijk, A.L.M. van, 1980. A soil technical study on effectuating and maintaining adequate playing conditions of grass sports fields. *Diss. Wageningen*, 1980, 124 pp.