

Aus dem Fachbereich Biologie/Chemie der Universität Osnabrück,
Forschungsgruppe Wirbeltier-Ökoethologie, und dem
Staatlichen Medizinaluntersuchungsamt Osnabrück

Über den Einfluß von Gänsekot auf die Vegetation von Grünflächen¹⁾

On the impact of wild goose faeces on meadow vegetation

Von Birgit Balkenhol, Hans-Heiner Bergmann,
Reinhard Holländer und Martin Stock

Key Words: Brent Goose, *Branta bernicla bernicla*, food, feeding ecology, faeces, caloric and protein contents of faeces and food, fertilizing effect of faeces, vegetation, agriculture.

Zusammenfassung

BALKENHOL, B., H.-H. BERGMANN, R. HOLLÄNDER & M. STOCK (1984): Über den Einfluß von Gänsekot auf die Vegetation von Grünflächen. Ökol. Vögel 6: 223-247.

In Form eines Düngersteigerungsversuchs wurde die Düngewirkung von Grau- und Ringelganskot, der in jeweils einmaliger Gabe ausgebracht wurde, im Vergleich zu Mineraldünger auf gewachsener Wiesenvegetation bzw. Soden über eine Vegetationsperiode hin geprüft.

Die grundsätzlichen Ergebnisse sind für Grau- und Ringelganskot nicht unterschiedlich. Es ließ sich ein vom Grad der Düngung abhängiger, allerdings nicht-linearer Zuwachs des Bewuchses feststellen. Bei 4 kg Kot/m² trat noch keine Verbrennungswirkung, aber eine gewisse Sättigung der pro Fläche erzielten Werte ein.

Die für normale Bedingungen im Wintergebiet angenommene Kotmenge von 0,5 kg/m² erzielte eine Düngewirkung, die der in der Landwirtschaft üblichen mineralischen Volldüngung gleichkommt. Auf den Flächen wurden Gräser durch die Düngung stärker gefördert als Kräuter.

Zugleich mit der Zunahme der Biomasse vergrößerten sich auch der Proteingehalt und der Kalorienwert des Aufwuchses. Die Düngewirkung erschöpfte sich sowohl bei der Gänsekotabgabe als auch bei der mineralischen Volldüngung nach spätestens 10 Wochen (nach 2 Ernten).

In einer Modellrechnung wird dargelegt, daß die durch Weidegang entnommene Pflanzensubstanz infolge der Düngung durch Kot unter den gegebenen Bedingungen zu ca. 68% wieder zurückgeführt wird.

1) Mit Unterstützung durch den Niedersächsischen Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Förderung des Jagdwesens).

Anschriften der Verfasser:

Fachbereich Biologie/Chemie der Universität, Postfach 4469, D-4500 Osnabrück, FRG.
R.H.: Staatliches Medizinaluntersuchungsamt; Alte Poststraße, D-4500 Osnabrück, FRG.

Summary

BALKENHOL, B., H.-H. BERGMANN, R. HOLLÄNDER & M. STOCK (1984): On the impact of wild goose faeces on meadow vegetation. *Ecol. Birds* 6: 223-247.

The stimulatory effect of fresh faeces from Greylag (*Anser anser*) and Brent geese (*Branta bernicla*) on the growth of natural meadow vegetation and grass pads was compared with that of mineral fertilizer. Measurements were extended over one vegetation period. Results obtained with faeces from the two birds species were quantitatively comparable. On both test systems, growth of vegetation increased with the amount of faeces deposited, with signs of saturation occurring around 4 kg faeces/m². Neither at this concentration nor at any other one faeces caused burning of vegetation. The fertilizing action brought about by 0.5 kg faeces/m² (the amount dropped under normal winter conditions) was practically equal to that attained after an exclusively-mineral fertilization as applied in agriculture. The growth of grasses was specifically stimulated above that of herbs. Protein content and caloric value of the vegetation increased proportionally to the increase of standing crop.

The fertilizing effects of both goose faeces and mineral fertilizer were exhausted after maximally 10 weeks (2 harvests).

A model computation indicates that the removal of plant material by grazing is compensated for up to 68% by faecal fertilizing.

Einleitung

Wildlebenden Gänsen wird in einigen Regionen ihres Brut- und Überwinterungsgebietes eine wesentliche Beeinträchtigung agrarischer Ökosysteme vorgeworfen. Dabei wiegen oft gefühlsmäßige Einstellungen gegenüber den lokal in großen Scharen auftretenden Gänsen stärker als gesicherte Kenntnisse. Die in der jüngeren Vergangenheit zunehmenden Bestandszahlen, z.B. durch die gelungene Wiedereinbürgerung von Graugänsen am Dümmer (Kreis Vechta, Niedersachsen) sowie durch den Anstieg der Ringelganspopulation seit dem Tiefstand in den 30er Jahren, führten immer häufiger zu Klagen über die verursachten Schäden (MILDENBERG 1971, DOBBEN 1953, KEAR 1963). Dabei stellen sich die Probleme für die einzelnen ökologischen Gruppen der Gänse unterschiedlich dar. Die im Frühjahr und Herbst in Mitteleuropa durchziehenden, teils auch hier brütenden »grauen« Gänse der Gattung *Anser* weiden vorzugsweise auf landwirtschaftlichen Kulturflächen. Währenddessen halten sich die Meeressäuge der Gattung *Branta*, besonders die Ringelgans *Branta bernicla*, auf den Vorländereien der Küsten sowie Inseln und Halligen des schleswig-holsteinischen, niedersächsischen und niederländischen Wattenmeeres auf. Über die winterliche Biologie und Nahrungsökologie der Gänse liegt eine Reihe von umfassenden Publikationen vor (DIJKSTRA & DIJKSTRA de VLIET 1977, OWEN 1971 a, b; EBBINGE et al. 1975; CHARMAN 1977; CHARMAN & MACEY 1978; MOOIJ 1979; DRENT 1980; PRINS et al. 1980; PROKOSCH 1981). Es sind auch Untersuchungen über die Auswirkung der Gänsebeweidung auf verschiedene Kulturpflanzen durchgeführt worden. So beschrieben RUTSCHKE & SCHIELE (1980) die Wirkung der Beweidung auf Wintergetreide, CLARK & JARVIS (1978) auf Weidelgrassaaten (*Lolium perenne*), und KEAR (1965, 1970) prüfte die Wirkung der Beweidung und des hinterlassenen Kotes auf den Ertrag von Wintergetreide und Grasland. HOLZ & SELLIN (1981) stellten fest, daß bei Wintergerste erst eine Entnahme von 60% des Aufwuchses bei Beweidung durch Bläßgänse zu einer Ertragsminderung führt. SMITH & ODUM (1981) schließlich untersuchten den Beweidungseffekt auf Salzwiesen. Dabei zeigte

sich, daß die Beweidung keineswegs nur Verluste für die Landwirtschaft mit sich bringt. Teilweise hat sie auch eine anregende Wirkung auf das Wachstum und führt infolge besserer Bestockung zu einer Ertragssteigerung. Doch ist andererseits unbestreitbar, daß die weidenden Vögel dem Grasland in beträchtlicher Menge Biomasse entnehmen, die auch dem Weidevieh zugute kommen könnte. »Zwanzig Gänse fressen soviel wie ein Schaf«, sagen die Bauern auf der niederländischen Wattenmeerinsel Texel. Dabei wird oft übersehen, daß die weidenden Gänse einen Großteil der aufgenommenen Biomasse innerhalb kürzester Zeit in Form von Kot auf den Weideflächen wieder deponieren. Dieses Material geht also dem Ökosystem Grünland nicht verloren.

Doch ist die Frage strittig, wie sich der hinterlassene Kot im einzelnen auf die Vegetation des Grünlandes auswirkt. Dabei wird z.T. von Verbrennungswirkungen auf die Vegetation gesprochen, teils wird auch von den Landwirten darüber geklagt, daß die durch Gänsekot gedüngten Pflanzen nachher vom Weidevieh gemieden werden.

Zur Versachlichung der diesbezüglichen Diskussion haben wir versucht, mit Hilfe von Düngeversuchen mit dem Kot von Ringelgänsen und Graugänsen (*Anser anser*) die folgenden Fragen zu beantworten:

- Wie groß ist der Mineralstoffgehalt und der Gehalt an organischen Verbindungen im frischen Gänsekot, und wie verändern sich diese Werte unter dem Einfluß der Witterung und anderer Faktoren?
- Welche unmittelbaren Wirkungen übt der Gänsekot auf die Vegetation aus?
- Beeinflußt Gänsekot den Protein- und den Kaloriengehalt der nachwachsenden Vegetation?
- Wie wirkt sich das Einbringen von Gänsekot auf das Pflanzenwachstum der folgenden Vegetationsperiode und auf die Zusammensetzung der Vegetation von Probeflächen aus?

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsdurchführung

Die Versuche wurden auf gewachsener Wiesenvegetation in einem Gartengrundstück der Universität Osnabrück sowie teilweise auf Soden einer Wiesenvegetation von der Insel Texel (Niederlande) im Freiland durchgeführt. Die Soden wurden in vorbereiteten Wannen aus Plastikfolie kultiviert. Wir bedienen uns der Methode eines »Düngersteigerungsversuchs« mit je einer Wiederholung in Gestalt einer randomisierten Blockanlage. Die einzelnen Versuchspartzellen umfaßten jeweils eine Fläche von 1 m². Benachbarte Flächen waren bis in eine Tiefe von ca. 10 cm durch ein mit Folie ummanteltes Brett gegeneinander isoliert. Als Kontrollflächen dienten je Block eine ungedüngte und eine mit Mineraldünger (NPK) in herkömmlicher Weise vollgedüngte Fläche (Dosis: 120 kg/ha K₂O als Kainit; 80 kg/ha P₂O₅ als Superphosphat; 200 kg/ha Stickstoff als Kalkammonsalpeter).

Der ausgebrachte frische Gänsekot wurde auf Texel (Niederlande) (Ringelgans) und am Dümmer (Kreis Vechta, Niedersachsen) (Graugans) gesammelt. Aus Vergleichsgründen wurde sowohl der Mineraldünger als auch der Gänsekot in jeweils einer Gabe zu Beginn des Versuchs am 15. März 1983 auf die Probeflächen aufgebracht. In Anlehnung an eigene Beobachtungen an überwinternden Ringelgänsen auf Texel sowie an Literaturwerte legten wir als auszubringende Kotmengen für die einzelnen Versuchsfelder 0,5, 1, 2 und 4 kg Gänsekot pro m² fest. Eine Menge von 4 kg Gänsekot bedeckte die Flächen zu ca. 95%. Der Aufwuchs der einzelnen Parzellen wurde erstmals nach 6 Wochen und anschließend dreimal im Abstand von je 4 Wochen geerntet.

2.2 Pflanzenbestand der Probeflächen

Vor Versuchsbeginn wurden die auf den Probeflächen wachsenden Pflanzenbestände nach ihrer Artenzusammensetzung erfaßt. Die Bestände sind für die einzelnen Versuchsblöcke nicht identisch. Die Arten sind ungefähr nach der Häufigkeit ihres Auftretens auf den Flächen geordnet.

Graugansversuch:

Lolium perenne, *Poa annua*, *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Agropyron repens*, *Holcus lanatus*, *Taraxacum officinale*, *Convolvulus arvensis*, *Trifolium repens*, *Equisetum arvense*, *Rumex acetosa* und einige weitere Ackerwildkräuter.

Ringelgansversuch:

Agropyron repens, *Dactylis glomerata*, *Poa annua*, *Taraxacum officinale*; hoher Anteil an Ackerwildkräutern, z.B. *Capsella bursa-pastoris*, *Cardamine hirsuta*, *Matricaria inodora*, *Senecio vulgaris*, *Veronica persica*, *Cirsium arvense* und *Lamium purpureum*.

Auf einigen Flächen war *Carum carvi* in relativ hohem Deckungsgrad vertreten.

Soden:

Hierbei handelte es sich um artenarme homogene Bestände aus *Poa annua*, *Poa pratensis* und *Lolium perenne*. Spärlich vertreten waren *Holcus lanatus*, *Taraxacum officinale*, *Convolvulus arvensis* und *Stellaria media*.

2.3 Aufbereitung der Proben

2.3.1 Frisch- und Trockensubstanz

Zu jedem Schnittermin wurden die einzelnen Parzellen mit einer Rasenschere abgeerntet, das Erntegut nach Mono- und Dicotylen sowie Sphenopsida sortiert und dann gewogen. Danach wurden je Parzelle 5 g frisches Erntegut bei 110°C 48 Stunden lang getrocknet und anschließend das Trockengewicht ermittelt. Daraus errechnete sich das Gesamtrockengewicht des Erntegutes pro Parzelle.

2.3.2 Inhaltsstoffe des Kotes

Zur Bestimmung des pH-Wertes, des Proteingehaltes und der anorganischen Bestandteile wurden ca. 50 g Gänsekot in 10facher Menge a. dest. im Ultra-Turrax homogenisiert und nach Abzentrifugation fester Bestandteile der Überstand für die Nachweise verwendet. Der pH-Wert wurde elektrometrisch (Ionenanalyzer 407A, Orion Res. Cambridge, USA), Kalium und Natrium flammenphotometrisch (PF 5, Zeiss, Oberkochen) bestimmt. Der Nitrat-, Phosphat- und Chloridgehalt wurde nach den Deutschen Einheitsverfahren der Fachgruppe Wasserchemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker (1972) ermittelt. Die Proteingehaltsbestimmung erfolgte nach einer modifizierten Biuret-Methode (SZARKOWSKA & KLINGENBERG 1963). Zum Vergleich wurde auf Texel gesammelter Schafskot entsprechend untersucht.

2.3.3 Proteingehalt im Erntegut

Die Bestimmung des Rohproteins erfolgte ebenfalls mittels der Biuret-Methode in trüben Proben nach SZARKOWSKA & KLINGENBERG (1963) aus frischem Material. Da bei den Proben des ersten Schnittes die Rohproteingehalte aus Trockensubstanz ermittelt wurden und während der Trocknung Proteinverluste auftreten, war eine Korrektur nötig (+ 25% nach Angaben der DEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFTSGESSELLSCHAFT (1982) und KLAPP (1971).

2.3.4 Kaloriengehalt

Die Bestimmung der Brennwerte des Erntegutes wurde mit einem adiabatischen IKA-Kalorimeter (Janke & Kunkel, Staufen) vorgenommen. Ausgangsmenge für jede Bestimmung waren mindestens 0,5 g der Trockensubstanz. Die Aufbereitung der Proben sowie die Auswertung folgten den Angaben bei LIETH (1968, 1975) und RUNGE (1973). Der Aschegehalt wurde jeweils durch Verglühen von 1 g Trockensubstanz im Muffelofen bei 400°C ermittelt.

2.4 Statistische Behandlung der Daten

Die Mittelwertdifferenzen wurden mittels zweifaktorieller Varianzanalyse und des Tukey-Testes auf Signifikanz (Grenze bei $p = 5\%$) geprüft (WEBER 1980).

2.5 Danksagung

Wir danken einigen Studierenden der Universität Osnabrück, besonders I. BOEKHOFF und J. KRIEGER, für tatkräftige Hilfe bei der Vorbereitung und Durchführung der Untersuchungen. Herr Prof. Dr. H. LIETH, Osnabrück, hat uns freundlicherweise die Arbeit in seinem Labor ermöglicht. Herr G. KOBIKER hat uns dabei unterstützt. Für eine kritische Durchsicht des Manuskripts danken wir Herrn Prof. Dr. H. LIETH und Herrn Dipl.-Biol. P. PROKOSCH (Kiel). Frau Dr. O. BAKKER (Osnabrück) half freundlicherweise bei der Übersetzung des Summary und der Legenden.

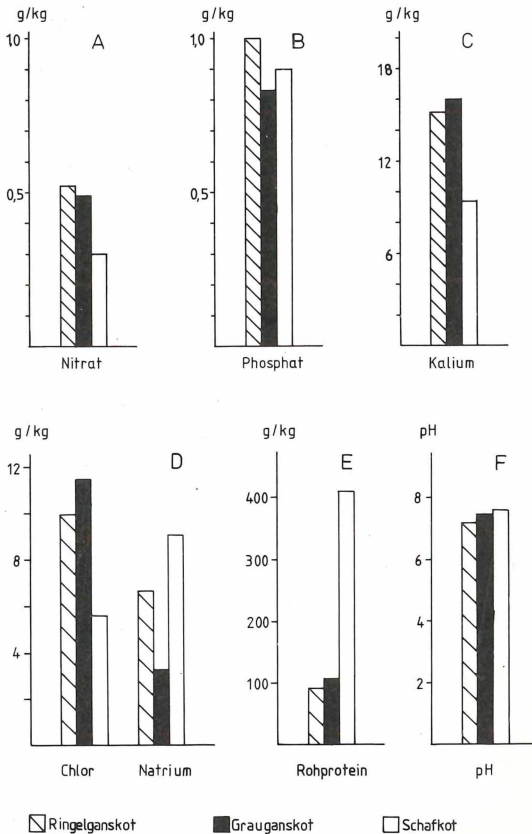


Abb. 1: Gehalt des Kotes von Ringelgans (schraffiert), Graugans (schwarz) und Schaf (weiß) an anorganischen Substanzen, Protein und H-Ionen. Angaben in g pro kg Trockensubstanz bzw. pH.
 Fig. 1: Protein and inorganic salt content (both in g/kg dry wt.) and pH in fresh faeces of Brent Geese (hatched), Greylag (black), and sheep (white).

3. Ergebnisse

3.1 Inhaltsstoffe im frischen Gänsekot

Die chemische Analyse der Inhaltsstoffe im Gänsekot, wie Stickstoffverbindungen, Phosphat, Kalium, Natrium, Chlorid und Protein ermöglichen Aussagen über voraussichtliche Dünge- oder Schädwirkungen.

Wie aus Abb. 1A, C ersichtlich, lag der Gehalt an ungebundenem Nitrat und Kalium bei Wildgansfaeces um etwa 40% höher als bei Schafkot. Die Phosphatwerte stimmten annähernd überein (Abb. 1B). Der ermittelte Chloridgehalt lag bei der am Süßwasser lebenden Graugans und der am Meere lebenden Ringelgans etwa in der gleichen Größenordnung (Abb. 1D). Die Werte übertrafen den Chloridgehalt des Schafkotes um 92 bzw. 127%. Die pH-Werte waren für alle Arten von Faeces ähnlich (Abb. 1F). Für den Proteingehalt ergaben sich bei den beiden Gänsearten kaum Unterschiede, doch lag der des Schafkotes weit darüber (Abb. 1E). Dies erklärt sich daraus, daß im Schafkot in hohem Maße Bakterien aus der reichen Darmflora des Wiederkäuers auftraten, deren Proteingehalt hier mitgemessen wurde.

3.2 Veränderungen im Stoffgehalt des ausgebrachten Kotes

Zur Prüfung der Wirkung von Witterung und anderer Einflüsse auf den Abbau des auf die Probeflächen aufgetragenen Kotes wurden mehrfach kleine Proben entnommen und nach den schon beschriebenen Verfahren analysiert.

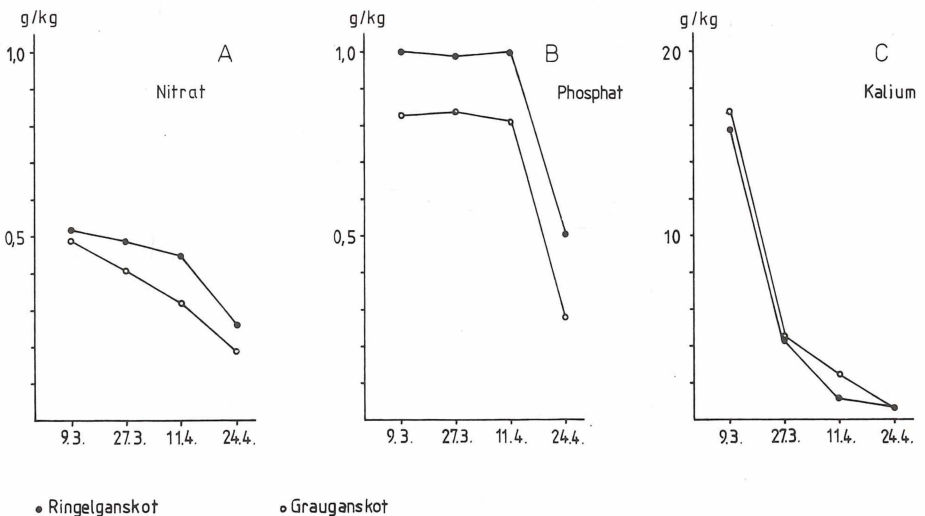


Abb. 2: Veränderung des Gehaltes an Nitrat (A), Phosphat (B) und Kalium (C) bei verwitterndem Kot von Ringelgans und Graugans. Angaben in g pro kg Trockensubstanz.

Fig. 2: Changes in nitrate (A), phosphate (B) and potassium (C) content during decomposition of Brent Goose and Greylag droppings, expressed in grams per kg dry wt.

Der Gehalt an Kalium nahm sowohl im Ringel- als auch im Grauganskot schon nach fast 3 Wochen etwa auf ein Viertel des Ausgangswertes ab. Der Gehalt an Nitrat und Phosphat dagegen verminderte sich erst zwei Wochen später drastisch (Abb. 2A, B). Auch der Proteingehalt verringerte sich in kurzer Zeit stark (Abb. 3C). Noch rascher wurden Chlorid und Natrium dem Kot entzogen (Abb. 3A, B). Zwischen Ringelgans- und Grauganskot wurde kein Unterschied festgestellt.

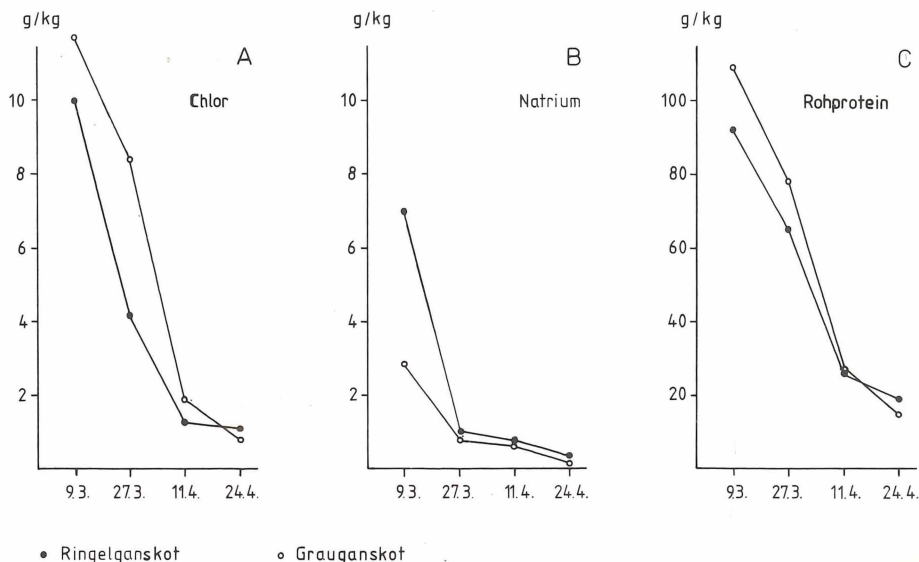


Abb. 3: Veränderung des Gehalts an Chlorid (A), Natrium (B) und Protein (C) bei verwitterndem Kot von Ringelgans und Graugans. Angaben in g pro kg Trockensubstanz.

Fig. 3: Change in chloride (A), sodium (B) and protein content (C) of Brent Goose and Greylag droppings during decomposition, expressed in grams per kg dry wt.

3.3. Wirkung des Grau- und Ringelganskotes auf die Vegetation der Probeflächen

3.3.1 Trockensubstanzerträge

Die in Abb. 4 dargestellten Erträge an Trockensubstanz des Graugansversuchs sind für die einzelnen Probeflächen, für die einzelnen Erntetermine und den Anteil an Mono- und Dicotylen sowie Sphenopsida getrennt angegeben. Des weiteren ist bei der 4. Ernte zusätzlich der Trockensubstanzertrag von *Trifolium repens* angeführt, da dieser Klee hier in vermehrtem Maße auftrat und als Leguminose und Stickstoffbinder einen eigenen Einfluß auf das Pflanzenwachstum ausübt.

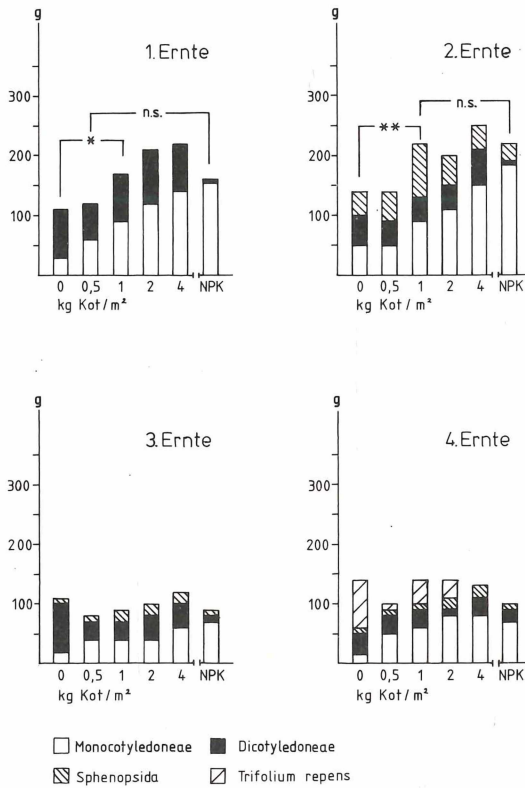


Abb. 4: Ergebnisse der Düngung mit Grauganskot: Trockensubstanzerträge (g/m²) der vier aufeinanderfolgenden Ernten auf den Probestellen in Abhängigkeit von den eingebrachten Düngermengen bzw. von einer mineralischen Volldüngung (NPK). Es wird unterschieden nach Einkeimblättrigen (weiß), Zweikeimblättrigen (schwarz), Ackerschachtelhalm (eng schraffiert) und *Trifolium repens* (weit schraffiert; nur bei 4. Ernte).

* signifikant $p < 0,05$; ** signifikant $p < 0,01$; n.s. nicht signifikant. Bei der 3. und 4. Ernte treten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Probestellen mehr auf.

Fig. 4: Results of fertilization with Greylag droppings: dry weight of crops (g per m²) of 4 successive harvests as produced by increasing amounts of faeces or by mineral fertilizer (NPK). White: Monocotyledons, black: Dicotyledons, wide hatching: *Equisetum arvense*, narrow hatching: *Trifolium repens* (only 4th harvest). * significant with $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; n.s. not significant. In the 3rd and 4th harvest differences are not significant anymore.

Grauganskot

Die Trockensubstanzerträge auf den mit Grauganskot gedüngten Flächen nahmen entsprechend der Menge des aufgebrauchten Kotes zu (Abb. 4). Der Wert für 1 kg Kot/m² lag signifikant höher als derjenige der Kontrollfläche. Dieses war bei den stärker gedüngten Flächen noch deutlicher ausgeprägt. Die Differenzen zwischen der 1- und 2-kg-Fläche sowie zwischen der 2- und 4-kg-Fläche sind nicht signifikant.

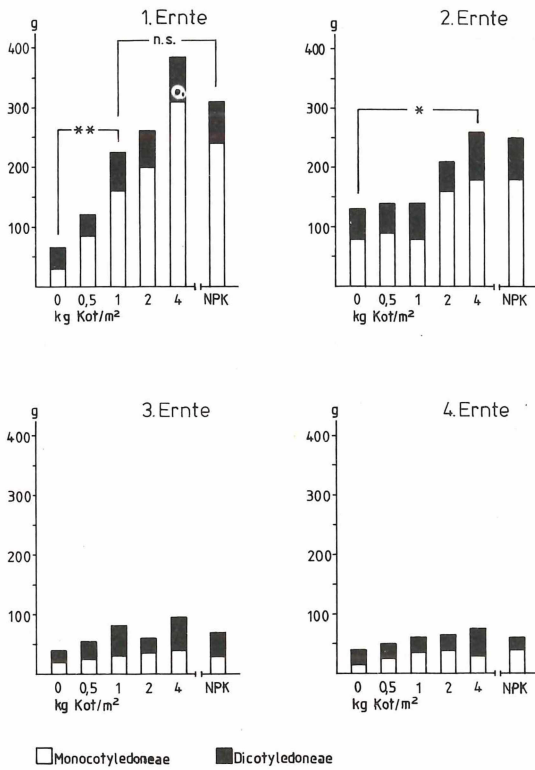


Abb. 5: Ergebnisse der Düngung mit Ringelgänsekot auf normalem Untergrund. Trockensubstanzerträge (g/m²) für die vier aufeinanderfolgenden Ernten auf jeweils gleichen Probestellen in Abhängigkeit von den eingebrachten Kotmengen bzw. für eine mineralische Volldüngung (NPK). Weiß: Einkeimblättrige, schwarz: Zweikeimblättrige. Signifikanzangaben wie in Abb. 4.

Fig. 5: Results of fertilization of normal substrate with Brent Goose droppings. Dry weight crops (g per m²) for 4 successive harvests as produced by different amounts of faeces or by mineral fertilizer (NPK). White: Monocotyledons, black: Dicotyledons. Statistics as in Fig. 4.

Die Erträge der mit Mineraldünger versehenen Parzelle wichen nicht signifikant von der mit 0,5 kg Gänsekot gedüngten Parzelle ab. Die Trockensubstanzerträge des 2. Schnittes wiesen ab 1 kg/m² signifikante Unterschiede zur Kontrolle auf. Der Ertrag der mineralgedüngten Parzelle lag hier signifikant höher als der mit 0,5 kg Gänsekot gedüngten Fläche.

Beim 3. und 4. Schnitt war weder bei der mit Mineraldünger noch den mit Kot versehenen Flächen eine Düngewirkung gegenüber der ungedüngten Kontrollfläche nachzuweisen.

Ringelgänsekot

Bei der 1. Ernte traten die größten Unterschiede zwischen den Teilflächen auf (Abb. 5). Wegen des relativ hohen T-Wertes im Tukey-Test (T = 117,8) ließ sich der Unter-

schied zwischen der ungedüngten Parzelle und der mit 0,5 kg Kot/m²-Parzelle jedoch noch nicht sichern. Bei einem Aufwand von 1 kg Kot/m² war der Unterschied zur Kontrolle aber signifikant. Der Ertrag der mit 4 kg gedüngten Fläche war zwar zahlenmäßig höher als derjenige der Mineraldünger-Fläche, doch konnte der Unterschied nicht statistisch gesichert werden.

Gegenüber den Graugansversuchen zeigten sich generell etwas höhere Ertragswerte, doch da das auch für die Kontrollen galt, lag die Ursache hierfür wahrscheinlich an anderer Bodenqualität.

Auch beim 2. Schnitt war noch eine abgestufte Düngewirkung auszumachen. Die Erträge der Kontrollfläche und der 0,5 kg-Parzelle lagen sogar über denen des 1. Schnittes. Signifikante Unterschiede ließen sich jedoch nur zwischen der 4 kg-Fläche und der Kontrolle feststellen. Nach der 2. Ernte war auch hier keine Düngewirkung mehr zu erkennen.

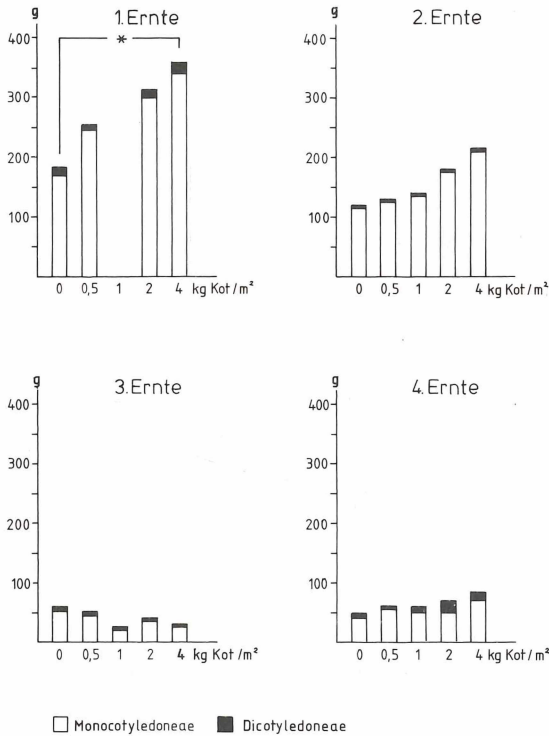


Abb. 6: Ergebnisse der Düngung mit Ringelganskot auf Soden von Texel. Trockensubstanzerträge (g/m²) für 4 aufeinanderfolgende Ernten auf den gleichen Probenflächen in Abhängigkeit von den eingebrachten Kotmengen. Weiß: Einkeimblättrige, schwarz: Zweikeimblättrige. * signifikant p < 0,05. Fig. 6: Results of fertilization of grass pads from Texel with Brent Goose droppings: Dry weight crops (g per m²) for 4 successive harvests as produced by different quantities of faeces. White: Monocotyledons; black: Dicotyledons. * significant with p < 0,05.

In Abb. 6 sind in gleicher Weise wie oben die Ergebnisse des Versuchs mit Ringelganskot auf den Soden von Texel wiedergegeben. Eine mit Mineraldünger versehene Fläche wurde hier aus Materialgründen nicht eingerichtet. Die Gesamterträge waren in diesem Versuch auch auf den Kontrollflächen gerade beim 1. und 2. Schnitt relativ hoch. Wahrscheinlich ist hierfür ein hoher Nährstoffvorrat im Boden als Ursache anzunehmen. Im 1. Schnitt war nur der Unterschied zwischen der Kontrolle und der 4 kg-Parzelle noch signifikant. Im 2. Schnitt waren keine gesicherten Unterschiede zwischen den Flächen mehr nachweisbar, obwohl sich gerade hier die Wachstumsunterschiede für das Auge noch deutlich darstellten. Beim 3. und 4. Schnitt war die Düngewirkung auch physiognomisch erloschen.

3.3.2 Verschiebung des Pflanzenspektrums durch Düngung

Grauganskot

Durch Grauganskotgaben wurden die Monokotylen mit zunehmendem Düngegrad gegenüber den Dikotylen gefördert. Es war hier eine Zunahme von 24% auf 58% zu beobachten (Abb. 7). (Alle Angaben beziehen sich auf %-Anteile am Gewicht der Trockensubstanz). Der %-Anteil der Monokotylen auf der mit Mineraldünger versehenen Fläche erreichte sogar einen Wert von 82%. Der hohe Dicotyledonen-Anteil von 66% auf der Kontrollparzelle war vor allem auf den kräftigen Bewuchs mit *Trifolium repens* zurückzuführen. Obwohl die zweikeimblättrigen Pflanzen insgesamt mit dem Düngungsgrad abnehmen, galt das nicht für alle von ihnen. *Taraxacum officinale* wurde z.B. deutlich gefördert, was sich in einer größeren Blattspreite

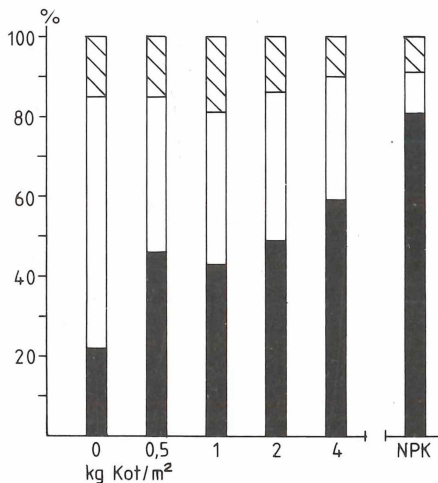


Abb. 7: Ergebnisse der Düngung mit Grauganskot: Prozentualer Anteil verschiedener Pflanzengruppen an den Gesamttrockensubstanzerträgen für die untersuchte Vegetationsperiode in Abhängigkeit von der eingebrachten Kotmenge und für eine Kontrollfläche mit mineralischer Volldüngung. Zeichenklärung wie Abb. 8.

Fig. 7: Shift of plant spectrum by fertilization with Greylag droppings: percental distribution over different plant groups for the whole vegetation period as a function of the amount of faeces applied or after mineral fertilization (NPK). Hatching see fig. 8.

und mastigem Wuchs zeigte. Nach dem 1. Schnitt trat in dem Block des Graugansversuches *Equisetum arvense* auf. Mit stärkerer Düngung (ab 1 kg Kot/m²) ging der Schachtelhalm jedoch wieder zurück. Auf der mit Mineraldünger behandelten Fläche lag sein Anteil geringfügig unter dem der mit 4 kg Kot gedüngten Fläche.

Ringelganskot

Der relativ hohe Anteil an Dicotylen auf der Ringelgansversuchsfläche war auf deren hohen Bestand an Ackerwildkräutern zurückzuführen. Der Monocotylenanteil nahm von 49% (Kontrollfläche) auf 66% (2 kg-Parzelle) zu (Abb. 8). Die 4 kg-Versuchsfläche und die Mineraldünger-gedüngte Fläche erzielte keinen höheren Gräseranteil. Wahrscheinlich beruhte dies auf dem Bewuchs mit dem konkurrenzstarken und zahlreich auftretenden *Carum carvi*.

Auf den mit Ringelganskot gedüngten Soden aus Texel war eine Förderung einer der Pflanzengruppen durch erhöhte Kotdosierung nicht zu erkennen. Dies beruhte möglicherweise darauf, daß hier der Monocotylenanteil von vornherein schon sehr hoch war. Der Prozentanteil der Gräser am Trockengewicht schwankte zwischen 85,4% und 94,1%.

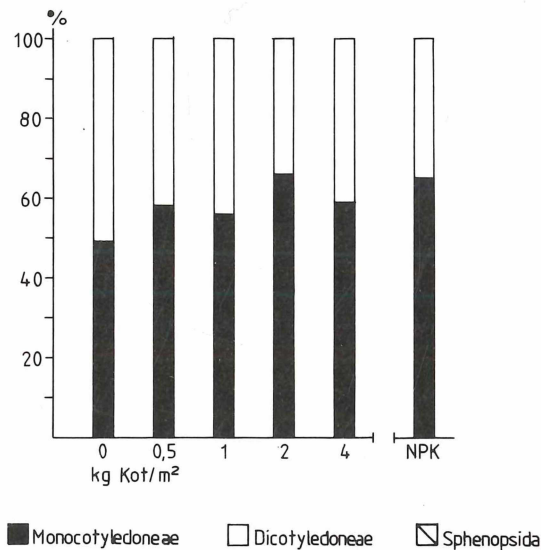


Abb. 8: Ergebnisse der Düngung mit Ringelganskot: Prozentualer Anteil verschiedener Pflanzengruppen an den Gesamttrockensubstanzerträgen in Abhängigkeit von der eingebrachten Kotmenge und für eine Kontrollfläche mit mineralischem Volldünger (NPK).

Fig. 8: Shift of plant spectrum by fertilization with Brent Goose droppings: Percental distribution over different plant groups as a function of the amount of faeces applied or after mineral fertilization (NPK).

3.3.3 Proteingehalt des Erntegutes

Ein wesentlicher Faktor bei der Beurteilung der Futterqualität eines Pflanzenbestandes ist der Proteingehalt. Dieser kann in hohem Maße schwanken, wofür verschiedene Faktoren verantwortlich sind, z.B. Nährstoffvorrat des Bodens, artliche Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, Wachstumsstadium und Witterung. Eine Erhöhung des Proteingehaltes wird ebenso durch die luftstickstoff-bindenden Leguminosen wie auch durch Gaben von Phosphat, Kalium, Calcium und Stickstoff hervorgerufen (KLAPP, 1971).

Tab. 1: Rohproteingehalt verschiedener Pflanzen (Angaben in g/kg Trockensubstanz)
Table 1: Protein content of different plant species (g per kg dry weight)

Erntedatum	Art	Teil	Zustand	Protein
21.6.1983	<i>Taraxacum officinale</i>	Blatt	blühend	84,6
	<i>Trifolium repens</i>	Blatt	blühend	126,7
	<i>Carum carvi</i>	Blatt	nicht blühend	100,8
	<i>Convolvulus arvensis</i>	Blatt	blühend	104,5
	<i>Equisetum arvense</i>	ganze Pflanze oberirdisch		81,2
7.8.1983	<i>Agropyron repens</i>	Sproß ohne Blüte	verblüht	76,3
	<i>Poa pratensis</i>	Sproß ohne Blüte	verblüht	85,3
	<i>Poa annua</i>	Sproß ohne Blüte	blühend	82,2
	<i>Lolium perenne</i>	Sproß ohne Blüte	blühend	95,1
	<i>Holcus lanatus</i>	Sproß ohne Blüte	blühend	78,3

Voruntersuchung

Um die Beteiligung einzelner Pflanzenarten am Gesamt-Proteingehalt einer Fläche zu prüfen, wurden einige Pflanzen in definiertem Vegetationszustand getrennt analysiert (Tab. 1). Es wurden ausschließlich Blätter von Pflanzen verwendet, die in unmittelbarer Nähe der Versuchsflächen wuchsen, aber keine Düngung erfahren hatten. Das Monokotylen-Material vom 7.8. stammte aus der Zeit des 2. Schnittes. Diese Arten blühten oder waren im Begriff zu verblühen. Es wurden nur oberirdische Pflanzenteile ohne Blütenstände verwendet. Während bei den Stichproben von den Monokotylen die Werte relativ wenig schwankten, ließen sich bei den Dikotylen erhebliche Unterschiede feststellen. Hier hob sich *Trifolium repens* wieder stark heraus. In Kenntnis des unterschiedlichen Proteingehalts (Tab. 1) der verschiedenen Pflanzenarten haben wir versucht, bei der Bestimmung des Rohproteingehalts eine repräsentative Auswahl der Arten aus dem Pflanzenspektrum der jeweiligen Fläche zu berücksichtigen.

Grauganskot

Da der Rohproteingehalt der Mono- und Dikotylen innerhalb einer Versuchspartizelle nur unwesentlich abwich, sind im folgenden die Ergebnisse insgesamt für den Aufwuchs auf den Flächen angegeben (Abb. 9). Der Rohproteingehalt im Bewuchs der 1-, 2- und 4-kg- sowie der mit Mineraldünger gedüngten Fläche war sämtlich beim 1. Schnitt höher als auf der mit 0,5 kg Gänsekot gedüngten Fläche. Der unerwartet hohe Proteingehalt auf der Kontrollfläche kam durch den hohen Anteil an *Trifolium repens* zustande (vergl. Tab. 1). Auf den übrigen Teilflächen lag der Deckungsgrad von *Trifolium repens* wesentlich niedriger als auf der Kontrollfläche, so auf der 0,5 kg-Fläche unter 5%, auf der mit 1 bzw. 2 kg Kot gedüngten Fläche bei ca. 10%.

Auch beim 2. Schnitt ergab sich noch ein ähnliches Bild. Zwischen der 0,5 kg-Fläche und der 2- bzw. 4 kg-Fläche traten signifikante Unterschiede im Rohproteingehalt auf.

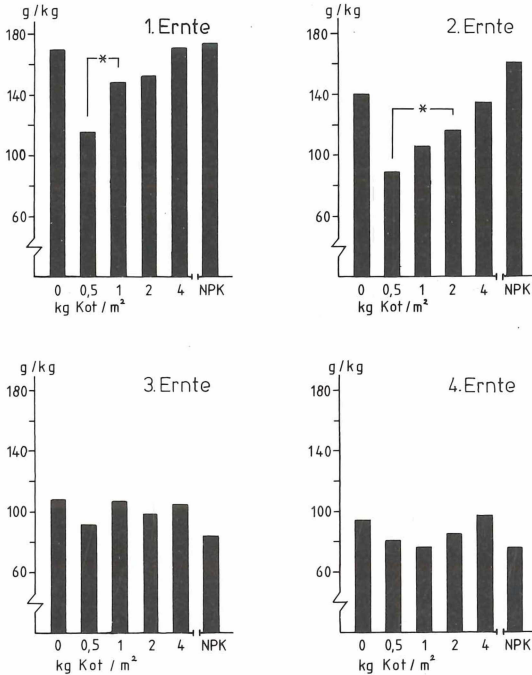


Abb. 9: Ergebnisse der Düngung mit Grauganskot: Rohproteingehalt des Erntegutes in g pro kg Trockensubstanz in Abhängigkeit von der eingebrachten Kotmenge und für eine Fläche mit mineralischer Volldüngung (NPK). Einige signifikante Unterschiede sind mit * gekennzeichnet ($p < 0,05$). Bei der 3. und 4. Ernte treten keine signifikanten Unterschiede mehr auf.

Fig. 9: Increase in dry weight of protein by fertilization with Greylag droppings: protein content of crops as a function of the amount of faeces or of mineral fertilizer (NPK). Statistics as in fig. 4. In the 3rd and 4th harvest, differences are not significant anymore.

Ringelganskot

Erreicht der Rohproteingehalt der Ernten im Graugansversuch Werte bis zu 174 g/kg Trockensubstanz, so lag beim Ringelgansversuch der Höchstwert nur bei 112 g/kg. In den beiden ersten Ernten konnte schon mit 1 kg Kot/m² eine signifikante Erhöhung des Rohproteingehaltes erzielt werden. In den folgenden Schnitten wurde ein ähnliches Resultat erst mit 2 kg Kot/m² erreicht. Die mineralische Düngung führte zu keinem höheren Rohproteingehalt als die Düngung mit 2 oder 4 kg Gänsekot/m² (Abb. 10). In Analogie zum Grauganskotversuch nahm der Rohproteingehalt des Erntegutes von Schnitt zu Schnitt ab. Ebenso verwischten sich die Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsflächen.

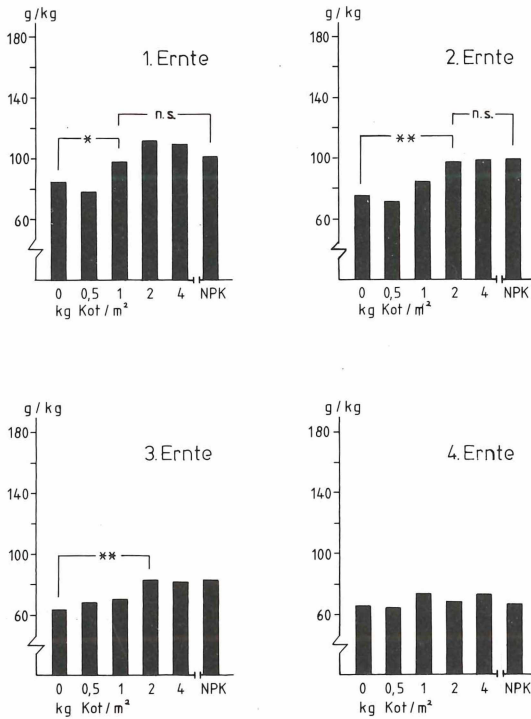


Abb. 10: Ergebnisse der Düngung mit Ringelganskot: Rohproteingehalt des Erntegutes in g pro kg Trockensubstanz in Abhängigkeit von der eingebrachten Kotmenge und für eine Fläche mit mineralischer Volldüngung (NPK). n.s. nicht signifikant; * signifikant $p < 0,05$; ** signifikant $p < 0,01$.

Fig. 10: Increase in dry weight of protein by fertilization with Brent Goose droppings: Protein content (g per kg dry wt. of crops) as a function of the amount of faeces applied or of mineral fertilization. Statistics as in fig. 4.

Ringelganskot auf Soden

Die Ergebnisse entsprechen in ihrer Tendenz den schon besprochenen Versuchen. Durch Einbringen von mindestens 0,5 kg Ringelganskot auf die Probefläche ließ sich der Rohproteingehalt im 1. Schnitt signifikant steigern (Abb. 11). Bei der 2. Ernte war für eine signifikante Steigerung des Rohproteingehalts schon eine Düngung von 1 kg/m² nötig. Eine Verdoppelung der Kotmenge führte zu keiner weiteren Steigerung. Erst 4 kg/m² brachten wieder eine statistisch gesicherte Erhöhung im Rohproteingehalt. Nach der 2. Ernte konnte kein Einfluß der Düngung auf den Rohproteingehalt mehr festgestellt werden (Abb. 11d).

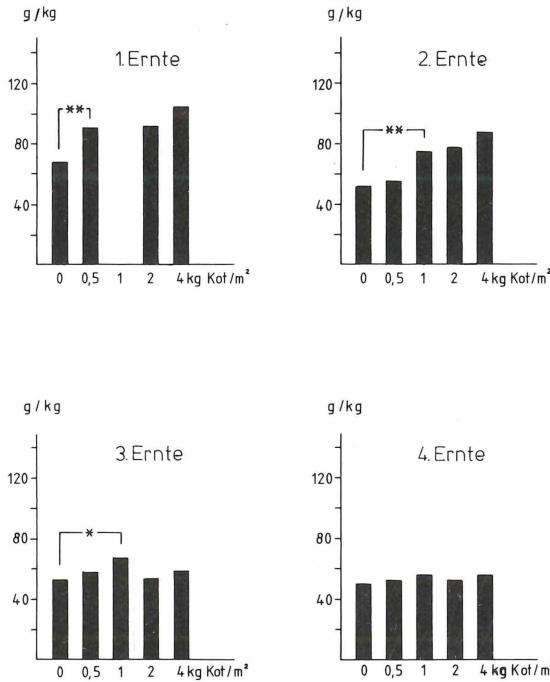


Abb. 11: Ergebnisse der Düngung mit Ringelganskot auf Soden von Texel: Rohprotein Gehalt des Erntegutes in g pro kg Trockensubstanz in Abhängigkeit von der eingebrachten Kotmenge und für eine Fläche mit mineralischer Volldüngung (NPK). Signifikanzangaben wie in Abb. 4.

Fig. 11: Increase in dry weight of protein by fertilization with Brent Goose droppings on grass pads from Texel: protein content (g per kg dry wt. of crops) as a function of the amount of faeces applied or of mineral fertilization (NPK). Statistics as in fig. 4.

3.3.4 Brennwerte des Erntegutes (Kaloriengehalt)

Die Brennwerte pflanzlicher Substanz sind im wesentlichen von den stickstofffreien Extraktstoffen und Rohfasern abhängig, doch gehen auch Rohproteine und Fette ein. Aus diesem Grund gibt man bei Wachstumsanalysen im allgemeinen bereinigte Brennwerte in Form von Joule/g aschefreier Trockensubstanz an (RUNGE, 1973). Die Brennwerte wurden aus technischen Gründen nur für die Kontrollfläche, für die mit 1 und 4 kg Kot und für die mit Mineraldünger versehene Fläche ermittelt.

Grauganskot

Die Ergebnisse sind in Abb. 12 dargestellt. Auffallend war hier der hohe Wert der Kontrollfläche. Er erklärt sich wiederum aus dem hohen Kleeanteil auf dieser Fläche. Die mit Mineraldünger versehene Parzelle erzielte im 1. Schnitt einen Brennwert, der denjenigen der mit 1 kg bzw. 4 kg Kot gedüngten Flächen übertraf.

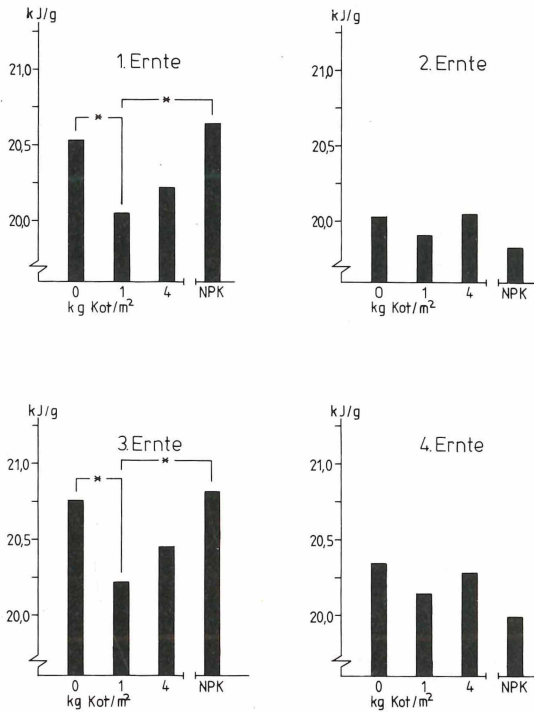


Abb. 12: Ergebnisse der Düngung mit Graugänsekot: Brennwerte in kJ pro g aschefreier Trockensubstanz in Abhängigkeit von der eingebrachten Kotmenge für die verschiedenen Ernten. NPK-Fläche mit mineralischem Volldünger gedüngt. Signifikanzangaben wie in Abb. 4.
 Fig. 12: Result of fertilization with Greylag droppings: caloric values of crop [kJ per g ash-free dry wt.) as a function of the amount of faeces applied or of mineral fertilization (NPK). Statistics as in fig. 4.

Ringelgänsekot

Bei der 1. Ernte wurde der positive Einfluß der Kotdüngung deutlich (Abb. 13); signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen den Ergebnissen der Kontroll-, der 1 kg- und der vollgedüngten Parzelle sowie zwischen der 1 kg- und der 4 kg-Parzelle. Der Brennwert des Erntegutes aus der mit 4 kg Kot gedüngten Fläche lag zudem signifikant über der mit Mineraldünger beschickten Fläche. Auch bei diesem Versuchsteil lagen die Ergebnisse aus dem 2. Schnitt unerwartet niedrig. Dennoch hoben sich die Werte der 1- und 4 kg-Fläche gesichert von der Kontrolle ab. In der 3. und 4. Ernte traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Teilflächen mehr auf.

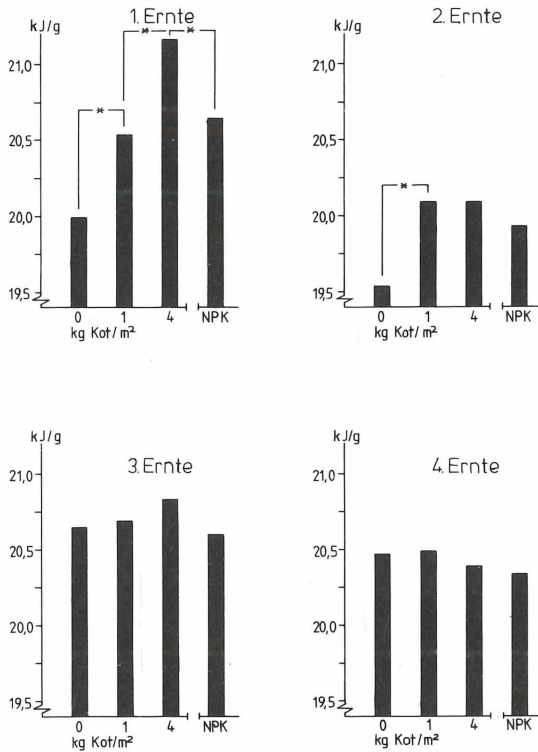


Abb. 13: Ergebnisse der Düngung mit Ringelganskot: Brennwerte des Erntegutes in kJ pro g aschefreier Trockensubstanz in Abhängigkeit von der eingebrachten Kotmenge für die verschiedenen Ernten und für eine mineralische Volldüngung (NPK). Signifikanzangaben wie in Abb. 4.

Fig. 13: Result of fertilization with Brent Goose droppings: caloric values of crop (kJ per g ash-free dry wt.) as a function of the amount of faeces applied or of mineral fertilization (NPK). Statistics as in fig. 4.

Ringelganskot auf Soden

Wegen der quantitativ geringen Menge dikotyler Pflanzen wurden nur die Monokotylen berücksichtigt. Die Brennwerte lagen in der gleichen Größenordnung wie bei der Düngung mit Ringelganskot auf normalem Boden. Sowohl im 1. als auch im 2. Schnitt waren signifikante Unterschiede zwischen der Kontroll- und der 4 kg-Parzelle sowie zwischen der 2 kg- und der 4 kg-Parzelle zu verzeichnen. Eine mit Mineraldünger versehene Fläche stand hier nicht zur Verfügung.

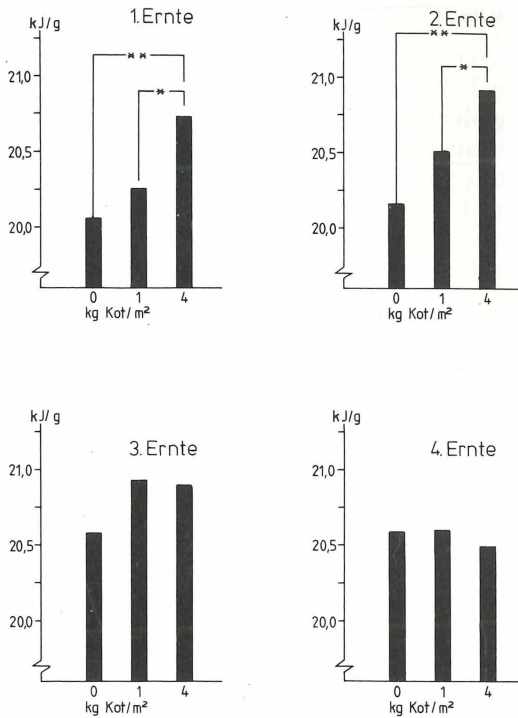


Abb. 14: Ergebnisse der Düngung mit Ringelgänsekot auf Soden von Texel: Brennwerte des Erntegutes in kJ pro g aschefreier Trockensubstanz in Abhängigkeit von der eingebrachten Kotmenge. Signifikanzangaben wie in Abb. 10.

Fig. 14: Result of fertilization with Brent Goose droppings on grass pads from Texel: calorific values of crop (kJ per kg ash-free dry wt.) as a function of the amount of faeces applied. Statistics as in fig. 4.

4. Diskussion

Wildgänse wirken in verschiedener Weise auf agrarische Ökosysteme ein, in denen sie sich vorübergehend oder auf Dauer aufhalten. Von den möglichen Einflußgrößen ist hier eine herausgegriffen und experimentell untersucht worden: die von den Tieren abgegebenen Faeces. Die Untersuchungen wurden, wie in der landwirtschaftlichen Forschung üblich (LUFA 1961), in der Form eines Düngersteigerungsversuches durchgeführt.

4.1. »Verbrennungseffekte« und Trittwirkung

Schon 1905 hatte ALPHERAKY (in KEAR 1963) darauf hingewiesen, daß Grauganskot das Gras, auf das er fällt, »verbrennen« könne. Durch die in unseren Versuchen ausgebrachten hohen Mengen frischen Kotes hätten sich solche Wirkungen, die durch zu hohe Salzkonzentrationen oder durch freies Ammoniak eintreten könnten, leicht nachweisen lassen. Selbst bei einmaligen Kotgaben von 4 kg/m² ließen sich derartige Effekte nicht feststellen. Auch KEAR (1963) konnte sie nicht bemerken. Allerdings fehlt bei den vorliegenden Versuchen auch die im Freiland unter Umständen zusätzlich vorhandene Trittwirkung der Vögel (vgl. RUTSCHKE 1983).

Möglicherweise kommt es auf Gänsewiesen, wo die Vögel ständig in größerer Dichte weiden, durch das Zusammenspiel verschiedener Faktoren gelegentlich zu den genannten Verbrennungswirkungen. Im Freiland rechnen wir nicht mit solchen Effekten.

4.2. Düngewirkung

Hauptanliegen dieser Untersuchung war die Beantwortung der Frage, wie sich eine als einmalige Gabe zu Beginn der Vegetationsperiode ausgebrachte Gänsekotmenge im Vergleich zu handelsüblichem Volldünger auf den Gesamtertrag sowie auf den Protein- und Kaloriengehalt des Erntegutes einer Grünfläche auswirkt.

Hier stellt sich eine Abweichung zu den natürlichen Bedingungen dar: Normalerweise fällt Gänsekot nicht in einer konzentrierten Gabe, sondern verteilt über einen längeren Zeitraum auf den Weideflächen an, für Ringelgänse im nordfriesischen Wattenmeer z.B. im Frühjahr, vor allem in der Zeit zwischen März und Mai (PROKOSCH, 1982). Auch die mineralische Volldüngung wird von den Landwirten in zwei Gaben pro Jahr auf die Flächen ausgebracht.

Bei der Berechnung der einzubringenden Kotmenge kann man von einer primären Beziehung zwischen der Menge der über die Zeit auf einer Weidefläche weidenden Gänse und den von ihnen abgegebenen Faeces ausgehen (KEAR 1963). Auch die mittleren Gewichte der Kotwürstchen der einzelnen Gänsearten sind bekannt (DIJKSTRA & DIJKSTRA DE VLIENER 1977; OWEN 1972, EBBINGE et al. 1975). Anhand dieser Werte und anhand der Angaben über die Verweildauer der Gänse auf den Flächen (Gänsetage pro ha) sowie anhand der unter Freilandbedingungen ermittelten Kotdichten wurden die im vorliegenden Versuchsprogramm einzubringenden Kotmengen bestimmt (OWEN, 1971, 1972, EBBINGE et al. 1975, RUTSCHKE 1983).

PRINS et al. (1980) konnten an Ringelgänsen in den Niederlanden beobachten, daß die Tiere die Äsungsflächen etwa alle 4,7 Tage aufsuchten, so daß zwischendurch genügend Grünfutter nachwachsen konnte. Nach der Literatur (Übersicht bei MOOIJ 1979) wird als Grenze, von der an Gäneschäden durch Beweidung auftreten könnten, ein Beäsungsdruck von etwa 2000 Gänsetagen pro ha bei einer Häufigkeit von einem Besuch je drei Tage angegeben.

Geht man von solch einem Wert aus und legt eine täglich abgegebene Kotmenge von 630 g (Frischgewicht) pro Gans und Tag zugrunde (DIJKSTRA & DIJKSTRA DE VLIENER

1977), so resultieren über einen Zeitraum von 3 Monaten 380 g Kot/m² für Ringelgänse. Unter der Annahme gleicher Voraussetzungen ergibt sich für Graugänse eine abgegebene Kotmenge von 880 g pro Tag und Gans, was einer Gesamtmenge für 3 Monate von 530 g Kot/m² entspricht.

Wir haben unsere Versuche so angelegt, daß auch höhere Konzentrationen auftragen. Es zeigte sich in allen Versuchen, daß hierdurch kein Schaden an der Vegetation verursacht wird, sondern sowohl im Gesamtertrag als auch im Rohproteingehalt und im Kalorienwert ein dosisabhängiger Zuwachs an Erntegut hervorgerufen wird.

Der Nährstoffgehalt des Kotes spiegelt nahezu direkt die Nährstoffzusammensetzung der Nahrung wider. KEAR (1963 a, b) gibt folgende mittlere Nährstoffgehalte von Gänsefaeces an: 2,2% N, 1% P₂O₅, 2% K₂O. Vergleicht man nun die in unseren Versuchen nach KEAR (1963a) pro m² ausgebrachten Nährstoffmengen mit den im Mineraldünger enthaltenen (Tab. 2), so stellt man fest, daß die Kotmenge, die einer mittleren Beweidungsintensität entspricht und noch einen Zuwachs erzielt, der dem einer Volldüngung vergleichbar ist, aber nur ca. 10% des Nährstoffgehaltes einer landwirtschaftlichen Volldüngung aufweist.

Tab. 2: Ausgebrachte Nährstoffmengen (g pro m²; umgerechnet nach KEAR 1963a) bezogen auf das Frischgewicht.

Table 2: Nutrients deposited on experimental fields (g per m², calculated after KEAR 1963a). Contents for fresh weight of faeces.

	0,5 kg Kot	1 kg Kot	2 kg Kot	4 kg Kot	Mineraldünger
Gesamt-N	1,87	3,74	7,48	14,96	20,00
Phosphat P	0,85	1,70	3,40	6,80	8,00
Kalium K	1,70	3,40	6,80	13,60	12,00

Da beide Düngungsformen in unseren Experimenten in einer einzigen Gabe ausgebracht wurden, dürften Auswaschungseffekte nicht unterschiedlich gewirkt haben. Wir können mit KEAR (1963a) davon ausgehen, daß nicht der mineralische Nährstoffgehalt allein für die Düngewirkung des Kotes entscheidend ist. Eine große Bedeutung kommt der organischen Substanz zu. Zudem werden trotz der schnellen Darmpassage, die nur ca. 1 Stunde in Anspruch nimmt (EBBINGE et al. 1975), die im Futter vorhandenen Nährstoffe besser aufgeschlossen und liegen im Kot in einer für die Pflanze gut verfügbaren Form vor (vgl. REMMERT 1973). Auch RUTSCHKE (1983) mißt der Remineralisierung der ausgebrachten organischen Substanz eine wichtige Bedeutung bei. Er berechnet, daß von 10 000 Gänsen pro Tag 1,6 t organische Substanz ausgeschieden werden. Wie die Trockensubstanzerträge unserer Probeflächen zeigen, ist die Wirkung des in einer Gabe ausgebrachten Gänsekotes nach der 2. Ernte, also nach etwa 10 Wochen, in allen Versuchsblöcken als erloschen anzusehen. Diese rasche Umsetzung mag bei unseren Versuchen mit einer relativ hohen Niederschlagstätigkeit zu Beginn der Vegetationsperiode zu tun haben: Regen führt zu einer beschleunigten Auswaschung und Zersetzung der Faeces. Schon 5 Wochen

nach Versuchsbeginn war besonders auf den Graugansparzellen ein merklicher Zerfall des Kotes zu beobachten. Nach 7 Wochen war mit Ausnahme der 4 kg Kot/m²-Parzelle der Grauganskot nicht mehr sichtbar. Die auffallend niedrigen Erträge der 3. Ernte finden ebenfalls im Witterungsverlauf eine Erklärung. Zwischen dem 2. und 4. Schnitt herrschte extrem trockenes Wetter, dem wir nur teilweise mit Bewässerung begegnen konnten. Es wurde vor allem das Wasserdefizit der Sodenflächen ausgeglichen, die wegen der Lagerung in Plastikwannen nicht vom Grundwasser zehren konnten. Um die zusätzliche Wirkung der jeweiligen Witterungsverhältnisse, insbesondere des Regen- und Grundwassers, auf die zeitliche Düngewirkung des Kots zu studieren, wären Gewächshausversuche notwendig. Im vorliegenden Fall gehen wir davon aus, daß die Witterung auf alle Probeflächen in etwa gleicher Weise gewirkt hat, so daß die Vergleichbarkeit der Ergebnisse untereinander gewährleistet ist.

4.3. Protein- und Brennwertgehalt des Erntegutes

Ebenso wie die Trockensubstanzerträge lassen auch die Rohproteingehalte bei den ersten beiden Ernten den direkten Einfluß der Düngung erkennen. Im Ringelganskotversuch wird der Rohproteingehalt der vollgedüngten Fläche allerdings erst mit 1 kg Kot/m² erzielt, beim Grauganskot mit 2 kg Kot/m². Solche Werte würden eine hochintensive Weidetätigkeit auf den Flächen voraussetzen. Störend wirkte sich in einem Teil der Untersuchungsflächen der Einfluß von Klee als Leguminose aus. Wie auch die Rohproteinanalysen der verschiedenen Pflanzen zeigen (Tab. 1), enthält Klee unter allen untersuchten Pflanzenarten den größten Rohproteinanteil. Durch höhere Düngegaben wird allerdings der Klee gegenüber anderen Pflanzen zurückgedrängt. Auch RUNGE (1973) stellte fest, daß eine Stickstoffdüngung zu einer Erhöhung des Protein- und Rohfasergehaltes und dementsprechend auch des Brennwertes führt. Die in der Regel höheren Brennwerte aschefreier Trockensubstanz der 3. und 4. Ernte im Vergleich zur 1. Ernte liegen in einem erhöhten Aschegehalt begründet (vgl. RUNGE 1973) und KLAPP (1972). Die relativ niedrigen Brennwerte des 2. Schnittes im Grau- und Ringelgansversuch müssen aus einem bisher unbekanntem Parameter resultieren, der keinen Einfluß auf den Versuchsblock »Ringelganskot auf Soden« hatte.

4.4. Pflanzenspektrum

In allen Versuchen ließ sich eine düngungsabhängige Verschiebung des Pflanzenspektrums auf den Probeflächen zugunsten der Gramineen feststellen. Dies gilt in besonders hohem Maße auf den mit Grauganskot gedüngten Flächen. Es wurden vor allem die Arten *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Dactylis glomerata* und *Agropyron repens* gefördert. Einen gleichartigen Effekt erzielte der Mineraldünger. Überdies war mit steigendem Kotalaufwand sowohl im Grau- als auch im Ringelgansversuch eine Zunahme des Löwenzahns zu beobachten. Es handelt sich um eine bekannte, auf dörflichen Gänsewiesen alltägliche Erscheinung.

Um den Düngereinfluß auf Klee zu bewerten, wurde bei der 4. Ernte der Trockensubstanzertrag für den Klee gesondert ermittelt. Die düngungsbedingte Abnahme ist unverkennbar. Nach nicht quantifizierten Feldbeobachtungen gilt sie auch für die vorhergehenden Ernten. Mit zunehmender Stickstoffzufuhr kommt es zu einer Förderung der Nicht-Leguminosen, deren Konkurrenzerfolg soweit gesteigert werden kann, daß die Leguminosen vollständig unterdrückt werden. Mit dieser Verdrängung des Klees endet auch die zusätzliche Stickstofffixierung durch die Leguminosen, und es bedarf unverhältnismäßig hoher Stickstoffdosen, um den Verlust an Kleestickstoff wieder zu kompensieren. In der Grünlandwirtschaft arbeitet man dementsprechend auf ein Gleichgewicht zwischen Gramineen und Leguminosen hin. Gleichzeitig ist mit zunehmendem Klee-Ertrag ein steigender Gehalt des Erntegutes an Rohproteinen zu verzeichnen.

Der Ackerschachtelhalm ist eine auf Weideland unerwünschte Pflanze, deren Futtermittelwert in den Wertungstabellen für Grünlandkräuter (KLAPP 1958) mit -1 angegeben wird. Die Pflanze ist demnach giftig für das Vieh oder doch wenigstens als gesundheitsgefährdend einzustufen (vgl. KLAPP 1981). Das beruht auf ihrem hohen Gehalt an Kieselsäure. Nach den vorliegenden Ergebnissen wird der Schachtelhalm durch Gänsekot ebenso wie durch mineralische Volldüngung zurückgedrängt.

In der vorliegenden Arbeit wurde nachgewiesen, daß eine mittlere Düngung einer Grünfläche durch Gänsekot wirkt wie eine normale mineralische Volldüngung pro Jahr. Die Gänse erstatten also mit ihrem Kot einen Teil des durch ihren Weidegang entnommenen Grünfutters zurück (vgl. Modellrechnung, unten).

Auf diese Weise erklärt sich auch zwanglos, daß HOLZ & SELLIN (1981) bei ihren Untersuchungen an Wintergetreideschlägen, die im November und Dezember von Bläßgänsen beweidet wurden, eine hohe Korrelation zwischen Kotmenge und späterem Ertrag an Getreide feststellten.

Unsere Versuche haben ferner gezeigt, daß das bei Gänsedüngung erzeugte Futter nicht nur quantitativ gegenüber den Kontrollen vermehrt ist, sondern auch bessere Nahrungsqualität durch erhöhten Proteingehalt und Brennwert besitzt. Ob dieses Futter den Weidetieren auch ebenso schmeckt wie anderes, darüber lassen unsere Versuche keine Schlüsse zu. KEAR (1963) stellte aber fest, daß Schafe z.T. selektiv Gänsekot fressen, was möglicherweise auf seinen hohen Protein- oder auch Mineralstoffgehalt zurückzuführen ist. Wenn Schafe Gänsekot fressen, sollte man vermuten, daß sie auch gänsekotgedüngte Gräser und Kräuter aufnehmen. Sollte das so gedüngte Material weniger gern aufgenommen werden, kann man vermuten, daß es spätestens nach einer weiteren Remineralisierungsphase seinen Makel verloren hat. Nach Untersuchungen von KEAR (1963) und HOLLÄNDER (1982) enthält überdies Gänsekot keine pathogenen Bakterien.

4.5. Modellrechnung

In der folgenden Modellrechnung soll auf die Frage eingegangen werden, inwieweit die weidenden Gänse den durch ihren Weidegang angerichteten Schaden am Aufwuchs durch den hinterlassenen Kot wiedergutmachen.

Unsere Rechnung basiert auf folgenden Voraussetzungen:

- a) Die Gänse geben 80% der aufgenommenen Biomasse wieder als Kot auf die Weidefläche ab (70-90% bei OWEN, 1972; EBBINGE et al., 1975).
- b) Der gesamte Kot bleibt auf der Weidefläche. Es findet kein Nettoaus- oder -eintrag statt.
- c) Unsere Rechnung bezieht sich auf eine einmalige Gabe der gesamten Jahreskotmenge.

Wenn unter den genannten Bedingungen bei Ringelgänsen für 1000 g entnommenes Grünfutter der Weidefläche eine Menge von 800 g Kot zugeführt wird, so erzielt diese innerhalb der nachfolgenden Vegetationsperiode ein zusätzliches Wachstum von 678 g Aufwuchs. Dabei ist nicht berücksichtigt, daß das unter Düngungseinfluß nachwachsende Pflanzenmaterial sowohl nach seiner pflanzensoziologischen Zusammensetzung als auch nach Proteingehalt und Brennwert als höherwertig betrachtet werden muß als das ungedüngte. Es ist insgesamt festzustellen, daß der durch Gänse angerichtete Weideschaden sich infolge der Kotabgabe um mindestens 68% vermindert.

Literatur

- CHARMAN, K. (1977): Feeding ecology and energetics of the Dark-bellied Brent Goose in Essex and Kent. — Ecological Processes in coastal environments. Symp. Br. Ecol. Soc., Sept. 1977: 451-465. — CHARMAN, K. & A. MACEY (1978): The winter grazing of saltmarsh vegetation by Dark-bellied Brent Geese. *Wildfowl* 29: 153-162. — CLARK, S. L. & R. L. JARVIS (1978): Effects of winter grazing by geese on yield of Ryegrass seed. *Wildlife Soc. Bull.* 6: 84-87. — DEINUM, B. (1966): Climate, Nitrogen and Grass. *Landbouwhogeschool te Wageningen, Mededelingen* 66: 1-91. — DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTSGESELLSCHAFT (1982): DLG Futterwerttabellen für Wiederkäuer. 5. Aufl., Frankfurt/M. — DIJKSTRA, L. & R. DIJKSTRA DE VLIAGER (1977): Voedselökologie van het Rotgans. Dissertation Groningen. — DOBBEN, W. H. van (1953): De Landbouwschade door wilde Ganzen. *Landbouwvoorlichtingsdienst* 10: 263. — DRENT, R. (1980): Goose flocks and food exploitation: How to have your cake and eat it. *Acta* 17. Congr. Int. Orn. Berlin, II: 800-806. — DRESSSEL, J. & J. JUNG (1978): Gehaltsniveau an Vitaminen des B-Komplexes in Abhängigkeit von Stickstoffzufuhr und Standort. *Landw. Forsch.* 35: 261-270. — EBBINGE, B., K. CANTERS & R. DRENT (1975): Foraging routines and estimated daily food intake in Barnacle Geese wintering in northern Netherlands. *Wildfowl* 26: 5-19. — FACHGRUPPE WASSERCHEMIE IN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER (HRSG.) (1972): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. Verlag Chemie Weinheim. — HOLLÄNDER, R. (1982): Die aerobe bakterielle Darmflora verschiedener überwinternder Gänsearten. *Zbl. Bakt. Hyg. I. Abt. Orig. A* 252: 394-400. — HOLZ, R. & D. SELLIN (1981): Zum Einfluß der Beweidung durch Gänse (Gattung *Anser* Brisson 1760) auf die Ertragsbildung von Getreidekulturen. *Naturschutz in Mecklenburg* 24: 14-22. — KEAR, J. (1963a): The agriculture importance of wild goose droppings. *Wildfowl Trust, Ann. Rep.* 14: 72-77. — KEAR, J. (1963b): *Wildfowl and Agriculture*. In: *Wildfowl in Great Britain*, G. L. Atkinson-Willes (ed.), London. — KEAR, J. (1970): The experimental assessment of goose damage to agricultural crops. *Biol. Cons.* 3: 72-77. — KEAR, J. (1965): The assessment by grazing trial of goose damage to grass. *Wildfowl Trust, Ann. Rep.* 16: 46-47. — KLAPP, E. (1958): Grünlandkräuter, Parey-Verlag, Hamburg. — KLAPP, E. (1971): Wiesen und Weiden, Parey-Verlag, Hamburg. — LIETH, H. (1968): The measurements of caloric values of biological material and the determination of ecological efficiency. *Natural Resources Research UNESCO* 5: 233-242. — LIETH, H. (1975): Measurements of caloric values. In: *Primary productivity of the biosphere*, H. LIETH, R. WHITTAKER (eds.), Springer-Verlag, New York. — LUFÄ (1961): Methodenbuch. Bd. 8-10. Neumann, Radebeul. — MILDENBERG, H. (1971): Wildschäden durch Gänse. *Charadrius* 7: 13-15. — MOOIJ, J.H. (1979): Winterökologie der Wildgänse in der Kulturlandschaft des Niederrheins. *Charadrius* 15: 49-73. — OWEN, M. (1971): The selection of feeding site by White-fronted Geese in winter. *J. Appl. Ecol.* 8: 905-917. — OWEN, M. (1972a): Movements and feeding ecology of White-fronted Geese at the New Grounds, Slimbridge. *J. Appl. Ecol.* 9: 385-398. — OWEN, M. (1972b): Some factors affecting food intake and selection in White-fronted Geese. *J. Anim. Ecol.* 41: 79-92. — OWEN, M. (1978/79): Food selection in Geese. *Verh. orn. Ges. Bayern* 23: 169-176. — PRINS, H.H.T., R.C. YDENBERG & R.H. DRENT (1980): The interaction of Brent Geese *Branta bernicla* and Sea Plantain *Plantago maritima* during spring staging: Field observations and experiments. *Acta Bot. Neerl.* 29: 585-596. — PROKOSCH, P. (1981): Bestand, Jahresrhythmus und traditionelle Nahrungsplatzbindung der Ringelgans (*Branta bernicla*) im Nordfriesischen Wattenmeer. Diplomarbeit Kiel. — PROKOSCH, P. (1982): *Branta bernicla* in the Wadden sea with special reference to the North Frisian section. *Aquila* 89: 175-186. — REMBERT, H. (1973): Über die Bedeutung warmblütiger Pflanzenfresser für den Energiefluß in terrestrischen Ökosystemen. *J. Orn.* 114: 227-249. — RUNGE, M. (1973): Energieumsätze in den Biozöosen terrestrischer Ökosysteme. *Scripta Geobotanica* 4: 1-77. — RUTSCHKE, E. (1983): Zur Ernährung und zum Nahrungs- und Energiebedarf der Wildgänse. *Falke* 30: 126-131. — RUTSCHKE, E. & G. SCHIELE (1978/79): The influence of geese (*Gen. Anser*) migrating and wintering in GDR on agricultural and limnological ecosystems. *Verh. orn. Ges. Bayern* 23: 177-190. — RUTSCHKE, E. & G. SCHIELE (1980): Über den Einfluß von den in der DDR durchziehenden und überwinternden Wildgänsen (Gattung *Anser*) auf agrarische und limnische Ökosysteme. *Beitr. Jagd- und Wildforsch.* 11: 367-378. — SMITH, T.J. & W.E. ODUM (1981): The effects of grazing by Snow Geese on coastal salt marshes. *Ecology* 62: 98-106. — SZAROKOWSKA, L. & M. KLINGENBERG (1963): On the role of Ubiquinone in mitochondria. *Biochem. Z.* 338: 674-697. — TUBBS, C.R. & J.M. TUBBS (1982): Brent Geese *Branta bernicla bernicla* and their food in the Solvent, Southern England. *Biol. Cons.* 23: 33-54. — WEBER, E. (1980): Grundriß der biologischen Statistik. Fischer-Verlag, Stuttgart. 8. Aufl.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Ökologie der Vögel. Verhalten Konstitution Umwelt](#)

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Balkenhol Birgit, Bergmann Hans-Heiner, Holländer Reinhard, Stock Martin

Artikel/Article: [Über den Einfluß von Gänsekot auf die Vegetation von Grünflächen 223-247](#)