

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)
Band: 84 (1985)

Artikel: Ertragskundliche Untersuchungen von gedüngten Mähwiesen der subalpinen Stufe bei Davos = A study of yield and nutritive value of fertilized meadows in the subalpine region near Davos, Switzerland

Autor: Peterer, Roger

Kapitel: 3: Methoden

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308741>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

1. Schnitt (Heuschnitt) bei günstiger Witterung in den Tallagen in der letzten Junidekade oder in der ersten Hälfte Juli. Der 2. Schnitt (Emdschnitt) wird meist in der Zeit zwischen Mitte August und Mitte September durchgeführt. In den einschürigen Wiesen des Alpgebietes beginnt die Ernte im allgemeinen um Mitte Juli und wird um Mitte August beendet. Die Grundlage der Düngung bilden die Hofdünger (Mist und Gülle), die mit Handeldüngern z.B. Thomasmehl ergänzt werden.

2.6. DIE WITTERUNG WÄHREND DER UNTERSUCHUNGSPERIODE

In Tab. 2 sind die Werte für Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Sonnenscheindauer und Niederschlagsmenge von Davos-Dorf (Observatorium) für die Jahre 1982 und 1983 zusammengestellt und mit der Messperiode 1901-1960 verglichen. Daraus geht hervor, dass im Jahr 1982 in den Monaten Mai bis Oktober die Temperaturen über dem langjährigen Durchschnitt lagen, während im Mai, Juli, September und Oktober außerordentlich wenig Niederschläge fielen und die Werte der Sonnenscheindauer sich komplementär zu diesem Parameter verhielten. Im Jahr 1983 lagen die Temperaturen während der Vegetationsperiode mit Ausnahme des Monats Mai ebenfalls über dem langjährigen Mittel. Daneben ist 1983 durch die geringen Niederschläge in den Monaten Juni, Juli und August gekennzeichnet. In Tab. 3 sind zusätzlich die mittleren Tagstemperaturen und täglichen Niederschlagsmengen im 1. Aufwuchs 1983 aufgeführt. Deutlich ist der Temperatursturz zwischen dem 13. und 19. Juni zu erkennen.

3. METHODEN

3.1. AUSWAHL DER VERSUCHSFLÄCHEN UND VERSUCHSANLAGE

Wegleitend bei der Auswahl der Untersuchungsflächen war, dass sie in ihrer Gesamtheit einen repräsentativen Ausschnitt der Fettwiesenvegetation des Untersuchungsgebietes darstellen sollten. Ferner musste jede Fläche in sich sowohl standörtlich wie auch floristisch möglichst ausgeglichen sein.

Um den Einfluss des Erntezeitpunktes auf den Ertrag und die Futterqualität feststellen zu können, wurde in allen Flächen ein Schnittzeitpunktversuch durchgeführt. Dabei wurde in den zweischürigen Fettwiesen die Heu- und Emdernte an jeweils 3 verschiedenen Terminen in Abständen von 8 bis 14 Tagen durchgeführt. Von 9 möglichen Kombinationen der Erntetermine wurden 5 als Versuchsverfahren ausgewählt. Abb. 2 veranschaulicht dies für die zweischürigen Fettwiesen. Bei den einschürigen Wiesen stellen die 3 Schnittermine zugleich die 3 Versuchsverfahren dar. Die Erwartung, dass bei Verfahren 1 und 2 ein dritter Schnitt möglich sein könnte, bestätigte sich nicht. Es zeigte sich vielmehr in beiden Untersuchungsjahren, dass auch bei einer Emdernte Ende August, bis zum Abschluss der Vegetationszeit kein erntefähiger Ertrag mehr heranwuchs. In jeder Fläche wurden die Verfahren als Blöcke zusammengefasst. Inner-

halb der Blöcke war die Verfahrensanordnung zufällig. Bedingt durch die 5 Verfahren mit je 4 Wiederholungen ergaben sich bei den zweischürigen Fettwiesen für jede Untersuchungsfläche 20 Parzellen von je $1,4 \times 2,4$ m. Bei den einschürigen Wiesen mit 3 Verfahren und ebenfalls 4 Wiederholungen waren es 12 Parzellen der gleichen Grösse. Insgesamt umfasste eine Untersuchungsfläche in den zweischürigen Wiesen 120 m^2 und bei den Einschürigen 80 m^2 . Als Schutz vor ungewolltem Zutritt, wurde ein Zaun erstellt. Dieser wurde im Herbst 1982 entfernt, um den Bauern in den Untersuchungsflächen dieselbe Düngung wie in den umliegenden Wiesen zu ermöglichen.

Im Gesamten wurden 10 zweischürige und 4 einschürige Wiesen in die Untersuchungen einbezogen.

3.2. BODENKUNDLICHE METHODEN

Im Herbst 1982 wurde in 11 Untersuchungsflächen ein Bodenprofil aufgenommen. Für die Charakterisierung des Bodentyps der 3 übrigen Flächen ("Brauerei", "Höf" und "Chaiseren") wurde jeweils ein naheliegendes Bodenprofil desselben Typs herangezogen. Die morphologische Beschreibung des Pedons erfolgte nach den Richtlinien des Bodenkartierungsdienstes

Schnitt Verfahren	Heu (A)			Emd (B)		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
I		—————//—————				
II		—————//—————				
III		—————//—————				
IV		—————//—————				
V		—————//—————				

Abb. 2. Die 5 Versuchsverfahren (= Kombinationen verschiedener Erntetermine im Heu- und Emdaufwuchs) in den zweischürigen Wiesen.

Fig. 2. The five different procedures of the investigations in the meadows mown twice = combinations of different harvest dates of the first and second growth period)

Erntetermine: 1982: A1: 21.-24.5., A2: 1.- 5.7., A3: 12.-13.7.

B1: 16.-18.8., B2: 26.-27.8., B3: 6.- 8.9.

1983: A1: 21.-23.6., A2: 4.- 7.7., A3: 19.-20.7.

B1: 22.-25.8., B2: 5.- 7.9., B3: 15.-16.9.

der Eidgenössischen Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz, FAP (vgl. FREI 1976). Dabei wurde der Skelettgehalt (Korngrösse grösser als 2 mm), die pflanzenbare Gründigkeit und das Speichervermögen für leicht pflanzenverfügbares Wasser geschätzt und die Gefügeform beurteilt. Ferner wurden aus dem Ober- und Unterboden jeder Fläche Mischproben (aus 10 Einbohrungen stammend) entnommen, um im Labor den Gehalt an Ton, Schluff, organischer Substanz, Phosphor und Kationen sowie den pH-Wert zu bestimmen. Die Analysen wurden an der FAP durchgeführt. Als Ausgangsmaterial für alle Untersuchungen diente- wenn nichts anderes angegeben ist- lufttrockene Feinerde (Korngrösse kleiner als 2 mm). Die einzelnen Parameter wurden mit den folgenden Methoden gemessen bzw. berechnet:

- Die **Körnung** der Feinerde wurde mittels der Pipettmethode bestimmt. Dabei wird eine vom Humus befreite und dispergierte Bodensuspension in einem Sedimentationszylinder eine bestimmte Zeit ruhig stehengelassen. Nachdem alle Teilchen, die grösser sind als diejenigen, die man bestimmen möchte, sedimentiert sind, entnimmt man der Säule in vorgeschriebener Tiefe eine bestimmte Menge Suspension und wiegt deren Trockenrückstand.
- Zur Bestimmung der **Humusanteile** wurde das Titrationsverfahren verwendet. Dabei wird die Tatsache ausgenützt, dass ein Kaliumbichromat-Schwefelsäuregemisch unter Hitze organische Substanz in Kohlensäure und Wasser zersetzt. Der Anteil des bei dieser Reaktion verbrauchten Kaliumbichromats ist dem Humusgehalt des Bodens proportional. Die Bestimmung wird an pulverisiertem Boden (mit der Scheibenschwingmühle gemahlen) durchgeführt.
- Der **pH-Wert** wurde elektrometrisch in einer CaCl_2 -Bodensuspension bestimmt.
- Zur Ermittlung der in kohlensäuregesättigtem Wasser löslichen **Phosphor- und Kaliummenge** wurde eine bestimmte Menge Boden im Verhältnis 1: 2.5 mit CO_2 gesättigtem Wasser gemischt, nachdem die Bodenprobe bei maximal 60 $^{\circ}\text{C}$ getrocknet, schonend zerrieben und mit einem Sieb der Maschenweite 2 mm gesiebt wurde. Die Lösung wurde eine Stunde geschüttelt und hernach filtriert. Der Phosphoranteil des Filtrates ist kolormetrisch, der Kaliumanteil flammenphotometrisch bestimmt worden.
- Die **Menge der austauschbaren Calcium-, Magnesium-, Kalium- und Natriumionen** wurde folgendermassen bestimmt: Nach Extraktion der Bodenproben mit der schwach sauren Tauscherlösung (1 l 0.1-n HCl und 1 l 0.05-n H_2SO_4) wurden im Filtrat die austauschbaren Kalium- und Natriumionen flammenphotometrisch, die Magnesiumionen durch Atomabsorption, das Kalzium mittels komplexometrischer Titration erfasst.
- Die **austauschbaren Wasserstoffionen** wurden wie folgt ermittelt: Eine wässrige Bodensuspension wurde mit einer alkalischen Pufferlösung (pH 8) versetzt; aus der Senkung des pH-Wertes der Lösung wurden die austauschbaren Wasserstoffionen berechnet.
- Die **Kationenaustauschkapazität** (KAK) entspricht der Summe der austauschbaren Calcium-, Magnesium-, Kalium-, Natrium- und Wasserstoffionen.
- Die **Basensättigung** (V-Wert) stellt den prozentualen Anteil der Ca-, Mg-, K- und Na-Ionen an der Kationenaustauschkapazität dar.
- Die **Versorgung der Böden mit Phosphor und Kalium** wurde aufgrund der Düngungsrichtlinien der Eidgenössischen Forschungsanstalten beurteilt.

3.3. METHODEN DER TEMPERATUR-, BESONNUNGS- UND STRAHLUNGSBSTIMMUNG

a) **Temperaturbestimmung.** Zur Bestimmung der mittleren Lufttemperatur (2m über Boden) während des Jahres und während der Vegetationszeit (15. Mai bis 30. September) an einem beliebigen Punkt des Untersuchungsgebietes hat MOSER (1985) unter Zuhilfenahme der langjährigen Messreihen von Davos-Platz, Weissfluhjoch und Schatzalp höhen-, expositions- und neigungsabhängige Modelle formuliert.

Die Regressionsgleichungen lauten wie folgt:
(x = Höhe über Meer in Metern, y = Temperatur in °C)

- Jahresmitteltemperatur:

$$I : y = 11.499 - 0.005442 x \quad (\text{Neigung } < 15\%, \text{ Höhe } \leq 1560\text{m})$$

$$II : y = 11.499 - 0.005442 x + 0.5 \quad (\text{Neigung } < 15\%, \text{ Höhe } > 1560\text{m})$$

$$III: y = 12.083 - 0.005267 x \quad (\text{Neigung } \geq 15\%, \text{ Exposition } 135^\circ - 225^\circ)$$

$$IV : y = 12.083 - 0.005267 x - 0.4 \quad (\text{Neigung } \geq 15\%, \text{ Exposition } 315^\circ - 45^\circ)$$

$$V : y = 12.083 - 0.005267 x - 0.2 \quad (\text{Neigung } \geq 15\%, \text{ Exposition } 225^\circ - 315^\circ \text{ und } 45^\circ - 135^\circ)$$

Für die Gleichungen I und II beträgt R^2 (Bestimmtheitsmaß) = 0.98; für III, IV und V beträgt R^2 = 0.96.

- Mitteltemperatur während der Vegetationsperiode:

$$I : y = 19.231 - 0.005948 x \quad (\text{Neigung } < 15\% \text{ und Neigung } \geq 15\%, \text{ Exposition } 181^\circ - 89^\circ)$$

$$II: y = 17.972 - 0.004879 x \quad (\text{Neigung } \geq 15\%, \text{ Exposition } 90^\circ - 180^\circ, \text{ Höhe } \leq 2000 \text{ m})$$

Für Gleichung I beträgt $R^2 = 0.96$, für Gleichung II beträgt $R^2 = 0.98$.

Mit Hilfe dieser Regressionen wurden für jede Fläche die beiden Mitteltemperaturen berechnet.

b) Bestimmung der Besonnungs- und Strahlungsverhältnisse

Die Besonnungs- und Strahlungsverhältnisse der 14 Untersuchungsflächen wurden im Rahmen des klimatologischen Teilprojektes des MaB-Projektes Davos bearbeitet. Eine ausführliche Beschreibung des Vorgehens findet sich bei KUNZ (1983). Hier sollen Begriffe und Vorgehen nur kurz erläutert werden.

- Die effektiv mögliche Sonnenscheindauer gibt die Zeitspanne an, während der die Sonne bei völliger Wolkenlosigkeit -unter Berücksichtigung der geographischen Lage des Ortes, der Stellung der Erde zur Sonne und der Horizontüberhöhung- scheinen würde.
- Beim Begriff der absoluten Sonnenscheindauer wird zusätzlich gegenüber der effektiv möglichen Sonnenscheindauer noch die Bewölkung berücksichtigt. Die absolute Sonnenscheindauer gibt die Zeitspanne wieder, während der die Sonne an einem bestimmten Ort tatsächlich scheint.
- Die Direktstrahlung (Direkte Sonnenstrahlung) stellt jenen Anteil der Globalstrahlung dar, der die Atmosphäre ungehindert passiert. Damit kann der relative Strahlungsgenuss der Untersuchungsflächen angegeben werden.

Unter Berücksichtigung der topographischen Gegebenheiten wurden diese 3

Parameter für die Zeitspanne von April bis Oktober mit Hilfe von mathematischen Modellen für jede Fläche berechnet (vgl. KUNZ 1983).

3.4. VEGETATIONSKUNDLICHE METHODEN

Vor der Heuernte wurde 1982 und 1983 vom Pflanzenbestand jeder Fläche eine vollständige Artenliste der Blütenpflanzen erstellt. Die Nomenklatur richtet sich nach HESS et al. (1976-80). Der Anteil der einzelnen Arten am Trockensubstanzertrag des Bestandes wurde nach der Methode KLAPP/STAELIN (vgl. VOIGTLAENDER und VOSS 1979) geschätzt.

Da für Veränderungen der Qualität eines Bestandes neben physiologischen Alterungs- und Verlagerungsprozessen auch Änderungen der botanischen Zusammensetzung mitverantwortlich sein können, wurde 1983 bei jedem Schnitt der Ertragsanteil der Hauptgruppen Gräser, Kräuter und Leguminosen sowie wichtiger Einzelarten geschätzt. Zur phänologischen Charakterisierung der Bestände zu einem bestimmten Schnittzeitpunkt wurde der Entwicklungszustand einiger wichtiger Arten folgendermassen beurteilt:

1 = Infloreszenz nicht sichtbar	5 = Anfang Blüte
2 = Beginn des Schiebens der Infloreszenz	6 = Mitte Blüte
3 = Mitte des Schiebens der Infloreszenz	7 = Ende Blüte
4 = Ende des Schiebens der Infloreszenz	8 = Anfang Fruchtbildung

3.5. METHODEN DER ERTRAGS- UND QUALITAETSBESTIMMUNG

a) **Pflanzenbestände.** Aus jeder Parzelle (Wiederholung) der Grösse 1.4 m x 2.4 m wurde bei der Ernte mit einem kleinen Motormäher (Balkenbreite 0.8 m) ein 2 m-Streifen geschnitten. Das Erntegut dieser 1.6 m²-Fläche wurde zusammengerechnet und grün gewogen. Davon wurde mit einem Metallstechzylinder eine rund 600 g schwere Probe für die analytische Weiterverarbeitung im Labor entnommen. Die Proben wurden am selben Tag eingefroren und nach Abschluss eines bestimmten Erntetermins in allen Flächen, als Eilsendung an die Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz, geschickt. Durch Trocknung der Proben bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz wurde der Trockensubstanzeinhalt bestimmt. Die Multiplikation des Grüngewichtes mit dem prozentualen Trockensubstanzertrag jeder Parzelle ergab den Trockensubstanzertrag.

Aus den Proben der 4 Wiederholungen eines Versuchsverfahrens wurde eine Mischprobe zusammengestellt, die bei 60 °C getrocknet wurde und zur Analyse der wertgebenden Inhaltsstoffe diente. Es wurden folgende Qualitätsparameter bestimmt:

Rohasche (RA), Rohfaser (RF), Rohprotein (RP), Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg) und Kalzium (Ca). Die Analysen wurden an der FAP (gemäss Methodenbuch der Eidgenössischen Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz, 1978) durchgeführt. Die Werte für die Netto-Energie-Laktation (NEL) wurden mit Hilfe der Regressionsgleichung nach SCHNEEBERGER und LANDIS (1984) aus den Rohnährstoffen berechnet. Dabei ist nach SCHUERCH und BICKEL (1982) die Nettoenergie jener Anteil der Futterenergie, der am Tier nach Abzug der Verluste in Form

von Kot, Harn, Gär gasen und Wärme als Leistung (z.B. Erhaltung, Milch, Wachstum) erscheint. Die Netto-Energie-Laktation bezeichnet die Wirkung des Produktionsfutters für die Milchbildung.

b) **Einzelarten.** Zur Bestimmung des Nährwertes wichtiger Einzelarten in Abhängigkeit des Alters der Pflanzen bzw. ihres Entwicklungsstadiums und der Wachstumsbedingungen wurden in der Zeitspanne vom 3. Juni bis 7. Juli 1983 5 Arten in der nahen Umgebung von 3 Versuchsflächen wöchentlich gesammelt. Aufgrund ihrer Bedeutung (vgl. Vegetationstabelle) wurden der Frauenmantel (Alchemilla xanthochlora Rothm. s.l.), der Aronstabblättrige Ampfer (Rumex arifolius All.) und der Schlangenknöterich (Polygonum bistorta L.) sowie als Vergleichsarten die beiden Gräser Goldhafer (Trisetum flavescens (L.) P.B.) und Knaulgras (Dactylis glomerata L.) ausgewählt. In der "Seehöhi" konnten alle 5 Arten gesammelt werden, während in der "Grüeni" Rumex arifolius, Polygonum bistorta und Trisetum flavescens, in der "Chaiseren" Polygonum bistorta und Alchemilla xanthochlora in sammelfähiger Menge wuchsen. Die 3 Untersuchungsflächen "Seehöhi", "Grüeni" und "Chaiseren" wurden aufgrund ihrer standörtlichen Bedingungen ausgewählt. Durch den trockenen, warmen und relativ nährstoffarmen Standort "Grüeni", den frischen und sehr nährstoffreichen Standort "Seehöhi" sowie den feuchten und nährstoffreichen Standort "Chaiseren" sollte das Spektrum der Wuchsbedingungen innerhalb der gedüngten Mähwiesen des Untersuchungsgebietes erfasst werden.

Zur Charakterisierung des Entwicklungsstadiums der Pflanzen an einem bestimmten Sammeltermin wurde neben dem phänologischen Stadium (vgl. Kap. 3.4) die Höhe von 15 Individuen jeder Art gemessen. Bei Polygonum bistorta und Alchemilla xanthochlora wurde zusätzlich noch das Verhältnis der Bodenblätter zu den fertilen Trieben festgehalten. Von jeder Art wurden jeweils rund 300 g Grünmasse auf normaler Schnitthöhe mit einer Schere geerntet. Die gesammelten Individuen sollten eine repräsentative Stichprobe der Art am betreffenden Wuchsstand darstellen.

Die Pflanzen wurden bei 60°C getrocknet und an der FAP auf ihren Gehalt an Rohasche, Rohfaser, Rohprotein, Phosphor, Kalium, Magnesium und Kalzium untersucht (vgl. Kap. 3.5.a).

3.6. STATISTISCHE AUSWERTUNG

Die Trockensubstanzerträge der verschiedenen Verfahren einer Untersuchungsfläche wurden einer doppelten Streuungszerlegung unterworfen. Dies, um abzuklären, ob sich die Verfahren bedeutend voneinander unterscheiden. Bei signifikanten Unterschieden wurde mittels orthogonaler Vergleiche geprüft, welche Verfahren sich voneinander signifikant unterscheiden. Weiter wurde die kleinste gesicherte Differenz (KGD) berechnet. Ausführliche Angaben zur doppelten Streuungszerlegung, den orthogonalen Vergleichen und zur Berechnung der kleinsten gesicherten Differenz finden sich bei LINDER (1969).