

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 103 (1989)

Artikel: Ligningehalt und andere Merkmale des Schilfhalmes ("Phragmites australis" [Cav.] Trin. ex Steudel) in Beziehung zur Röhrichtbewirtschaftung = Content of lignin and other characteristics of reed stalks ("Phragmites australis" [Cav.] Trin, ex Steudel) depending on management

Autor: Guntli, Albert P.

Kapitel: 4: Resultate

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308912>

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: 23.01.2026

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

4. RESULTATE

4.1. MORPHOLOGISCHE SCHILFASPEKTE IN DEN DREI BEWIRTSCHAFTUNGSZONEN

Die Erhebungen von 1978 und 1979 in den verschieden bewirtschafteten Schilfflächen in Altenrhein dienten einerseits dazu, eine Übersicht über die morphologischen Eigenschaften der Schilfhalmes in diesem Gebiet zu gewinnen und andererseits einen Vergleich des Schilfwachstums in den drei Bewirtschaftungsformen anzustellen. In Tab. 3 sind die Durchschnittswerte der Schilfmessungen bzw. -untersuchungen von total 76 Entnahmestellen zusammengefasst. In den einzelnen Datenreihen standen pro Entnahmestelle zwischen 14 und 101 Halme pro Entnahmefläche zur Verfügung.

Die Auswahlflächen zeigten aufgrund der spontanen Beurteilung "vor Ort" für die entsprechende Bewirtschaftungszone einen typischen Aspekt.

Tab. 3. Morphologische Schilferhebungen von 1978 und 1979: Durchschnittswerte und Standardabweichungen (in Klammern: Anzahl Entnahmeflächen).

Morphological experiments on reeds from 1978 to 1979: average findings and standard deviations (in brackets: number of areas considered).

| | nicht bewirtschaftet | gebrannt | gemäht |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. Anzahl Entnahmeflächen | 28 | 26 | 22 |
| 2. Zigarrenbildung (%) | 51.667±12.118 (27) | 24.080±9.827 (25) | 38.611±8.045 (18) |
| 3. Halmdicke (mm) (0.1 m über Boden) | 9.857±0.711 (27) | 9.060±1.010 (20) | 9.155±0.681 (17) |
| 4. Halmdicke (mm) (1.2 m über Boden) | 9.807±0.520 (27) | 8.878±0.864 (20) | 9.080±0.808 (17) |
| 5. Halmhöhe (cm) | 296.181±43.608 (27) | 267.810±47.542 (20) | 271.582±52.884 (17) |
| 6. Knotenzahlen | 18.148±3.411 (22) | 17.797±2.633 (24) | 18.127±2.885 (15) |
| 7. Bestandesdichte (Anzahl/m ²) | 32.789±10.411 (19) | 45.500±13.875 (24) | 54.111±8.804 (18) |
| 8. Trockensubstanz (g/m ²) | 1130.479±289.078 (19) | 1281.379±186.892 (24) | 1473.417±135.662 (18) |

4.1.1. Zigarrenbildung (Parasitenbefall)

Die Erhebungen in Altenrhein zeigen, dass die Zigarrenbildung in den unbeeinflussten Schilfflächen bei über 50% aller Halme (ja an bestimmten Orten sogar bei über 80%) auftritt. In den gebrannten Zonen kommen diese Gallenbildungen nicht halb so häufig vor, und die Anzahl der Zigarrenhalme in den Schnittflächen nimmt eine Mittelstellung ein. Der statistische Vergleich in der Varianzanalyse (Tab. 4) zwischen den drei Bewirtschaftungsflächen (WEBER 1972 und GAGNON et al. 1986) zeigt hochsignifikante Unterschiede im Schädlingsbefall, der offensichtlich auf die unterschiedliche Bewirtschaftung zurückzuführen ist.

4.1.2. Halmhöhen, Halmdicken und Knotenzahlen

Die Messwerte für Halmhöhen und Halmquerschnitte (Fig. 24 und Tab. 5-7) korrelieren in den verschiedenen bewirtschafteten Schilfzonen insofern, als sie im nicht bewirtschafteten Gebiet um rund 7-9% höher liegen als in den anderen Zonen. Die tiefsten Werte wurden jeweils im gebrannten Gebiet gemessen. Bei den Knotenzahlen pro Halm konnten trotz der unterschiedlichen Halmhöhe und Halmdicke für die drei Bewirtschaftungsformen keine signifikanten Unterschiede gefunden werden (Fig. 25, Tab. 8).

4.1.3. Halmzahlen und Trockensubstanz

Die Bewirtschaftung des Schilfes (Mahd und Brand) erhöhte die durchschnittliche Besiedlungsdichte der Schilfhalme bei gleichzeitiger Schwächung der Einzelstengel um 39% bzw. 65% (Tab. 3 und 9). Ebenfalls liegen die Werte für die Produktivität (Biomasse) bei den gebrannten und gemähten Flächen um rund 13% bzw. 30% signifikant höher als im ungeschnittenen Röhricht.

Die Trockensubstanzmengen sind in den einzelnen Bewirtschaftungsflächen recht unterschiedlich gross, und die Standardabweichungen schwanken gemäss Tab. 3 und 10 zwischen 9% im gemähten und 26% im nicht bewirtschafteten Gebiet. Diese Schwankungen lassen auf eine sehr unterschiedliche Umweltsituation schliessen.

Tab. 4. Varianzanalyse zu Insektenbefall und Bewirtschaftung (nach GAGNON et al. 1986)
Analysis of variance regarding infection with insects and management (cf. GAGNON et al. 1986).

Group 1= ungeschnitten - *uncut*, 2 = gebrannt - *burnt*, 3 = gemäht - *mown*

| One Factor ANOVA X ₁ : Bewirtschaftung und Zigarrenbildung | | | | Y ₁ : Zigarren % |
|---|-----|--------------|--------------|-----------------------------|
| Analysis of Variance Table | | | | |
| Source: | DF: | Sum Squares: | Mean Square: | F-test: |
| Between groups | 2 | 9879.254 | 4939.627 | 45.737 |
| Within groups | 67 | 7236.118 | 108.002 | p = 1.0000E-4 |
| Total | 69 | 17115.371 | | |

Model II estimate of between component variance = 2415.813

| | | | | |
|---------|--------|--------|------------|-------------|
| Group: | Count: | Mean: | Std. Dev.: | Std. Error: |
| Group 1 | 27 | 51.667 | 12.118 | 2.332 |
| Group 2 | 25 | 24.08 | 9.827 | 1.965 |
| Group 3 | 18 | 38.611 | 8.045 | 1.896 |

| | | | | |
|---------------|-------------|--------------|-----------------|-------------|
| Comparison: | Mean Diff.: | Fisher PLSD: | Scheffe F-test: | Dunnnett t: |
| Group 1 vs. 2 | 27.587 | 9.927* | 45.734* | 9.564 |
| Group 1 vs. 3 | 13.056 | 10.883* | 8.522* | 4.128 |
| Group 2 vs. 3 | -14.531 | 11.056* | 10.23* | 4.523 |

* Significant at 99.9%

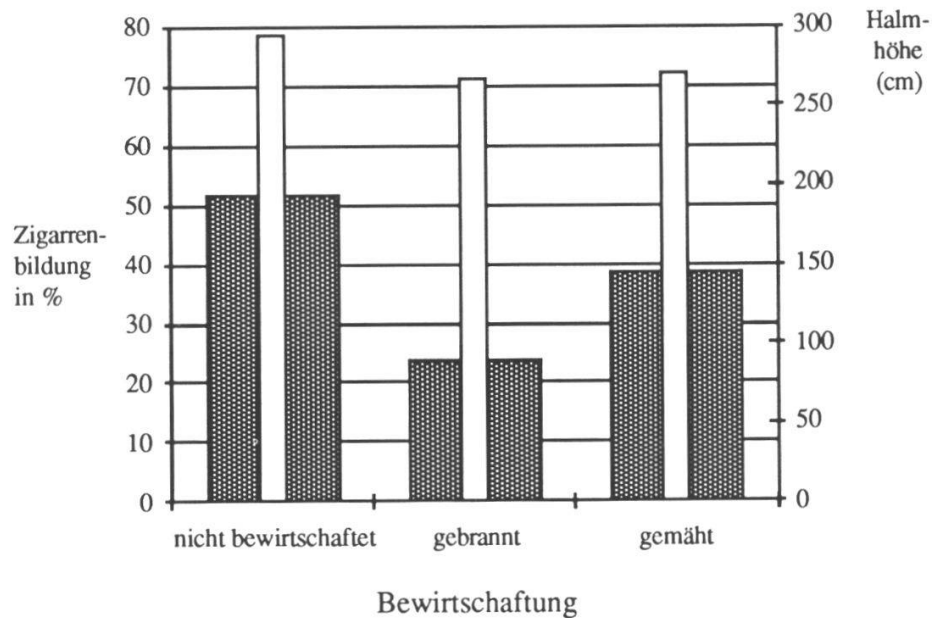


Fig. 23. Zigarrenbildung (%) und Halmhöhe in den drei Bewirtschaftungsflächen.
Formation of cigars (%) and stalk-height in the three management areas.

- Zigarrenbildung (%) - *formation of cigars (%)*
- Halmhöhe (cm) - *stalk height (cm)*

Tab. 5. Varianzanalyse zur Halmhöhe in den drei Bewirtschaftungsflächen (nach GAGNON et al. 1986).

Analysis of variance regarding stalk-height in the three management areas (cf. GAGNON et al. 1986).

| One Factor ANOVA X ₁ : Bewirtsch. Y ₃ : Halmhöhe (cm) | | | | |
|---|-----|--------------|--------------|-----------|
| Analysis of Variance Table | | | | |
| Source: | DF: | Sum Squares: | Mean Square: | F-test: |
| Between groups | 2 | 11207.114 | 5603.557 | 2.493 |
| Within groups | 61 | 137135.643 | 2248.125 | p = .0911 |
| Total | 63 | 148342.757 | | |

| Model II estimate of between component variance = 1677.716 | | | | |
|--|--------|---------|------------|-------------|
| Group: | Count: | Mean: | Std. Dev.: | Std. Error: |
| Group 1 | 27 | 296.181 | 43.608 | 8.392 |
| Group 2 | 20 | 267.81 | 47.542 | 10.631 |
| Group 3 | 17 | 271.582 | 52.884 | 12.826 |

| Comparison: | Mean Diff.: | Fisher PLSD: | Scheffe F-test: | Dunnett t: |
|---------------|-------------|--------------|-----------------|------------|
| Group 1 vs. 2 | 28.371 | 27.974* | 2.057 | 2.028 |
| Group 1 vs. 3 | 24.599 | 29.358 | 1.404 | 1.676 |
| Group 2 vs. 3 | -3.772 | 31.28 | .029 | .241 |

* Significant at 95%

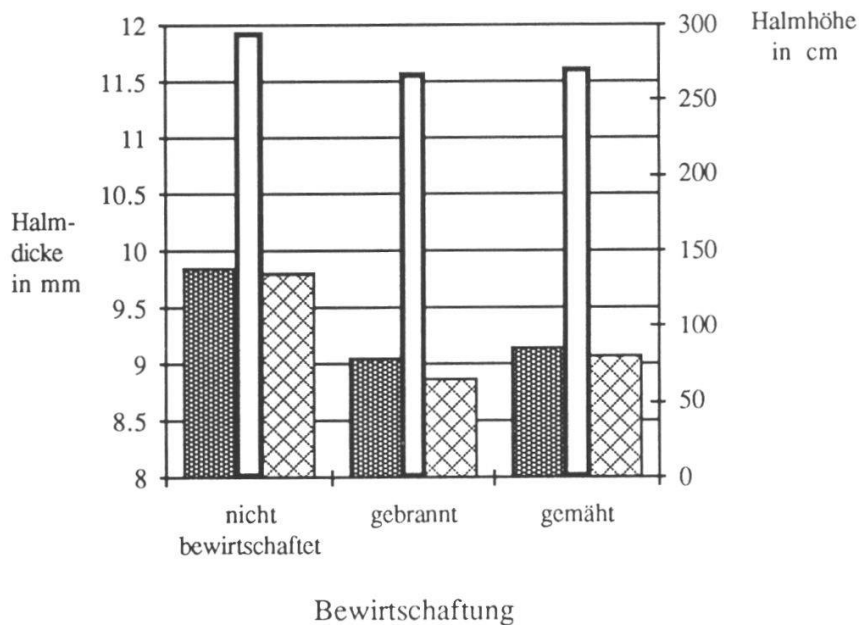


Fig. 24. Zigarrenbildung (%) und Halmhöhe in den drei Bewirtschaftungsflächen.

Formation of cigars (%) and stalk-height in the three management areas.

- Halmstärke (mm)/Boden - stalk width (mm)/10 cm above ground
- ▨ Halmstärke (mm) auf 1.2 m - stalk width (mm)/1.2 m above ground
- Halmhöhe (cm) - stalk height (cm)

Tab. 6. Varianzanalyse zu Halmdicke (auf 10 cm über dem Boden) und Bewirtschaftung (nach GAGNON et al. 1986).

Analysis of variance regarding stalk-width (10 cm above ground) and management (cf. GAGNON et al. 1986).

| One Factor ANOVA X ₁ : Bewirtsch. Y ₁ : Halmdicke Boden (10cm) | | | | |
|--|-----|--------------|--------------|-----------|
| Analysis of Variance Table | | | | |
| Source: | DF: | Sum Squares: | Mean Square: | F-test: |
| Between groups | 2 | 8.809 | 4.405 | 6.728 |
| Within groups | 61 | 39.938 | .655 | p = .0023 |
| Total | 63 | 48.747 | | |

| Model II estimate of between component variance = 1.875 | | | | |
|---|--------|-------|------------|-------------|
| Group: | Count: | Mean: | Std. Dev.: | Std. Error: |
| Group 1 | 27 | 9.857 | .711 | .137 |
| Group 2 | 20 | 9.069 | 1.01 | .226 |
| Group 3 | 17 | 9.155 | .681 | .165 |

| Comparison: | Mean Diff.: | Fisher PLSD: | Scheffe F-test: | Dunnnett t: |
|---------------|-------------|--------------|-----------------|-------------|
| Group 1 vs. 2 | .788 | .635* | 5.442* | 3.299 |
| Group 1 vs. 3 | .702 | .666* | 3.93 | 2.803 |
| Group 2 vs. 3 | -.085 | .71 | .051 | .319 |

* Significant at 99%

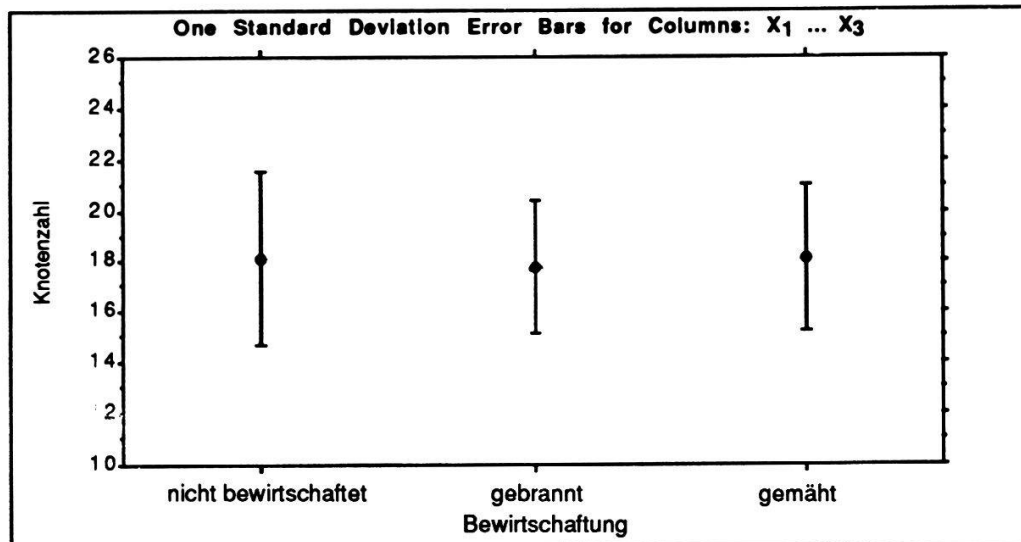


Fig. 25. Vergleich der Knotenzahlen in den drei Bewirtschaftungsflächen (nach GAGNON et al. 1968).

Comparison of numbers of nodes in the three management areas (cf. GAGNON et al. 1986).

x₁ = nicht bewirtschaftet - not treated, x₂ = gebrannt - burnt, x₃ = gemäht - mown

Tab. 7. Varianzanalyse zu Halmdicke (auf 1.2 m über dem Boden) und Bewirtschaftung (nach GAGNON et al. 1986).

Analysis of variance regarding stalk-width (1.2 m above ground) and management (cf. GAGNON et al. 1986).

| One Factor ANOVA X ₁ : Bewirtsch. Y ₂ : Halmdicke 1,2m | | | | |
|--|-----|--------------|--------------|---------------|
| Analysis of Variance Table | | | | |
| Source: | DF: | Sum Squares: | Mean Square: | F-test: |
| Between groups | 2 | 11.281 | 5.64 | 10.869 |
| Within groups | 61 | 31.656 | .519 | p = 1.0000E-4 |
| Total | 63 | 42.936 | | |

Model II estimate of between component variance = 2.561

| Group: | Count: | Mean: | Std. Dev.: | Std. Error: |
|---------|--------|-------|------------|-------------|
| Group 1 | 27 | 9.807 | .52 | .1 |
| Group 2 | 20 | 8.878 | .864 | .193 |
| Group 3 | 17 | 9.08 | .808 | .196 |

| Comparison: | Mean Diff.: | Fisher PLSD: | Scheffe F-test: | Dunnett t: |
|---------------|-------------|--------------|-----------------|------------|
| Group 1 vs. 2 | .929 | .735* | 9.547* | 4.37 |
| Group 1 vs. 3 | .727 | .771 | 5.307 | 3.258 |
| Group 2 vs. 3 | -.202 | .822 | .361 | .85 |

* Significant at 99.9%

Tab. 8. Varianzanalyse zu Knotenzahlen und Bewirtschaftung (nach GAGNON et al. 1986).
Analysis of variance regarding number of nodes and management (cf. GAGNON et al. 1986).

| One Factor ANOVA X ₁ : Bewirtsch. Y ₁ : Anzahl Knoten | | | | |
|---|-----|--------------|--------------|-----------|
| Analysis of Variance Table | | | | |
| Source: | DF: | Sum Squares: | Mean Square: | F-test: |
| Between groups | 2 | 1.712 | .856 | .095 |
| Within groups | 58 | 520.324 | 8.971 | p = .9091 |
| Total | 60 | 522.036 | | |

Model II estimate of between component variance = -4.058

| Group: | Count: | Mean: | Std. Dev.: | Std. Error: |
|---------|--------|--------|------------|-------------|
| Group 1 | 22 | 18.148 | 3.411 | .727 |
| Group 2 | 24 | 17.797 | 2.633 | .537 |
| Group 3 | 15 | 18.127 | 2.885 | .745 |

| Comparison: | Mean Diff.: | Fisher PLSD: | Scheffe F-test: | Dunnett t: |
|---------------|-------------|--------------|-----------------|------------|
| Group 1 vs. 2 | .351 | 1.77 | .079 | .397 |
| Group 1 vs. 3 | .021 | 2.008 | 2.2048E-4 | .021 |
| Group 2 vs. 3 | -.33 | 1.974 | .056 | .335 |

Tab. 9. Varianzanalyse zur Bestandesdichte in den drei Bewirtschaftungsflächen (nach GAGNON et al. 1986).

Analysis of variance regarding density of growth in the three management areas (cf. GAGNON et al. 1986).

| One Factor ANOVA X ₁ : Bewirtschaftungsform Y ₁ : Halmzahl pro qm | | | | |
|---|-----|--------------|--------------|---------------|
| Analysis of Variance Table | | | | |
| Source: | DF: | Sum Squares: | Mean Square: | F-test: |
| Between groups | 2 | 4281.654 | 2140.827 | 16.132 |
| Within groups | 58 | 7696.936 | 132.706 | p = 1.0000E-4 |
| Total | 60 | 11978.59 | | |

Model II estimate of between component variance = 1004.061

| Group: | Count: | Mean: | Std. Dev.: | Std. Error: |
|---------|--------|--------|------------|-------------|
| Group 1 | 19 | 32.789 | 10.411 | 2.389 |
| Group 2 | 24 | 45.5 | 13.875 | 2.832 |
| Group 3 | 18 | 54.111 | 8.804 | 2.075 |

| Comparison: | Mean Diff.: | Fisher PLSD: | Scheffe F-test: | Dunnett t: |
|---------------|-------------|--------------|-----------------|------------|
| Group 1 vs. 2 | -12.711 | 12.262* | 6.455 | 3.593 |
| Group 1 vs. 3 | -21.322 | 13.134* | 15.832* | 5.627 |
| Group 2 vs. 3 | -8.611 | 12.45 | 2.874 | 2.397 |

* Significant at 99.9%

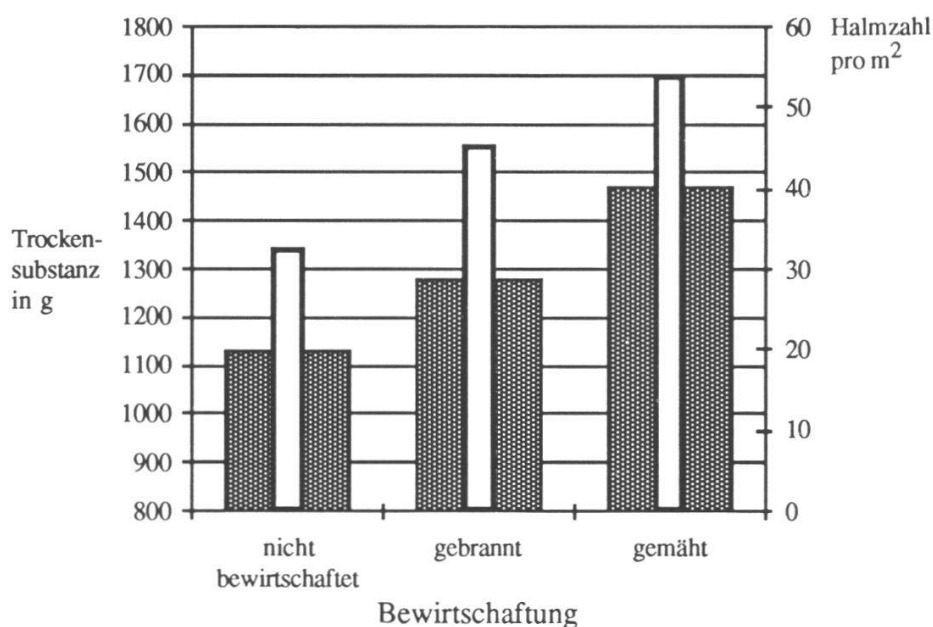


Fig. 26. Vergleich der Halmzahl und Trockensubstanz pro m².

Comparison of numbers of stalks and dry substance per square metre.

■ Trockensubstanz - dry substance

□ Halmzahl pro m² - numbers of stalk per square meter treated

Tab. 10. Varianzanalyse zur Trockensubstanz (Biomasse) in den drei Bewirtschaftungsflächen (nach GAGNON et al. 1986).

Analysis of variance regarding dry substance in the three management areas (cf. GAGNON et al. 1986).

| One Factor ANOVA X ₁ : Bewirtschaftungsform Y ₂ : Trockensubstanz in 1 qm | | | | |
|---|-----|--------------|--------------|---------------|
| Analysis of Variance Table | | | | |
| Source: | DF: | Sum Squares: | Mean Square: | F-test: |
| Between groups | 2 | 1090759.614 | 545379.807 | 12.071 |
| Within groups | 58 | 2620422.696 | 45179.702 | p = 1.0000E-4 |
| Total | 60 | 3711182.31 | | |

Model II estimate of between component variance = 250100.053

| Group: | Count: | Mean: | Std. Dev.: | Std. Error: |
|---------|--------|----------|------------|-------------|
| Group 1 | 19 | 1130.479 | 289.078 | 66.319 |
| Group 2 | 24 | 1281.379 | 186.892 | 38.149 |
| Group 3 | 18 | 1473.417 | 135.662 | 31.976 |

| Comparison: | Mean Diff.: | Fisher PLSD: | Scheffe F-test: | Dunnett t: |
|---------------|-------------|--------------|-----------------|------------|
| Group 1 vs. 2 | -150.9 | 173.844 | 2.672 | 2.312 |
| Group 1 vs. 3 | -342.938 | 186.207* | 12.03* | 4.905 |
| Group 2 vs. 3 | -192.037 | 176.519* | 4.198 | 2.898 |

* Significant at 99%

4.2. LIGNINGEHALT IN ABHÄNGIGKEIT VON STANDORT UND BEWIRTSCHAFTUNG

Die Halmuntersuchungen im 6.-8. Internodium (auf einer Höhe von ca. 120 cm) zeigen, dass der Ligningehalt nicht standortabhängig ist; in den "eutrophen" Zonen wird zwar nach Fig. 27 gemäss diesen Untersuchungen im Durchschnitt leicht mehr Lignin aufgebaut als in den "oligotrophen"; diese Unterschiede zeigen aber keine Signifikanz (Tab. 11). Die leicht höhere Nährstoffkonzentration im Boden bewirkte demnach keine Verminderung des Ligningehaltes im Schilf des Bodensee-Untersees, wie dies von RAGHI-ATRI und BORNKAMM 1979 und 1980 bei hohen Stickstoffgaben in Laborversuchen für die äussere Sklerenchymringfläche und von KLÖTZLI 1971 allgemein für die Sklerenchymanteile nachgewiesen wurde.

Der Verholungsgrad ist von der Bewirtschaftung abhängig (Fig. 28). Die gebrannten und gemähten Entnahmestellen produzierten wohl eine höhere Halmzahl und eine grössere Biomasse; die Einzelhalme dieser Flächen blieben aber

schlanker und niedriger und entwickelten 1-1.5% weniger Lignin als die Halme der nicht bewirtschafteten Flächen. Signifikant höhere Ligninwerte wurden zwar nur in den nicht bewirtschafteten Gebieten gefunden im Vergleich mit den Werten der Brandflächen (Tab. 12). Dies lässt den Schluss zu, dass die Stabilität der Halme in den unbeeinflussten Bereichen eher höher ist. Die geringste Stabilität (gemessen am Ligningehalt) zeigen die Halme der gebrannten Schilfflächen.

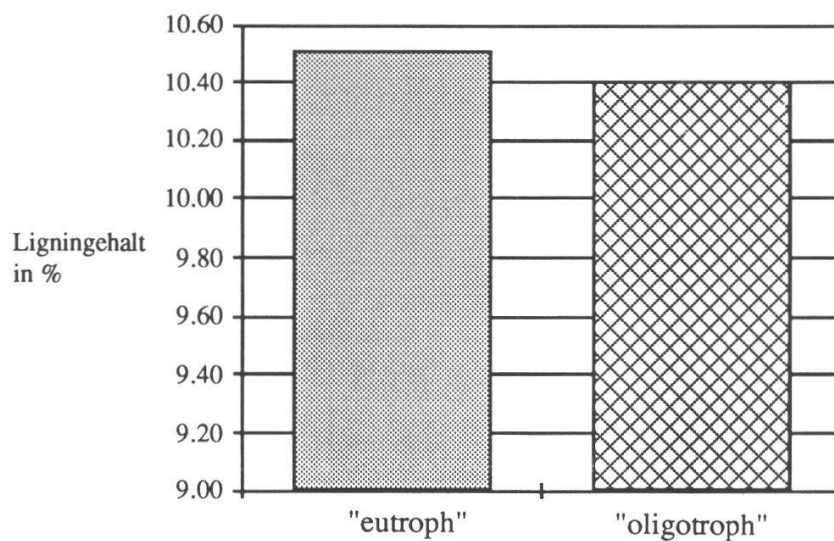


Fig. 27. Ligningehalt in % und Standort der Schilffläche.
Content of lignin in % and location of reed-area.

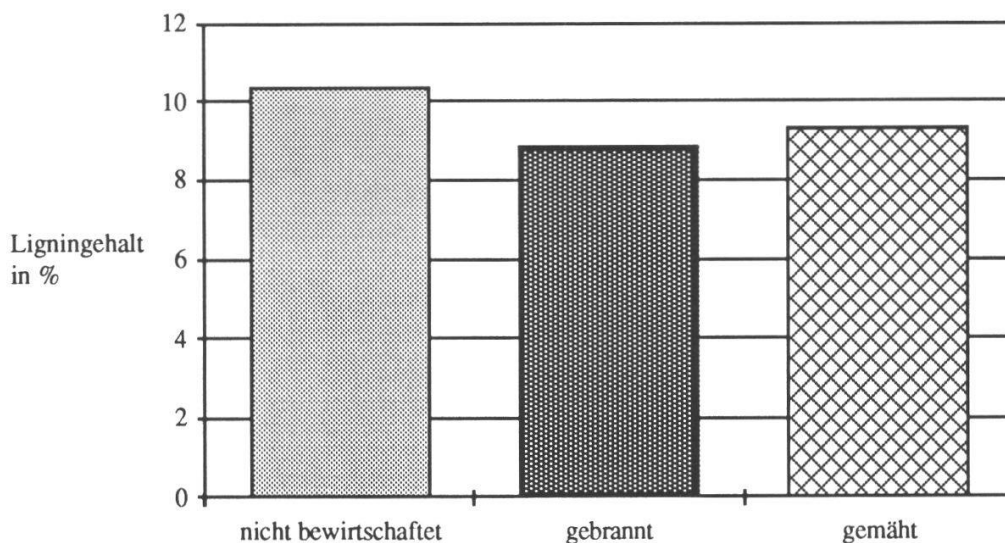


Fig. 28. Ligningehalt in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung.
Content of lignin depending on type of management.

Tab. 11. Varianzanalyse zum Ligningehalt an eutrophen und oligotrophen Standorten (nach GAGNON et al. 1986).

Analysis of variance regarding the content of lignin in eutrophic and oligotrophic places (cf. GAGNON et al. 1986).

| One Factor ANOVA X ₁ : STAO Y ₁ : LIGNIN | | | | |
|--|-----|--------------|--------------|-----------|
| Analysis of Variance Table | | | | |
| Source: | DF: | Sum Squares: | Mean Square: | F-test: |
| Between groups | 1 | .142 | .142 | .04 |
| Within groups | 60 | 216.042 | 3.601 | p = .8431 |
| Total | 61 | 216.184 | | |

Model II estimate of between component variance = -3.458

| Group: | Count: | Mean: | Std. Dev.: | Std. Error: |
|--------|--------|--------|------------|-------------|
| eu | 40 | 10.511 | 1.84 | .291 |
| oli | 22 | 10.411 | 2 | .426 |

| Comparison: | Mean Diff.: | Fisher PLSD: | Scheffe F-test: | Dunnett t: |
|-------------|-------------|--------------|-----------------|------------|
| eu vs. oli | .1 | 1.008 | .04 | .199 |

Tab. 12. Varianzanalyse zum Ligningehalt in den drei Bewirtschaftungsflächen (nach GAGNON et al. 1986).

Analysis of variance regarding the content of lignin in the three management areas (cf. GAGNON et al. 1986).

| One Factor ANOVA X ₁ : Bewirtsch. Y ₁ : Lignin (1) | | | | |
|--|-----|--------------|--------------|-----------|
| Analysis of Variance Table | | | | |
| Source: | DF: | Sum Squares: | Mean Square: | F-test: |
| Between groups | 2 | 33.24 | 16.62 | 5.515 |
| Within groups | 74 | 223.02 | 3.014 | p = .0059 |
| Total | 76 | 256.26 | | |

Model II estimate of between component variance = 6.803

| Group: | Count: | Mean: | Std. Dev.: | Std. Error: |
|---------|--------|--------|------------|-------------|
| Group 1 | 44 | 10.382 | 1.723 | .26 |
| Group 2 | 18 | 8.876 | 1.85 | .436 |
| Group 3 | 15 | 9.349 | 1.629 | .421 |

| Comparison: | Mean Diff.: | Fisher PLSD: | Scheffe F-test: | Dunnett t: |
|---------------|-------------|--------------|-----------------|------------|
| Group 1 vs. 2 | 1.505 | 1.284* | 4.803 | 3.099 |
| Group 1 vs. 3 | 1.033 | 1.372 | 1.98 | 1.99 |
| Group 2 vs. 3 | -.473 | 1.605 | .303 | .779 |

* Significant at 99%

4.3. LIGNINGEHALT IM STENGELQUERSCHNITT

Die Ligninanteile in den Halmquerschnitten sind in den vier Himmelsrichtungen unterschiedlich gross. Die höchsten Mengen wurden in der Süd- und Ostrichtung und die niedrigsten in der West- und Nordrichtung nachgewiesen.

Fig. 29 zeigt eigentlich zwei ligninstärkere (S und E) und zwei ligninschwächere Richtungen (W und N). Die direkten Belastungen auf den Schilfhalm gehen auf die mechanischen Wirkungen des Windes, der Wellen und des Getreibseis zurück. Ein Zusammenhang zwischen den mechanischen Hauptbelastungsrichtungen und der Ligninbildung im Stengel scheint nachweisbar zu sein, wobei die Ligninmenge in der Reihenfolge der Himmelsrichtungen W, N, E, S signifikant ansteigt (siehe auch Tab. 13). Der Pflanzenstengel ist nach STRASSBURGER (1983) und BRAUNE et al. (1983) grundsätzlich in der Lage, auf die einwirkenden, mechanischen Kräfte durch die erhöhte Bildung von Gewebeverstärkungen (z.B. Sklerenchym- und Lignin) zu reagieren.

Die Resultate zeigen zudem, dass die Stauchrichtungen des Halmes (E und S) mehr Lignin bilden als die zugehörigen Zugrichtungen (W und N).

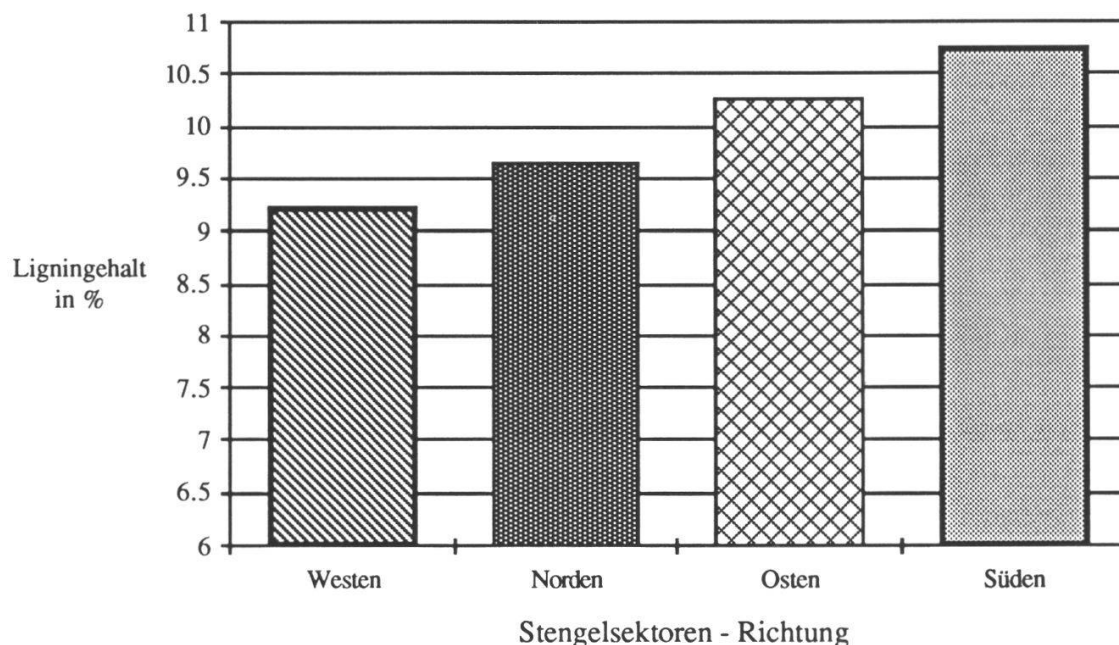


Fig. 29. Ligningehalt im Stengelquerschnitt (in den vier Himmelsrichtungen).
Content of lignin in a cross-section of stalks (in the four directions of the compass).

Tab. 13. Regressionsanalyse zu den steigenden Ligninwerten im Stengelquerschnitt (nach GAGNON et al. 1986).

Analysis of regression regarding the increasing lignin-findings in a stalk cross-section (cf. Gagnon et al. 1986).

| Simple Regression X ₁ : Himmelsrichtung (1=W,2=N,3=E,4=S) Y ₁ : Ligningehalt | | | | |
|--|------|------------|-----------------|-------------|
| DF: | R: | R-squared: | Adj. R-squared: | Std. Error: |
| 120 | .251 | .063 | .055 | 2.245 |

| Analysis of Variance Table | | | | |
|----------------------------|-----|--------------|--------------|-----------|
| Source | DF: | Sum Squares: | Mean Square: | F-test: |
| REGRESSION | 1 | 40.463 | 40.463 | 8.031 |
| RESIDUAL | 119 | 599.543 | 5.038 | p = .0054 |
| TOTAL | 120 | 640.007 | | |

| Beta Coefficient Table | | | | | |
|------------------------|--------|------------|-------------|----------|--------------|
| Parameter: | Value: | Std. Err.: | Std. Value: | t-Value: | Probability: |
| INTERCEPT | 8.693 | | | | |
| SLOPE | .516 | .182 | .251 | 2.834 | .0054 |

| Confidence Intervals Table | | | | |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Parameter: | 95% Lower: | 95% Upper: | 90% Lower: | 90% Upper: |
| MEAN (X,Y) | 9.556 | 10.364 | 9.622 | 10.298 |
| SLOPE | .155 | .876 | .214 | .818 |

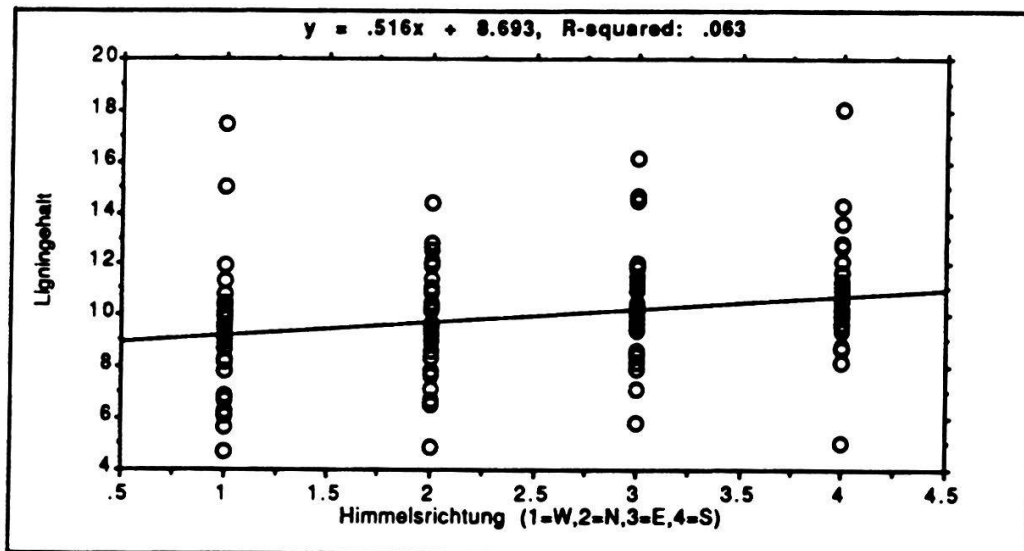


Fig. 30. Regressionsgerade zu den Ligninwerten in den vier Himmelsrichtungen (nach GAGNON et al. 1986).

Straight line of regression regarding the lignin-findings in the four directions of the compass (cf. GAGNON et al. 1986).

4.4. LIGNINGEHALT AUF VERSCHIEDENEN HALMHÖHEN UND SEINE ABHÄNGIGKEIT VON DER ERNTEZEIT

Entlang des Stengelhalmes (vertikal) verändert sich der Ligningehalt insofern als die grösseren Ligninanteile in den unteren Stengelinternodien nachweisbar sind (Fig. 31). Die gefundene Verteilung des Ligningehaltes lässt auf eine grössere Stengelstabilität im unteren Bereich schliessen. Der Halmbereich, welcher dem Wellengang direkt und am stärksten ausgesetzt ist, baut demnach mehr von diesen Festigungselementen auf. Die Ligninmenge korreliert zudem mit den Internodienlängen der Schilfhalme (vgl. Fig. 5).

Schilfstengel, die in verschiedenen Monaten eines Jahres geschnitten worden sind, weisen ebenfalls unterschiedliche Ligninmengen auf (Fig. 32). Bereits in den Augusthalmen wurde ein hoher Ligningehalt ermittelt. Er veränderte sich dann bis November nur ganz wenig. In den später geschnittenen Halmen findet man aber wieder deutlich weniger Lignin. Aufgrund dieser Untersuchungen zeigen die Septemberhalme die höchsten Ligninwerte als Hinweis auf eine hohe Stengelstabilität.

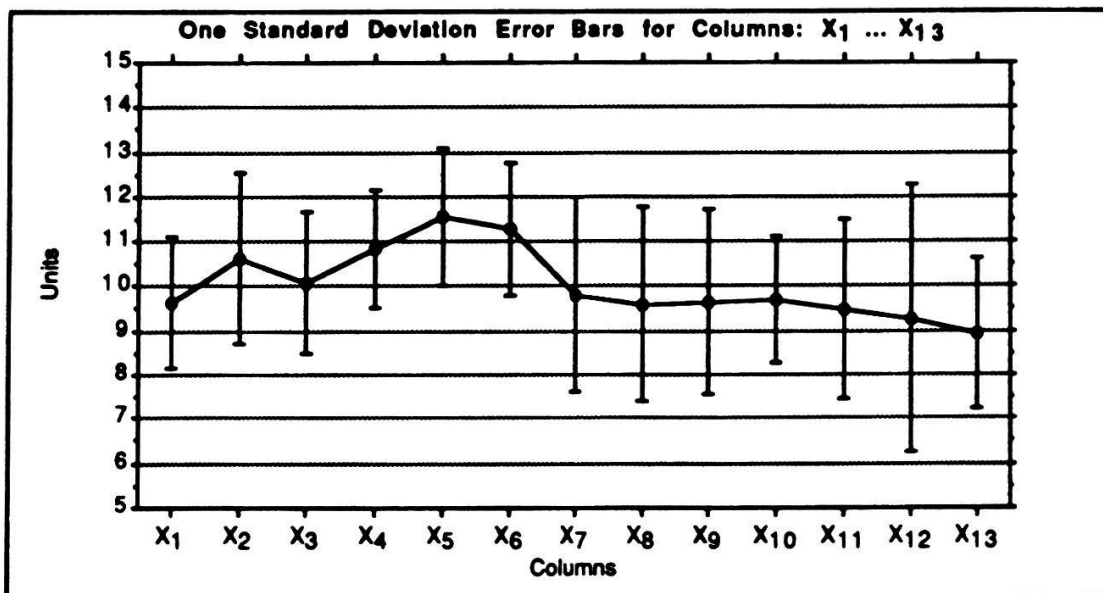


Fig. 31. Ligningehalt in den verschiedenen Stengelinternodien.
Content of lignin in various stalk-internodia.

Units = Ligningehalt in % - *content of lignin in %*
X1-X13 = Stengelinternodien-Nummern von unten nach oben
numbers from bottom to top of stalk-internodia

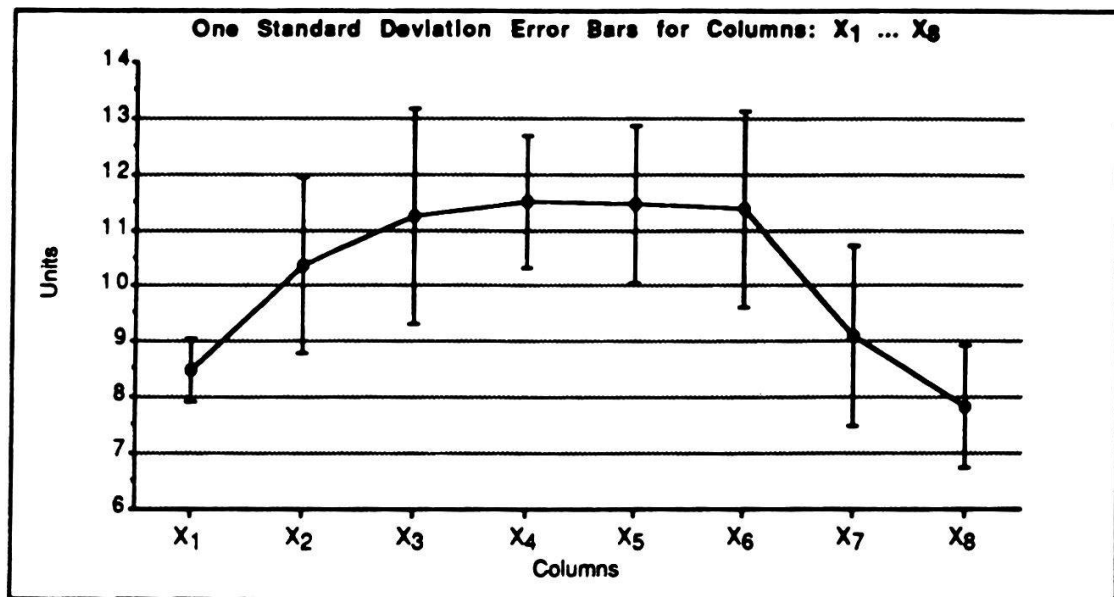


Fig. 32. Ligningehalt im Schilfhalm (mit Standardabweichungen) in Abhängigkeit von der Jahreszeit.

Content of lignin in the reed-stalk (with standard deviations), depending on the season.

Units = Ligningehalt in % - *content of lignin in %*, X_n = Erntemonate - *months of harvesting*:
X₁ = Juni - *June*, X₂ = Juli - *July*, X₃ = August - *August*, X₄ = September - *September*, X₅ =
Oktober - *October*, X₆ = November - *November*, X₇ = Januar - *January*, X₈ = April - *April*