

- Nachrichten No 9

"ROeS-Nachrichten", Mitteilungsblatt der Region Oesterreich-Schweiz  
No. 8

Bulletin de la Région Austro-Suisse de  
la Société Internationale de Biométrie

Redaktion : F.H. Schwarzenbach

Zum Inhalt	Seite
Die Seite des Herausgebers . . . . .	2
Lösung des Preis-Silbenrätsels im Doppel (aus No. 8) . . . . .	3
Mitteilungen : - Neue Mitglieder . . . . .	4
- Adressänderungen . . . . .	5
- Literaturdienst . . . . .	5
Nachrufe : Dr. Christian Auer (1916-1979) . . . . .	6
Prof. W.G. Cochran (1909-1980) . . . . .	7
Kurzbericht über das Interregionale Biometrische Kolloquium, 17. - 20. März 1980 in München . . . . .	9
Buchbesprechung : H. Riedwyl "Angewandte mathematische Sta- tistik in Wissenschaft, Administration u. Technik", 2. erweiterte Auflage, 1978. . . . .	10
<u>Biometrische Hausapotheke</u>	
"Zur biologischen Interpretation der Streuung" (F.H. Schwarzenbach)	11
Aufgeschnappte Bemerkungen über Computer . . . . .	20
Das Herz der Scharzmeisterin . . . . .	20

## DIE SEITE DES HERAUSGEBERS

Erst waren es nur die Weiden- und Haselkätzchen. Dann folgte eine lange Zeit mit Regen und Kälte. Zur Zeit tränkt der Bärlauch die Luft mit seinem durchdringenden Duft. Bald folgen der Waldmeister und die Maiglöckchen, die wir Schweizer in unserem Hang zur Verniedlichung als "Maierisli" zu benennen pflegen. Wir kennen ja alle die kleine Schwäche der knorrigen, harthölzernen, eckigen Eidgenossen, die in der Verkleinerungsform reden, wenn es um Dinge des Gemüts geht!

Wir gehen ins "Alpenrösli".

Wir trinken ein Bierli oder ein Möstli.

Wir zwinkern dem Rösli, dem Babettli oder dem "Meieli" zu.

Wir weichen auf "Blüemli" aus, wenn uns das Wort "Maierisli" in einer frühlingshaften Aufwallung der Gefühle entfallen ist.

Was hat diese sprachliche Spielerei mit Biometrie zu tun ?  
Nicht viel, weil sich die mathematische Statistik in keiner Weise verniedlichen lässt! Aber doch etwas, weil selbst ein zahlengebundener, vernunftgesteuerter, ausgetrockneter Biometriker den Frühling erleben sollte, wenn er die Maiglöckchen läuten und die Buchfinken schmettern hört!

F.H. Schwarzenbach

## Lösung des Preis-Silbenrätsels aus No. 8

Sonnenschein	Regenwetter
Palatschinken	Eierkuchen
Arithmetik	Geometrie
Notar	Richter
Namenzeichen	Exlibris
Walküre	Siegfried
Einzelanfertigung	Spezialauftrag
Iokaste	Ismene
Taxi	Oldtimer
Elefant	Nilpferd

Grundbegriffe aus der Statistik : Spannweite, Regression

\* \* \*

Von den termingerecht eingegangenen richtigen Lösungen kamen  
80% aus Oesterreich.

Wird zusätzlich das Verhältnis der Mitgliederzahlen beider Länder berücksichtigt, so erhalten wir auf eine richtige Antwort aus der Schweiz deren zehn aus Oesterreich!

Was jedoch die Anzahl der Beteiligten am Silbenrätsel betrifft:

"Darüber schweigt des Sängers Höflichkeit"

\* \* \*

FRAU ELISABETH WOHLZOGEN ist die glückliche Gewinnerin des Preises. Die "süsse Ueberraschung" wird nächstens bei ihr eintreffen!

\* \* \*

# Neue Mitglieder

Bergmann, Iris, Frau Mag., (Student member),  
Dr. Heckmannstrasse 4, A - 1140 Wien.

*Fields of Application: Agriculture, Demography, Medicine, Public Health, Physical Science, Sociology, Marketing, Business.*

Decker, András, Dipl. math., Staatliches onkologisches Institut  
Ráth György Utca 7-9, H - 1525 Budapest XII, Ungarn.

*Fields of Application: Biology, Medicine, Public Health.*  
*Methodological Techniques: General, Design of experiments, Tests, Research in statistical methods, Statistical data processing.*  
*Activities: Research, Professional Consulting.*

Guentert, T.W., Ph.D., Pharmazeutisches Institut der Universität  
Basel, Totengässlein 3, CH - 4051 Basel.

*Fields of Application: Biology, Chemistry, Medicine, Public Health.*  
*Activities: Research, Teaching.*

Hudec, Marcus, Landstr.Hauptstr. 104/16, A - 1030 Wien.

*Fields of Application: Agriculture, Economics, Medicine, Public Health.*  
*Methodological Techniques: General, Research in statistical methods, Statistical data processing.*  
*Activities: Research, Teaching.*

Kläring, Werner Josef, Dipl.-Ing. Dr.techn., Vet.-Med. Universität  
Wien, EDV-Zentrum, Linke Bahngasse 11, A - 1030 Wien.

*Fields of Application: Agriculture, Biology, Chemistry, Engineering, Medicine, Public Health, Business.*  
*Methodological Techniques: Sampling, Design of experiments, Tests, Forecasting, Quality Control, Operations research, Statistical data processing.*  
*Activities: Research, Professional Consulting, Operational Activity, Teaching.*

Köpcke, Wolfgang, Dr. rer.pol. Dipl.-Math. (Associate member),  
Universität München, Institut für Med. Informationsverarbeitung, Statistik und Biomathematik,  
Marchioninistrasse 15, D - 8000 München 70.

*Fields of Application: Demography, Economics, Medicine, Public Health.*  
*Methodological Techniques: Design of experiments, Tests, Research in statistical methods, Statistical data processing*  
*Activities: Research, Administration, Management.*

Mau, Jochen, Dipl.-Math., Dr. rer.nat., (Associate member),  
Schorenweg 40, CH - 4058 Basel.

*Fields of Application: Biology, Medicine, Public Health.*  
*Methodological Techniques: Design of experiments, Tests, Research in statistical methods.*  
*Activities: Research, Professional Consulting.*

Ward, R.N., M.A., M.Sc. Statistics.  
Paradiesstrasse 15, CH - 4125 Riehen.

*Fields of Application: Biology, Chemistry, Medicine, Public Health.*  
*Methodological Techniques: Design of experiments, Tests, Statistical data processing.*  
*Activities: Research, Professional Consulting, Operational Activity.*

## Adressänderungen

Eggenberger, E., Dr., Vet.-Med. Fakultät der Universität Zürich,  
Abteilung für Biometrie, Winterthurerstrasse 260,  
CH - 8057 Zürich.

Formann, A., Dr., Josefstädterstrasse 72/16, A - 1980 Wien.

Lorge, M., Dr. med., Reinacherstrasse 10, CH - 4053 Basel.

Terrier, Charles, Research and Consulting Co., Postfach,  
CH - 4452 Itingen.

Van Melle, Guy, Dr., 20, ch.de Mont-Paisible, CH - 1011 Lausanne.

Weber, Karl, Dufourstrasse 72, CH - 9000 St.Gallen.

## Literaturdienst

Bauer, P. and P. Hackl : An Extension of the MOSUM Technique for Quality Control. *Technometrics*, 22, No. 1, 1-7, 1980.

Dambacher, M.A., J.A. Fischer, W.H. Hunziker, W. Born, J. Moran, H.-R. Roth  
E.E. Delvin and F.H. Glorieux : Distribution of circulating immunoreactive components of parathyroid hormone in normal subjects and in patients with primary and secondary hyperparathyroidism: The role of the kidney and of the serum calcium concentration. *Clinical Science*, 57, 435-443, 1979.

Riedwyl, H. : Regressionsgerade und Verwandtes. Verlag Paul Haupt, Bern, 1980, 141 p. (UTB 923).

## NACHRUF

### Christian Auer

23. Oktober 1916 - 16. Oktober 1979

Die Redaktion der ROeS-Nachrichten hat mich aufgefordert, einige Worte des Gedenkens an Dr. Chr. Auer, Dipl. Forsting. niederzuschreiben. Diesem Wunsche komme ich gerne nach.

Als Assistent am Institut für Waldbau besuchte Chr. Auer meine Vorlesungen an der ETH. Er verlor keine Zeit die so erworbenen Kenntnisse anzuwenden, indem er die einfachsten statistischen Verfahren in einer Untersuchung über das Jugendwachstum von Lärchen benützte (1).

Von 1945 bis 1952 arbeitete Dr. Auer als wissenschaftlicher Assistent beim Kantonsforstinspektorat Graubünden. In dieser Zeit entstanden Arbeiten über die Holzhauerei im Gebirge. Der Einfluss verschiedener Werkzeuge und Arbeitsverfahren wurde in diesen Untersuchungen mittels statistisch geplanter Versuche studiert (2). Die Stelle des wissenschaftlichen Assistenten wurde 1952 unter unsachlichen Vorwänden aufgehoben; Dr. Auer verblieb noch bis Ende 1957 im bündnerischen Forstdienst; danach war er als freierwerbender Forstingenieur tätig.

In weiteren Kreisen wurde Dr. Auer durch seine Untersuchungen über den Lärchenwickler bekannt. Eine schöne, zusammenfassende Darstellung dieser Arbeiten findet der Leser in (3). Zusammen mit A. Kaelin hat Chr. Auer die theoretischen Grundlagen dieser Stichprobenerhebungen in (4) erörtert. Dank der umsichtigen, hartnäckigen Bemühungen von Dr. Auer wurden die Erhebungen über den Lärchenwickler von 1949 bis 1979 durchgeführt und erstreckten sich schliesslich über den ganzen Alpenbogen.

Die Arbeiten von Dr. Auer sind ein sprechendes Beispiel dafür, dass fruchtbare biometrische Methoden auch von Biologen beherrscht werden können, die in der höheren Mathematik nicht

bewandert sind. Wer Dr. Auer näher kennenlernen durfte, wird seine ausgeglichene, charaktervolle Persönlichkeit stets in Erinnerung behalten; er wird auch seiner Lebensgefährtin gedenken, die ihm im Hause wie im Beruf tatkräftig zur Seite stand.

- (1) Mathematische Untersuchung über das Jugendwachstum von Lärchen verschiedener Herkunft im Lehrwald der ETH. Schweiz. Zeitschr. für Forstwesen, 1946, Nr. 6, 20 S.
- (2) (mit J. Zehnder und E. Soom) Untersuchungen über die Holzhauerei im Gebirge. Mitt. eidg. Anst. forstl. Versuchswesen, 27, 76-246, 1951.
- (3) Verfahren und Erfahrungen bei Insektenpopulations-schätzungen. In: "Contributions to Applied Statistics" ed. by Walter Joh. Ziegler, Birkhäuser, Basel, 1976, S. 79-89.
- (4) (mit A. Kaelin) Statistische Methoden zur Untersuchung von Insektenpopulationen (dargestellt am Beispiel des grauen Lärchenwicklers). Z. f. angew. Entomologie, 36, 1954, S. 241-283 und 423-461.

A. Linder

### William Gemmell Cochran

1909 - 1980

Seine erste Ausbildung in Statistik erhielt W.G. Cochran an der Rothamsted Experimental Station. Aus dieser Zeit stammt eine Untersuchung über die Verteilung kranker Pflanzen in einem Feld, die auch heute noch als Muster einer gründlichen statistischen Analyse lesenswert ist (1). Nach kürzerem Aufenthalt in Iowa und in Raleigh (N.C.), arbeitete Cochran längere Zeit an der School of Hygiene and Public Health, Johns Hopkins University, und schliesslich an der Harvard University.

Die Arbeiten von Cochran zeichnen sich aus durch vollkommene Beherrschung der statistischen Technik, durch eine aussergewöhnliche Kenntnis der Literatur und endlich auch durch eine seltene Klarheit und Einfachheit der Darstellung. Besonders

bekannt wurde er durch sein mit G.M. Cox verfasstes Werk über Versuchsplanung, das weiteste Verbreitung fand und für viele Anwender einen unentbehrlichen Leitfaden bildete (2). Es ist bezeichnend für Cochran, dass er auch den Stichprobenverfahren eine gründliche Darstellung widmete (3). Planen von Versuchen und Stichprobenerhebungen sind für die Anwendung der Statistik wichtig, werden aber von den meisten modernen Statistikern kaum oder gar nicht gewürdigt.

In seinen Vorträgen, und vor allem auch in seinen Briefen, trat immer wieder der Humor hervor, den Cochran vermutlich aus seiner schottischen Heimat mitgebracht und zeitlebens bewahrt hatte. In einer Diskussion über die Ausbildung des Biometrikers anlässlich der Zweiten Internationalen biometrischen Konferenz in Genf (1949) bemerkte er, seine Stellung an einer berühmten amerikanischen medizinischen Fakultät bringe ihn in Berührung mit Studenten, von denen viele sich später spezialisierten - auf hohe Honorarrechnungen!

- (1) The statistical analysis of field counts of diseased plants. Suppl. Roy. Stat. Soc., 3, 1936, 49-67.
- (2) (with G.M. Cox) Experimental designs, 2nd ed. 1957, New York, Wiley.
- (3) Sampling techniques, 2nd ed. 1963, New York, Wiley.

A. Linder

## BIOMETRIE - HEUTE UND MORGEN

(Kurzbericht)

Vom 17. - 20. März 1980 fand in München das erste Interregionale Kolloquium der Deutschen Region und der ROeS statt. Die Fachtagung wurde durch Prof. Dr. K. Ueberla und Dr. W. Köpcke mit ihren Mitarbeitern in hervorragender Weise organisiert. Sie war von rund 400 Teilnehmern besucht.

Wie immer hält es schwer, die Eindrücke nach einer mehrtägigen Veranstaltung zusammenzufassen und die Schwerpunkte der Berichterstattung richtig zu verteilen:

- Die grosse Zahl der Teilnehmer schafft reiche Kontaktmöglichkeiten, deckt die heutige Breite unseres Fachgebietes auf, verleiht aber einer Tagung eine gewisse Hektik.
- Die auffällig verschiedene Struktur der beiden Regionen nach den fachlichen Interessen ihrer Mitglieder bereichert die Palette der Vorträge und Diskussionen, erschwert aber den Organisatoren die Wahl gemeinsam interessierender Themenkreise.
- "Suche nach dem heutigen Standort der Biometrie" könnte als Leitmotiv des Kolloquiums bezeichnet werden, klingt doch wiederholt und eindringlich die Frage der wissenschaftlichen und politischen Verantwortung an, wird die Rolle der mathematischen Statistik in gesellschaftlich wichtigen Anwendungsgebieten wie Heilmittelprüfung, Umweltforschung, Entwicklung der Landwirtschaft zur Diskussion gestellt.
- Sichtbar wird eine deutliche Verlagerung der Interessen vom Experiment zur breit angelegten Erhebung mit vielschichtigen Fragestellungen. Unter dem Druck brennender Zeitprobleme müssen rasch und zielgerichtet neue Ansätze und Lösungsmodelle entwickelt werden.

Alles in allem darf das Interregionale Kolloquium München unter verschiedenen Gesichtswinkeln als Tagung der Herausforderung, der Selbstbesinnung und der Suche nach einem neuen Selbstverständnis der Biometrie gelten.

F.H. Schwarzenbach

Vorträge der ROeS-Mitglieder, gehalten am Kolloquium in München  
(Herausgegeben von W. Köpcke und K. Ueberla, Springer-Verlag, Berlin 1980)

Berchtold, W. : Regression mit Anzahlen, die nach Poisson verteilt sind, S. 167-175.

Eggenberger, E. : Ein Ausreisserproblem bei der Analyse hormonaler Sekretionsmuster, S. 185-194.

Le Roy, H.L. : Notwendige mathematische Grundlagen zum Biometrie-Unterricht für Nicht-Mathematiker, S. 31-44.

Le Roy, H.L. : Tier- und Pflanzenzüchtung, S. 1-7.

Schwarzenbach, F.H. : Umweltforschung, S. 14-21.

Schwarzenbach, F.H. : Zur Auswertung und Deutung topographisch dargestellter Daten, S. 123-135.

### Buchbesprechung

Hans Riedwyl : "Angewandte mathematische Statistik in Wissenschaft, Administration und Technik", 2. erweiterte Auflage (1978), 242 Seiten mit zahlreichen Tabellen und Abbildungen und einem Anhang über ausgewählte Testverfahren. Verlag Paul Haupt, Bern und Stuttgart.

In zweiter erweiterter Auflage ist im Verlag Paul Haupt Hans Riedwyls Einführung in die angewandte mathematische Statistik erschienen. Das Buch ist für Studenten in den ersten Semestern, für Mittelschüler oder für den Selbstunterricht geschrieben.

Inhaltlich zeichnet sich der Band durch eine überlegte Beschränkung des Stoffes auf grundlegende Elemente und wegleitende Ueberlegungen der angewandten mathematischen Statistik aus. In der übersichtlichen Gliederung, in der geschickten Auswahl der Beispiele (mit zahlreichen graphischen Darstellungen) und in der Verwendung einer einfachen Sprache spiegelt sich das didaktische Geschick und die langjährige Unterrichtserfahrung des Autors.

Jedes der neun Kapitel ist einem bestimmten Thema gewidmet, das in sich geschlossen abgehandelt wird :

1. Graphische Darstellung von Häufigkeitsfunktion und Verteilungsfunktion einer Zufallsvariablen
2. Statistische Masszahlen
3. Verbundene Zufallsvariablen, Korrelationskoeffizient
4. Erzeugen von Zufallsvariablen, Modellverteilungen
5. Normalverteilung
6. Summe und Differenz von Zufallsvariablen
7. Aus der Normalverteilung abgeleitete Verteilungsgesetze : Chi-Quadrat-, t- und F-Verteilung
8. Parameterschätzung
9. Prüfen von Hypothesen

In einem Anhang werden ausgewählte Testverfahren beschrieben. Ein Lernzielkatalog vervollständigt den Textteil.

Das Buch eignet sich sehr gut als Unterlage für einen ein-  
führenden Unterricht in die angewandte mathematische Statistik.  
Dem Anwender dient der Band als handliches Nachschlagewerk.

F.H. Schwarzenbach

### BIOMETRISCHE HAUSAPOTHEKE

#### Zur biologischen Interpretation der Streuung

Fritz Hans Schwarzenbach

#### 1. Eine einseitige Betrachtungsweise

Durchschnitt und Streuung zählen zu den wichtigsten mathematisch-statistischen Kennzahlen, um Häufigkeitsverteilungen von Messwerten einer Stichprobe zu beschreiben oder mehrere Stichproben untereinander zu vergleichen.

Viele Anwender messen den beiden Parametern in ihren Ueberlegungen sehr verschiedenes Gewicht zu. Ueber Durchschnitt wird zumeist eingehend diskutiert, während Streuung, Standardabweichung, Variationskoeffizient oder Spannweite nur selten in die Betrachtungen einbezogen werden. Offensichtlich weiss der Praktiker mit Streuungsmassen nur wenig anzufangen, obwohl ihnen bei der biologischen Deutung von Ergebnissen und bei der Planung weiterführender Untersuchungen eine besondere Bedeutung zukommt. Aus diesem Grunde rechtfertigt sich der Versuch, einige Erfahrungen zur biologischen Interpretation der Streuung mitzuteilen.

#### 2. Beispiel aus der Praxis

Ein ausgezeichnetes Beispiel, um die Besonderheiten einer biologischen Interpretation von Streuungsmassen darzustellen, findet sich in Linder/Berchtold (1979) "Elementare statistische Methoden", S. 121. Die beiden Autoren haben eine Untersuchung von Schopfer und Blumer (1943) über die Wirkung von Vitaminzusätzen auf das Pilzwachstum gewählt, um die Methode des t-Tests für den Vergleich zweier Stichproben einzuführen.

Nummer i	Gewicht in mg		
	Ohne Zusatz (Kontrolle) $x_{1i}$	Mit Zusatz von Vitamin	
		$B_1$ $x_{2i}$	H $x_{3i}$
1	18.0	27.0	21.5
2	14.5	34.0	20.5
3	13.5	20.5	19.0
4	12.5	29.5	24.5
5	23.0	20.0	16.0
6	24.0	28.0	13.0
7	21.0	20.0	20.0
8	17.0	26.5	16.5
9	18.5	22.0	17.5
10	9.5	24.5	19.0
11	14.0	34.0	...
12	...	35.5	...
13	...	19.0	...

Wie Linder und Berchtold zeigen, ergibt sich für die Kulturen mit Zusatz von Vitamin  $B_1$  eine statistisch gesicherte Erhöhung des durchschnittlichen Myzel-Trockengewichtes ( $P < 0.01$ ), während die Beifügung von Vitamin H keine signifikante Wachstumsförderung hervorruft.

In der Regel begnügt sich der Biologe bei derartigen Untersuchungen mit dem Vergleich der Durchschnitte der Kontroll- und Versuchsgruppen, ohne zu realisieren, dass er aus dem gleichen Zahlenmaterial mit einer gezielten Beurteilung der Streuverhältnisse zusätzliche Informationen gewinnen könnte.

Als Grundlage für die Durchführung einer derartigen Analyse eignet sich eine tabellarische Uebersicht verschiedener Kennzahlen, die zur formalen Beschreibung der Variabilität der Messwerte dienen.

	Kontrolle	mit Zusatz	
		Vit. $B_1$	Vit. H
$s^2$	20.81	33.73	10.29
s	$\pm 4.56$	$\pm 5.81$	$\pm 3.21$
$\bar{x}$	16.86	26.19	18.75
$s/\bar{x}$	0.27	0.22	0.17
tiefster Wert	9.5	19.0	13.0
höchster Wert	24.0	35.5	24.5
Spannweite	14.5	16.5	11.5
$x_{\min} - \bar{x}$	- 7.36	- 7.19	- 5.75
$x_{\max} - \bar{x}$	+ 7.14	+ 9.31	+ 5.75

Als weitere Hilfe bietet sich die graphische Veranschaulichung der Messwertverteilung in allen drei Gruppen dar (Abb. 1).

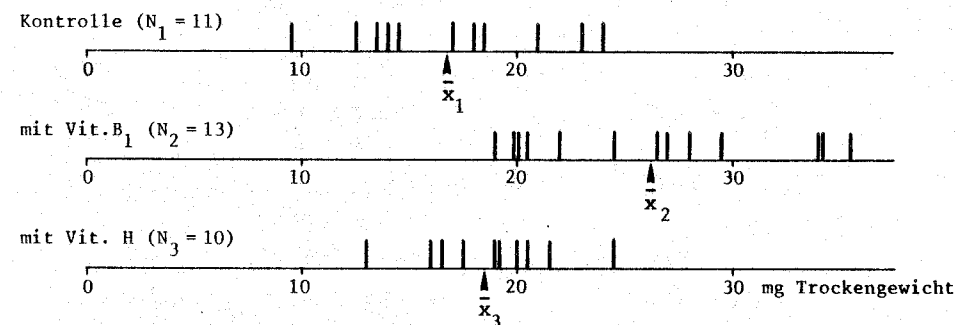


Abbildung 1.

### 3. Beurteilung der Variationskoeffizienten $s/\bar{x}$

Der Variationskoeffizient  $s/\bar{x}$  ist ein einfaches Mass, um die Variabilität der erfassten Einzelwerte zu beurteilen. Aus einer vergleichenden Untersuchung über die Variabilität einer grossen Zahl von Messgrössen aus Biologie und Medizin hat sich als Faustregel ergeben, dass etwa die Hälfte aller erfassten Messgrössen Variationskoeffizienten  $s/\bar{x} \geq 0.20$  aufweisen. Eine Variabilität in diesem Ausmass fällt bei der Anwendung biometrischer Prüfmethodeen erheblich ins Gewicht, wie eine Ueberschlagsrechnung unter Benützung der Zahlen aus dem gewählten Beispiel ergibt.

$$t = \left( \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \right) \cdot \sqrt{\frac{N_1 \cdot N_2}{N_1 + N_2}} / s$$

$$\text{Grenzdifferenz zu } P_{0.01} = (t_{0.01} \cdot s) / \sqrt{\frac{N_1 \cdot N_2}{N_1 + N_2}}$$

$$\text{mit } N_1 = 11$$

$$N_2 = 13$$

$$t_{0.01} = 2.82 \quad (\text{FG} = 22)$$

$$s = 3.37 \quad (= 20\% \text{ von } \bar{x}_1)$$

erhalten wir eine Grenzdifferenz von

$$\pm (2.82 \cdot 3.37) / \sqrt{\frac{11 \cdot 13}{11+13}} = \pm 4.21 \quad (\text{ca. } 25\% \text{ von } \bar{x}_1)$$

Die Rechnung zeigt, dass der Zusatz des Vitamins  $B_1$  das Myzelgewicht gegenüber der Kontrolle um rund 25% erhöhen müsste, um die Wachstumswirkung auf dem Niveau  $P \leq 0.01$  zu sichern.

Wirkungen in diesem Ausmass sind bei biologischen Versuchen nur selten zu erwarten. Um die Ergebnisse trotzdem statistisch sichern zu können, stehen dem Untersucher im allgemeinen drei Möglichkeiten offen :

- Verminderung der Variabilität durch Selektion von Sorten, Stämmen oder Klonen mit einheitlichen Eigenschaften,
- Verminderung der Variabilität durch Standardisierung der Versuchsbedingungen,
- Vergrösserung des Stichprobenumfanges.

Diese drei Massnahmen lassen sich einzeln oder kombiniert anwenden, um die Chancen zur mathematisch-statistischen Sicherung der Ergebnisse zu erhöhen. Durch gezielte Selektion und durch Standardisierung der Versuchsbedingungen kann die Streuung der Messwerte oft in erstaunlichem Mass vermindert werden. So gelingt es bei gut ausgearbeiteten und sorgfältig überwachten Verfahren zum mikrobiologischen Nachweis von Spurenstoffen, den Variationskoeffizienten unter der Schwelle von 5% zu halten, so dass bereits geringe Unterschiede zwischen Vergleichsgruppen statistisch gesichert werden können.

Den Vorteilen, die eine versuchstechnisch bewirkte Verminderung der Streuung für die biometrische Beurteilung der Versuchsergebnisse bringt, steht ein gewichtiger Nachteil gegenüber : Die Ergebnisse haben streng genommen nur für die Untersuchung mit den selektionierten Organismen und für die gewählten Bedingungen Gültigkeit, so dass eine Verallgemeinerung der Interpretation nicht ohne weiteres erlaubt ist.

Aus diesen allgemeinen Ueberlegungen strebt der Versuchsplaner in der Regel an, in einem Vorversuch den Variationskoeffizienten empirisch zu bestimmen und allenfalls mit experimentellen Massnahmen die Streuung der Einzelwerte soweit zu senken, dass sich behandlungsbedingte Veränderungen im vermuteten Ausmass biometrisch erfassen lassen.

Im vorliegenden Beispiel liegen die drei Variationskoeffizienten im Bereich von 0.17 - 0.27. Diese Werte sind für Wachstumsversuche mit Pilzen unter Laborbedingungen ungewöhnlich hoch. Ein gewiegter Mikrobiologe wäre wohl in der Lage, mit einer besseren Standardisierung der Versuchsbedingungen die Variabilität der Messwerte noch deutlicher herabzusetzen und damit den biologischen Wachstumstest empfindlicher zu gestalten.



#### 4. Beurteilung der Streuungsverhältnisse anhand der Häufigkeitsverteilung der Einzelwerte

Vor allem bei Stichproben kleineren Umfanges hängt die Streuung sehr stark davon ab, ob sich in der erfassten Gruppe der Einzelwerte Ausreisser finden. Ein einfaches Verfahren zur Erfassung von Ausreissern besteht darin, die Differenzen zwischen dem höchsten bzw. dem tiefsten Wert und dem Durchschnitt der Stichprobe zu berechnen. Weichen die absoluten Beträge der beiden Differenzen

$$D = (x_{\max} - \bar{x}) \quad \text{und} \quad D = (x_{\min} - \bar{x})$$

erheblich voneinander ab, so lässt sich ein Ausreisser vermuten. Dividiert man die Differenzen durch die Standardabweichung, so wird man bei einem Quotienten im absoluten Betrag  $Q \gg 3.0$  den betreffenden Extremwert in der Regel als Ausreisser betrachten.

In unserem Beispiel liegen die beobachteten Minimal- und Maximalwerte im Bereich  $(\bar{x} \pm 2s)$ .

Ein weiteres Mittel zur biologischen Interpretation der Streuungsverhältnisse bildet die Prüfung der Einzelwertverteilungen auf Symmetrie. Am einfachsten lässt sich diese Frage anhand der graphischen Verteilungsbilder beurteilen. Bei linearer Darstellung der Einzelwerte und des Durchschnitts kann meist von Auge mit genügender Sicherheit festgestellt werden, ob die Verteilung der Messwerte um den Durchschnitt achsensymmetrisch ist. Allenfalls lässt sich durch Auszählung der positiven und negativen Abweichungen und durch Anwendung des Vorzeichentests prüfen, ob eine symmetrische Verteilung vorliegt. Bei grösserem Stichprobenumfang wird man die Einzelwerte zumeist nach Klassen gruppieren und die Häufigkeitsverteilung in Form eines Histogramms darstellen. Schiefe oder mehrgipflige Verteilungen können bei dieser Art der Veranschaulichung visuell leicht erkannt werden.

Asymmetrische Verteilungen der Einzelwerte um ihren Durchschnitt geben dem Biologen in den meisten Fällen wichtige

Hinweise. Schiefe Verteilungen der Einzelwerte treten bei Wachstumsversuchen oft in der Anlauf- oder in der Endphase des Wachstums auf.

Zwei- oder mehrgipflige Verteilungen sprechen stets für eine ungenügend kontrollierte Versuchsanordnung, sei es, dass mit uneinheitlichem Material gearbeitet wird oder dass die Versuchsbedingungen nicht ausreichend standardisiert sind.

#### 5. Vergleich der Streuungen

Liegen zwei oder mehr Stichproben vor, so lohnt sich stets ein Vergleich der Streuungen.

In einem ersten Schritt ordnet man die errechneten Streuungen in aufsteigender Folge und vergleicht sie mit der Rangfolge der zugehörigen Durchschnitte. Liegt eine positive Korrelation zwischen den beiden Rangfolgen vor, so ist zu prüfen, ob sich die Standardabweichung proportional zum Durchschnitt ändert. In diesem Fall empfiehlt sich eine geeignete Transformation der Messwerte.

In einem zweiten Schritt wird untersucht, ob Unterschiede zwischen den berechneten Streuungen bestehen. Dabei hat sich bewährt, vorerst die grösste und die kleinste Streuung im F-Test zu vergleichen.

In unserem Beispiel ergibt sich folgender Vergleich :

$$F = s_{\text{Vit.B}_1}^2 : s_{\text{Vit.H}}^2 = 33.73 : 10.29 = 3.28$$

Bei einem  $F = 3.28$  und den Freiheitsgraden  $n_{\text{Vit.B}_1} = 12$ ,  $n_{\text{Vit.H}} = 9$  ergibt sich ein  $P < 0.05$ .

Unter diesen Voraussetzungen ist es angebracht, die beiden Häufigkeitsverteilungen eingehend zu untersuchen. Aus Abb. 1 geht hervor, dass die Einzelwerte der Gruppe "Zusatz von Vit.B<sub>1</sub>" sehr unregelmässig verteilt sind : Vier eng gescharten niedrigen Werten stehen drei auffällig hohe Werte gegenüber. Diese ungewöhnliche Verteilung erklärt - formal betrachtet - die grosse Streuung.

Aus biologischer Sicht lässt sich vermuten, dass die einzelnen Pilzkulturen in ihrer Entwicklung beeinflusst worden sind oder physiologisch unterschiedlichen Rassen angehören.

#### 6. Ergebnisse der Streuungsuntersuchung

Im ausgewählten Beispiel führt eine Untersuchung der Streuungsverhältnisse zu mehreren Ergebnissen, die für eine Weiterentwicklung der verwendeten Untersuchungsmethoden von Bedeutung sind :

- Der Zeitpunkt für die Bestimmung der Trockengewichte scheint zweckmässig gewählt worden zu sein, da die graphischen Darstellungen keine auffälligen Asymmetrien (links- oder rechtsschiefe Verteilungen) erkennen lassen.
- Die hohen Werte der Variationskoeffizienten lassen vermuten, dass die verwendete Versuchstechnik noch ungenügend ausgereift ist oder dass der Experimentator mit wenig einheitlichem Pilzmaterial gearbeitet hat.
- Die auffällig grosse Streuung der Myzelgewichte in Kulturen mit Zusatz von Vitamin B<sub>1</sub> lässt erkennen, dass in dieser Gruppe starkwüchsiger Proben uneinheitliche Reaktionen auftreten.

Alles in allem sollten diese Ergebnisse den Experimentator veranlassen, in weitem Ansätzen die Versuchstechnik gezielt zu verbessern und die Prüfung der Vitamine B<sub>1</sub> und H zu wiederholen, umsomehr als nach den Resultaten des ersten Versuches ein Zusatz von Vitamin B<sub>1</sub> nicht bei allen Kulturen eine eindeutig fassbare Wachstumswirkung erkennen lässt (Abb. 1).

#### 7. Diskussion

Die Untersuchung der Streuungsverhältnisse unter Anwendung biometrischer und graphischer Methoden erweitert die Möglichkeiten zur Auswertung biologischer und medizinischer Versuche und Erhebungen. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass eine systematische Analyse der Streuung in manchen Fällen Mängel bei der Planung und Durchführung von Untersuchungen aufdeckt und Ansatzpunkte für eine Verbesserung experimenteller oder erhebungstechnischer Methoden liefert.

Von besonderer Bedeutung ist eine kritische Beurteilung der Streuungsverhältnisse bei der Auswertung von Vorversuchen. Die Kenntnis empirisch ermittelter Variationskoeffizienten für die in Betracht gezogenen biologischen Parameter liefert wichtige Grundlagen für die Auswahl geeigneter Messgrössen und gibt Anhaltspunkte für die Entscheidung, ob mit angemessenen versuchstechnischen Massnahmen eine Verminderung der Streuung angestrebt werden soll.

In diesem Sinne gibt die biometrische Untersuchung der Streuungsverhältnisse dem Methodologen der biologischen und medizinischen Forschung ein wertvolles Werkzeug in die Hand : Die Analyse der Streuung erlaubt oft, mit einfachen Mitteln die Güte einer bestimmten Versuchs- oder Erhebungstechnik zu bestimmen.

#### 8. Literatur

- Linder, A. und W. Berchtold (1979) Elementare statistische Methoden. Birkhäuser, Basel, UTB 796.
- Schopfer, W.H. und S. Blumer (1943) Zur Wirkstoffphysiologie von Trichophyton album Sab. Berichte der schweiz. bot. Ges., 53, 409-456.

# AUFGESCHNAPPT BEMERKUNGEN ÜBER COMPUTER

Aus den Antworten des Computers im Dialog am Bildschirm wird manchem Benützer erstmalig klar, dass jedes Gespräch zum Blödsinn werden kann, wenn man selber vorsätzlich oder gedankenlos Dummheiten von sich gibt, Blech schwatzt oder den Kopf nicht bei der Sache hat.

\* \* \*

Computer gleichen Frauen : Sie werden in ihrem tiefsten Innern vom Manne letztlich nie erfasst!

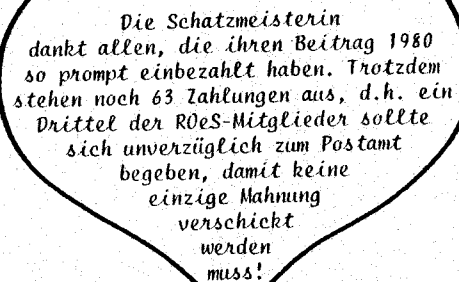
\* \* \*

Computerprogramme sind Zeugnisse menschlichen Scharfsinns und können zu Denkmälern geistiger Spitzenleistungen werden, wenn sie nicht früher oder später gelöscht würden, um das Magnetband mit einem noch besseren Programm zu beschicken.

\* \* \*

Computer verlieren viel von ihrem Nimbus, wenn sie durch einen Stromunterbruch ausser Betrieb gesetzt sind.

\* \* \*



Die Schatzmeisterin  
dankt allen, die ihren Beitrag 1980  
so prompt einbezahlt haben. Trotzdem  
stehen noch 63 Zahlungen aus, d.h. ein  
Drittel der RÖS-Mitglieder sollte  
sich unverzüglich zum Postamt  
begeben, damit keine  
einzige Mahnung  
verschickt  
werden  
muss!

M. S.