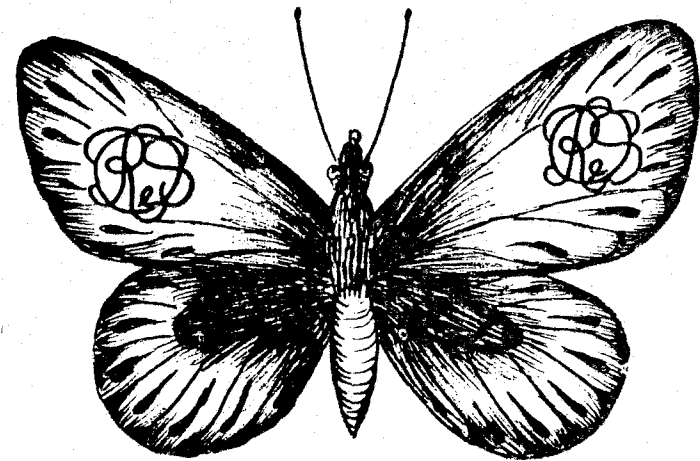


Biometrische Gesellschaft
Region Oesterreich-Schweiz

November 1983



RO_eS NACHRICHTEN No 16

"ROeS-Nachrichten", Mitteilungsblatt der Region Oesterreich-Schweiz
No. 16 der Internationalen Biometrischen Gesellschaft

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

Redaktion: F.H. Schwarzenbach

Vorstand der ROeS (Adressen)

Präsident : Dr. Viktor Scheiber, Institut für med. Statistik u. Dokumentation
Schwarzspanierstrasse 17
A-1090 Wien

Sekretär : Dr. Gerd Puchwein, Landw.-Chem. Bundesversuchsanstalt
Wieningerstrasse 8
A-4025 Linz

Schatzmeisterin : Fri. M. Schneeberger, Gruppe Biometrie ETH
(und Auskunft) Clausiusstrasse 50
CH-8092 Zürich (Tel. 01/256 33 36)

Zum Inhalt

	Seite
Die Seite des Herausgebers: "Zeitzeichen"	3
Nachruf: Frau Elisabeth Wohlzogen-Bukovics (1920 - 1983)	4
Protokoll der Mitgliederversammlung der ROeS in Basel	5
Mitteilungen : - Neue Mitglieder	7
- Adressänderungen	9
- Literaturdienst	9
Buchbesprechung: B. Flury und H. Riedwyl "Angewandte multivariate Statistik. Computergestützte Analyse mehrdimen- sionaler Daten". Gustav Fischer Verlag, Stuttgart und New York, 1983, 187 S.	10

Biometrische Hausapotheke

"Plauderei über den Variationskoeffizienten" (Ch.E. Minder)	12
Zum Nachdenken	16

GEGENWÄRTIGER STAND DER ROeS-MITGLIEDER

	Oesterreich	Schweiz	Mitglieder im Ausland	Total
Regular	67	156	8	231
Student	3	1	-	4
Associate	1	7	9	17
Total	71	164	17	252

DIE SEITE DES HERAUSGEBERS

Zeitzeichen

Das ROeS-Seminar 1975 in Chur stand unter dem Thema "Biometrie und Umweltforschung". Wir haben damals nach Mitteln und Wegen gesucht, um die ökologische Forschung von Seiten der Biometrie zu unterstützen. Eines der Ziele war damals, das mathematisch-statistische Rüstzeug für die Früherkennung bedrohlicher Veränderungen der natürlichen Lebensbedingungen für Pflanzen, Tiere und den Menschen zu entwickeln. Wir haben seither nicht geschlafen, aber die Entwicklung hat uns überrollt: Das Waldsterben hat in diesem Jahr mit aller Heftigkeit auf Oesterreich und die Schweiz übergegriffen.

Seit wenigen Wochen haben wir die ersten Beweise, dass auch die Bergwälder der Voralpen, des Jura und der Alpen erfasst worden sind. Von Tag zu Tag treffen neue Hiobsbotschaften ein. Wo das Waldsterben beginnt, wird der Förster fast von einem Tag auf den andern vor harte und beängstigende Tatsachen gestellt, denen er mit seiner bisherigen beruflichen Erfahrung nicht mehr zu begegnen weiss. Die Forscher stehen vor einer Entwicklung, die erstmals in dieser Form auftritt und nur in beschränktem Masse mit den bisher vorliegenden Kenntnissen erklärt werden kann. Der Handlungsspielraum der Forstleute für eine erfolversprechende Bekämpfung des Waldsterbens ist sehr beschränkt. Im Bewusstsein ihrer Ohnmacht können sie ihre berufliche Verantwortung nur wahrnehmen, indem sie eine drastische Herabsetzung der Luftverschmutzung mit allen politisch und technisch möglichen Massnahmen fordern.

Wir Wissenschaftler dürfen nicht mehr länger schweigen, wenn wir noch glaubwürdig bleiben wollen. Die Biometrie kann und muss ihren Teil leisten, um in der nun breit anlaufenden Forschung zur Klärung der kausalen Zusammenhänge und zur Begründung wirksamer Massnahmen beizutragen.

Zur Orientierung der schweizerischen Kreislehrer hat F.H. Schwarzenbach Ende August eine Standortbestimmung mit dem Titel:

"Das Waldsterben als politische Herausforderung"

verfasst. Der Aufsatz kann von den ROeS-Mitgliedern kostenlos über folgende Adresse bestellt werden :

F.H. Schwarzenbach
EAFV
CH - 8903 Birmensdorf ZH

NACHRUH

Elisabeth Wohlzogen-Bukovics (1920 - 1983)

Eines der treuesten Mitglieder der ROeS, Elisabeth Wohlzogen-Bukovics, starb am 17.1.1983 im 63. Lebensjahr. Wenn sie familiäre Aufgaben nicht abhielten, war sie regelmässige Teilnehmerin der ROeS-Seminare. Beim Seminar 1973 in Wien trug sie durch die Uebernahme eines Grossteils der organisatorischen Aufgaben wesentlich zu einem erfolgreichen Ablauf bei.

Elisabeth Wohlzogen-Bukovics wurde am 17.3.1920 in Wien geboren, absolvierte nach der Grundschule das Realgymnasium in der Rahlgasse, an dem sie 1938 mit Auszeichnung maturierte. Danach inskribierte sie an der philosophischen Fakultät der Universität Wien, Fachrichtung Chemie. Schon während des Studiums übernahm sie Lehraufgaben in der Ausbildung des medizinisch-technischen Personals. Von 1950 bis 1961 arbeitete sie als Chemikerin am Physiologischen Institut der Universität Wien.

Sie interessierte sich frühzeitig auch für statistische Probleme und kolloquierte in dieser Zeit über einige statistische Lehrveranstaltungen bei den Professoren Sagoroff und Schmetterer. Zusammen mit Prof. Wohlzogen publizierte sie einige wichtige Arbeiten über sequentielle Auswertungen von biologischen Alles-oder-Nichtsreaktionen, z.B.

Sequential Sampling in Biological Assay,
Nature, 172, 1058 (1953).

Biologische Auswertung unter Verwendung von Sequentialtestverfahren, Z. Biol., 106, 436-459 (1954).

Sequentielle Parameterschätzung bei biologischen Alles-oder-Nichtsreaktionen, Biom. Z., 8, 84-120 (1966).

Elisabeth Wohlzogen-Bukovics ist trotz schwerer Schicksalsschläge, wie der frühe Tod ihres Sohnes Wilfried und das überraschende Ableben ihres jüngeren Bruders, Univ. Prof. Dr. E. Bukovics, und trotz ihres eigenen schweren Leidens stets ein herzwarmer Mensch geblieben. Liebe und Hoffnung waren bestimmend für ihre grosse Lebenskraft. Herr Prof. Wohlzogen hat eine liebe Gefährtin, wir eine gute Freundin und die ROeS ein wertvolles Mitglied verloren.

Peter Bauer
Viktor Scheiber

MITGLIEDERVERSAMMLUNG ROeS

Donnerstag, 29.9.1983, 16.00 Uhr

Ort: Zentrum für Lehre und Forschung, Kantonsspital Basel

Anwesend: 36 Mitglieder

Traktanden:

1. Ergänzung und Genehmigung der Tagesordnung
2. Genehmigung des Protokolls der letzten Mitgliederversammlung
3. Jahresbericht des Präsidenten (1981/83)
4. Bericht der Schatzmeisterin (1981/83)
5. Bericht der Rechnungsrevisoren
6. Bericht der Präsidenten der BBS und WBS
7. Entlastung des Vorstandes
8. Wahlen
9. Seminar 1985 (Ort und Zeit, Themen)
10. Varia

PROTOKOLL

Zur Mitgliederversammlung wurde obenstehende Traktandenliste angeschlagen. Das Protokoll dient als Ergänzung.

Zu Beginn gedachten die Anwesenden der in diesem Jahr verstorbenen Frau Prof. Elisabeth Wohlzogen.


Anschliessend dankten die Mitglieder den Herren Ferner und Flühler für die hervorragende Organisation des Seminars in Basel.

zu 2: Protokoll: Das Protokoll der Mitgliederversammlung in Bad Ischl wurde im Dezember 1981 in den ROeS-Nachrichten No.12 gedruckt und erging an alle Mitglieder.
Genehmigung des Protokolls ohne Einwände.

zu 3: Herr Ferner übermittelt Grüsse von Herrn Schwarzenbach, der heuer am Seminar nicht teilnehmen konnte.
Als Ergebnis einer Umfrage werden Frau Havelec sowie die Herren Maurer, Puchwein und Eggenberger als Kandidaten der ROeS für die künftigen Wahlen der Council-members vorgeschlagen.

- zu 4: Zweijahresrechnung: Diese wurde von Frl. Schneeberger im Februar 1983 in den ROeS-Nachrichten No.15 für alle Mitglieder zur Einsichtnahme publiziert.
- zu 5: Berichte der Rechnungsprüfer: Keine Einwände gegen die Abrechnung. Dank an Frl. Schneeberger.
- zu 6: BBS und WBS: Herr Christeller und Herr Bauer (in Vertretung von Herrn Ehrendorfer) berichten über die von den Sektionen organisierten Vortragsveranstaltungen in Basel und Wien.
- zu 7: Die Entlastung des Vorstandes erfolgt einstimmig.
- zu 8: Wahlen: Als nächster Präsident wird Herr Scheiber vorgeschlagen und einstimmig gewählt. Herr Scheiber nimmt die Wahl an und dankt für das entgegengebrachte Vertrauen. Frau Havelec scheidet aus ihrer Funktion als Sekretär aus, als nächster Sekretär wird Herr Puchwein vorgeschlagen und ohne Gegenstimme gewählt. Frl. Schneeberger ist bereit, weiterhin Schatzmeisterin zu bleiben, der Antrag auf Wiederwahl wird einstimmig angenommen. Die Herren Berchtold und Hackl stellen sich als Rechnungsprüfer weiter zur Verfügung, der Antrag wird bei zwei Stimmenthaltungen angenommen.
- zu 9: Seminar 1985: Als nächster Tagungsort wird Graz vorgeschlagen. Herr Gölls stellt diese Stadt kurz vor, darauf wird der Vorschlag einstimmig akzeptiert.
- Voraussichtliches Datum: 23. - 27. September 1985.
- Themenvorschläge: Bayes'sche Verfahren
Epidemiologie
Randomisierungsmethoden und -techniken
Adaptive Schätzer in der Biologie
Heterogene Stichproben
- Die endgültige Auswahl erfolgt bei der nächsten Vorstandssitzung und Beiratssitzung. Für freie Vorträge soll wieder zumindest ein Tag reserviert bleiben.

Schluss der Mitgliederversammlung: 16.45 Uhr


Wien, 14.11.1983

Neue Mitglieder

- Dittrich, Regina, Frau Dr.phil., Psychiatrische Universitätsklinik, Psychologische Forschungsstation 04C Nord, Gentzgasse 19/21, A - 1180 Wien.
- Fields of Application: Biology, Medicine, Public Health, Psychology.*
Methodological Techniques: General, Sampling, Design of experiments, Tests.
Activities: Research, Teaching.
- Eichenberger, Philippe, Dr.ès sciences, Office fédéral de la statistique, Hallwylstr. 15, CH - 3003 Berne.
- Fields of Application: Demography, Medicine, Public Health, Sociology.*
Methodological Techniques: Sampling, Research in statistical methods, Statistical data processing.
Activities: Research, Professional Consulting.
- Graf, Hanspeter, Dr., Sihlweidstr. 20, CH - 8041 Zürich.
- Fields of Application: Biology, Chemistry, Medicine, Public Health.*
Methodological Techniques: General, Design of experiments, Statistical data processing.
Activities: Research, Professional Consulting, Operational Activity.
- Grenacher, Edgar, Dr., Vorderberggrain 32, CH - Oberwil.
- Fields of Application: Biology, Chemistry, Medicine, Public Health.*
Methodological Techniques: General, Design of experiments, Tests.
Activities: Research.
- Gwehenberger, Gernot, Dr., Oberer Brühlweg 20B, CH - 4142 Dornach.
- Fields of Application: Biology, Genetics, Medicine, Public Health.*
Methodological Techniques: Design of experiments, Forecasting, Quality Control, Statistical data processing.
Activities: Research, Administration, Management.
- Haas, Josef, Dipl.Ing., Kastellfeldgasse 7, A - 8010 Graz.
- Fields of Application: Medicine, Public Health.*
Methodological Techniques: Design of experiments, Tests, Research in statistical methods, Statistical data processing.
Activities: Research, Professional Consulting.
- Hatzinger, Reinhold, Dr., Psychiatrische Universitätsklinik, Psychologische Forschungsstation 04C Nord, Gentzgasse 19/21, A - 1180 Wien.
- Fields of Application: Biology, Medicine, Public Health, Psychology.*
Methodological Techniques: Design of experiments, Tests, Research in statistical methods, Statistical data processing.
Activities: Research, Professional Consulting.

- Marazzi, Alfio, Dr. math., Institut Universitaire de Médecine sociale et préventive, Dept. Statistique et Informatique, César Roux 29, CH - 1004 Lausanne.
Fields of Application: Medicine, Public Health.
Methodological Techniques: Research in statistical methods, Theory, Statistical data processing.
Activities: Research, Professional Consulting, Teaching.
- Pfeiffer, Karl Peter, Dipl. Ing. Dr. tech., Physiologisches Institut, Karl-Franzens Universität, Harrachgasse 21/5, A - 8010 Graz.
Fields of Application: Biology, Medicine, Public Health.
Methodological Techniques: General, Tests, Statistical data processing.
Activities: Research, Teaching.
- Pieri-Re, Margherita, Frau Dr., Burgstrasse 58, CH - 4125 Riehen.
Fields of Application: Medicine, Public Health.
Methodological Techniques: Design of experiments, Quality Control, Statistical data processing.
Activities: Research, Administration, Management, Operational Activity.
- Schüpbach, Michel, lic.phil.nat., Jucher 64, CH - 3036 Detligen.
Fields of Application: Biology, Economics, Others.
Methodological Techniques: General, Research in statistical methods, Theory.
Activities: Research, Professional Consulting, Others.
- Solanki, K.U., Dr., Webermühle 22/237, CH - 5432 Neuenhof.
Fields of Application: Medicine, Public Health.
Methodological Techniques: Tests, Quality Control, Statistical data processing.
Activities: Research, Operational Activity, Teaching.
- Stadlober, Ernst, Dipl.Ing.Dr., Institut für Statistik, TU Graz, Hamerlinggasse 61 VI, A - 8010 Graz.
Fields of Application: Engineering, Medicine, Public Health.
Methodological Techniques: Sampling, Operations research, Others.
Activities: Research, Teaching.
- Ulrichs, Hans-Christian, Dr.med., CIBA-GEIGY, K 490.2.51, CH - 4002 Basel.
Fields of Application: Demography, Engineering.
Methodological Techniques: Tests, Statistical data processing.
Activities: Administration, Management, Operational Activity.
- Walter, E. Prof. Dr., (Associate member, Mitglied der Deutschen Region), Stefan-Meier-Str. 26, D - 78 Freiburg i.Br.
- Wottawa, Alfred, Dr., Oesterreichisches Forschungszentrum, Seibersdorf GmbH, A - 2444 Seibersdorf.
Fields of Application: Biology, Chemistry, Genetics, Medicine, Public Health.

Methodological Techniques: Sampling, Design of experiments, Tests, Quality Control, Statistical data processing.
Activities: Research, Professional Consulting.

- Zaugg, Kathrin, Frau M.A., Matthäusstrasse 10, CH - 4057 Basel.
Fields of Application: Medicine, Public Health.
Methodological Techniques: Statistical data processing.
Activities: Research.

Adressänderungen

- Bailey, N.T.J., Dr.: 79 chemin de Planta, CH - 1223 Cologny.
- Berchtold, W., Dr.: Museumstrasse 30, CH - 5200 Brugg.
- Binder, Kurt, Dr.: Lichtenfelsgasse 1, A - 1010 Wien.
- Flury, Bernhard: Dept. of Statistics, Purdue University, West Lafayette, IN 47907, U.S.A.
- Mandallaz, Daniel: Institut für Wald- und Holzforschung, ETH-Zentrum, CH - 8092 Zürich.
- Nirnberger, Günther, Dr.: Wienergasse 95, A - 2380 Perchtoldsdorf.
- Renner, Wilfried, Dr.: Leharstrasse 12, A - 4020 Linz.
- Romer, B., Prof. Dr.: Schützenmattstrasse 54, CH - 4051 Basel.
- Schenker, J., Dipl.math.: Hermann-Albrechtstr. 6, CH - 4058 Basel.
- Schiffer, B., Dr.: Im Lee 24, CH - 4144 Arlesheim.
- Schnieper, R., Dr.: Ausserdorfstrasse 19A, CH - 8400 Winterthur.
- Streit, F., Prof. Dr.: Section de Mathématiques, 2-4 rue du Lièvre, Case postale 240, CH - 1211 Genève 24.
- Wall, Michael, Dr.: St.Albanrheinweg 190, CH - 4052 Basel.
- Weber, Karl: Langenegg, CH - 9063 Stein.

Literaturdienst

- Bauer, P., K. Binder, I. Husinski, W. Kleinert, W. Künzel, V. Scheiber, C.W. Ueberhuber, G. Westphal and F.X. Wohlzogen : Models for irreversible processes, based on cross-sectional data. *Biom. J.* 24, 399-411, 1982.
- Bauer, P. and P. Hackl : A Parabolic Mask for Continuous Sampling Inspection. *Zeitschrift für Operations Research*, 26, B47-B54, 1982.
- Eggenberger, E. und K. Zerobin : Graphische Darstellungen multivariater Daten von Spermabefunden. *Zuchthyg.*, 18, 27-36, 1983.
- Hitzenberger, G., A. Korn, M. Dorcsi, P. Bauer und F.X. Wohlzogen : Kontrollierte randomisierte doppelblinde Studie zum Vergleich einer Behandlung von Patienten mit essentieller Hypertonie mit homöopathischen und pharmakologisch wirksamen Mdeikamenten. *Wiener klinische Wochenschrift*, 94, Heft 24, 665-670, 1982.
- Solms, J., F. Escher und H.R. Roth : A Paired Comparisons Test Procedure for the Sensory Evaluation of Strength of Flavor and Ease of Draw of Cigarettes. *Lebensm.-Wiss. u. -Technol.*, 16, 185-189, 1983.

Buchbesprechung

Flury, B. und H. Riedwyl: Angewandte multivariate Statistik.
Computergestützte Analyse mehrdimensionaler
Daten. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New
York, 1983, 187 Seiten. Kartoniert, DM 39.-.

Das Buch entwickelt, anhand eines Zahlenbeispiels von Messwerten der Noten-Länge und -Breite etc. von echten und falschen Banknoten, die wichtigsten Begriffe und Methoden der multivariaten Statistik.

Dabei wird auf didaktisch geschickte Weise vom vertrauten Gedankengut der univariaten Statistik ausgegangen, speziell von der Regressionsrechnung, die ja von H. Riedwyl in einer anderen Publikation (Regressionsgerade und Verwandtes, UTB-Haupt, 1980) schon dargestellt worden ist.

Das Buch lebt von einer deskriptiven Grundhaltung, Verteilungsannahmen und assoziierte Tests werden nur zurückhaltend eingesetzt - ein dem angewandten Statistiker sicher willkommenes Vorgehen. Die Darstellung der einzelnen Ideen ist didaktisch raffiniert. Neue Ideen werden grundsätzlich graphisch dargeboten, und es werden oft ungewohnte, aber dem Laien leicht einsichtige Herleitungen gebraucht, die sich immer optimal auf das aus der univariaten Statistik Bekannte stützen.

Der Aufbau des Hauptteiles des Textes wird durch kleingedruckte Diskussionen am Ende jedes Kapitels ergänzt, ein Format das es auch erlaubt, auf Fragen und Probleme nicht rein mathematischer Natur einzugehen; Fragen und Probleme, deren Beantwortung jedoch oft über eine kreative und gute bzw. falsche Anwendung einer Methode entscheidet.

Auf einer dritten Ebene wird durch einen mathematischen Anhang sowie kapitelweise Literaturangaben leicht ein weiteres Selbststudium ermöglicht.

Die Kapitel über Gesichterdarstellungen, Identifikationsanalyse, und Vergleich von Kovarianz-Matrizen, sowie Teile des Kapitels über Diskriminanzanalyse (Variablenselektion) sucht man in anderen Lehrbüchern der multivariaten Analyse vergebens. Dagegen fehlen hier, zum Teil sicher als Folge der deskriptiven Grundhaltung des Buches, auch einige der üblichen Methoden, wie Mittelwert-Vergleiche zwischen zwei Gruppen, und multivariate Varianz-Analyse. Von der Anwendung her kann dies nicht als gravierend eingestuft werden.

Etwas mehr hat diesen Rezensenten das Gewicht gestört, das den bekannterweise gefährlichen (d.h. oft irreführenden) schrittweisen Verfahren in der Regression und Variablenreduktion bei der Diskriminanzanalyse gegeben wird: es ist heute möglich, ohne unmässigen Rechenaufwand die k "besten" (nach dem gewählten Kriterium) Regressionen zu rechnen, und unter diesen dann eine passende auszuwählen.

Das Buch schliesst mit einem Kapitel über den (deskriptiven) Vergleich von Kovarianz-Matrizen. Die Anlage dieses Kapitels erlaubt es noch einmal, die zentralen Ideen der Linearkombination und Hauptkomponentenanalyse Revue passieren zu lassen. Ein gelungener Abschluss!

Wir geben nachstehend noch eine kurze Inhaltsübersicht:

<u>Kapitel</u>	<u>Inhalt</u>
1	Das Zahlenmaterial (Banknotenbeispiel).
2	Deskriptive univariate Statistik.
3	Punktediagramm und Korrelationskoeffizient.
4	Gesichterdarstellung.
5	Mehrfache lineare Regression, Modellvergleiche und Tests, Variablenselektion.
6	Linearkombinationen.
7	Diskriminanzanalyse zweier Gruppe (über die multiple lineare Regression), Klassifikation von Beobachtungen.
8	Identifikationsanalyse (über die Diskriminanzanalyse), Mahalanobis-Distanz, Ausreisser.
9	Hauptkomponentenanalyse, Beziehung zur Mahalanobis-Distanz.
10	Faktorenanalyse, vollständige und reduzierte Faktorenlösungen, Kommunalitäten, orthogonale Rotationen.
11	Vergleich zweier Kovarianzmatrizen, Beziehungen zur Hauptkomponentenanalyse und Mahalanobis-Distanz.
12	Übungsaufgaben.
13	Mathematischer Anhang (Matrizenkalkül, Definitionen).

Das Buch hat auf den Rezensenten und andere Leser einen sehr positiven Eindruck gemacht. Man wünscht dieser Art von Statistikbüchern, die dem Anwender die brauchbaren Methoden auf didaktisch geschickte Art nahebringen, eine grosse Verbreitung.

Ch.E. Minder

BIOMETRISCHE HAUSAPOTHEKE

Plauderei über den Variationskoeffizienten

Ch.E. Minder

Er ist ein bisschen in Ungnade gefallen in der neueren Statistik-Literatur, der Variationskoeffizient. Trotzdem, für den angewandten Statistiker ist er ein wertvolles Werkzeug, das oft rasch in die richtige Richtung weist, z.B. bei der Beurteilung eines Versuchsplans, wo die Grösse des zu erwartenden Effekts in Relation zum Variationskoeffizienten der Messwerte Aufschluss über die Stichprobengrösse gibt (Cochran and Cox, 1957, S.18 ff). Eine andere Anwendung findet sich bei der Transformation von Daten, wo z.B. der Variationskoeffizient angenähert die Standardabweichung nach einer logarithmischen Transformation gibt, und wo in anderen Fällen genäherte Konfidenzintervalle für den Mittelwert transformierter Daten mittels des Variationskoeffizienten ohne vorherige Transformation der Daten berechnet werden können. Darum mag es von Nutzen sein, einige der bekannteren und weniger bekannten Eigenschaften des Variationskoeffizienten zusammenzustellen.

Wir bezeichnen im folgenden mit A, B Messgrössen, die zufälligen Fehlern unterworfen sind, und mit C, D abgeleitete Grössen; E(A), V(A), VK(A) bezeichnen den Erwartungswert, die Varianz, sowie den Variationskoeffizienten (VK) von A, währenddem a, b, c reelle Zahlen (Konstanten) bezeichnen. Die Quadrate $[E(A)]^2$, $VK(A)^2$ bezeichnen wir der Einfachheit halber mit $E^2(A)$ und $VK^2(A)$.

Schätzer bekommen das $\hat{\cdot}$. In der Folge werden einige approximative Relationen beschrieben: das Gleichheitszeichen ist in diesen durch das Zeichen $\hat{=}$ ersetzt, und die Näherung ist gut, wenn $VK(A) < 0.1$ ist, sofern nichts weiteres vermerkt ist. In allen Fällen, wo ein Gleichheitszeichen steht, ist die Relation exakt.

Die Definition des Variationskoeffizienten ist

$$VK(A) = \frac{\text{Standardabweichung von A}}{\text{Erwartungswert von A}} = \frac{\sqrt{V(A)}}{E(A)}$$

Oft ist es möglich, diese Definition in der Form

$$VK^2(A) = \frac{V(A)}{E^2(A)}$$

zu benutzen. Diese Definition des Variationskoeffizienten zeigt, dass es sich dabei um den Kehrwert der den Ingenieuren geläufigen "signal-to-noise ratio", dem Verhältnis von Signal E(A) zur durchschnittlichen Verunreinigung $\sqrt{V(A)}$, handelt.

1. $VK(bA) = VK(A)$: der VK bleibt unverändert, wenn A mit einer beliebigen Konstanten multipliziert (durch eine beliebige Konstante dividiert) wird. Insbesondere ist VK unverändert bei Skalenänderungen der Messgrösse A.
2. Eine Anwendung von 1 ergibt den Variationskoeffizienten eines Durchschnittes von n Messwerten A als

$$VK^2(\bar{A}) = \frac{VK^2(A)}{n}$$

3. $V(\log A) \hat{=} VK^2(A)$: der Variationskoeffizient von A gibt ungefähr die Standardabweichung des Logarithmus von A. Wenn also z.B. die Varianz von A in verschiedenen Gruppen von experimentellen Einheiten wechselt, der Variationskoeffizient aber ungefähr konstant bleibt, so bringt eine logarithmische Transformation die im allgemeinen gewünschte konstante Varianz.
4. $E(\log A) \hat{=} \log E(A) - \frac{1}{2}VK^2(A)$. Mit 3 und 4 können wir leicht ein angenähertes Konfidenz-Intervall für log E(A) herleiten:

$$(a) \quad \log \bar{A} + \frac{1}{2}VK^2(\bar{A}) \pm Z_{\alpha} \hat{VK}(\bar{A})$$

Durch Exponentiation ergibt sich ein genähertes Konfidenz-Intervall für E(A), das besser ist als das übliche Intervall, sofern log A ungefähr eine Gauss-Verteilung hat, nicht aber A:

$$(b) \quad \bar{A} e^{\hat{VK}(\bar{A}) \left(\frac{1}{2} \hat{VK}(\bar{A}) \pm Z_{\alpha} \right)}$$

Eine Prüfung durch die Wahrscheinlichkeitsgraphik erlaubt oft

eine leichte Entscheidung zwischen $\bar{A} \pm z_{\alpha} \sqrt{\hat{V}(A)/n}$ und (b).
Um auf dieselbe Weise Konfidenz-Intervalle für $E(e^A)$ herzuleiten, brauchen wir die folgenden Relationen

$$E(e^A) \doteq e^{E(A)} \left(1 + \frac{V(A)}{2}\right)$$

$$V(e^A) \doteq e^{2E(A)} V(A)$$

5. Daraus ergibt sich als erstes der Variations-Koeffizient von e^A

$$VK(e^A) \doteq \frac{V(A)}{\left(1 + \frac{V(A)}{2}\right)^2}.$$

5 ist eine Art Umkehrung von 3, zu etwas grösserer Genauigkeit. Das genäherte Konfidenz-Intervall für $E(e^A)$ ergibt sich als

$$(c) \quad \bar{A} \left(\frac{2 + \hat{V}(A)}{2 + \hat{V}(\bar{A})} \right) \left(1 \pm z_{\alpha} \sqrt{\hat{V}(\bar{A})} \right)$$

eine Formel, die wir zur Abrundung geben, obschon sie nichts mit dem Variations-Koeffizienten zu tun hat.

6. Ebenso können wir uns der reziproken Transformation zuwenden. Leicht ergibt sich für

$$E(A^{-1}) \doteq \frac{1 + VK^2(A)}{E(A)} \text{ und für } V(A^{-1}) \doteq \frac{VK^2(A) (1 + VK^2(A))}{E^2(A)},$$

genäherte Korrekturen können also mittels des VK berechnet werden.

7. Der Variationskoeffizient von A^{-1} ergibt sich aus obigem genähert als

$$VK^2(A^{-1}) \doteq \frac{VK^2(A)}{1 + VK^2(A)}.$$

Damit können wir natürlich wiederum Konfidenz-Intervalle für $E(A^{-1})$ finden. Zum Beispiel ergibt sich:

$$(d) \quad 1/\bar{A} \left(\frac{1 + \hat{VK}^2(A)}{1 + \hat{VK}^2(\bar{A})} \right) \left(1 \pm z_{\alpha} \hat{VK}(\bar{A}) \sqrt{1 + \hat{VK}^2(\bar{A})} \right).$$

8. Für das Produkt zweier unabhängiger Messwerte mit zufälligen Fehlern ergibt sich die interessante Relation (Goodman, 1960)

$$VK^2(AB) = VK^2(A) + VK^2(B) + VK^2(A)VK^2(B).$$

Für kleine $VK(A)$, $VK(B)$, bleibt $VK^2(AB) \doteq VK^2(A) + VK^2(B)$, was aus Relation 3 folgen würde. Die obige Relation ergibt mehr, weil sie exakt ist und für einen Fall den Fehler angibt, der bei Benutzung von 3 gemacht wird: den Ausdruck $VK^2(A)VK^2(B)$.

9. Für unabhängige Messungen A, B kann aus (a) und 8 ein genähertes Konfidenzintervall für das Produkt hergeleitet werden, wenn $\log A$, $\log B$ ungefähr gaussverteilt sind:

$$(e) \quad \bar{A} \bar{B} e^{\frac{1}{2} \hat{VK}^2(\bar{A} \bar{B}) \pm z_{\alpha} \hat{VK}(\bar{A} \bar{B})}$$

$$\text{mit } \hat{VK}^2(\bar{A} \bar{B}) = \frac{\hat{VK}^2(A)}{n} + \frac{\hat{VK}^2(B)}{m} + \frac{\hat{VK}^2(A)\hat{VK}^2(B)}{nm}$$

und n, m = Anzahl Messungen von A, B respektive.

10. Als letztes sei noch eine Bemerkung vom Anfang wieder aufgenommen. Die Formeln (a) bis (e) erlauben die Berechnung von genäherten Konfidenz-Intervallen schnell und ohne Berechnung individueller transformierter Werte - sie sind also besonders nützlich für eine rasche Abschätzung der Transformations-Effekte. Die Annahme ist dabei, dass $\log A$, e^A etc. ungefähr normalverteilt sind. Eine Anwendung findet sich in der dritten Literaturangabe.

Damit möchten wir die heutige Plauderei enden, nicht ohne den geneigten Leser aufzufordern, einige der Herleitungen nachzuvollziehen: geeignet sind besonders 1, 3 und 6, (Taylor-Entwicklungen von $\log A$, A^{-1}), sowie a, b, d und e. Auf der Basis von 3 und 4 lässt sich auch leicht ein Konfidenz-Intervall für $E(\log A)$ finden.

Literaturhinweise (unvollständig):

- Cochran and Cox (1957). Experimental Design, Wiley, New York.
Goodman L.A. (1960). On the exact variance of products. Journal of the American Statistical Association, 55, 708-713.
Minder, Ch.E. (1977). A Note on an Indirect Method for Estimating the Number of Small Particles in a Blood Sample. Biometrics, 36, 313-316.

Der Autor dankt Herrn PD Dr. W. Berchtold für seine konstruktiven Hinweise und wäre natürlich erfreut, von den Lesern einige neue Anwendungen des Variationskoeffizienten zu erfahren!

ZUM NACHDENKEN

Wissenschaftliche Publikationen in Fachzeitschriften sind wie Nippsachen in einer Glasvitrine: Sie liegen herum, sie füllen den Schrank und sind im Alltag für nichts zu gebrauchen. Dass sie schön sind und manchmal sogar glitzern bleibe in diesem Zusammenhang unbestritten.

Wer auf den Mount Everest steigt, wird feststellen, dass mit zunehmender Höhe die Luft dünner wird und dass mit jedem Schritt die Entfernung von den wohnlichen Stätten der menschlichen Gemeinschaft grösser wird. Diese Erfahrung der Bergsteiger gilt in übertragenem Sinne auch für den Wissenschaftler.

Forscher schwärmen für kristallklare Formulierungen in der gelehrten Ausdrucksweise ihres Faches. Vielleicht haben sie die alte Erfahrung aus der Kindheit vergessen, dass Schnee- und Eiskristalle auf der Hand zu kalten Fingern führen ?
