

# Zur statistischen Auswertung von Ringversuchen

MICHAELA NETZER und FRANZ BANDION

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH  
Landwirtschaftliche Untersuchungen und Forschung Wien  
Institut für Nahrungsmittel  
A-1226 Wien, Spargelfeldstraße 191  
E-mail: Michaela.Netzer@ages.at

*In der vorliegenden Arbeit wird ein mit allgemein zugänglichen EDV-Systemkonfigurationen auszuführendes und bezüglich der Rechenoperationen vollständig nachvollziehbares Verfahren zur statistischen Auswertung von Ringversuchen beschrieben. Bei der Entwicklung dieser Methodik wurde auch besonderer Wert auf die Benutzerfreundlichkeit und die Anwendungssicherheit gelegt.*

**Schlagwörter:** Ringversuche, Planung, Methodik, Auswertung

*On the statistic evaluation of collaborative studies. This paper describes a procedure for the statistic evaluation of collaborative studies with generally available EDP system configurations, which is completely comprehensible concerning the arithmetic operations. Special importance was put on user friendliness and application security.*

**Key words:** Collaborative studies, planning, methods, evaluation

*L'évaluation statistique des essais coopératifs. Le présent article décrit une procédure d'évaluation statistique des essais coopératifs, qui peut être réalisée à l'aide des configurations courantes de systèmes informatiques et qui est facilement retraçable quant aux opérations de calcul. Lors du développement de cette méthode, l'accent a été mis sur la convivialité et la sécurité d'application.*

**Mots clés :** essais coopératifs, planification, méthode, évaluation

Bei der Planung und Durchführung von Ringversuchen ist zwangsläufig auch auf die jeweils vorgesehenen Verfahren zur Auswertung der Ergebnisse Rücksicht zu nehmen. Die in der einschlägigen Literatur aufscheinenden Verfahren sind bezüglich der statistischen Definitionen, Modellansätze und Tests häufig nicht deckungsgleich und auch sachlich nicht immer nachvollziehbar. Wegen der großen Datenmengen und der komplexen Rechenoperationen werden derartige Verfahren in der Regel EDV-unterstützt ausgeführt. Bei einer solchen und u.a. auf die Verminderung von Fehlern und Kosten abzielenden Strategie muss jedoch vielfach ein Verlust an Transparenz der tatsächlichen Rechenvorgänge hingenommen werden. Häufig wird zur Erleichterung der Rechenoperationen auch die praktische Ausführung der Ringversuche durch starre Vorgaben (z.B. bezüglich der Zahl der auszuführenden Tests, der Wiederholungen und der teilnehmenden Laboratorien) behindert. Solche Probleme sind auch bei kommerziell angebotenen Auswerteprogrammen zu registrieren, wo dem Anwender keineswegs selten trotz der beige-

ten Hilfen und Handbücher eine ausreichende und unmissverständliche Information bezüglich des konkreten Rechenvorganges und der programmgerechten Abwicklung des Ringversuches nicht zur Verfügung gestellt wird. Solche Ringversuchsauswertungen müssen daher als nicht nachvollziehbar bzw. als für prüftechnische Zwecke ungeeignet und zu wenig aussagekräftig beurteilt werden. Diese Mängel begründen bisweilen mit erheblichem Aufwand erstellte Veröffentlichungen von grob unrichtigen Ringversuchsergebnissen, was naturgemäß mit entsprechenden Unsicherheiten und Schäden verbunden ist. In der vorliegenden Arbeit wurde daher ein Verfahren entwickelt, das einerseits mit allgemein zugänglichen EDV-Systemkonfigurationen auszuführen ist, und andererseits eine vollständige Nachvollziehbarkeit der jeweiligen Rechenoperationen einschließlic einer allfälligen „händischen“ (d.h. nicht EDV-unterstützten) Überprüfung ermöglicht. Als wesentliche Grundlage für diese Arbeiten wurde die in der „Amtlichen Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG“ aufscheinende Berech-

nungsweise gewählt (BgVV, 2002). Von einer Wiedergabe des nicht zuletzt wegen der detaillierten Darstellung bevorzugten Auswerteverfahrens wird aus urheberrechtlichen Gründen Abstand genommen, weshalb diesbezüglich auf die zitierte Veröffentlichung (BgVV, 2002) zu verweisen ist.

## Material und Methoden

EDV-Konfiguration mit Betriebssystem Microsoft Windows NT, Version 4.0 und Tabellenkalkulation Microsoft Excel 97 SR-1 oder jünger.

## Ergebnisse und Diskussion

Die zur Ringversuch-Auswertung erforderlichen Rechenoperationen werden gemäß Tabelle 1 und der diesbezüglichen Legende programmiert. (Die unterschiedlichen Spaltendimensionierungen sind im Wesentlichen durch die notwendige Formatierung auf "optimale Spaltenbreite" bedingt und werden im Layout bei der späteren praktischen Anwendung nicht mehr benötigt - siehe dazu auch Tabellen 2, 3 und 4).

Legende:

Index i	Nummer des Labors
p (i = 1,2,..., p)	Anzahl der am Ringversuch beteiligten Laboratorien
A <sub>1</sub> - A <sub>8</sub>	Ergebnis der Einzelbestimmungen
n <sub>i</sub>	Anzahl der Messwerte im i-ten Labor
s <sub>i</sub>	Standardabweichung im i-ten Labor
MW <sub>i</sub>	arithmetisches Mittel im i-ten Labor
MW <sub>G</sub>	Gesamtmittelwert aller Laboratorien
N	Gesamtzahl der von allen p-Laboratorien gelieferten Messergebnisse
s <sub>r</sub>	Wiederholstandardabweichung
s <sub>R</sub>	Vergleichstandardabweichung
r <sub>95%</sub>	Wiederholgrenze
R <sub>95%</sub>	Vergleichgrenze
RSD <sub>r</sub>	Wiederhol-Variationskoeffizient
RSD <sub>R</sub>	Vergleich-Variationskoeffizient
Min	Minimalwert der von allen p-Laboratorien gelieferten Messergebnisse
Max	Maximalwert der von allen p-Laboratorien gelieferten Messergebnisse
Median	Zentralwert der von allen p-Laboratorien gelieferten Messergebnisse
$\bar{n}$	Variable
s <sub>L</sub> <sup>2</sup>	Varianz zwischen den Laboratorien

Die richtige Vorgangsweise und die Funktionsfähigkeit dieser Programmierung lässt sich durch die Eingabe der Ergebnisse von Einzelbestimmungen gemäß dem einschlägigen Berechnungsbeispiel (BgVV, 2002) vergleichsweise einfach überprüfen. Dazu muss jedoch auf Grund einer in der zitierten Darstellung (BgVV, 2002) offensichtlich unrichtigen Angabe für das Labor 9 der Messwert Nr. 5 von „54,77“ auf „57,77“ korrigiert werden.

Für den Fall, dass die selbst ausgeführte Programmierung im Vergleich zu dem in Tabelle 2 dargestellten Berechnungsbeispiel ein deckungsgleiches Erscheinungsbild liefert, kann eine diesbezügliche Eignung des Verfahrens festgestellt werden.

Die einschlägige Tauglichkeit lässt sich auch anhand eines weiteren und in Tabelle 3 ersichtlichen Berechnungsbeispiels überprüfen. Dazu muss jedoch die von GOTTWALD (2000) unter 10-3 angegebene Gleichung von

$$s_R = \sqrt{\frac{1}{w} \cdot \left( \frac{\sum [N_j \cdot (\bar{x}_j - \bar{x}_G)^2]}{k-1} \right) + \frac{w-1}{w} \cdot \left( \frac{\sum [(N_j - 1) \cdot s_j^2]}{N-k} \right)}$$

auf

$$s_R = \sqrt{\frac{1}{w} \cdot \left( \frac{\sum [N_j \cdot (\bar{x}_j - \bar{x}_G)^2]}{k-1} \right) + \frac{w-1}{w} \cdot \left( \frac{\sum [(N_j - 1) \cdot s_j^2]}{N-k} \right)}$$

korrigiert werden.

Eine weitere Überprüfungsmöglichkeit ist durch Nachvollzug des vom O.I.V. publizierten (O.I.V., 2003) und in Tabelle 4 ersichtlichen Berechnungsbeispiels gegeben. Dazu muss jedoch auf Grund einer in der zitierten Darstellung (O.I.V., 2003) offensichtlich unrichtigen Angabe für das Labor 9 der Messwert Nr. 1 von „558“ auf „550“ korrigiert werden.

Die in den Tabellen 2, 3 und 4 aufscheinenden Berechnungsbeispiele wurden auch „händisch“ (d.h. ohne EDV-Unterstützung) auf ihre Richtigkeit hin überprüft.

Das vorgestellte Programm ist für die Teilnahme von maximal 50 Laboratorien sowie für die Bestimmung von jeweils bis zu acht Einzelwerten flexibel ausgelegt und lässt die bei Ringversuchen regelmäßig auftretenden Probleme (z.B. Ausfall bzw. Eliminierung von Laboratorien, Entfernung von Einzelwerten als Ausreißer und u.U. damit verbundene Erweiterungen der Anzahl von Einzelbestimmungen) in vergleichsweise komfor-

Tabelle 1:  
 Programmierung mit Microsoft Excel zur Ringversuch Auswertung nach Aml. Sammlung § 35 LMBG (BgVV, 2002)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<b>RINGVERSUCH</b>								
2	<b>PROBE:</b>								
3									
4									
5	Labor	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
6	1								
7	2								
8	3								
9	4								
10	5								
11	6								
12	7								
13	8								
14	9								
15	10								
16	11								
17	12								
18	13								
19	14								
20	15								
21	16								
22	17								
23	18								
24	19								
25	20								
26	21								
27	22								
28	23								
29	24								
30	25								
31									
32									
33	=A69					=WURZEL(B74*O65)		r <sub>95%</sub> =	=G33*2,8
34	=E69					=WURZEL(B80+B81)		R <sub>95%</sub> =	=G34*2,8

Tabelle 1 (Fortsetzung):  
 Programmierung mit Microsoft Excel zur Ringversuch Auswertung nach Amdt. Sammlung § 35 LMBG (BgVV, 2002)

	J	K	L	M	N	O	P	Q	Datum
1	$n_i$	$n_i^2$	$(n_i - 1)$	$s_i$	$s_i^2$	$(n_i - 1)s_i^2$	$MW_i$	$n_i(MW_i - MW_G)^2$	
6	=ANZAHL(B6:I6)	=J6*J6	=J6-1	=STABW(B6:I6)	=M6*M6	=L6*N6	=MITTELWERT(B6:I6)	=J6*(P6-\$E\$70)*(P6-\$E\$70)	
7	=ANZAHL(B7:I7)	=J7*J7	=J7-1	=STABW(B7:I7)	=M7*M7	=L7*N7	=MITTELWERT(B7:I7)	=J7*(P7-\$E\$70)*(P7-\$E\$70)	
8	=ANZAHL(B8:I8)	=J8*J8	=J8-1	=STABW(B8:I8)	=M8*M8	=L8*N8	=MITTELWERT(B8:I8)	=J8*(P8-\$E\$70)*(P8-\$E\$70)	
9	=ANZAHL(B9:I9)	=J9*J9	=J9-1	=STABW(B9:I9)	=M9*M9	=L9*N9	=MITTELWERT(B9:I9)	=J9*(P9-\$E\$70)*(P9-\$E\$70)	
10	=ANZAHL(B10:I10)	=J10*J10	=J10-1	=STABW(B10:I10)	=M10*M10	=L10*N10	=MITTELWERT(B10:I10)	=J10*(P10-\$E\$70)*(P10-\$E\$70)	
11	=ANZAHL(B11:I11)	=J11*J11	=J11-1	=STABW(B11:I11)	=M11*M11	=L11*N11	=MITTELWERT(B11:I11)	=J11*(P11-\$E\$70)*(P11-\$E\$70)	
12	=ANZAHL(B12:I12)	=J12*J12	=J12-1	=STABW(B12:I12)	=M12*M12	=L12*N12	=MITTELWERT(B12:I12)	=J12*(P12-\$E\$70)*(P12-\$E\$70)	
13	=ANZAHL(B13:I13)	=J13*J13	=J13-1	=STABW(B13:I13)	=M13*M13	=L13*N13	=MITTELWERT(B13:I13)	=J13*(P13-\$E\$70)*(P13-\$E\$70)	
14	=ANZAHL(B14:I14)	=J14*J14	=J14-1	=STABW(B14:I14)	=M14*M14	=L14*N14	=MITTELWERT(B14:I14)	=J14*(P14-\$E\$70)*(P14-\$E\$70)	
15	=ANZAHL(B15:I15)	=J15*J15	=J15-1	=STABW(B15:I15)	=M15*M15	=L15*N15	=MITTELWERT(B15:I15)	=J15*(P15-\$E\$70)*(P15-\$E\$70)	
16	=ANZAHL(B16:I16)	=J16*J16	=J16-1	=STABW(B16:I16)	=M16*M16	=L16*N16	=MITTELWERT(B16:I16)	=J16*(P16-\$E\$70)*(P16-\$E\$70)	
17	=ANZAHL(B17:I17)	=J17*J17	=J17-1	=STABW(B17:I17)	=M17*M17	=L17*N17	=MITTELWERT(B17:I17)	=J17*(P17-\$E\$70)*(P17-\$E\$70)	
18	=ANZAHL(B18:I18)	=J18*J18	=J18-1	=STABW(B18:I18)	=M18*M18	=L18*N18	=MITTELWERT(B18:I18)	=J18*(P18-\$E\$70)*(P18-\$E\$70)	
19	=ANZAHL(B19:I19)	=J19*J19	=J19-1	=STABW(B19:I19)	=M19*M19	=L19*N19	=MITTELWERT(B19:I19)	=J19*(P19-\$E\$70)*(P19-\$E\$70)	
20	=ANZAHL(B20:I20)	=J20*J20	=J20-1	=STABW(B20:I20)	=M20*M20	=L20*N20	=MITTELWERT(B20:I20)	=J20*(P20-\$E\$70)*(P20-\$E\$70)	
21	=ANZAHL(B21:I21)	=J21*J21	=J21-1	=STABW(B21:I21)	=M21*M21	=L21*N21	=MITTELWERT(B21:I21)	=J21*(P21-\$E\$70)*(P21-\$E\$70)	
22	=ANZAHL(B22:I22)	=J22*J22	=J22-1	=STABW(B22:I22)	=M22*M22	=L22*N22	=MITTELWERT(B22:I22)	=J22*(P22-\$E\$70)*(P22-\$E\$70)	
23	=ANZAHL(B23:I23)	=J23*J23	=J23-1	=STABW(B23:I23)	=M23*M23	=L23*N23	=MITTELWERT(B23:I23)	=J23*(P23-\$E\$70)*(P23-\$E\$70)	
24	=ANZAHL(B24:I24)	=J24*J24	=J24-1	=STABW(B24:I24)	=M24*M24	=L24*N24	=MITTELWERT(B24:I24)	=J24*(P24-\$E\$70)*(P24-\$E\$70)	
25	=ANZAHL(B25:I25)	=J25*J25	=J25-1	=STABW(B25:I25)	=M25*M25	=L25*N25	=MITTELWERT(B25:I25)	=J25*(P25-\$E\$70)*(P25-\$E\$70)	
26	=ANZAHL(B26:I26)	=J26*J26	=J26-1	=STABW(B26:I26)	=M26*M26	=L26*N26	=MITTELWERT(B26:I26)	=J26*(P26-\$E\$70)*(P26-\$E\$70)	
27	=ANZAHL(B27:I27)	=J27*J27	=J27-1	=STABW(B27:I27)	=M27*M27	=L27*N27	=MITTELWERT(B27:I27)	=J27*(P27-\$E\$70)*(P27-\$E\$70)	
28	=ANZAHL(B28:I28)	=J28*J28	=J28-1	=STABW(B28:I28)	=M28*M28	=L28*N28	=MITTELWERT(B28:I28)	=J28*(P28-\$E\$70)*(P28-\$E\$70)	
29	=ANZAHL(B29:I29)	=J29*J29	=J29-1	=STABW(B29:I29)	=M29*M29	=L29*N29	=MITTELWERT(B29:I29)	=J29*(P29-\$E\$70)*(P29-\$E\$70)	
30	=ANZAHL(B30:I30)	=J30*J30	=J30-1	=STABW(B30:I30)	=M30*M30	=L30*N30	=MITTELWERT(B30:I30)	=J30*(P30-\$E\$70)*(P30-\$E\$70)	
31									
32									
33		$RSD_i$ (%) =	=G33*100/E70	$MW_G$ =	=E70		=MIN(B6:I30;B40:I64)		
34		$RSD_R$ (%) =	=G34*100/E70	Median =	=MEDIAN(B6:I30;B40:I64)		=MAX(B6:I30;B40:I64)		



Tabelle 1 (Fortsetzung):  
 Programmierung mit Microsoft Excel zur Ringversuch Auswertung nach Amtl. Sammlung § 35 LMBG (BgVV, 2002)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
35	<b>RINGVERSUCH</b>								
36	<b>PROBE:</b>								
37									
38									
39	Labor	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
40	26								
41	27								
42	28								
43	29								
44	30								
45	31								
46	32								
47	33								
48	34								
49	35								
50	36								
51	37								
52	38								
53	39								
54	40								
55	41								
56	42								
57	43								
58	44								
59	45								
60	46								
61	47								
62	48								
63	49								
64	50								
65									
66									
67	=A69						=WURZEL(B74*O65)	Γ <sub>95%</sub> =	=G67*2,8
68	=E69						=WURZEL(B80+B81)	R <sub>95%</sub> =	=G68*2,8

Tabelle 1 (Fortsetzung):  
 Programmierung mit Microsoft Excel zur Ringversuch Auswertung nach Amtl. Sammlung § 35 LMBG (BgVV, 2002)

	J	K	L	M	N	O	P	Q	Datum
35									
36									
37									
38									
39	$n_i$	$n_i^2$	$(n_i - 1)$	$s_i$	$s_i^2$	$(n_i - 1)s_i^2$	MW <sub>i</sub>	$n_i(MW_i - MW_G)^2$	
40	=ANZAHL(B40:I40)	=J40*J40	=J40-1	=STABW(B40:I40)	=M40*M40	=L40*N40	=MITTELWERT(B40:I40)	=J40*(P40-\$E\$70)*(P40-\$E\$70)	
41	=ANZAHL(B41:I41)	=J41*J41	=J41-1	=STABW(B41:I41)	=M41*M41	=L41*N41	=MITTELWERT(B41:I41)	=J41*(P41-\$E\$70)*(P41-\$E\$70)	
42	=ANZAHL(B42:I42)	=J42*J42	=J42-1	=STABW(B42:I42)	=M42*M42	=L42*N42	=MITTELWERT(B42:I42)	=J42*(P42-\$E\$70)*(P42-\$E\$70)	
43	=ANZAHL(B43:I43)	=J43*J43	=J43-1	=STABW(B43:I43)	=M43*M43	=L43*N43	=MITTELWERT(B43:I43)	=J43*(P43-\$E\$70)*(P43-\$E\$70)	
44	=ANZAHL(B44:I44)	=J44*J44	=J44-1	=STABW(B44:I44)	=M44*M44	=L44*N44	=MITTELWERT(B44:I44)	=J44*(P44-\$E\$70)*(P44-\$E\$70)	
45	=ANZAHL(B45:I45)	=J45*J45	=J45-1	=STABW(B45:I45)	=M45*M45	=L45*N45	=MITTELWERT(B45:I45)	=J45*(P45-\$E\$70)*(P45-\$E\$70)	
46	=ANZAHL(B46:I46)	=J46*J46	=J46-1	=STABW(B46:I46)	=M46*M46	=L46*N46	=MITTELWERT(B46:I46)	=J46*(P46-\$E\$70)*(P46-\$E\$70)	
47	=ANZAHL(B47:I47)	=J47*J47	=J47-1	=STABW(B47:I47)	=M47*M47	=L47*N47	=MITTELWERT(B47:I47)	=J47*(P47-\$E\$70)*(P47-\$E\$70)	
48	=ANZAHL(B48:I48)	=J48*J48	=J48-1	=STABW(B48:I48)	=M48*M48	=L48*N48	=MITTELWERT(B48:I48)	=J48*(P48-\$E\$70)*(P48-\$E\$70)	
49	=ANZAHL(B49:I49)	=J49*J49	=J49-1	=STABW(B49:I49)	=M49*M49	=L49*N49	=MITTELWERT(B49:I49)	=J49*(P49-\$E\$70)*(P49-\$E\$70)	
50	=ANZAHL(B50:I50)	=J50*J50	=J50-1	=STABW(B50:I50)	=M50*M50	=L50*N50	=MITTELWERT(B50:I50)	=J50*(P50-\$E\$70)*(P50-\$E\$70)	
51	=ANZAHL(B51:I51)	=J51*J51	=J51-1	=STABW(B51:I51)	=M51*M51	=L51*N51	=MITTELWERT(B51:I51)	=J51*(P51-\$E\$70)*(P51-\$E\$70)	
52	=ANZAHL(B52:I52)	=J52*J52	=J52-1	=STABW(B52:I52)	=M52*M52	=L52*N52	=MITTELWERT(B52:I52)	=J52*(P52-\$E\$70)*(P52-\$E\$70)	
53	=ANZAHL(B53:I53)	=J53*J53	=J53-1	=STABW(B53:I53)	=M53*M53	=L53*N53	=MITTELWERT(B53:I53)	=J53*(P53-\$E\$70)*(P53-\$E\$70)	
54	=ANZAHL(B54:I54)	=J54*J54	=J54-1	=STABW(B54:I54)	=M54*M54	=L54*N54	=MITTELWERT(B54:I54)	=J54*(P54-\$E\$70)*(P54-\$E\$70)	
55	=ANZAHL(B55:I55)	=J55*J55	=J55-1	=STABW(B55:I55)	=M55*M55	=L55*N55	=MITTELWERT(B55:I55)	=J55*(P55-\$E\$70)*(P55-\$E\$70)	
56	=ANZAHL(B56:I56)	=J56*J56	=J56-1	=STABW(B56:I56)	=M56*M56	=L56*N56	=MITTELWERT(B56:I56)	=J56*(P56-\$E\$70)*(P56-\$E\$70)	
57	=ANZAHL(B57:I57)	=J57*J57	=J57-1	=STABW(B57:I57)	=M57*M57	=L57*N57	=MITTELWERT(B57:I57)	=J57*(P57-\$E\$70)*(P57-\$E\$70)	
58	=ANZAHL(B58:I58)	=J58*J58	=J58-1	=STABW(B58:I58)	=M58*M58	=L58*N58	=MITTELWERT(B58:I58)	=J58*(P58-\$E\$70)*(P58-\$E\$70)	
59	=ANZAHL(B59:I59)	=J59*J59	=J59-1	=STABW(B59:I59)	=M59*M59	=L59*N59	=MITTELWERT(B59:I59)	=J59*(P59-\$E\$70)*(P59-\$E\$70)	
60	=ANZAHL(B60:I60)	=J60*J60	=J60-1	=STABW(B60:I60)	=M60*M60	=L60*N60	=MITTELWERT(B60:I60)	=J60*(P60-\$E\$70)*(P60-\$E\$70)	
61	=ANZAHL(B61:I61)	=J61*J61	=J61-1	=STABW(B61:I61)	=M61*M61	=L61*N61	=MITTELWERT(B61:I61)	=J61*(P61-\$E\$70)*(P61-\$E\$70)	
62	=ANZAHL(B62:I62)	=J62*J62	=J62-1	=STABW(B62:I62)	=M62*M62	=L62*N62	=MITTELWERT(B62:I62)	=J62*(P62-\$E\$70)*(P62-\$E\$70)	
63	=ANZAHL(B63:I63)	=J63*J63	=J63-1	=STABW(B63:I63)	=M63*M63	=L63*N63	=MITTELWERT(B63:I63)	=J63*(P63-\$E\$70)*(P63-\$E\$70)	
64	=ANZAHL(B64:I64)	=J64*J64	=J64-1	=STABW(B64:I64)	=M64*M64	=L64*N64	=MITTELWERT(B64:I64)	=J64*(P64-\$E\$70)*(P64-\$E\$70)	
65		=SUMME(K6:K30;K40:K64)				=SUMME(O6:O30;O40:O64)		=SUMME(Q6:Q30;Q40:Q64)	
66									
67		RSD <sub>r</sub> (%) =		=G67*100/E70			MW <sub>G</sub> = E70	=MIN(B6:I30;B40:I64)	
68		RSD <sub>R</sub> (%) =		=G68*100/E70			Median =	=MAX(B6:I30;B40:I64)	

Tabelle 1 (Fortsetzung):  
 Programmierung mit Microsoft Excel zur Ringversuch Auswertung nach Aml. Sammlung § 35 LMBG (BgVV, 2002)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
69	=ANZAHL(A6:A30;A40:A64)			N = =ANZAHL(B6:I30;B40:I64)					
70				MW <sub>G</sub> = =MITTELWERT(B6:I30;B40:I64)					
71									
72	<b>Zur automatischen Berechnung der statistischen Ergebnisse sind folgende Zellenprogrammierungen nötig:</b>								
73		N - p = =E69-A69							
74		1/(N-p) = =1/B73							
75		1/(p-1) = =1/(A69-1)							
76									
77		N -(Σ n <sub>i</sub> <sup>2</sup> / N) =	=E69-(K65/E69)		Das Zahlenformat der Zelle C77, B78, B79, B80 und B81 wurde mit 4 Dezimalstellen programmiert.				
78		$\bar{n}$ = =B75*C77							
79		1 / $\bar{n}$ = =1/B78							
80		s <sub>r</sub> <sup>2</sup> = =G67*G67							
81		s <sub>L</sub> <sup>2</sup> = =B79*((B75*Q65)-B80)							
82									
83	Die in den Zellen K65, O65 und Q65 enthaltenen Werte werden ausgeblendet und nicht gedruckt. Sie sind zur Kontrolle in den Zellen H86, H87 und H88 angezeigt.								
84	Die Zellen K65, O65 und Q65 werden daher im Feld <i>Formate</i> Benutzerdefiniert mit ;; (drei Semikola) programmiert.								
85	Die ausgeblendeten Werte entsprechen:								
86									
87									in Zelle K65 der SUMME aus n <sub>i</sub> <sup>2</sup> = =K65
88									in Zelle O65 der SUMME aus (n <sub>i</sub> - 1)s <sub>i</sub> <sup>2</sup> = =O65
89									in Zelle Q65 der SUMME aus n <sub>i</sub> (MW <sub>j</sub> - MW <sub>G</sub> ) <sup>2</sup> = =Q65
90	<b>Weitere Zahlenformate der Zellen siehe Berechnungsbeispiel.</b>								
91									
92	Benutzerdefiniert formatiert wurden:								
93									die Zellen A33, A67 und A69 mit: "p = "0
94									die Zellen A34 und A68 mit: "N = "0
95									die Zellen Q33 und Q67 mit: "Min. = "0,000 und
96									die Zellen Q34 und Q68 mit: "Max. = "0,000
97	Sollen weniger als 50 Labors in die Berechnung eingehen bzw. möchte man nachträglich ein oder mehrere Labors aus der Berechnung nehmen, müssen die jeweiligen nicht benötigten Zeileninhalte mit dem Befehl "Inhalte löschen" entfernt werden. ( <b>Der Befehl "Zeilen löschen"</b> ist unbedingt zu vermeiden. Er würde die darauffolgenden Zeilen nachrücken lassen und wegen der zeilenbezogenen Programmierung zu falschen Ergebnissen führen.)								
98	Dabei ist jedoch zu beachten, <b>dass der Inhalt der Zeile 65 nicht irrtümlich gelöscht wird.</b> Sie enthält ausgeblendeten Daten, auf die in der weiteren Programmierung zurückgegriffen wird.								
99									
100									



Tabelle 2 (Fortsetzung):  
Berechnungsbeispiel nach Amdt. Sammlung § 35 LMBG (BgVV, 2002)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
35	<b>RINGVERSUCH</b>																
36	<b>PROBE:</b>																
37																	
38																	
39	Labor	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	n <sub>i</sub>	n <sub>i</sub> <sup>2</sup>	(n <sub>i</sub> -1)	s <sub>i</sub>	s <sub>i</sub> <sup>2</sup>	(n <sub>i</sub> -1)s <sub>i</sub> <sup>2</sup>	MW <sub>i</sub>	n <sub>i</sub> (MW <sub>i</sub> -MW <sub>G</sub> ) <sup>2</sup>
40																	
41																	
42																	
43																	
44																	
45																	
46																	
47																	
48																	
49																	
50																	
51																	
52																	
53																	
54																	
55																	
56																	
57																	
58																	
59																	
60																	
61																	
62																	
63																	
64																	
65																	
66																	
67	p = 21																
68	N = 100	S <sub>r</sub> = 1,3419	r <sub>95%</sub> = 3,7573					RSD <sub>r</sub> (%) = 2,4					MW <sub>G</sub> = 55,817	Min. = 43,130			
		S <sub>R</sub> = 4,2376	R <sub>95%</sub> = 11,8652					RSD <sub>R</sub> (%) = 7,6					Median = 55,750	Max. = 70,920			

Tabelle 2 (Fortsetzung):  
 Berechnungsbeispiel nach Amtl. Sammlung § 35 LMBG (BgVV, 2002)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
69	p = 21																
70				N = 100													
71				MW <sub>G</sub> = 55,817													
72	<b>Zur automatischen Berechnung der statistischen Ergebnisse sind folgende Zellenprogrammierungen nötig:</b>																
73	N - p = 79																
74	1/(N-p) = 0,0127																
75	1/(p-1) = 0,0500																
76																	
77	N - (Σn <sub>i</sub> <sup>2</sup> / N) = 95,1800																
78	n̄ = 4,7590																
79	1 / n̄ = 0,2101																
80	s <sub>r</sub> <sup>2</sup> = 1,8007																
81	s <sub>L</sub> <sup>2</sup> = 16,1562																
82																	
83	Die in den Zellen K65, O65 und Q65 enthaltenen Werte werden ausgeblendet und nicht gedruckt. Sie sind zur Kontrolle in den Zellen H86, H87 und H88 angezeigt.																
84	Die Zellen K65, O65 und Q65 werden daher im Feld Formate Benutzerdefiniert mit ;;; (drei Semikola) programmiert.																
85	Die ausgeblendeten Werte entsprechen																
86	in Zelle K65 der SUMME aus n <sub>i</sub> <sup>2</sup> = 482																
87	in Zelle O65 der SUMME aus (n <sub>i</sub> - 1)s <sub>i</sub> <sup>2</sup> = 142,2524																
88	in Zelle Q65 der SUMME aus n <sub>i</sub> (MW <sub>i</sub> - MW <sub>G</sub> ) <sup>2</sup> = 1573,7616																
89	Die Zelle H86 wurde im Zahlenformat mit Standard, die Zellen H87 und H88 mit 4 Dezimalen belegt.																
90	Weitere Zahlenformate der Zellen siehe Berechnungsbeispiel.																
91																	
92	Benutzerdefiniert formatiert wurden:																
93	die Zellen A33, A67 und A69 mit: "p = "0																
94	die Zellen A34 und A68 mit: "N = "0																
95	die Zellen Q33 und Q67 mit: "Min. = "0,000 und																
96	die Zellen Q34 und Q68 mit: "Max. = "0,000																
97	Sollen weniger als 50 Labors in die Berechnung eingehen bzw. möchte man nachträglich ein oder mehrere Labors aus der Berechnung nehmen, müssen																
98	die jeweiligen nicht benötigten Zeileninhalte mit dem Befehl "Inhalte löschen" entfernt werden. (Der Befehl "Zeilen löschen" ist unbedingt zu vermeiden. Er																
99	würde die darauffolgenden Zeilen nachrücken lassen und wegen der zeilenbezogenen Programmierung zu falschen Ergebnissen führen.)																
100	Dabei ist jedoch zu beachten, dass der Inhalt der Zeile 65 nicht irrtümlich gelöscht wird. Sie enthält ausgeblendeten Daten, auf die in der weiteren Programmierung zurückgegriffen wird.																

Tabelle 3:  
Berechnungsbeispiel nach GOTTWALD (2000)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q			
1	<b>RINGVERSUCH</b>																			
2	<b>PROBE:</b>																			
3																				
4																				
5	Labor	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	n <sub>i</sub>	n <sub>i</sub> <sup>2</sup>	(n <sub>i</sub> -1)	s <sub>i</sub>	s <sub>i</sub> <sup>2</sup>	(n <sub>i</sub> -1)s <sub>i</sub> <sup>2</sup>	MW <sub>i</sub>	n <sub>i</sub> (MW <sub>i</sub> - MW <sub>G</sub> ) <sup>2</sup>			
6	1	512	519	522	523	518	522			6	36	5	4,0825	16,6667	83,3333	519,333	431,8017			
7	2	526	544	512	533	523	512			6	36	5	12,3935	153,6000	768,0000	525,000	47,6017			
8	3	522	545	528	512	522	528			6	36	5	10,9255	119,3667	596,8333	526,167	16,3350			
9	4	528	529	510	500	511	523			6	36	5	11,6175	134,9667	674,8333	516,833	723,8017			
10	5	522	518	519	534	521	533			6	36	5	7,1204	50,7000	253,5000	524,500	66,0017			
11	6	534	533	561	532	533	512			6	36	5	15,6130	243,7667	1218,8333	534,167	241,9350			
12	7	511	537	514	533	549	517			6	36	5	15,1316	228,9667	1144,8333	526,833	5,8017			
13	8	529	533	528	519	549	534			6	36	5	9,8793	97,6000	488,0000	532,000	105,0017			
14	9	563	545	534	533	561	534			6	36	5	13,8996	193,2000	966,0000	545,000	1771,6017			
15	10	533	512	533	534	546	512			6	36	5	13,5745	184,2667	921,3333	528,333	1,6017			
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33	p = 10																s <sub>r</sub> = 11,9294	γ <sub>95%</sub> = 33,4023	MW <sub>G</sub> = 527,817	Min. = 500,000
34	N = 60																s <sub>R</sub> = 13,4821	R <sub>95%</sub> = 37,7499	Median = 528,000	Max. = 563,000

Tabelle 4:  
Berechnungsbeispiel nach O.I.V. (2003)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q				
1	<b>RINGVERSUCH</b>																				
2	<b>PROBE:</b>																				
3																					
4																					
5	Labor	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	n <sub>i</sub>	n <sub>i</sub> <sup>2</sup>	(n <sub>i</sub> -1)	s <sub>i</sub>	s <sub>i</sub> <sup>2</sup>	(n <sub>i</sub> -1)s <sub>i</sub> <sup>2</sup>	MW <sub>i</sub>	n <sub>i</sub> (MW <sub>i</sub> - MW <sub>G</sub> ) <sup>2</sup>				
6	1	548	556	558	553	542				5	25	4	6,4653	41,8000	167,2000	551,400	138,6889				
7																					
8	3	567	558	563		560	560	563	567	7	49	6	3,5051	12,2857	73,7143	562,571	244,0635				
9	4	557	550	555	560	551				5	25	4	4,1593	17,3000	69,2000	554,600	21,3556				
10	5	569	575	565	560	572				5	25	4	5,8907	34,7000	138,8000	568,200	665,0889				
11																					
12	7	557	560	560	552	547				5	25	4	5,6303	31,7000	126,8000	555,200	10,7556				
13	8	548	543	560	551	548				5	25	4	6,2849	39,5000	158,0000	550,000	222,2222				
14	9	550	563	551	555	560				5	25	4	5,6303	31,7000	126,8000	555,800	3,7556				
15	10	554	559	551	545	557				5	25	4	5,4955	30,2000	120,8000	553,200	60,0889				
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					
31																					
32																					
33	p = 8																S <sub>r</sub> = 5,3724	r <sub>95%</sub> = 15,0426	RSD <sub>r</sub> (%) = 1,0	MW <sub>G</sub> = 556,667	Min. = 542,000
34	N = 42																S <sub>R</sub> = 7,7851	R <sub>95%</sub> = 21,7982	RSD <sub>R</sub> (%) = 1,4	Median = 557,000	Max. = 575,000



tabler Form rechnerisch berücksichtigen. Bei der Eingabe der Messwerte ist jedoch besonders darauf zu achten, dass für Laboratorien reservierte, aber nicht benötigte Zeileninhalte mit dem Befehl „Inhalte löschen“ (einschließlich der bereits vorgegebenen Labornummern) entfernt werden (siehe dazu Tabelle 1 und die einschlägigen Erläuterungen).

Das vorgestellte Auswerteverfahren (Tabelle 1) einschließlich der angegebenen Überprüfungen (Tabellen 2, 3, 4) ist auch ohne besonders hoch stehende EDV-Kenntnisse innerhalb eines Arbeitstages einzurichten. Die spätere praktische Arbeit reduziert sich dabei auf die exakte Eingabe der jeweiligen Messwerte, wodurch sich die mit manuellen Ausführungen von Rechenoperationen verbundenen Gefahren (z.B. Übertragungsfehler, Ziffernstrüze) vermeiden lassen. Die Bedeutung dieser Vorkehrungen zeigt sich z.B. auch anhand der bereits angegebenen Korrekturen von einschlägig publizierten Berechnungsbeispielen (Tabellen 2, 3, 4). Das vorgestellte Verfahren kann daher als Problemlösung dienen und für den Einsatz in der Laborpraxis empfohlen werden. (Im Bedarfsfall kann das Rechenprogramm auch in abgespeicherter Form zur Verfügung gestellt werden).

Bei der praktischen Anwendung des Verfahrens empfiehlt sich ein Schutz der programmierten Zellen und eine Beschränkung der Freigabe auf das Eingabefeld (Zeilen 1 bis 4, 35 bis 38 und die Zellen A 6 bis I 30 sowie A 40 bis I 64). Eine dadurch erforderliche Modifikation der Programmierung kann ebenfalls in abgespeicherter Form zur Verfügung gestellt werden.

### Danksagung

Für die Prüfung der Praxistauglichkeit des vorgestellten Auswerteverfahrens ist Frau ELISABETH ARANGUIZ REBOLLEDO und Herrn KARL HEILI besonders zu danken.

### Literatur

BgVV (2002): Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG. Planung und statistische Auswertung von Ringversuchen zur Methodvalidierung. - Berlin: Beuth, 2002

GOTTWALD, W. (2000): Statistik für Anwender. - Weinheim: Wiley-VCH, 2000

O.I.V. (2003): Compendium of international methods of wine and must analysis. MA-E-AS1-07-ETCOL: Collaborative study. - Paris: O.I.V., 2003

Manuskript eingelangt am 4. März 2003