

Simultane Mittelwertvergleiche mit PROC GLIMMIX

Eckard.Moll@jki.bund.de

Hans-Peter.Piepho@uni-hohenheim.de

Sommertagung der AG Landwirtschaftliches Versuchswesen
Limburgerhof, 30. Juni / 1. Juli 2011

Aufgaben



- ① Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Versuchsmittel.
- ② Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Mittelwerte einer Bezugsbasis.
- ③ Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Mittelwert eines Standards im gemischten Modell einer Versuchsserie bei unbalancierten Prüfgliedern.

Lösungsmöglichkeiten

- t-Tests für Kontraste mehrerer ESTIMATE-Anweisungen mit anschließender Sidak-Korrektur des Signifikanzniveaus
oder
- F-Test mehrerer Kontraste einer CONTRAST-Anweisung
oder
- Einsatz der Macros von WESTFALL u.a. (1999) oder deren Modifikation von FRÖMKE u. BRETZ (2004)
oder
- Multiple Tests für mehrere Kontraste einer LSMESTIMATE-Anweisung von PROC GLIMMIX unter Verwendung der ADJUST= Option

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Versuchsmittel



Annahme:

Die LsMeans von 18 Prüfgliedern sollen jeweils mit dem Versuchsmittel verglichen werden.

Beispiel für einen der 18 Kontraste:

Vergleich von LsMeans₃ mit dem Mittelwert aller 18 Prüfglieder

$$0 = \text{LsMean}_3 - \overbrace{(\text{LsMean}_1 + \text{LsMean}_2 + \text{LsMean}_3 + \text{LsMean}_4 + \dots + \text{LsMean}_{18})/18}^{\text{Versuchsmittel}}$$

$$0 = [18 \cdot \text{LsMean}_3 - (\text{LsMean}_1 + \text{LsMean}_2 + \text{LsMean}_3 + \text{LsMean}_4 + \dots + \text{LsMean}_{18})]/18$$

$$0 = (-\text{LsMean}_1 - \text{LsMean}_2 + 17 \cdot \text{LsMean}_3 - \text{LsMean}_4 - \dots - \text{LsMean}_{18})/18$$

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Versuchsmittel



```
proc glimmix;
  class Block A ;
  model <Merkmal> A / DDFM = kr ;
  random Block ;
  lsmeans A ;
  lsmeestimate A
```

z.B. für eine Blockanlage A-BI

```
'A01-Mittel' 17 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 divisor=18 ,
'A02-Mittel' -1 17 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 divisor=18 ,
'A03-Mittel' -1 -1 17 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 divisor=18 ,
'A04-Mittel' -1 -1 -1 17 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 divisor=18 ,
'A05-Mittel' -1 -1 -1 -1 17 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 divisor=18 ,
'A06-Mittel' -1 -1 -1 -1 -1 17 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 divisor=18 ,
'A07-Mittel' -1 -1 -1 -1 -1 -1 17 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 divisor=18 ,
'A08-Mittel' -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 17 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 divisor=18 ,
'A09-Mittel' -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 17 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 divisor=18 ,
'A10-Mittel' -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 17 -1 -1 -1 -1 -1 -1 divisor=18 ,
'A11-Mittel' -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 17 -1 -1 -1 -1 -1 divisor=18 ,
'A12-Mittel' -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 17 -1 -1 -1 -1 divisor=18 ,
'A13-Mittel' -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 17 -1 -1 -1 divisor=18 ,
'A14-Mittel' -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 17 -1 -1 divisor=18 ,
'A15-Mittel' -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 17 -1 divisor=18 ,
'A16-Mittel' -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 17 -1 divisor=18 ,
'A17-Mittel' -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 17 -1 divisor=18 ,
'A18-Mittel' -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 17 divisor=18 /
```

```
adjust=simulate (ACC=0.001) cl ;
```

```
run ;
```



Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Versuchsmittel



```
ODS OUTPUT    LSMeans = LSMeans ;
```

```
proc mixed data=daten;  
  class Block A;  
  model <Merkmal> = A / DDFM = kr ;  
  random Block ;  
  lsmeans A ;  
run ;
```

```
data _null_;  
  set LSMeans (where=(Effect='A'));  
  i = _n_;  
  call symput('aa', i);  
  if i-1 < 1000 then la = 5;  
  if i-1 < 100 then la = 4;  
  if i-1 < 10 then la = 3;  
  call symput ('la', la);  
run;
```

→ Anzahl Prüfglieder (A-Stufen)

→ Stelligkeit

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Versuchsmittel



```
%LET aa1 = %EVAL(&aa - 1);
proc iml;
  vm = j(&aa, 1, &aa1);
  m1 = diag(vm);
  mm = m1;
  do i=1 to &aa;
    do j=1 to &aa;
      if m1[i,j] = 0      then mm[i,j] = -1;      → Matrix der Kontraste
      if m1[i,j] = &aa1 then mm[i,j] = &aa1;
    end;
  end;
  use lsmeans;
  read all var {A} into l1;      → Prüfgliedbezeichnungen } → Label
  l2 = j(&aa, 1, '-Mittel');
  l3 = j(&aa, 1, "divisor=");   } → divisor= 18
  l4 = j(&aa, 1, "&aa");
  l5 = j(&aa, 1, ',');          } → Vektor mit Kommata
  l5[&aa] = '/';
```

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Versuchsmittel



```
esti1 = CATS("'",11," ",12,"");
esti2 = CHAR(mm, &la);           → Stelligkeit verwenden
esti3 = CATS(13, 14, 15);
create est1 from esti1 [colname={'estim1'}];
append from esti1;
create est2 from esti2 ;
append from esti2;
create est3 from esti3 [colname={'estim3'}];
append from esti3;
quit;
```

```
data est1;  set est1;  i = _n_; run;
data est2;  set est2;  i = _n_; run;
data est3;  set est3;  i = _n_; run;  } → Bereitstellung einer BY-
                                       Variablen
```


Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Versuchsmittel



```
%LET W = %sysfunc(pathname(WORK));
FILENAME est "&W.\est.txt";
%LET aa = &aa;
data est4;
    FILE est ;
    merge est1 est2 est3;
    by i;
    if i=1 then lsmest='lsmestimate A'; else lsmest='          ';
    if i=&aa
        then adj = 'adjust=simulate(ACC=0.001) alpha=&alpha cl;' ;
        else adj = '          ' ;
    put lsmest estim1 COL1--COL&aa estim3 adj;
run;
```

Schreiben der Textdatei

```
ODS OUTPUT    LSMEstimates    = LSMEsti ;
```

```
proc glimmix data =daten;
    class Block A ;
    model <Merkmal> = A / DDFM = kr ;
    random Block ;
    lsmeans A;
    %INCLUDE est;
run ;
```

Einfügen der Textdatei

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Versuchsmittel



```
title1 'Vergleich der Mittelwerte mit dem Versuchsmittel ' ;
title2 "unter Einhaltung des simultanen Niveaus alpha=&alpha;"
title3 'mit dem Simulate-Verfahren' ;
proc print data=LSMEsti label split='*' noobs;
  Label      = 'A vs. Versuchsmittel'
  Estimate   = 'Differenz'
  Adjp       = 'Über-*schreitungs-*wahrschein-*lichkeit'
  AdjLower   = 'untere*KI-Grenze'
  AdjUpper   = 'obere*KI-Grenze' ;
  var Label Estimate Adjp AdjLower AdjUpper;
run;
title;
```



Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



Der Mittelwert einer bestimmten Anzahl von LsMeans einer Bezugsbasis soll mit den LsMeans der (verbleibenden) Prüfglieder verglichen werden.

Beispiel für eine Bezugsbasis aus 2 Prüfgliedern A1 und A3:

Kontraste:

$$\text{BB_A-A02:} \quad (\mu_{A1} + \mu_{A3})/2 - \mu_{A2}$$

$$\text{BB_A-A04:} \quad (\mu_{A1} + \mu_{A3})/2 - \mu_{A4}$$

$$\text{BB_A-A05:} \quad (\mu_{A1} + \mu_{A3})/2 - \mu_{A5}$$

$$\text{BB_A-A06:} \quad (\mu_{A1} + \mu_{A3})/2 - \mu_{A6}$$

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



```
proc glimmix;  
  class Block A ;  
  model <Merkmal> = A / DDFM = kr ;  
  random Block ;  
  lsmeans A ;
```

z.B. für eine Blockanlage A-B1

```
Estimate 'A01-A03' A 1 0 -1 0 0 0 / alpha=&alpha;
```

zum Vergleich der
Bezugsbasis (t-Test)

```
lsmestimate A
```

```
'BB_A-A02' 1 -2 1 0 0 0 divisor=2,
```

```
'BB_A-A04' 1 0 1 -2 0 0 divisor=2,
```

```
'BB_A-A05' 1 0 1 0 -2 0 divisor=2,
```

```
'BB_A-A06' 1 0 1 0 0 -2 divisor=2/
```

```
adjust=simulate(ACC=0.001) alpha=&alpha cl;
```

zum simultanen Vergleich aller
Kontraste (Simulate-
Verfahren)

```
run;
```



Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



```
ODS OUTPUT LsMeans = LsMeans ;
proc mixed data= daten ;
  class Block A ;
  model <Merkmal> = A / DDFM=kr;
  random Block ;
  lsmeans A ;
run;
```

z.B. für eine Blockanlage A-BI

```
proc sql NOPRINT;
  create table Stuf_A as
  select DISTINCT A
  from LsMeans ;
  select count(DISTINCT A) AS nA INTO: aa
  from Stuf_A ;
quit;
```

Stuf_A enthält die alphabetisch geordneten Bezeichnungen der Prüfglieder,
aa : deren Anzahl

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



```
proc iml;
  AM = { 'A01' 'A02' 'A03' 'A04' 'A05' 'A06' 'A07' 'A08' 'A09'
        'A11' 'A12' 'A13' 'A14' 'A15' 'A16' 'A17' 'A18' 'A19'
        'A21' 'A22' 'A23' 'A24' 'A25' 'A26' 'A27' 'A28' 'A29'
        'A31' 'A32' 'A33' 'A34' 'A35' 'A36' 'A37' 'A38' 'A39'
        'A41' 'A42' 'A43' 'A44' 'A45' 'A46' 'A47' 'A48' 'A49'
        'A51' 'A52' 'A53' 'A54' 'A55' 'A56' 'A57' 'A58' 'A59'
        'A61' 'A62' 'A63' 'A64' 'A65' 'A66' 'A67' 'A68' 'A69'
        'A71' 'A72' 'A73' 'A74' 'A75' 'A76' 'A77' 'A78' 'A79'
        'A81' 'A82' 'A83' 'A84' 'A85' 'A86' 'A87' 'A88' 'A89'
        'A91' 'A92' 'A93' 'A94' 'A95' 'A96' 'A97' 'A98' 'A99' };

  use Stuf_A;
  read all var {A} into StufenA;
  BBA = { 'PglA1'
          'PglA3' } ;          * oder Dateieingabe ;
  anzBB = nrow(BBA);

  canzBB = char(anzBB) ;
  call symput('canzBB' , canzBB);
```

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



```
StufenA_neu = j(&aa-anzBB, 1, StufenA[1]);
j = 1;
do i = 1 to &aa;
  ex = 0;
  do k = 1 to anzBB ;
    if ex = 0 & StufenA[i] = BBA[k] then ex = 1;
  end;
  if ex = 0 then do;
    StufenA_neu[j] = StufenA[i];
    j = j + 1;
  end;
end;
ExCont = j(&aa, 1, 0);
do i = 1 to &aa;
  do k = 1 to anzBB ;
    if StufenA[i] = BBA[k] then ExCont[i] = 1;
  end;
end;
cont = j(&aa-anzBB, &aa-anzBB, 0);
do i = 1 to &aa-anzBB;
  cont[i, i] = anzBB * -1 ;
end;
BBCont = j(&aa-anzBB, 1, 1);
```

StufenA_neu:
Stufen A ohne Bezugsbasis

ExCont:
Vektor der Kennzeichnung
der Stufen der Bezugsbasis
(0 oder 1)

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



```
k = 0;
do i = 1 to &aa;
  if ExCont[i] = 0 then do;
    if i = 1 then do;
      contrast = cont[, i-k];
    end;
    else contrast = contrast || cont[, i-k];
  end;
else
  if ExCont[i] = 1 then do;
    if i = 1 then contrast = BBCont;
    else contrast = contrast || BBCont;
    k = k + 1;
  end;
end;
end;
```

Contrast:
Matrix für die Kontraste

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



```
do i=1 to anzBB;
  do j=1 to &aa;
    if BBA[i] = StufenA[j] then jj = j;
  end;
  if i=1 then NBBA=jj;
  else NBBA = NBBA // jj;
end;
A = StufenA;
BB_A = BBA;
Zuordnung = j(NROW(StufenA), 1, 'xxx');
do i = 1 to NROW(StufenA);
  Zuordnung[i] = AM[i];
end;
ZuordngBB_A = j(NROW(NBBA), 1, 'xxx');
do i = 1 to NROW(NBBA);
  ZuordngBB_A[i] = AM[NBBA[i]];
end;
```

NBBA:
Lage der Stufen der
Bezugsbasis

Zuordnung und
ZuordngBB_A:
Vektoren der Zuordnungen

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



```
ex = 0;
do i = 1 to &aa;
  do j = 1 to &aa - anzBB;
    if StufenA[i] = StufenA_neu[j] then do;
      zuA = Zuordnung[i];
      if ex = 0 then do; ZA = zuA; ex = 1; end;
      else ZA = ZA // zuA ;
    end;
  end;
end;
label = CATS('BB_A-' , ZA);
Elabel    = CATS("'", label, "'");
Ncontrast = CHAR(contrast, 3) ;
divisor   = j(&aa-anzBB, 1, 'divisor=');
divZahl   = j(&aa-anzBB, 1, anzBB);
Komma     = j(&aa-anzBB, 1, ',');
Komma[&aa-anzBB] =      '/' ;
Abschluss = CATS(divisor, divZahl, Komma);
create est1 from Elabel [colname={'e1'}];
append from Elabel;
create est2 from Ncontrast ;
append from Ncontrast;
create est3 from Abschluss [colname={'e3'}];
append from Abschluss;
```

Aufbau der Kontraste:
Elabel: Label
Ncontrast: Kontraste (num.)
Abschluss: Divisor u.
Kommata

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



Aufbau der
ESTIMATE-
Anweisung(en)



```
if anzBB > 1 then do;
  do i=1 to anzBB;
    do j=1 to &aa;
      if BBA[i] = StufenA[j] then jj = j;
    end;
    if i=1 then NBBA=jj;
    else NBBA = NBBA // jj;
  end;
  Pos = j(1, 2, 0);
  do i = 1 to anzBB-1 ;
    do j = i+1 to anzBB;
      Pos[1] = NBBA[i];
      Pos[2] = NBBA[j];
      lab      = CATS(AM[NBBA[i]], '-', AM[NBBA[j]]);
      if i=1 & j=2 then do;
        pBBA = Pos;
        labA = lab;
      end;
      else do;
        pBBA = pBBA // pos;
        labA = labA // lab;
      end;
    end;
  end;
end;
```

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



```
ACon = j(NROW(pBBA), &aa, 0);
do i = 1 to NROW(pBBA);
  ACon[i, pBBA[i, 1]] = 1;
  ACon[i, pBBA[i, 2]] = -1;
end;
NAcon = CHAR(ACon, 3) ;
EstAT = j(NROW(pBBA), 1, 'Estimate');
ATXT = j(NROW(pBBA), 1, 'A ');
Aalph = j(NROW(pBBA), 1, "/ alpha=&alpha;");
Alab = CATS("'", labA, "'");
create Ae1 from EstAT [colname={'e1'}];
append from EstAT;
create Ae2 from Alab [colname={'e2'}];
append from Alab;
create Ae3 from ATXT [colname={'e3'}];
append from ATXT;
create Ae4 from NAcon ;
append from NAcon;
create Ae5 from Aalph [colname={'e4'}];
append from Aalph;
```

Aufbau der ESTIMATE- Anweisungen:

<i>EstAT:</i>	Estmate
<i>Alab:</i>	Label
<i>ATXT:</i>	A (für fixe Effekte)
<i>NAcon:</i>	A-Kontraste (num.)
<i>Aalph:</i>	Vektor Alpha

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



```
print
'===== ' ,
'Simulate-Verfahren - Vergleiche zur Bezugsbasis' ,
'----- ' ,
'Für die Kontraste werden den Stufen des Faktors' ,
'nachfolgende Kürzel zugeordnet ',
'(BB_A: Bezugsbasis A):', ,
A Zuordnung BB_A ZuordngBB_A ;
end;
else do;
print
'===== ' ,
'Simulate-Verfahren - Vergleiche zur Bezugsbasis' ,
'----- ' ,
'Für die Kontraste werden den Stufen des Faktors' ,
'nachfolgende Kürzel zugeordnet ',
'(BB_A: Bezugsbasis A):', ,
A Zuordnung BB_A ZuordngBB_A , ,
'(Es wurde nur eine Stufe als Bezugsbasis ausgewählt.)';
end;
quit;
```

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



```
%LET anzBB = %eval(&canzBB);

%LET W = %sysfunc(pathname(WORK));

%IF &anzBB > 1 %THEN %DO ;
  data Ae1; set Ae1; i=_n_; run;
  data Ae2; set Ae2; i=_n_; run;
  data Ae3; set Ae3; i=_n_; run;
  data Ae4; set Ae4; i=_n_; run;
  data Ae5; set Ae5; i=_n_; run;
  FILENAME eA "&W.\eBBA.txt" ;
  data Ae6;
    FILE eA ;
    merge Ae1 Ae2 Ae3 Ae4 Ae5 ;
    by i;
    PUT e1 e2 e3 COL1--COL&aa e4 ;
  run;
%END;
```

←

Textdatei mit ESTIMATE-
Anweisung(en)

←

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



```
data est1; set est1; i=_n_; run;
data est2; set est2; i=_n_; run;
data est3; set est3; i=_n_; run;
```

```
FILENAME est "&W.\est.txt" ;
```

```
%LET letzteZeile = %EVAL(&aa-&anzBB) ;
```

```
data est4;
```

```
FILE est ;
```

```
merge est1 est2 est3 ;
```

```
by i;
```

```
if i=1 then AnweisungAnfang = 'lsmestimate A' ;
           else AnweisungAnfang = '           ' ;
```

```
if i=&letzteZeile then AnweisungEnde =
    "adjust=simulate(ACC=0.001) alpha=&alpha cl;" ;
           else AnweisungEnde =
```

```
           "           " ;
```

```
put AnweisungAnfang e1 COL1--COL&aa e3 AnweisungEnde ;
```

```
run;
```

Textdatei mit der
LSMESTIMATE-
Anweisung

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



ODS OUTPUT

Estimates = Estimates

LsMeans = LsMeans

LSMEstimates = LSMEst

;

```
proc glimmix data= daten ;
```

```
class Block A;
```

```
model <Merkmal> = A / DDFM=kenwardroger;
```

```
random Block ;
```

```
lsmeans A ;
```

```
%INCLUDE eA ;
```

```
%INCLUDE est ;
```

```
run;
```

einfügen der
ESTIMATE-Anweisung(en)
LSMESTIMATE-Anweisung

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



```
data EstAzeilen;
  set Estimates (WHERE=(Label='A'));
  Test = ' n.s.          ';
  if Probt < &alpha then Test = 'signifikant';
run;
title1 'Vergleich der Stufen der Bezugsbasis untereinander';
title2 "t-Test(s), vergleichsbezogenes Signifikanzniveau &alpha";
proc print data=EstAzeilen label split='*' noobs;
  label Label      = "Vergleich"
         Estimate  = "Differenz"
         StdErr    = "Standard-*fehler"
         DF        = "Freiheits-*grade"
         Probt     = "Überschrei-*tungs-*wahrschein-*lichkeit"
         Lower     = "Konfidenz-*intervall*untere*Grenze"
         Upper     = "Konfidenz-*intervall*obere*Grenze" ;
  Var Label Estimate StdErr DF Probt Lower Upper Test ;
run;
title;
```

[Ausgabe nur, wenn &anzBB > 1.]

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



```
data LSMEsti;
  set LSMEsti;
  Test = ' n.s.          ';
  if AdjP < &alpha then Test = 'signifikant';
run;
proc print data=LSMEsti label split='*' noobs;
  label Estimate = "Differenz*des*Kontrasts"
         StdErr   = "Standard-*fehler"
         DF       = "Freiheits-*grade"
         AdjP     = "Überschrei-*tungs-*wahrschein-*lichkeit"
         AdjLower = "Konfidenz-*intervall*untere*Grenze"
         AdjUpper = "Konfidenz-*intervall*obere*Grenze"
         Label    = "Kontrast";
  VAR  Label Estimate StdErr DF AdjP AdjLower AdjUpper Test;
run;
title;
```



Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit einer Bezugsbasis



Blick auf einen zweifaktoriellen Fall: a=5, b=5, BB_A: A₁ u. A₂, BB_B: B₃ u. B₅

lsmestimate A*B

```
'A03-A04 | BB_B' 00000000000010100-10-100000 divisor=2,
'A03-A05 | BB_B' 00000000000010100000000-10-1 divisor=2,
'A04-A05 | BB_B' 0000000000000000000010100-10-1 divisor=2,

'BB_A-A03 | BB_B' 001010010100-20-200000000000 divisor=4,
'BB_A-A04 | BB_B' 001010010100000000-20-200000 divisor=4,
'BB_A-A05 | BB_B' 001010010100000000000000-20-2 divisor=4
/ adjust=simulate(ACC=0.001) alpha=0.05 cl;
```

Kontrast:

$$A03-A05 \mid BB_B: \mu_{A3B3}/2 + \mu_{A3B5}/2 - \mu_{A5B3}/2 - \mu_{A5B5}/2$$

$$(\mu_{A3B3} - \mu_{A5B3})/2 + (\mu_{A3B5} - \mu_{A5B5})/2$$

$$BB_A-A05 \mid BB_B: \mu_{A1B3}/4 + \mu_{A1B5}/4 + \mu_{A2B3}/4 + \mu_{A2B5}/4 - \mu_{A5B3}/2 - \mu_{A5B5}/2$$

$$[(\mu_{A1B3} + \mu_{A2B3})/4 - \mu_{A5B3}/2] + [(\mu_{A1B5} + \mu_{A2B5})/4 - \mu_{A5B5}/2]$$

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Mittelwert eines Standards im gemischten Modell einer Versuchsserie bei unbalancierten Prüfgliedern



Ausgangssituation:

```
%LET Standd = Standard;
proc mixed data=Serie;
  class Ort Jahr Block Pgl;
  model <Merkmal> = Jahr Pgl Jahr*Pgl /DDFM=kr ;
  random int Jahr Block*Jahr PGL Jahr*PGL / subject=Ort;
  repeated / GROUP=Ort*Jahr subject=Ort;
  lsmeans PGL /adjust=simulate
           diff=control("&Standd") cl alpha=&alpha;
run;
```

Effect	PGL	Estimate	StdErr	DF	tValue	Probt	Alpha	Lower	Upper
PGL	Standard	0.8565	0.8259	5.73	1.04	0.3415	0.05	-1.1879	2.9009
PGL	Eta	3.8443	0.8984	7.81	4.28	0.0028	0.05	1.7637	5.9250
PGL	Kappa	.	.	.	.	.	.	.	.
PGL	Pi	.	.	.	.	.	.	.	.
PGL	My	25.2019	0.9120	8.25	27.63	<.0001	0.05	23.1099	27.2940
PGL	Omikron	21.9056	1.3034	14.7	16.81	<.0001	0.05	19.1229	24.6884

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Mittelwert eines Standards im gemischten Modell einer Versuchsserie bei unbalancierten Prüfgliedern



Differences of Least Squares Means

Effect	PGL	PGL	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Adjustment	Adj P	Alpha	Lower	Upper	Adj Lower	Adj Upper
PGL	Eta	Standard	2.9878	1.1362	5.92	2.63	0.0396	Simulate	.	0.05	0.1988	5.7768	.	.
PGL	Kappa	Standard	Non-est	.	.	.	.	Simulate	.	.	.	.	.	.
PGL	Pi	Standard	Non-est	.	.	.	.	Simulate	.	.	.	.	.	.
PGL	My	Standard	24.3454	1.1468	6.14	21.23	<.0001	Simulate	.	0.05	21.5545	27.1363	.	.
PGL	Omikron	Standard	21.0491	1.4801	10.1	14.22	<.0001	Simulate	.	0.05	17.7538	24.3444	.	.

Sidak-Korrektur des Signifikanzniveaus oder PROC GLIMMIX

```

proc glimmix data=Serie;
  class Ort Jahr Block Pgl;
  model <Merkmal> = Jahr Pgl Jahr*Pgl /DDFM=kr ;
  random int Jahr Block*Jahr PGL Jahr*PGL / subject=Ort ;
  random int / subject=Ort GROUP=Ort*Jahr residual;
  lsestimate PGL 'A2-Standd' -1 1 0 0 0 0 ,
              'A5-Standd' -1 0 0 0 1 0 ,
              'A6-Standd' -1 0 0 0 0 1
  /adjust=simulate cl alpha=&alpha ;

run;

```

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Mittelwert eines Standards im gemischten Modell einer Versuchsserie bei unbalancierten Prüfgliedern



PROC MIXED

Differences of Least Squares Means

Effect	PGL	PGL	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Adjustment	Adj P	Alpha	Lower	Upper	Adj Lower	Adj Upper
PGL	Eta	Standard	2.9878	1.1362	5.92	2.63	0.0396	Simulate	.	0.05	0.1988	5.7768	.	.
PGL	Kappa	Standard	Non-est	.	.	.	.	Simulate	.	.	.	.	.	.
PGL	Pi	Standard	Non-est	.	.	.	.	Simulate	.	.	.	.	.	.
PGL	My	Standard	24.3454	1.1468	6.14	21.23	<.0001	Simulate	.	0.05	21.5545	27.1363	.	.
PGL	Omikron	Standard	21.0491	1.4801	10.1	14.22	<.0001	Simulate	.	0.05	17.7538	24.3444	.	.

PROC GLIMMIX

Least Squares Means Estimates
Adjustment for Multiplicity: Simulated

Effect	Label	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|	Adj P	Alpha	Lower	Upper	Adj Lower	Adj Upper
PGL	A2-Standd	2.9876	1.1363	5.927	2.63	0.0396	0.0720	0.05	0.1988	5.7763	-0.2845	6.2596
PGL	A5-Standd	24.3462	1.1469	6.143	21.23	<.0001	<.0001	0.05	21.5556	27.1369	21.0435	27.6489
PGL	A6-Standd	21.0491	1.4802	10.06	14.22	<.0001	<.0001	0.05	17.7539	24.3443	16.7867	25.3115



Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Mittelwert eines Standards im gemischten Modell einer Versuchsserie bei unbalancierten Prüfgliedern



```
proc glimmix data=Serie;
  class Ort Jahr Block Pgl;
  model <Merkmal> = Jahr Pgl Jahr*Pgl /DDFM=kr ;
  random int Jahr Block*Jahr PGL Jahr*PGL / subject=Ort ;
  random int / subject=Ort GROUP=Ort*Jahr residual;
  lsestimate PGL 'A2-Standd' -1 1 0 0 0 0 ,
               'A5-Standd' -1 0 0 0 1 0 ,
               'A6-Standd' -1 0 0 0 0 1
               /adjust=simulate cl alpha=&alpha ;
run;
```

Die Unterschiede zwischen den RANDOM-Anweisungen von PROC Mixed und PROC GLIMMIX sind zu beachten.

Es bleibt folglich **nur** die „Konstruktion“ der LSMESTIMATE-Anweisung mit den Kontrasten.

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Mittelwert eines Standards im gemischten Modell einer Versuchsserie bei unbalancierten Prüfgliedern



```
proc sql NOPRINT;
  create table StufA as
    select DISTINCT PGL
      from LsMeans ;
  select count(DISTINCT PGL) AS nA INTO: aa
      from StufA ;
  select count(Estimate) AS nN INTO: nn
      from LsMeans
      where Estimate GE 0 ;
quit;
%LET zz = %EVAL(&nn - 1);
```

Anzahl der Vergleiche mit
einem Standard =
Anzahl (Mittelwerte > 0) - 1

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Mittelwert eines Standards im gemischten Modell einer Versuchsserie bei unbalancierten Prüfgliedern



```
proc iml;
  use lsmeans;
  read all var {PGL} into PGL;
  read all var {Estimate} into LsMean;

  ExSt=0;
  do i=1 to &aa;
    if PGL[i]="&Standd" then ExSt=i;
  end;

  cExSt = CHAR(ExSt);
  call symput ('cExSt' , cExSt);
```

Position des Standards

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Mittelwert eines Standards im gemischten Modell einer Versuchsserie bei unbalancierten Prüfgliedern



```
if ExSt > 0 & &zz > 0 then do;
  e = 1;
  do i = 1 to &zz;
    cont = j(1, &aa, 0);
    cont[ExSt] = -1;
    do j = e to &aa;
      if (j ^= ExSt) & (LsMean[j] >= 0) then do;
        cont[j] = 1;
        l1 = PGL[j];
        e = j +1;
        GOTO E;
      end;
    end;
  end;
E:
  if i = 1 then do;
    contrast = cont; l2 = l1;
  end;
  else do;
    contrast = contrast // cont; l2 = l2//l1;
  end;
end;
```

Matrix der Kontraste

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Mittelwert eines Standards im gemischten Modell einer Versuchsserie bei unbalancierten Prüfgliedern



```
l3 = j(&zz, 1, '-STANDARD');
label = CATS("", l2, l3, "") ;
div      = j(&zz, 1, 'divisor=1,');
div[&zz] = 'divisor=1/';
Ncontrast = CHAR(contrast, 3) ;
```

```
create est1 from label [colname={'s1'}];
append from label;
create est2 from Ncontrast ;
append from Ncontrast;
create est3 from div [colname={'s3'}];
append from div;
```

```
end;
else print
'-----',
" Für den Standard &Standd ",
' wurde entweder kein Mittelwert berechnet oder es gibt keine',
' weiteren Mittelwerte, d.h. es wird kein Test durchgeführt.';
quit;
```

Aufbau der Kontraste:
label: Label
Ncontrast: Kontraste (num.)
div: Divisor u.
Kommata

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Mittelwert eines Standards im gemischten Modell einer Versuchsserie bei unbalancierten Prüfgliedern



```
%LET ExSt = %eval(&cExSt);
%LET aa    = &aa;
%IF &ExSt > 0 AND &zz > 0 then do;
  data est1; set est1; i=_n_; run;
  data est2; set est2; i=_n_; run;
  data est3; set est3; i=_n_; run;

  %LET W = %sysfunc(pathname(WORK));

  FILENAME ST_Pgl "&W.\lsme.txt" ;
  data est4;
    FILE ST_Pgl ;
    merge est1 est2 est3 ;
    by i;
    if i=1 then lsmest='lsmestimate PGL'; else lsmest='          ' ;
    if i=&zz
    then adj = 'adjust=simulate(ACC=0.001) alpha=&alpha cl;' ;
    else adj = '          ' ;
    PUT lsmest s1 COL1--COL&aa s3 adj ;
  run;
%END;
```

Aufbau der
LSMESTIMATE-
Anweisung

Vergleich der Prüfgliedmittelwerte mit dem Mittelwert eines Standards im gemischten Modell einer Versuchsserie bei unbalancierten Prüfgliedern



```
proc glimmix data=Serie;
  class Ort Jahr Block Pgl;
  model <Merkmal> = Jahr Pgl Jahr*Pgl /DDFM=kr ;
  random int Jahr Block*Jahr PGL Jahr*PGL / subject=Ort ;
  random int / subject=Ort GROUP=Ort*Jahr residual;
  %INCLUDE ST_Pgl;
run;
```

vorher der Macrovariablen alpha Wert zuweisen



Vermutung:

Anstelle der Macros von WESTFALL u.a. (1999) bzw. FRÖMKE u. BRETZ (2004) lässt sich PROC GLIMMIX nutzen.

Literatur

FRÖMKE, C. and BRETZ, F. (2004): Simultaneous Tests and Confidence Intervals for Evaluation of Agricultural Field Trials. *Agronomy Journal*, **96**, p. 1323-1330

WESTFALL, P. H., TOBIAS, R. D., ROM, D., WOLFINGER, R. D., and HOCHBERG, Y. (1999a): Multiple Comparisons and Multiple Tests Using the SAS System. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA