

Projekt

„Simulation österreichischer und deutscher Intonationsverläufe“

Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum
Telekommunikation Wien („ftw“) durchgeführt.

www.ftw.at

Cornelia Falch / Isabella Winter

SS 2000

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1. Aufgabenstellung	3
2. Vorgangsweise	4 - 9
• Bearbeitung der Samples:	4 - 5
• Matlab –Programme	5 - 8
• Praat Scripts	8 - 9
3. Durchführung des Gehörtests	10
4. Statistische Auswertung	11- 19
• Erklärung des Chiquadrat-Vierfeldertest	11 –12
• Statistische Auswertung der Versuchsreihe	12 - 13
• Graphische Darstellung der einzelnen Probanden	14 - 18
• Graphische Darstellung der Häufigkeiten aller Probanden	19
• Statistische Auswertung aller Probanden	19
• Graphische Darstellung des Chiquadrat-Wertes aller Probanden	20

Aufgabenstellung

In einer psychoakustischen Versuchsreihe sollte geklärt werden, ob und in welchem Ausmaß Unterschiede zwischen österreichischem und deutschem Deutsch nur anhand von prosodischer Information erkannt werden können.

Auf der Basis von österreichischen und deutschen Intonationsverläufen, die das ftw zur Verfügung stellte, wurden amplituden- und frequenzmodulierte Klänge synthetisiert.

Die Versuchspersonen sollten entscheiden aus welcher Klasse die jeweilige Klangprobe stammt.

Vorgangsweise

Die vom ftw zur Verfügung gestellten Samples wurden, um die prosodische Information zu erhalten, folgendermaßen bearbeitet.

1. Verwendung der "ata"-Samples der Sprecher:
Sprecher Nr: 2, 5, 9, 10, 11, 19 (3 männlich, 3 weiblich)
2. Zusammenschneiden 3er Sätze jedes/r Sprechers/in, Speichern als "wav"-File
zB: "D2_1orig.wav"
pro Sprecher: 4 Files
3. PITCH-Files:
Vorgangsweise zur Erstellung der Files mit Hilfe des Programmes PRAAT:
 - "Periodicity – to pitch (ac)"; (geänderte Werte: min.pitch: 70 Hz, max. No. Candidates: 10, ceiling: 200 Hz bei männl. / 300 Hz bei weibl. Sprechern)
 - "To Sound (hum)"
 - Speichern als "txt"-Files für Weiterverwendung im Matlab, zB: "D2_1pitch.txt"
 - Speichern als "wav"-File, zB: "D2_1pitch.wav"
4. PULSE-Files:
Vorgangsweise zur Erstellung der Files mit Hilfe des Programmes PRAAT:
 - "Periodicity – to pitch (ac)", Werte wie vorher
 - "To Sound (pulses)"
 - "Filter – (pass Hannband)" ; (geänderte Werte: freom 800 to 1200 Hz)
 - "Write to WAV-File", zB: "D2_1puls.wav"
5. mod. Sinus-Files:
Vorgangsweise zur Erstellung der Files mit Hilfe des Programmes PRAAT:
 - "Periodicity – to pitch (ac)", Werte wie vorher
 - "Interpolate"
 - "Write to short text file", zB: "D2_1pitchint.txt"Weiterverwendung im MATLAB:
 - Modulation des Sinus-Trägers in Amplitude und Frequenz
 - Speichern als zB: "D2_1ende.wav"
6. ACHTUNG:
PRAAT-WAV-Files haben eine Samplefrequenz von $f_s=22050$ Hz
(dh: alle ...pitch..., ...puls... Files)
MATLAB-WAV-Files haben eine $f_s=8000$ Hz
(dh: alle ...ende... Files)

=> Konvertierung der PRAAT-Files mit "praatScriptConvert"

7. Normalisieren:

Damit alle für den Test verwendeten Files ungefähr gleich laut sind wurden die ...ende... bzw. ...puls... Files im Programm COOL EDIT PRO

Für die Durchführung waren folgende Praat Scripts bzw. Matlab-Programme notwendig:

```
function interval=fnull(textfile);

% FNULL
%
%           interval=fnull(textfile,freqfile);
%
%   Aus dem Textfile >textfile< (.TXT) wird der Intervallsverlauf der
%   Grundfrequenz bestimmt, der Variable interval zugewiesen und im
%   >freqfile< (.MAT) abgespeichert.
%   Das Textfile wird mit dem Programm PRAAT generiert ->To Pitch (ac)...
%   es wird das Format "SHORT TEXTFILE" verwendet !!!
%   [Vollständige Pfadangabe verwenden]
%
%   textfile,freqfile....STRING
%
%           STAND 16.03.2000

fs=8000;
fid=fopen(textfile,'r');
textbuffer=fread(fid,inf,'char');
count=length(textbuffer);           % Länge des Puffer

ret=find(textbuffer==13);   % 13=return
ende=length(ret);
j=1;
for i=12:4:ende-1
    buffer=textbuffer(ret(i):ret(i+1));
    b=setstr(buffer);
    z(j)=str2num(b');
    j=j+1;
end
fclose(fid);

zohnezero=find(z~=0);
zmean=mean(z(zohnezero));
%jene Stellen die keine Fundamentalfreq. besitzen
%(Anfang&Ende bzw. Pausen) werden auf auf zmean gesetzt.
zgleichzero=find(z==0);
z(zgleichzero)=ones(1,length(zgleichzero)).*zmean;
deltafreq=z./zmean;
%Interpolation auf einzelne Samples
interval=interp1(1:length(deltafreq),deltafreq,1:1/(fs*0.01):length(deltafreq));

interval(length(interval)+1)=zmean;

%save(freqfile,'interval');
```

```

function genfpmo1(klangfile,targetfile,delta,amp,fk,am);

% genfpmo1
%
%          genfpmo1(klangfile,targetfile,interval,amplitude,ivar,avar)
%
%          klangfile.....Klangfarbenfile (.WAV)
% targetfile.....Name des neuen genierten Soundfiles (.WAV)
% interval.....Intervallverlauf der originalen Sprachaufnahme (interval Vektor)
% amplitude.....Amplitudenbetragsverlauf der originalen Sprachaufnahme (amp Vektor)
% ivar.....Variation des Intervallverlaufes (org=1)
% avar.....VAriation des Amplitudenbetragsverlaufes (org=1)

% STAND 16.03.2000

fs=8000;

sforg=wavread(klangfile);          %Einlesen des "Klangfarben-Files"

[a b]=size(delta);
if a<b
    delta=delta(1:(length(delta)-1)); %letzter Wert= mittlere Grundfrequenz
    delta=delta';
end

[a b]=size(amp);
if a<b
    amp=amp';
end

delta=fk*(delta-1)+1;          %MODIFIZIERTER INTERVALLVERLAUF
delta=cumsum(delta);
sfmod=interp1(1:length(sforg),sforg,delta);

amplitude=exp(am*log ((amp+0.75)/32768)); %MODIFIZIERTER AMPLIDUDENVERLAUF
l=min(length(amplitude),length(sfmod));
soundmod=sfmod(1:l).*amplitude(1:l);

ampmult=0.5/max(abs(soundmod));
soundmod=ampmult*soundmod;

wavwrite(soundmod,fs,16,targetfile);

```

```

function amp=pegel(origfile);%,pegelfile);

% PEGEL
%
%          amp=pegel(origfile,pegelfile);
%
%  Aus dem originalen Aufnahmefile >origfile< (.WAV) wird der Amplitudenbetragsverlauf
%  bestimmt, der Variable amp zugewiesen und im >pegelfile< (.MAT) abgespeichert.
%  [Vollständige Pfadangabe verwenden]
%
%  origfile,pegelfile....STRING
%
%          STAND 16.03.2000

fs=8000;

count=1;
sound=wavread(origfile);
k=1:80:length(sound); %window size 20ms =>160 Punkte mit Versatz 10ms (80 Punkte)
k(length(k)+1)=length(sound);

for i=1:length(k)-2;
    p(i)=sqrt(1/160*sum(sound(k(i):k(i+2)).^2));
    count=count+1;
end
points=k(count+1)-k(count)+1;
p(count)=sqrt(1/points*sum(sound(k(count):k(count+1)).^2));
pgleichzero=find(p==0);
offset=mean(sound);

x=k(1:length(k)-1);
y=p-offset;
y(pgleichzero)=0*pgleichzero;
y=y-0.01*max(y);
ykleinernull=find(y<0);
y(ykleinernull)=zeros(length(ykleinernull),1);
xi=1:length(sound);

amp=interp1(x,y,xi,'linear').*32768;
%save(pegelfile,'amp');

```

```

function komplett(origfile,textfile,targetfile,fk,am);

%origfile=originales sprachfile (.wav)
%pegelfile=amplitudenmodulation (.mat)
%textfile=grundfrequenzverlauf (.txt)
%freqfile=frequenzmodulation (.mat)
%targetfile=ausgangsgangfile (.wav)
%fk,am=faktoren f. modulation

interval=fnull(textfile);
amp=pegel(origfile);

freq=interval(length(interval));

```

```

sinosc(freq,25,'sinus');
function sinosc(freq,laenge,klangfile);
% sinus-oszillator
% length [seconds]    magnitude=0.9
% freq [Hz]           sample rate [Hz]
% 23.05.00

fs=8000;

x=0:(1/fs):laenge;
y=0.9*sin(2*pi*x*freq);

wavwrite(y,fs,klangfile);

```

Auszüge aus einigen Praat Scripts:

```

Read from file... D:\MATLABR11\work\D2_1pitch.wav
Resample... 8000 50
Write to WAV file... D:\MATLABR11\work\D2_1pitch_8000.wav

Read from file... D:\MATLABR11\work\D2_2pitch.wav
Resample... 8000 50
Write to WAV file... D:\MATLABR11\work\D2_2pitch_8000.wav

Read from file... D:\MATLABR11\work\D2_3pitch.wav
Resample... 8000 50
Write to WAV file... D:\MATLABR11\work\D2_3pitch_8000.wav

Read from file... D:\MATLABR11\work\D2_4pitch.wav
Resample... 8000 50
Write to WAV file... D:\MATLABR11\work\D2_4pitch_8000.wav

```

```

Read from file... C:\sprachanalyse\deutsch02-1 pitch.txt
To Sound (pulses)
Filter (pass Hann band)... 800 1200 100
Write to WAV file... D:\MATLABR11\work\D2_1puls.wav

Read from file... C:\sprachanalyse\deutsch02-2 pitch.txt
To Sound (pulses)
Filter (pass Hann band)... 800 1200 100
Write to WAV file... D:\MATLABR11\work\D2_2puls.wav

Read from file... C:\sprachanalyse\deutsch02-3 pitch.txt
To Sound (pulses)
Filter (pass Hann band)... 800 1200 100
Write to WAV file... D:\MATLABR11\work\D2_3puls.wav

Read from file... C:\sprachanalyse\deutsch02-4 pitch.txt
To Sound (pulses)
Filter (pass Hann band)... 800 1200 100
Write to WAV file... D:\MATLABR11\work\D2_4puls.wav

```

```

komplett('D2_1orig.wav','D2_1pitchint.txt','D2_1ende.wav',1,1);
komplett('D2_2orig.wav','D2_2pitchint.txt','D2_2ende.wav',1,1);
komplett('D2_3orig.wav','D2_3pitchint.txt','D2_3ende.wav',1,1);
komplett('D2_4orig.wav','D2_4pitchint.txt','D2_4ende.wav',1,1);

komplett('D5_1orig.wav','D5_1pitchint.txt','D5_1ende.wav',1,1);
komplett('D5_2orig.wav','D5_2pitchint.txt','D5_2ende.wav',1,1);
komplett('D5_3orig.wav','D5_3pitchint.txt','D5_3ende.wav',1,1);
komplett('D5_4orig.wav','D5_4pitchint.txt','D5_4ende.wav',1,1);

komplett('D9_1orig.wav','D9_1pitchint.txt','D9_1ende.wav',1,1);
komplett('D9_2orig.wav','D9_2pitchint.txt','D9_2ende.wav',1,1);
komplett('D9_3orig.wav','D9_3pitchint.txt','D9_3ende.wav',1,1);
komplett('D9_4orig.wav','D9_4pitchint.txt','D9_4ende.wav',1,1);

komplett('D10_1orig.wav','D10_1pitchint.txt','D10_1ende.wav',1,1);
komplett('D10_2orig.wav','D10_2pitchint.txt','D10_2ende.wav',1,1);
komplett('D10_3orig.wav','D10_3pitchint.txt','D10_3ende.wav',1,1);
komplett('D10_4orig.wav','D10_4pitchint.txt','D10_4ende.wav',1,1);

Read from file... D:\MATLABR11\work\A2_4orig.wav
To Pitch (ac)... 0.01 70 10 no 0.03 0.45 0.01 0.35 0.14 200
To Sound (pulses)
Filter (pass Hann band)... 800 1200 100
Write to WAV file... D:\MATLABR11\work\A2_4puls.wav

Resample... 8000 50
Write to WAV file... D:\MATLABR11\work\A2_4puls_8000.wav

select Pitch A2_4orig
Write to short text file... D:\MATLABR11\work\A2_4pitch.txt

select Pitch A2_4orig
To Sound (hum)
Write to WAV file... D:\MATLABR11\work\A2_4pitch.wav

Resample... 8000 50
Write to WAV file... D:\MATLABR11\work\A2_4pitch_8000.wav

```

Hinweis:

Durch anklicken folgender Dateien, ist es möglich alle dafür benötigten Praat Scripts und Matlab -Programme genauer kennen zu lernen.

[Script\FNULL.doc](#)

[Script\genfpmo1.doc](#)

[Script\komplett.doc](#)

[Script\PEGEL.doc](#)

[Script\praatScriptInt.doc](#)

[Script\script2_44100.doc](#)

[Script\praatScriptConvert.doc](#)

[Script\praatScriptpuls.doc](#)

[Script\ScriptEnde.doc](#)

Durchführung des Gehörtests:

Der Gehörttest bestand aus 3 Teilen:

- Im ersten Teil wurde ein Sinus mit der Hüllkurve und dem Grundfrequenzverlauf des originalen Sprachsignals moduliert, das von österreichischen bzw. deutschen Sprecherinnen und Sprechern stammt.
- Beim zweiten Teil wurde der Grundfrequenzverlauf des originalen Sprachsignals vorgespielt.
- Und der dritte Teil bestand aus Hörbeispielen, deren formantgefilterter Impulszug einerseits in der Amplitude und andererseits in der Frequenz moduliert wurde.

Für die Durchführung des Gehörtests standen uns **16 Testpersonen** zur Verfügung, eine Ausgewogenheit zwischen deutschen und österreichischen Teilnehmern konnte leider nicht erreicht werden.

Den Testpersonen wurden pro Teil 16 Hörproben über Lautsprecher vorgespielt, also insgesamt 48 Hörproben.

Die Dauer dieses Gehörttests betrug ungefähr 30 Minuten.

Hinweis:

Falls Sie Interesse an diesem Gehörttest haben, so können Sie durch anklicken folgender zwei Dateien zum einen die schriftliche Vorlage für diesen Gehörttest erhalten und zum anderen die Auflösung dieses Gehörttests, durch anklicken der einzelnen Wav-Dateien, haben Sie die Möglichkeit die Hörbeispiele kennen zu lernen.

[Gehörttest.doc](#)

[AuflösungdesGehörttests.doc](#)

Teil1:

[HörbeispielefürGehörttest\Track01_A10_1.wav](#)

[HörbeispielefürGehörttest\Track02_D2_4.wav](#)

[HörbeispielefürGehörttest\Track03_D5_4.wav](#)

[HörbeispielefürGehörttest\Track04_A11_1.wav](#)

[HörbeispielefürGehörttest\Track05_A2_1.wav](#)

[HörbeispielefürGehörttest\Track06_D9_3.wav](#)

[HörbeispielefürGehörttest\Track07_D10_3.wav](#)

[HörbeispielefürGehörttest\Track08_A5_1.wav](#)

[HörbeispielefürGehörtest\Track09_D9_4.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track10_A11_2.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track11_D5_1.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track12_A10_2.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track13_A5_3.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track14_D9_3.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track15_A9_1.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track16_D10_4.wav](#)

Teil2:

[HörbeispielefürGehörtest\Track17_D9_4.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track18_A10_2.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track19_A11_1.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track20_D19_4.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track21_A9_4.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track22_D10_1.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track23_D11_3.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track24_D5_4.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track25_A19_2.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track26_A2_4.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track27_A5_3.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track28_D2_3.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track29_A19_3.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track30_D10_1.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track31_A2_3.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track32_D11_1.wav](#)

Teil3:

[HörbeispielefürGehörtest\Track33_A19_1.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track34_D10_1.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track35_A9_4.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track36_A5_2.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track37_D11_2.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track38_A11_4.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track39_D19_1.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track40_D2_1.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track41_A5_3.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track42_A2_2.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track43_A10_3.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track44_D9_1.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track45_D10_1.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track46_A11_2.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track47_D5_2.wav](#)
[HörbeispielefürGehörtest\Track48_D9_3.wav](#)

Statistische Auswertung

Folgende Hypothese wurde aufgestellt:

Das menschliche Gehör ist in der Lage Unterschiede zwischen österreichischem und deutschem Deutsch nur anhand von prosodischer Information erkennen zu können.

Diese Hypothese wurde mit Hilfe des **Chiquadrat-Viefeldertest** widerlegt.

Erklärung des Chiquadrat-Viefeldertest¹:

Die Frage, ob die Hypothese auch signifikant ist, wurde mit Hilfe des Chiquadrat-Viefeldertestes beantwortet.

Der Chiquadrat-Viefeldertest dient zum Vergleich vier beobachteter Häufigkeitsverteilungen.

Er prüft, ob sich diese Häufigkeitsverteilungen signifikant voneinander unterscheiden.

Bezeichnet man die vier Häufigkeiten der Vierfeldertafel der Reihe nach mit A, B, C, D so berechnet sich die Prüfgröße Chiquadrat nach der Formel:

	D	Ö
D	A	B
Ö	C	D

D ...deutsches Deutsch

Ö...österreichisches Deutsch

¹ Peter Zöfel, "Statistik in der Praxis"

$$\chi^2 = \frac{(|A * D - B * C| - \frac{n}{2})^2 * n}{(A + B) * (C + D) * (A + C) * (B + D)}$$

Da es sich um bei diesem Test um kleinere Häufigkeiten handelt, verwendet man eine von YATES korrigierte Formel. Der Chiquadrat-Wert wird also etwas kleiner als im unkorrigierten Fall. Die korrigierte Formel, ist also „vorsichtiger“ mit dem Melden einer Signifikanz.

Dabei ist

$$n = A+B+C+D$$

die Gesamtsumme der Häufigkeiten.

Die Zahl der Freiheitsgrade beim Chiquadrat-Vierfeldertest ist 1. Der Freiheitsgrad ist das Produkt aus der um 1 verminderten Zeilenzahl mit der um 1 verminderten Spaltenzahl, in diesem Falle also

$$df = (k-1)*(m-1) = 1$$

k Anzahl der Klassen (Zeilen)

m Anzahl der Merkmale (Spalten)

Überprüfung des Chiquadrat-Wertes bei einem Freiheitsgrad mit Hilfe der Chiquadrat-Tabelle auf Signifikanz.

Chiquadrat-Tabelle:

df	5.0%	1.0%	0.1%
1	3.841	6.635	10.828

Statistische Auswertung der Versuchsreihe

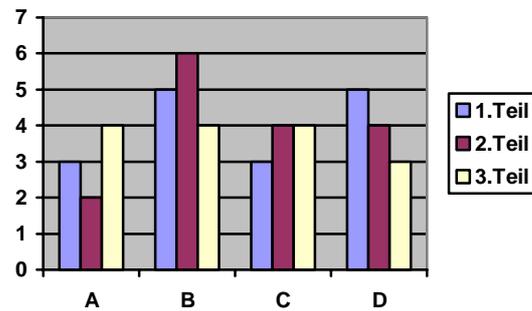
Nr.		A	B	C	D	n	chi^2
1	1.Teil	3	5	3	5	16	0,2666
	2.Teil	2	6	4	4	16	0,2666
	3.Teil	4	4	4	3	15	0,0585

2	1.Teil	6	2	6	2	16	0,3333
	2.Teil	4	4	4	4	16	0,25
	3.Teil	4	4	4	4	16	0,25
3	1.Teil	4	4	4	4	16	0,25
	2.Teil	3	4	4	5	16	0,1975
	3.Teil	4	5	2	5	16	0,0169
4	1.Teil	3	5	4	4	16	0
	2.Teil	5	3	5	3	16	0,2666
	3.Teil	2	7	2	5	16	0,0846
5	1.Teil	5	3	4	4	16	0
	2.Teil	4	4	3	5	16	0
	3.Teil	3	5	3	5	16	0,2666
6	1.Teil	5	3	3	5	16	0,25
	2.Teil	5	3	3	5	16	0,25
	3.Teil	3	5	3	5	16	0,2666
7	1.Teil	5	2	5	2	14	0,35
	2.Teil	2	6	3	5	16	0
	3.Teil	3	5	5	3	16	0,25
8	1.Teil	3	5	4	4	16	0
	2.Teil	2	6	2	6	16	0,333
	3.Teil	3	5	4	4	16	0
9	1.Teil	4	4	5	3	16	0
	2.Teil	4	5	4	3	16	0
	3.Teil	4	4	6	2	16	0,2666
10	1.Teil	4	4	3	5	16	0
	2.Teil	5	3	4	4	16	0
	3.Teil	5	3	4	4	16	0
11	1.Teil	3	5	4	4	16	0
	2.Teil	3	5	4	4	16	0
	3.Teil	4	4	5	3	16	0
12	1.Teil	4	3	3	5	15	0,0585
	2.Teil	7	1	4	4	16	1,1636
	3.Teil	2	6	2	6	16	0,3333
13	1.Teil	4	4	4	4	16	0,25
	2.Teil	4	3	5	4	16	0,1975
	3.Teil	3	5	3	5	16	0,2666

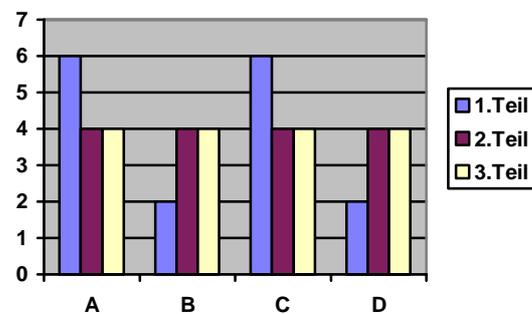
14	1.Teil	4	4	4	4	16	0,25
	2.Teil	4	4	6	2	16	0,2666
	3.Teil	5	2	4	5	16	0,3265
15	1.Teil						
	2.Teil						
	3.Teil	5	3	6	2	16	0
16	1.Teil						
	2.Teil						
	3.Teil	4	4	6	2	16	0,2666

Graphische Darstellung der Häufigkeiten der einzelnen Probanden

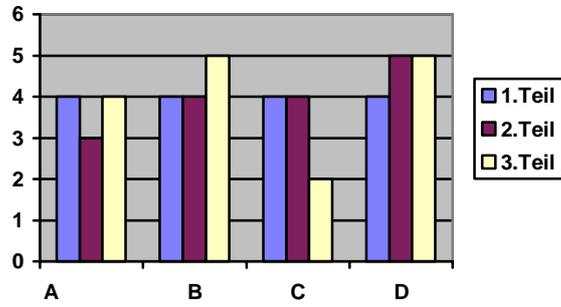
Proband Nr1:



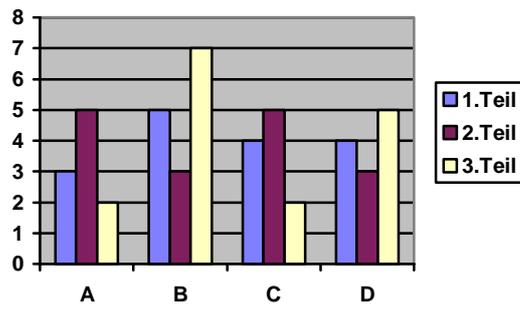
Proband Nr2:



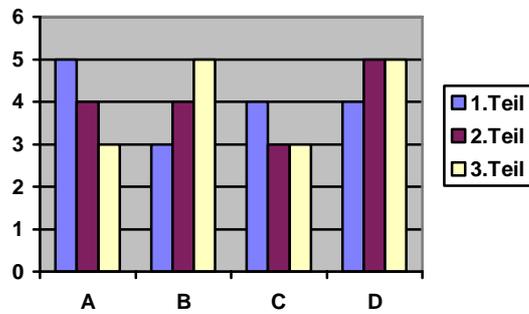
Proband Nr3:



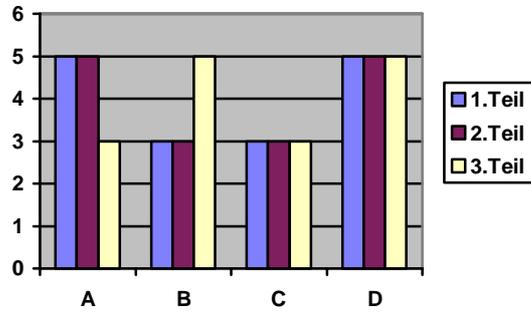
Proband Nr4:



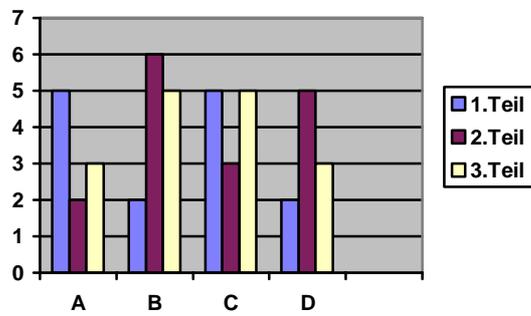
Proband Nr5:



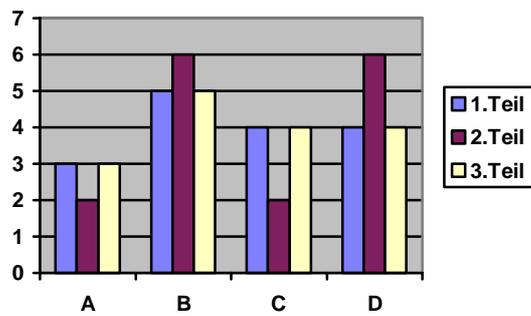
Proband Nr6:



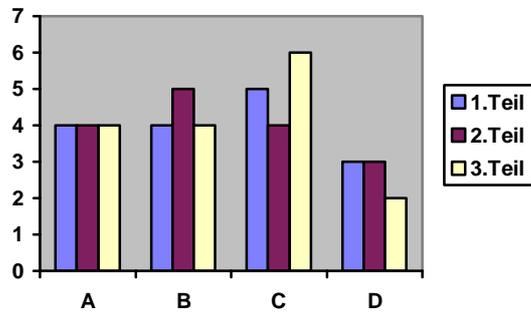
Proband Nr7:



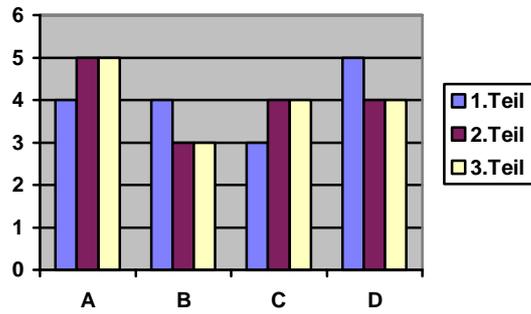
Proband Nr8:



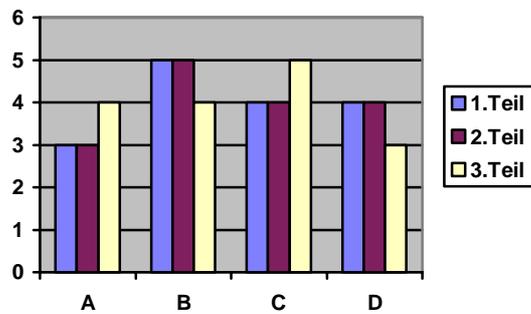
Proband Nr9:



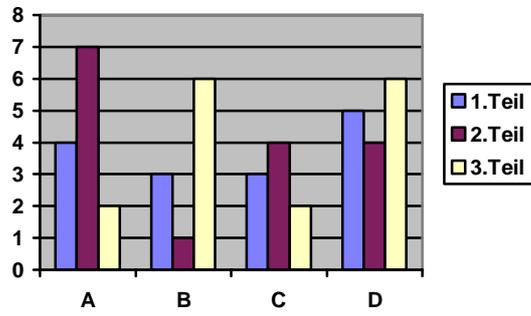
Proband Nr10:



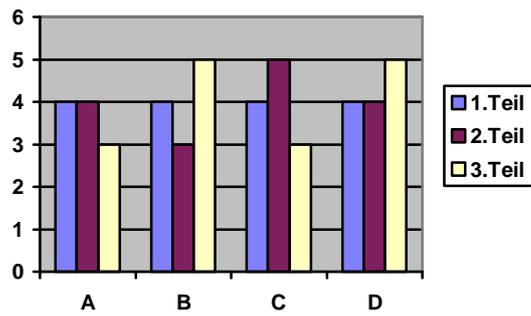
Proband Nr11:



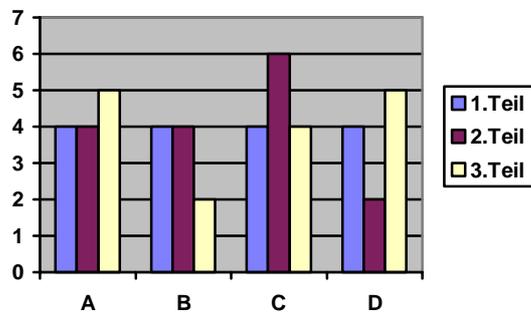
Proband Nr12:



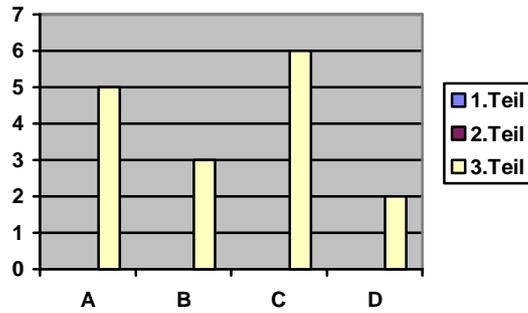
Proband Nr13:



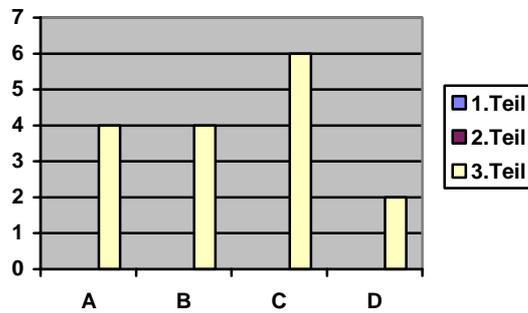
Proband Nr14:



Proband Nr15:



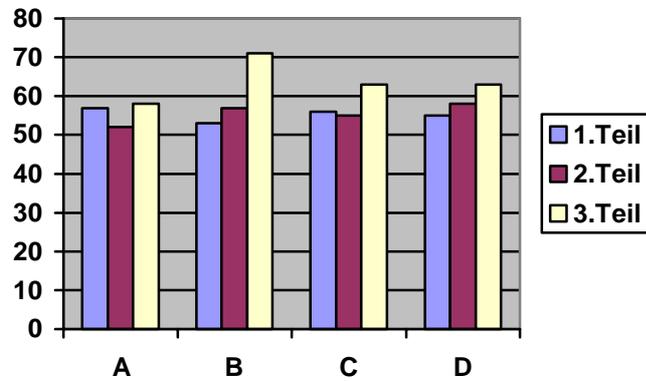
Proband Nr16:



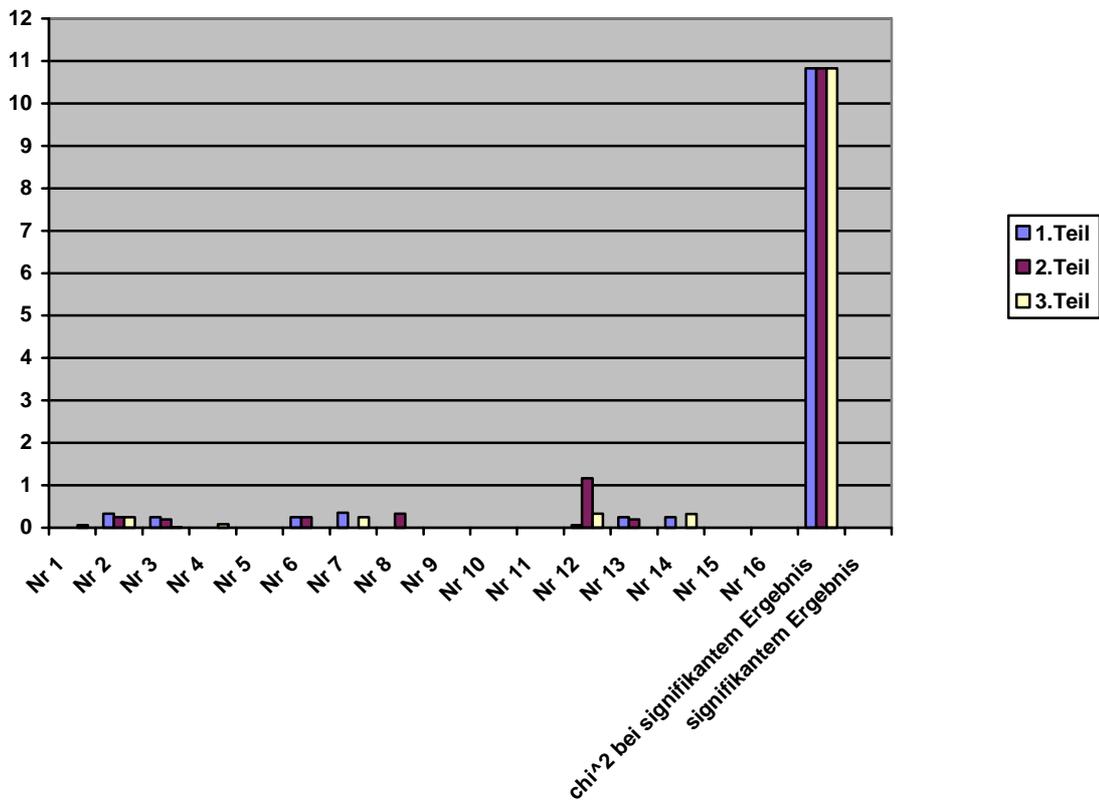
Statistische Auswertung aller Probanden

Gesamt		A	B	C	D	n	chi ²
	1. Teil	57	53	56	55	221	0,0047
	2. Teil	52	57	55	58	222	0,00009
	3. Teil	58	71	63	63	255	00,4626

Graphische Darstellung der Häufigkeiten aller Probanden



Graphische Darstellung des Chi-Quadrat-Wertes aller Probanden



Aus dieser Graphik ist die Widerlegung der Hypothese leicht entnehmbar.

