

## Grundlagen der Progressionsbeurteilung beim Glaukom

PD Dr. Christian van Oterendorp  
Universitätsmedizin Göttingen



SICHT.KONTAKTE 2024

1

### Ausblick

- Grundlagen:  
*Was bedeutet Progression und wie kann man sie erfassen?*
- Progressionsbeurteilung beim Glaukom:  
*Gesichtsfelduntersuchung  
Strukturelle Glaukomparameter  
RNFL-OCT | Ganglienzell-Komplex*



3

### Grundlagen – Was bedeutet Progression?

= Änderung über die Zeit



Schwierigkeit einer Progressionsbestimmung bei Krankheiten:  
-> meist sehr langsame Änderung

(c) Adapted by Pinoboy



5

### Grundlagen – Was bedeutet Progression?



Erkenntnis #1

Progressionsbeurteilung wird umso einfacher, je mehr Zeit man verstreichen lässt.



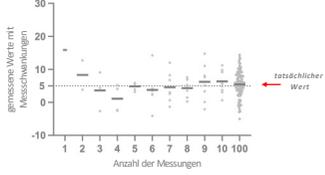
6

### Grundlagen – Was bedeutet Progression?



**Erkenntnis #2**  
Jede Messung ist ungenau

**Erkenntnis #3**  
Viele Messungen sind genauer



gemessene Werte mit Messschwankungen

→ tatsächlicher Wert

Anzahl der Messungen

**Wiederholtes Messen + Statistik = mehr Sicherheit, wie groß der tatsächliche Wert ist**

11

### Grundlagen – Wie kann ich Progression detektieren?

⇒ der einfachste Weg: Beobachten und warten bis sich etwas ändert

= Ereignisbasierte Analyse (Event-based analysis)



Ausgangsbeobachtung (baseline)

anders? nein

Folgebeobachtung 1

anders? vielleicht?

Folgebeobachtung 2

anders? JA!

Folgebeobachtung 3

12

### Grundlagen – Wie kann ich Progression detektieren?

⇒ der einfachste Weg: Beobachten und warten bis sich etwas ändert

= Ereignisbasierte Analyse (Event-based analysis)



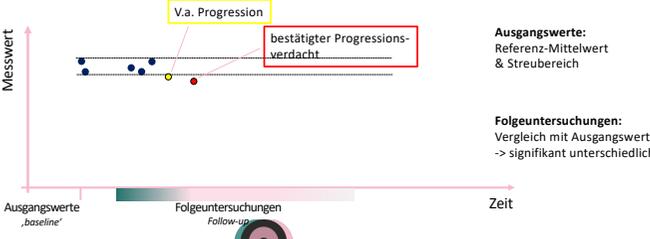
13

### Grundlagen – Wie kann ich Progression detektieren?

⇒ der einfachste Weg: Beobachten und warten bis sich etwas ändert

= Ereignisbasierte Analyse (Event-based analysis)

Heutzutage beobachten wir nicht nur das Auge, wir vermessen es!



Messwert

V.a. Progression

bestätigter Progressionsverdacht

Ausgangswerte „baseline“

Folgeuntersuchungen Follow-up

Zeit

**Ausgangswerte:**  
Referenz-Mittelwert & Streubereich

**Folgeuntersuchungen:**  
Vergleich mit Ausgangswerten  
-> signifikant unterschiedlich?

14

### Grundlagen – Was bedeutet Progression?

OK. Wir haben einen Weg gefunden festzustellen, ob es einen signifikanten Unterschied gibt.

Problem gelöst!

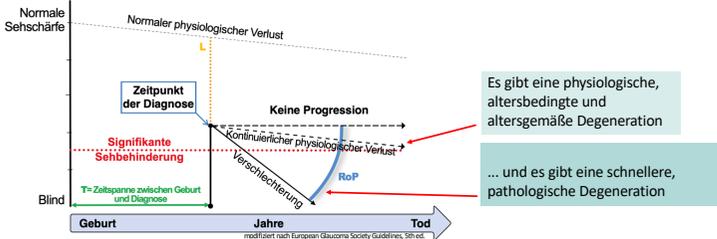
**Wirklich??**



15

### Grundlagen – Was bedeutet Progression?

#### Beispiel: Glaukom

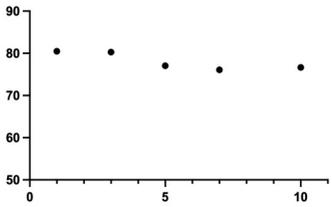


Um gesund von krank zu unterscheiden zählt nicht (nur) das Vorhandensein einer Änderung über die Zeit, sondern die Geschwindigkeit der Änderung!

16

### Grundlagen

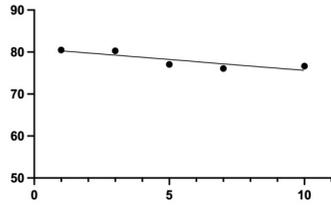
#### Trend-basierte Analyse mittels linearer Regressionsanalyse



17

### Grundlagen

#### Die lineare Regressionsanalyse

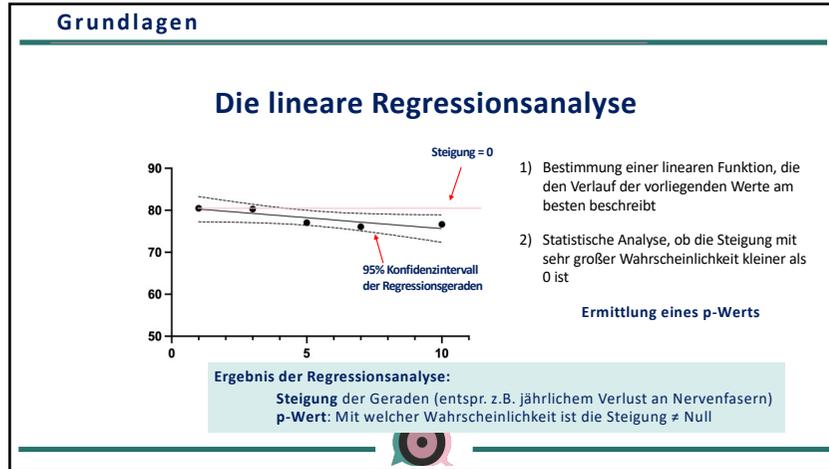


- Bestimmung einer linearen Funktion, die den Verlauf der vorliegenden Wert am besten beschreibt

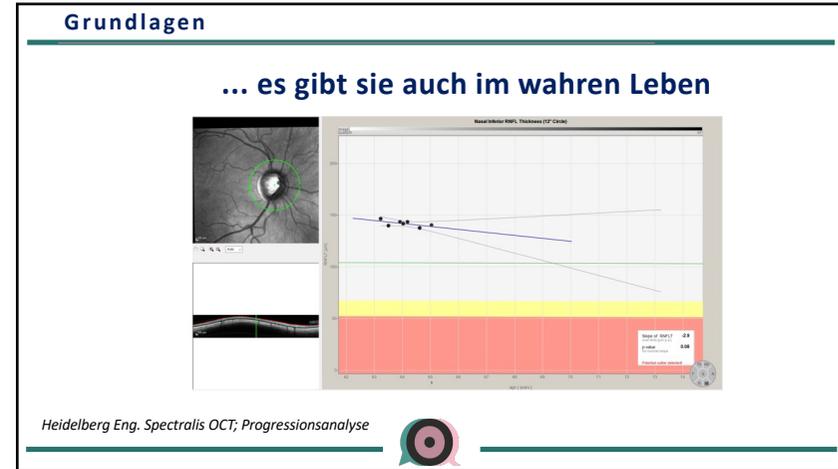
$$y = m \cdot x + n$$

m = Steigung (oder Abfall) der Geraden

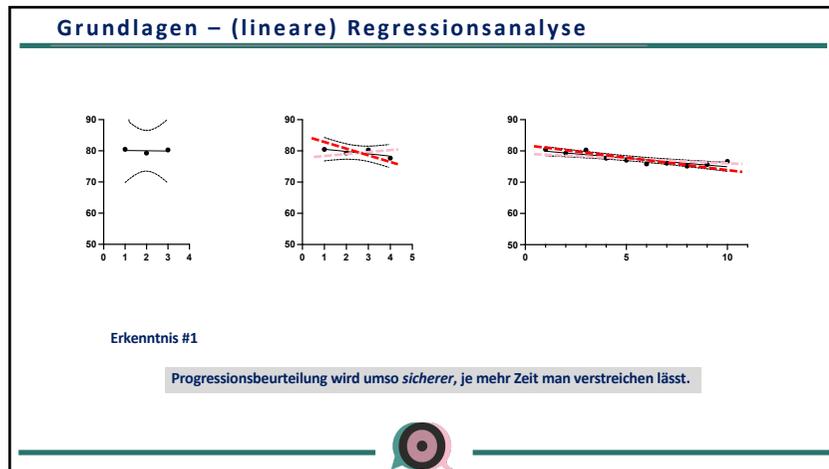
18



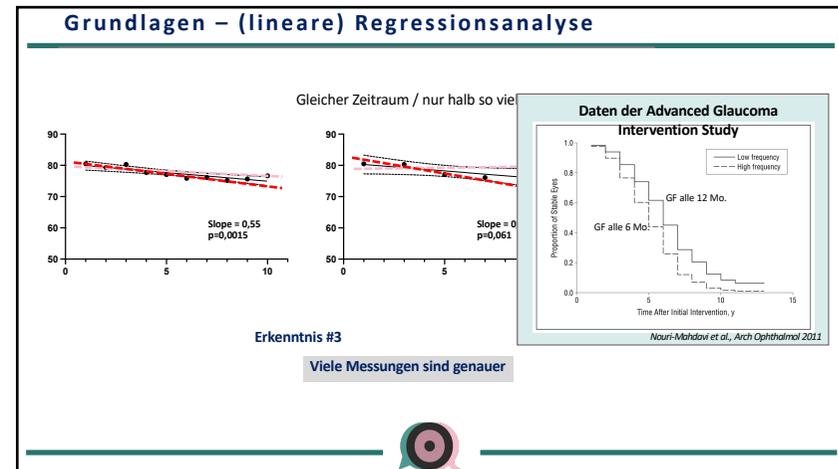
19



20



21



22

### Grundlagen

ZUSAMMENFASSUNG

Jede Messung ist ungenau  $\Rightarrow$  Viele Messungen sind genauer

Wiederholtes Messen + Statistik = mehr Sicherheit, wie groß der tatsächliche Wert ist

**Event-basierte Analyse:**

- + Schnellere Detektion einer Progression mit wenigen Daten
- starke Abhängigkeit von der Streuung der Baseline-Werte
- keine Aussage über die Progressionsgeschwindigkeit

**Trend-basierte Analyse:**

- Über kurze Zeiträume mehr Daten notwendig
- + Unterscheidung zwischen physiologischer und pathologischer Degeneration

23

### Progressionsanalyse in der Anwendung

## Gesichtsfeld



24

### Gesichtsfeld

Jede Messung ist ungenau vor allem Gesichtsfeldmessungen!

- 1) Schwankungen gehören zum Krankheitsbild
- 2) Psycho-physischer Test

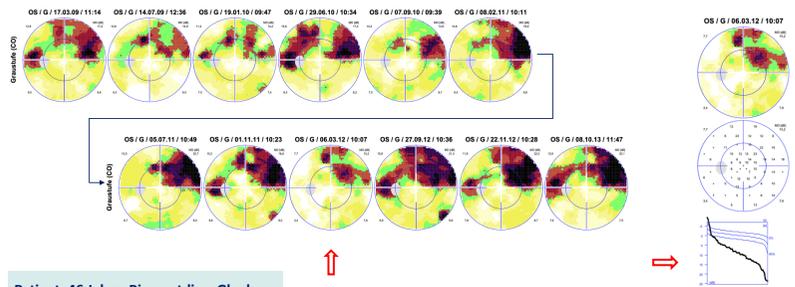
Verzerrungen / Schwankungen durch:

- ... Tagesform / Ablenkungen
- ... trockenes Auge Arai T, BJO 2017
- ... kognitive Einschränkungen Diniz-Filho et al., J Am Med Assoc Ophthalmol 2017
- ... Angststörungen Chew SSL, BJO 2016
- ...

Viele Messungen sind genauer

25

### Gesichtsfeld Welchen Daten nutze ich zur Progressionsanalyse?



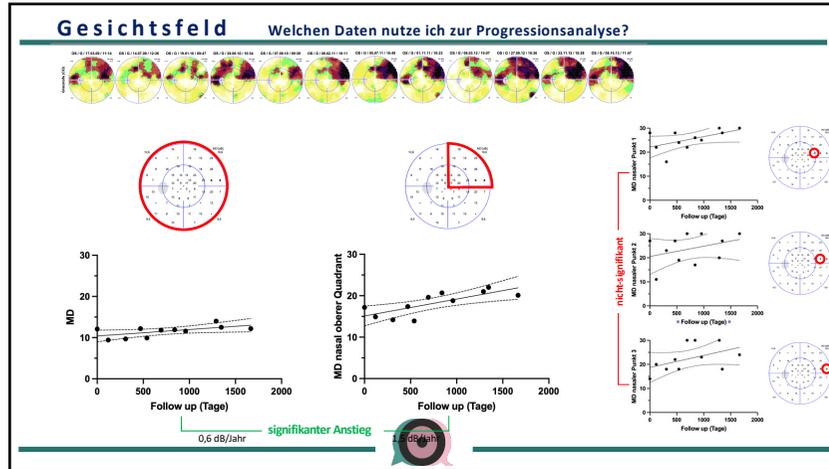
**Patient, 46 Jahre, Pigmentdisp. Glaukom**

4 ½ Jahre Beobachtungszeit

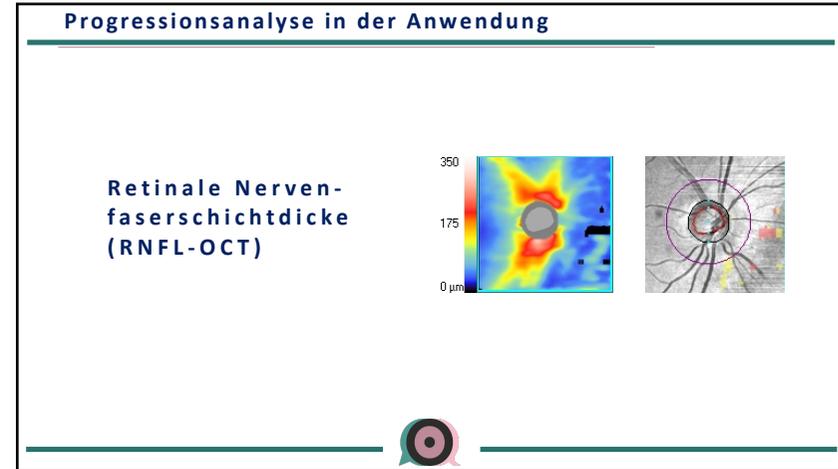
1 Datensatz ausgeschlossen

Pupille (mm): 0.0  
 MD (<math>\pm 2.5\text{ dB}</math>): 8.4  
 SLV (<math>\pm 2.5\text{ dB}</math>): 7.0

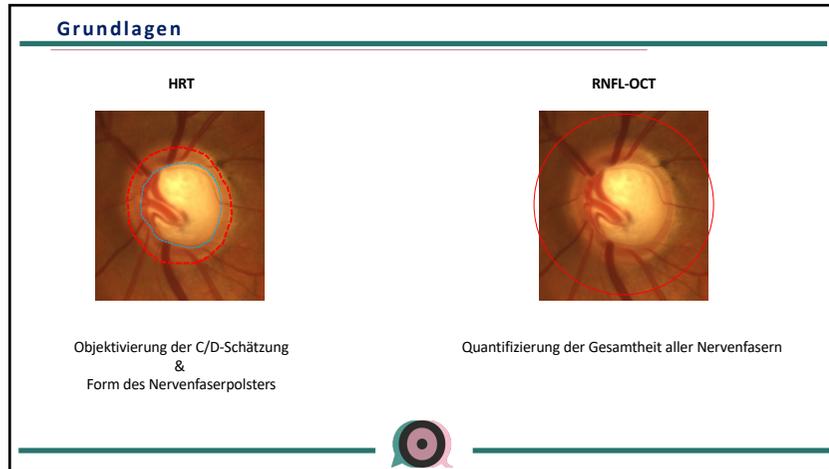
26



27



28



29



30

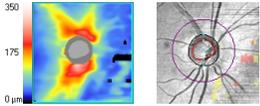
### Grundlagen

**Kreisscan**



Höhere Auflösung  
Detektion der RNFL besser überprüfbar

**Volumenscan**

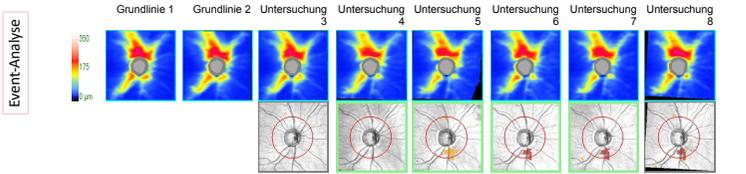


Mehr Information  
RNFL-Kreis aus Raster erstellt

31

### Progressionsanalyse der RNFL-OCT

Event-Analyse



Zeiss Guided Progression Analysis

**Vorteil:** relativ frühe Detektion von Veränderungen

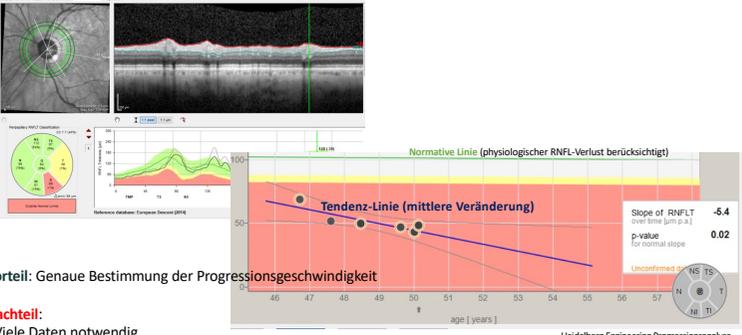
**Nachteil:**

- Abhängigkeit von der Konsistenz der Grundlinienuntersuchung
- Keine Aussage über Progressionsgeschwindigkeit

32

### Progressionsanalyse der RNFL-OCT

Trend-Analyse



**Vorteil:** Genaue Bestimmung der Progressionsgeschwindigkeit

**Nachteil:**

- Viele Daten notwendig
- Zeitliche Verschiebung der Progressionsbeurteilung schwierig

Normative Linie (physiologischer RNFL-Verlust berücksichtigt)

Tendenz-Linie (mittlere Veränderung)

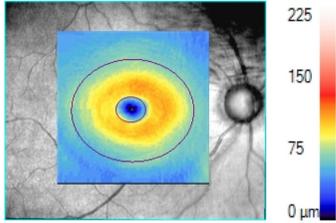
Slope of RNFLT over time (µm p.a.) **-5.4**

p-value for optimal slope **0.02**

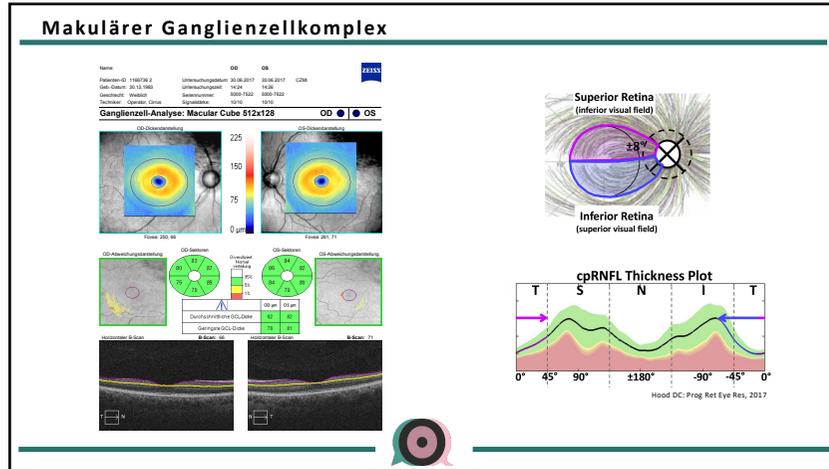
Heidelberg Engineering Progressionsanalyse

33

### Makulärer Ganglienzellkomplex



34



35

### Zusammenfassung

1. Die Grundprinzipien der Progressionsbeurteilung sind universell

- Progressionsbeurteilung wird umso einfacher, je mehr Zeit man verstreichen lässt.
- Jede Messung ist ungenau
- Viele Messungen sind genauer

2. Im Alltag

- häufig messen, wenn die Zeit drängt
- Statistische Werkzeuge nutzen
- kritisch bleiben und die Messwerte im Kontext des klinischen Befunds sehen

36

??? Fragen ???

37

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

38