

### Varianten Trunc. Staircase

1) truncated staircase

$$X_{n+1} = X_n - \int (2z_n - 1) \quad z_n \in \{0, 1\}$$

2) Derman (1957)

$$X_{n+1} = X_n - \int (2z_n s_\phi - 1) \quad s_\phi = f(p)$$

3) Weighted up - down

$$\int_{\uparrow} = \int_{\downarrow} \left( \frac{1 - \phi}{\phi} \right) \quad \phi: \text{Auftretenswahrsch. Target}$$

4) MOBS (s.u.)

5) stochastische Approximation

$$X_{n+1} = X_n - \frac{c}{n} (z_n - \phi)$$

6) beschleunigte stochastische Approx.

$$X_{n+1} = X_n - \frac{c}{z + m_{\text{shift}}} (z_n - \phi)$$

7) PEST (Parameter Est. Sequential Testing)

(Treatwein B., 1995, Vision Res 35(17))

Psychologisches Institut, Uni Zürich &  
Angewandte Sehforschung, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH Zürich

Die adaptiven Methoden sollten ein geringes Bias haben, genau und effizient sein. Um diese Forderungen zu untersuchen, wurden die in der Folie 2 dargestellten mathematischen Aussagen formuliert. Dabei stehen  $\theta$  und  $\mu$  für Mittelwerte,  $r$  für Anzahl Messungen und  $\Sigma$  für die Varianz.

### Evaluation AM

Bias:  $b_\theta = \frac{1}{r} \sum_r (\theta_{\text{mess}} - \hat{\theta}_r) = \theta_{\text{mess}} - \mu_\theta$

Genauigkeit:  $K_\theta = \frac{1}{\sigma_\theta^2} = \frac{r-1}{\sum_r (\hat{\theta}_r - \mu_\theta)^2}$

Effizienz:  $K = n \cdot \sigma_\theta^2$

Psychologisches Institut, Uni Zürich &  
Angewandte Sehforschung, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH Zürich

### Adaptive Verfahren

Dank des Einsatzes von Rechnern ist es heute möglich, psychophysische Messungen mit komplexen Methoden durchzuführen. Die Strategien der Verfahren berücksichtigen meistens eine oder alle drei der folgenden aufgelisteten Komponenten:

- Vorgeschichte
- Psychometrische Funktion
- Abbruchkriterium

Die von Probanden abgegebenen Bewertungen können im Rechner gespeichert werden und zeugen somit von der Vorgeschichte der Messung. Anhand heuristischer Überlegungen oder anderen Erfahrungswerten lässt sich die Vorgeschichte zur Berechnung künftig darzubietender Reizstärken nutzen. In diesen Überlegungen kann das modellhafte Verhalten integriert werden, d.h. eine spezielle psychometrische Funktion für die Berechnungen berücksichtigt werden. Die Reizdarbietung wird dann beendet, wenn ein vorgegebenes Abbruchkriterium erfüllt wird. Dieses kann z.B. eine Forderung betreffend einem Wert der dargebotenen Gleitstärke sein oder auch eine Forderung betreffend einer maximal Anzahl erlaubter sogenannter Umschlagpunkte um einen bestimmten Wert sein. Beispiele derartiger adaptiver Verfahren sind das weit verbreitete PEST („parameter estimation by sequential testing“) oder Varianten der Truncated-staircase-Methode. PEST geht von binomial verteilten Antworten aus und testet auf Binomialverteilung nach vorgegebenen  $n$  Antworten. Heuristische Regeln bestimmen den Ablauf bei PEST. Erstens wird die Schrittweite nach jedem Umschlagpunkt, auch Umkehrpunkt genannt, halbiert. Die zweite Regel besagt, dass die zweite Schrittweite gleich der ersten Schrittweite ist, falls in dieselbe „Richtung“ getestet werden soll. Die dritte Regel besagt, dass die vierte und die folgenden Schrittweiten verdoppelt werden sollen, falls immer in dieselbe „Richtung“ getestet werden soll. Die vierte Regel enthält das Vorgehen zur Auswertung der Vorgeschichte. Die unten abgebildete Folie 1 gibt mathematisch die Verfahren für verschiedene Varianten der Truncated-staircase-Methode wieder.