

# **Softwaregestützte Optimierung von Zuchtplänen**

## **Beispiele aus der Getreidezüchtung**

**Dr. Alexandra Tomerius, AIB-AT**

# Gliederung

- ◆ **Warum softwaregestützte Optimierung von Zuchtplänen?**
- ◆ **Modellrechnungen: Prinzip und Grundlagen**
- ◆ **Beispiele:**
  - **Winterroggen** (Tomerius, 2001 / 2008)
  - **Winterweizen** (Tomerius, nicht veröffentlicht)
  - **Mais** (Gordillo, 2007 / 2008)
- ◆ **Zusammenfassung und Ausblick**

# Gründe für die softwaregestützte Optimierung von Zuchtplänen

## Zuchtpläne

- ◆ sind sehr **komplex**
- ◆ zeigen erhebliche **Effizienzunterschiede**
- Züchter muss besten Zuchtplan finden
  
- ◆ Vergleich experimentell kaum möglich
- ◆ Weiterentwicklung anhand Erfahrungen und theoretischer Überlegungen
- ◆ Bewertung nur indirekt möglich
- ◆ Herausforderung: Integration neuer Techniken
- Hilfsmittel: **Modellrechnungen**

# Modellrechnungen: Prinzip

Für ein Zuchtschema unter Annahme bestimmter quantitativ-genetischer und ökonomischer Parameter die **Dimensionierung** finden, die das vereinbarte **Optimierungskriterium** maximiert.

**Dimensionierung** = Anzahl der Kandidaten, ggf. Tester, Prüforte, Wdh. auf jeder Prüfstufe

**Optimierungskriterium** = erwarteter Selektionsgewinn (Merkmal / Index) pro Jahr unter der Restriktion eines festen Budgets

# Selektionsgewinn: Einflußfaktoren

Ressourcen und Restriktionen  
(genetisch / züchtungstechnisch / ökonomisch -> **Budget**)

Anzahl der **Kandidaten**,  
**Tester**, **Orte**, **Jahre**,  
**Wiederholungen**

Genetische Varianzen  
und  
Kovarianzen

Selektions-  
intensität

**i**

Heritabilität  
(Wurzel)

**h**

Genet. Korr.  
zw. Test- und  
Zieleinheit

**$\rho$**

Std. abw.  
im Gewinn-  
kriterium

**$\sigma$**

$$G = i h \rho \sigma$$

# MR: Voraussetzungen

- ◆ **Zuverlässige Schätzwerte der relevanten Populationsparameter**  
(Additiv- und Dominanzvarianz,  $G \times U$ , Versuchsfehler, Korrelationen zwischen Zielmerkmalen, ...)
  - ◆ **Stückkosten** der einzelnen Züchtungsschritte
    - Materialerstellung (Kreuzen, Selbsten, DH)
    - Beobachtungsanbau
    - Leistungsprüfungen
- => **volle Budgetausschöpfung** in den MR

# MR: Möglichkeiten und Grenzen

## Modellrechnungen ermöglichen:

- ◆ **Optimierung** eines Zuchtplans in sich und **Vergleich** alternativer optimierter Zuchtpläne unter verschiedensten Annahmen
- ◆ Abschätzung des **Potentials neuer Techniken**
- ◆ **praxisbezogene, kostengünstige** Optimierung

## Aber:

- ◆ Modell vereinfacht natürlich die Wirklichkeit
- ◆ Gültigkeitsbereich der Ergebnisse beachten!
- ◆ Andere Faktoren ebenfalls maßgeblich

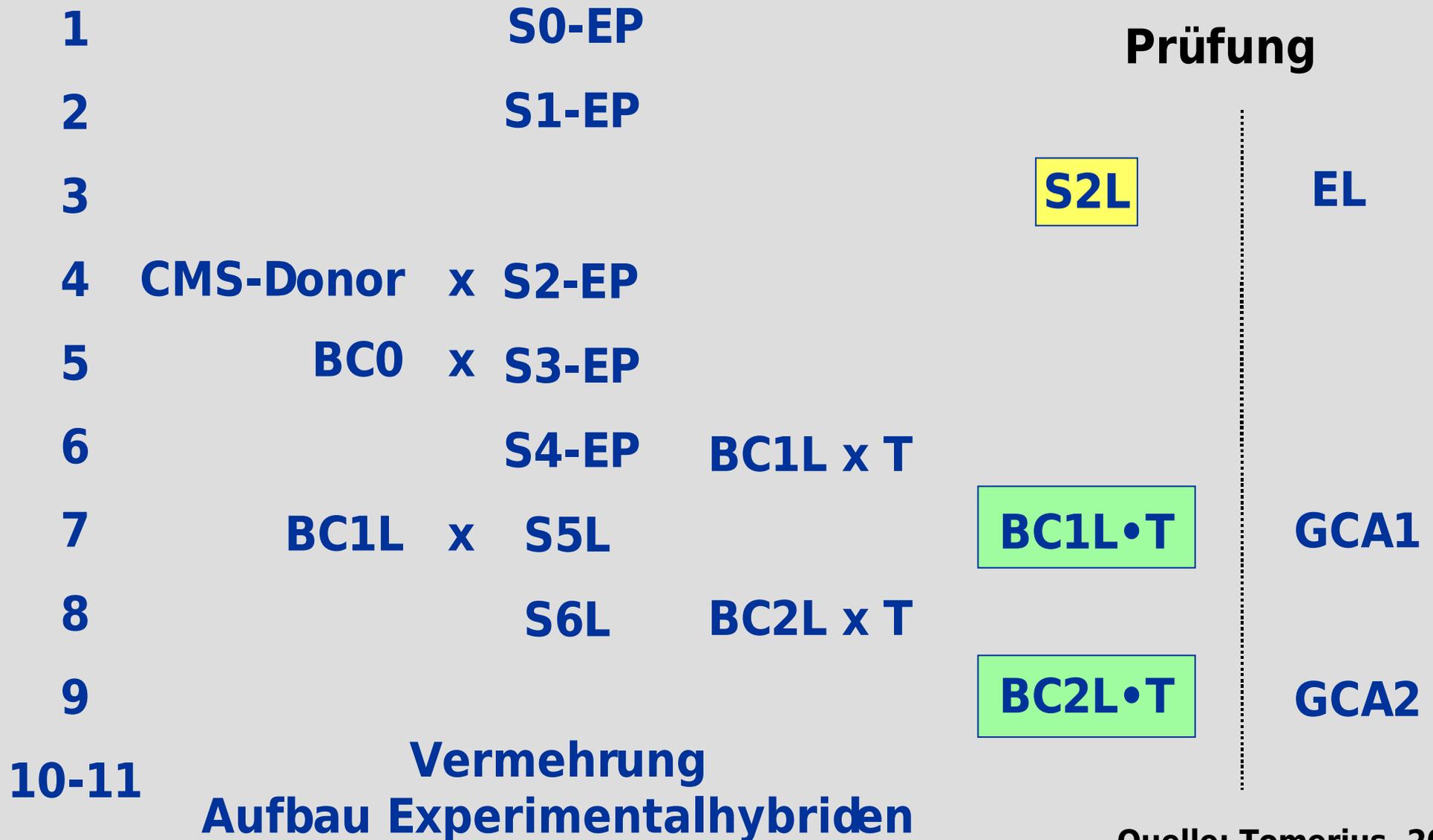
# Beispiel: Hybridroggenzüchtung

- ♦ Ziel: Optimierung **Saatelterlinienentwicklung**
- ♦ 2 Phasen:
  - (Vor-)Selektion auf **Eigenleistung (EL)**
  - Selektion auf **GCA** zum Pollenelter-Pool
- ♦ 5 Zuchtschemata mit verschiedenem/r
  - Ausgangsmaterial
  - Art der Testeinheiten
  - Anzahl Selektionsstufen
  - Zykluslänge
  - Hybridmechanismus

# Hybridroggen: Annahmen & Parameter

- ◆ Selektionskriterium: **Index** (fünf agronomische Merkmale; für GCA + Kornertrag)
- ◆ Optimierungskriterium: **Selektionsgewinn pro Jahr** in EL und GCA (1:3 gewichtet)
- ◆ 3 beste Linien abschliessend selektiert
- ◆ Budget: 200.000 € / Jahr
- ◆ Schätzwerte der genetischen Parameter aus LP-Daten (3 Züchter) und WP-Daten (BSA)
- ◆ Stückkosten aus Züchter-Kalkulationen

# Hybridroggen: Standardschema Saaterlinienentwicklung



# Optimale Dimensionierung Standardschema

Prüfung	N	T	P	R	OptK (%)
EL	2683	-	3 <sup>1</sup>	1	100,0
GCA1	188	1	4	2	
GCA2	21	3	11	2	

N, T, P, R = Anzahl Kandidaten, Tester, Orte, Wiederholungen.

OptK (%) = Optimierungskriterium (relativ) = G pro Jahr.

EL, GCA = Selektion auf Eigenleistung bzw. auf GCA.

<sup>1</sup> = maximal möglicher Wert (Saatgutverfügbarkeit).

Anzahl Wiederholungen im Folgenden nicht mehr gezeigt.

# Einfluß der Genotyp x Umwelt-Interaktionsvarianz

G x U-Var.	Stufe	N	T	P	OptK(%)
<b>Standard</b>	EL	2683	-	3	<b>100,0</b>
	GCA1	188	1	4	
	GCA2	21	3	11	
<b>Halbiert</b>	EL	3449	-	2	<b>106,4</b>
	GCA1	207	1	3	
	GCA2	24	3	9	
<b>Verdoppelt</b>	EL	2513	-	3	<b>91,7</b>
	GCA1	171	1	5	
	GCA2	20	3	13	

# Welches Potential haben neue Technologien?

## Einsatz von **Doppelhaploiden**:

- + Verkürzung des Schemas um ein Jahr
- + Volle Varianz zwischen Kandidaten
- CMS-Einlagerung bleibt erforderlich

## Einsatz eines **Gametozids**:

- + Verkürzung des Schemas um zwei Jahre
- + Vereinfachung des Schemas
- + Frühes Testen auf GCA möglich

☹ **Beide Verfahren derzeit nicht praxisreif**

# Standardschema vs. Einsatz neuer Technologien

Schema	Stufe	N	T	P	OptK (%)
<b>STD</b> 11 Jahre	EL	2683	-	3	100,0
	GCA1	188	1	4	
	GCA2	21	3	11	
<b>DHL</b> 10 Jahre	EL	937	-	3	107,7
	GCA1	125	1	5	
	GCA2	18	3	11	
<b>Gametozyd</b> 9 Jahre	EL	2151	-	2	131,4
	GCA1	281	1	4	
	GCA2	14	3	12	

# Hybridroggen: Schlußfolgerungen

- ◆ **Alternative Schemata unterscheiden sich erheblich in ihrer Effizienz**
- ◆ **Optimale Dimensionierung hängt ab von den genetischen und ökonomischen Parametern**
- ◆ **Verkürzung des Zuchtplans bringt grossen Fortschritt (-> neue Technologie, straffere Organisation)**

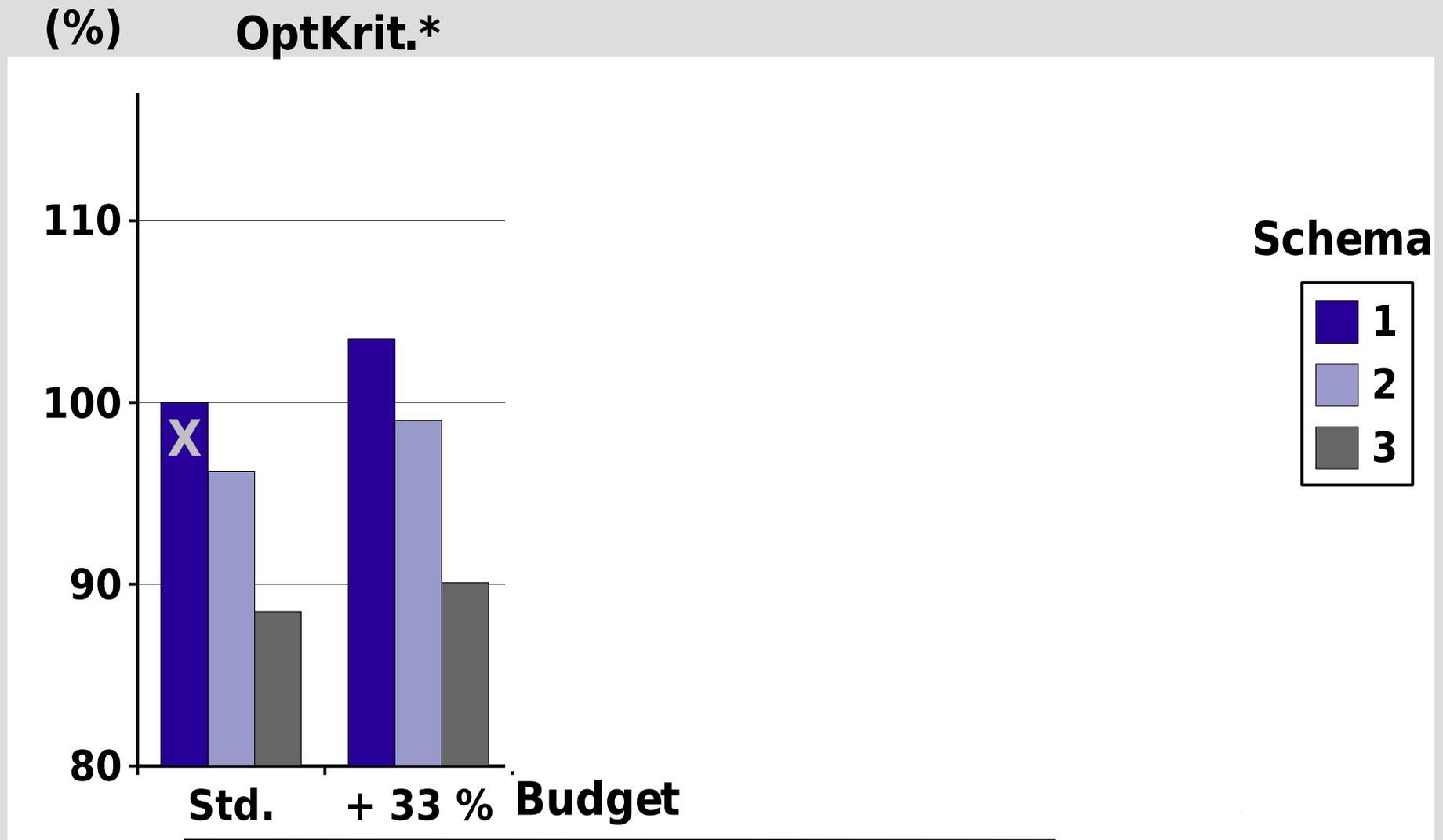
# Beispiel: Winterweizen

- ◆ **Ziel: Optimierung der Sortenentwicklung**
- ◆ **3 Zuchtschemata:**
  - SSD
  - F2-Teilramsch
  - F3-Teilramsch
- ◆ **2 Phasen:**
  - Vorselektion auf 3 'Nicht-Ertrags-Merkmale'
  - Leistungsprüfungen auf 'NEM' + Ertrag
- ◆ **Optimierungskriterium: Selektionsgewinn pro Jahr in 'NEM' und Ertrag (gewichtet)**

# Winterweizen: Variierte Parameter

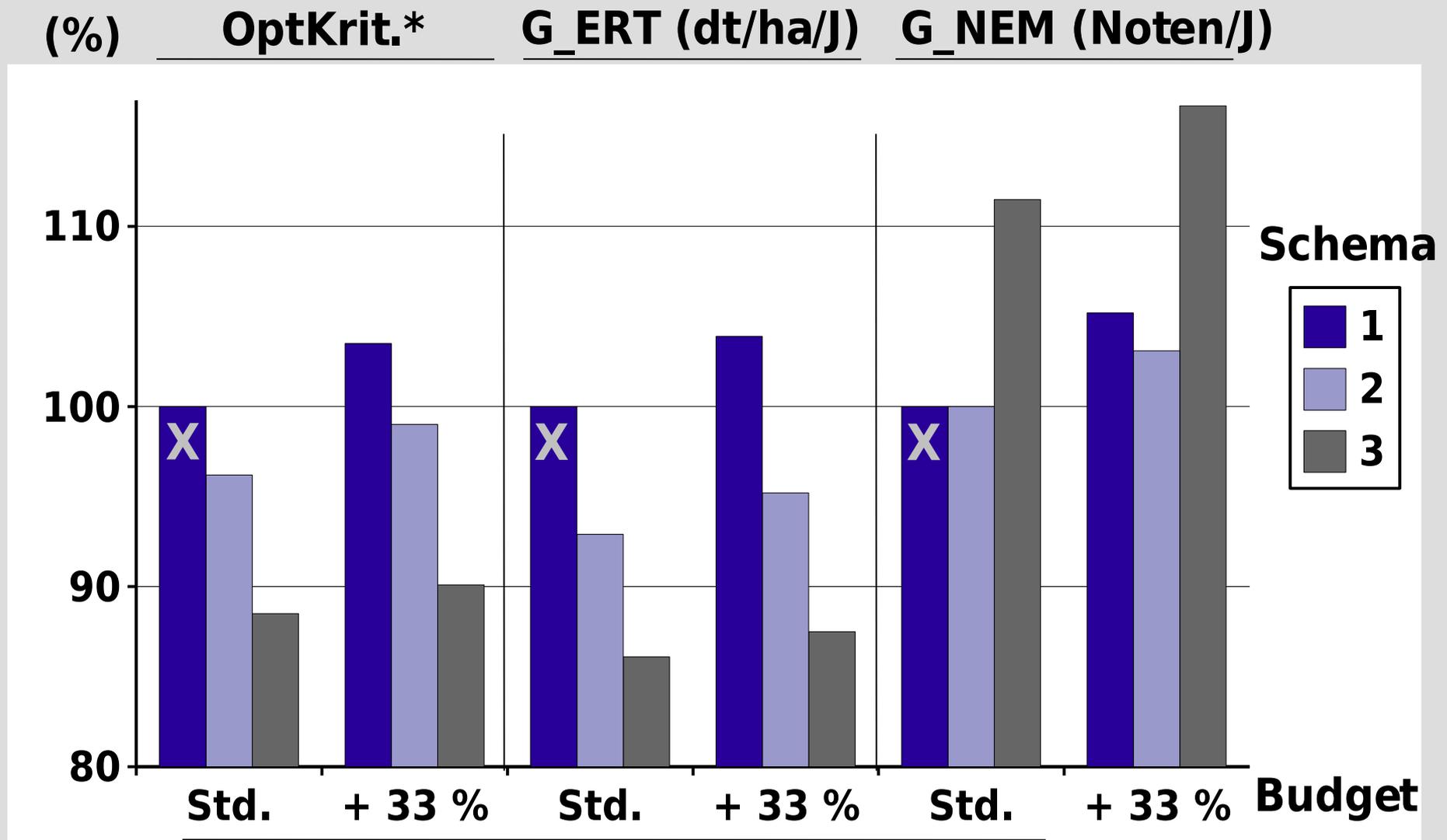
- ◆ **Verfügbare Ausgangsvarianz**
- ◆ **Varianz zwischen / innerhalb Kreuzungen**
- ◆ **Genotyp x Umwelt – Interaktionsvarianz**
- ◆ **Höhe der Versuchsfehler**
- ◆ **Gewichtung der Merkmalskomplexe NEM / ERT**
- ◆ **Anzahl berücksichtigter NEM**
- ◆ **Budget** und einzelne Stückkosten
- ◆ **Anzahl endgültig selektierter Linien**
- ◆ **...**

# WW: Relativer Selektionsgewinn in Abhängigkeit vom Budget



\* =  $G\_NEM + G\_ERT$  (gewichtet) pro Jahr

# WW: Relativer Selektionsgewinn in Abhängigkeit vom Budget



\* = G\_NEM + G\_ERT (gewichtet) pro Jahr

# Einfluß des Budgets

- ◆ **Budgetsteigerung erhöht Selektionsgewinn**
- ◆ **Je höher das Niveau, desto geringer die Zunahme (abnehmender Ertragszuwachs)**
- ◆ **Alternative Schemata reagieren unterschiedlich stark auf Budgetsteigerung**
- ◆ **Wahl eines effizienteren Schemas kann effektiver sein als Budgetsteigerung**
- ◆ **Budgetsteigerung sollte vor allem in Erhöhung der Kandidatenzahl auf allen Stufen investiert werden (hier nicht gezeigt)**

# Zusammenfassung und Ausblick

- ◆ MR sind **wertvolles Hilfsmittel** zur Optimierung von Zuchtplänen
- ◆ Ziele für die **Zukunft**:
  - Erhöhen der Wirklichkeitsnähe der Modelle (z.B. durch Kombination mit Simulationsansatz?)
  - Integration neuer Technologien (züchterisch optimale Verwendung von Markern, ...)

# Dank gebührt...

- ◆ **Hartwig H. Geiger & Thomas Miedaner**
- ◆ **Hybro GbR (F.J. Fromme, H. Wortmann)**
- ◆ **KWS LOCHOW GmbH (P. Wilde, E. Ebmeyer)**
- ◆ **Pflanzenzucht Dr. h.c. Carsten (E. Knopf)**
- ◆ **Bundessortenamt (D. Rentel)**
- ◆ **GFP & BML**

**... und Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit!**