

Streuversuche ohne Randomisation

Grundlage:

Untersuchungsvorhaben Fusarium an Weizen nach Mais, Streuversuch, beschrieben von Dr. Dissemond.

Vorbemerkungen:

- Unterteilung einer Parzelle/Randomisationseinheit in Untereinheiten erhöht nicht die Zahl echter Wiederholungen. Die richtige Auswertung wird erhalten, indem die Messwerte über die Untereinheiten gemittelt werden.
- Die Hoffnung bei der Anlage eines Streuversuches ohne Wiederholungen je Versuch ist, dass Umwelten wie Blöcke betrachtet werden können. Diese Annahme setzt Randomisation je Versuch voraus. Fehlende Randomisation führt dazu, dass die Auswertung nach einem zweifaktoriellen Modell invalide wird. Dies kann mit Simulationen gezeigt werden.

Simulation:

- Im Fusarium Versuch wurden 3 Faktoren untersucht. Hier wird exemplarisch von 2 Faktoren mit je 4 Stufen ausgegangen, die in einer Zeilen-Spalten-Anordnung geprüft werden (Abb .1).

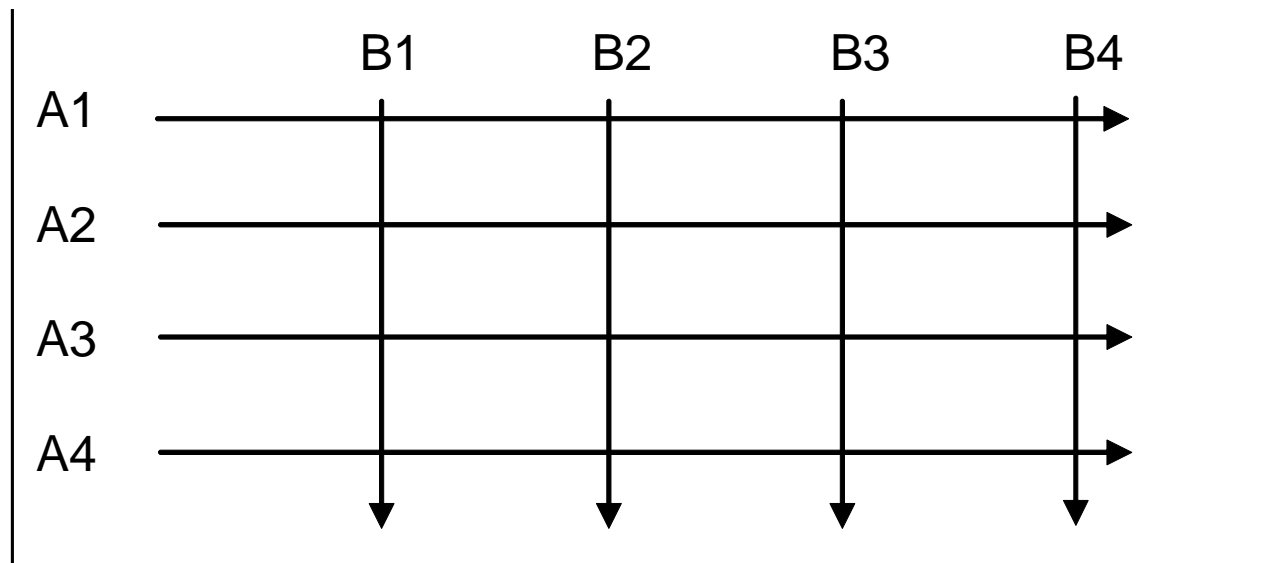


Abb. 1: Schematische Darstellung einer systematischen Anlage mit Faktoren A und B in Zeilen und Spalten. A1-A4 sind Stufen des Faktors A, B1-B4 sind Stufen des Faktors B.

Modell für Simulation:

- Versuchsanlage in Abb. 1 an 5 Standorten wiederholt
- Modell:

$$y_{ij} = \mu_i + u_j + v_{ij} + e_{ij} \quad ,$$

wobei

μ_i = Mittel der i -ten Behandlung

u_j = zufälliger Haupteffekt der j -ten Umwelt

v_{ij} = zufällige Wechselwirkung der i -ten Behandlung in der j -ten Umwelt

e_{ijk} = Parzellenfehler der i -ten Behandlung in der j -ten Umwelt

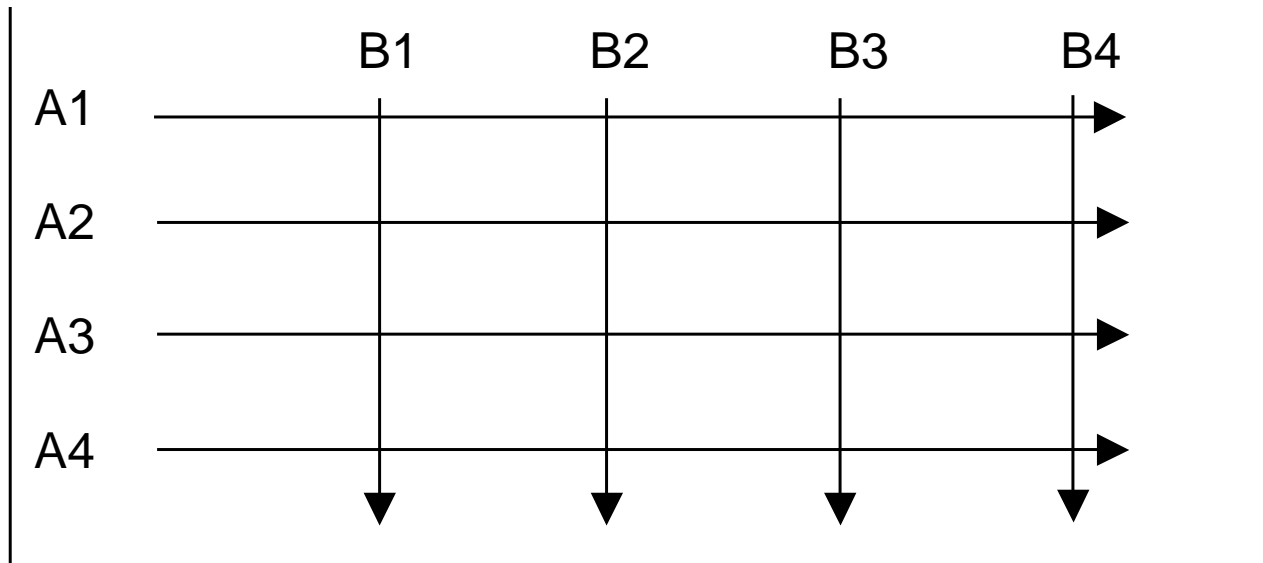
Bodenheterogenität:

Benachbarte Parzellen ähnlicher als weiter entfernte
⇒ Geostatistisches Modell

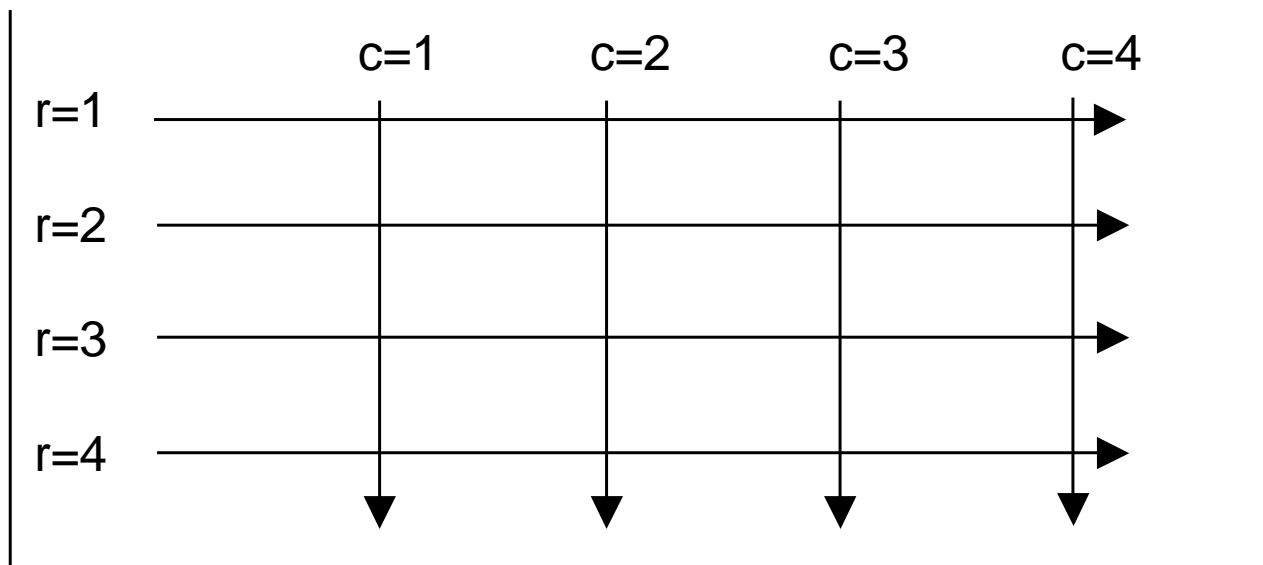
e_{rc} = Parzelleneffekt der r -ten Zeile und c -ten Spalte bezeichnet

$$\text{corr}(e_{rc}, e_{r'c'}) = \sigma^2 \rho_1^{|r-r'|} \rho_2^{|c-c'|}$$

Dieses Modell ist auch als $AR(1) \otimes AR(1)$ Modell bekannt.



Behandlungen



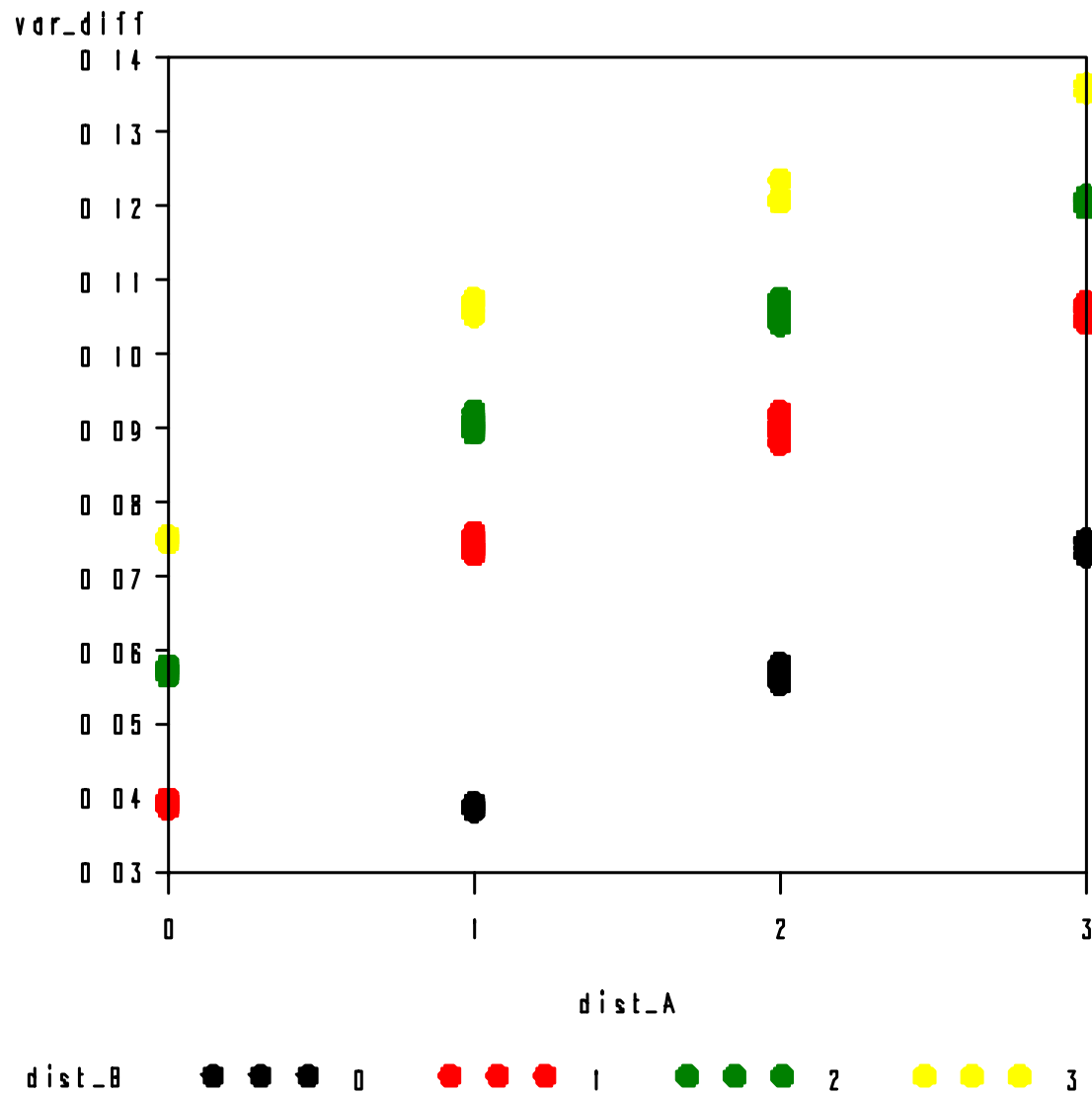
Zeilen (r) und
Spalten (c)

Fehlende Randomisation

- Negative Auswirkung auf empirische Fehler 1. Art (Tests werden invalide) und Heterogenität der Varianzen einer Differenz (Vergleiche unterschiedlich genau).
- Entscheidend sind der Quotient von Fehler und Wechselwirkungsvarianz und die Korrelationen. Je kleiner die Wechselwirkungen und je größer die Korrelationen, desto schlimmer wird es (empirische Fehler 1. Art, Heterogenität der Varianzen einer Differenz).

In Simulation zwei ermittelte Größen:

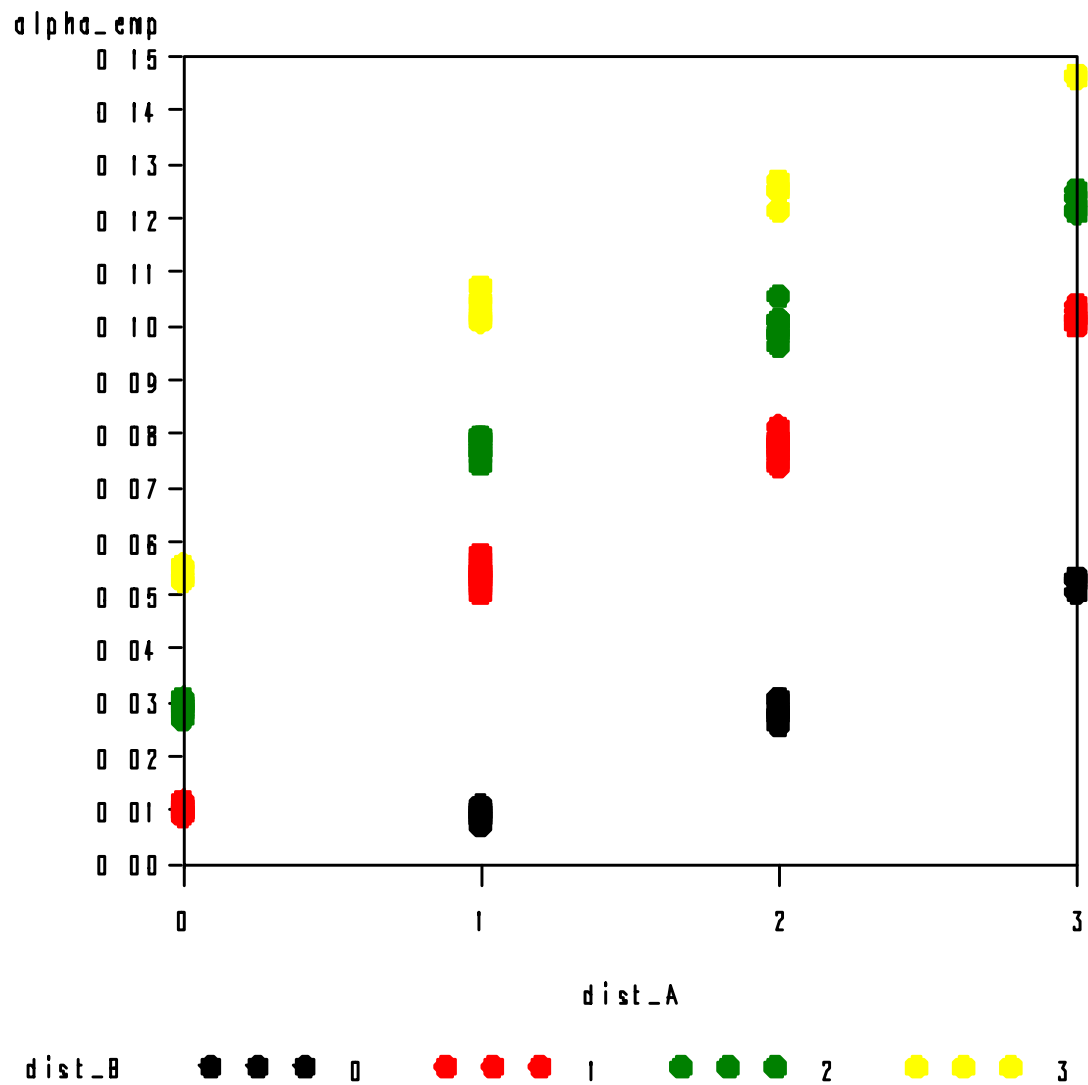
1. Varianz einer Differenz von zwei Mittelwerten (**var_diff**)
2. Empirische Wahrscheinlichkeit für Fehler 1. Art bei nominalem $\alpha = 5\%$ (**alpha_emp**)



Beispiel 1: $r_1=r_2=0.95$, $s^2_{ww}=0$ (Varianz der Wechselwirkungen), $s^2_{error}=1$ (Fehlervarianz), 10.000 Läufe. Hier ist **fehlende Randomisation** simuliert.

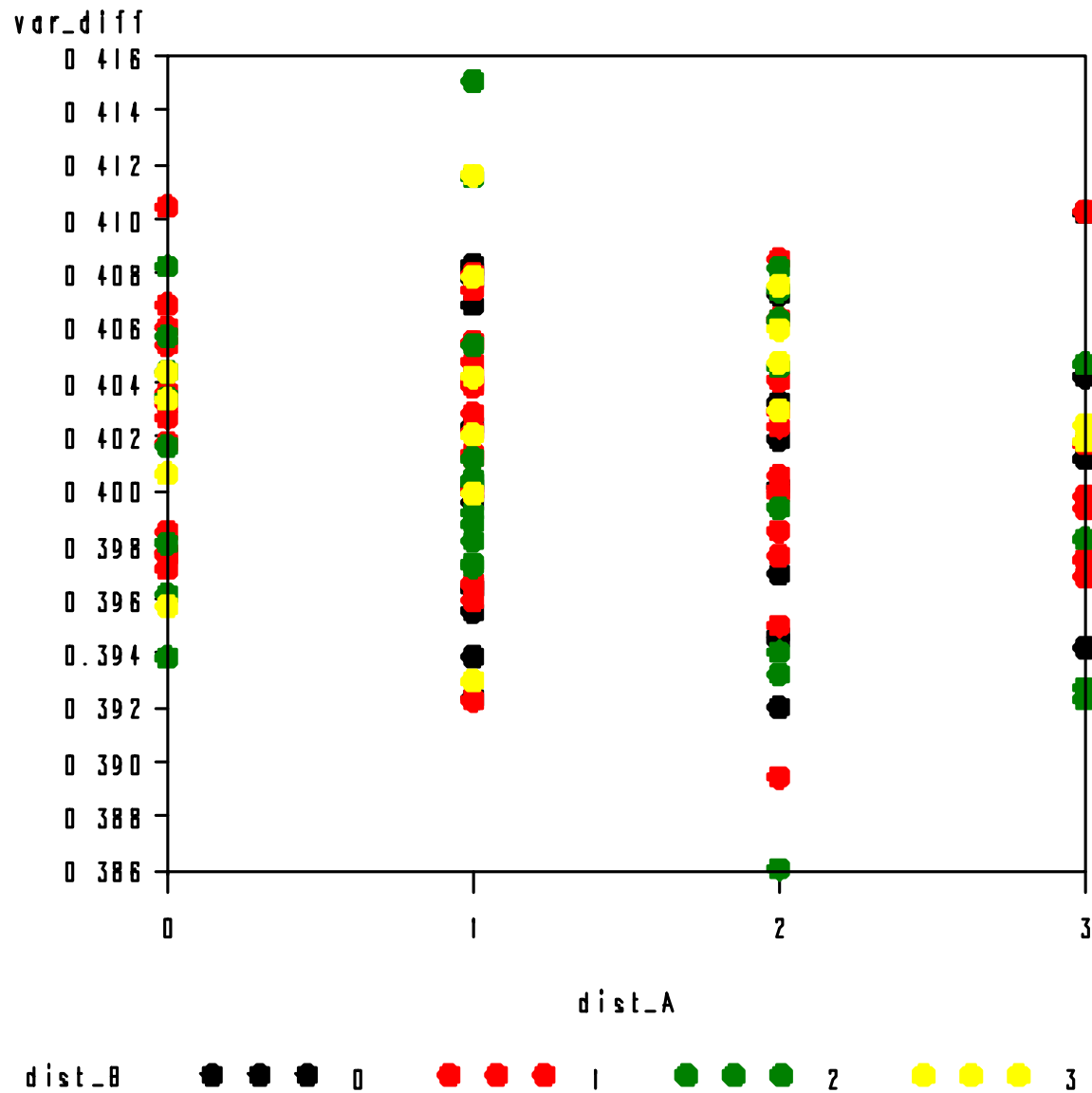
$$dist_A = |r - r'|$$

$$dist_B = |c - c'|$$



$$\text{dist_A} = |r - r'|$$

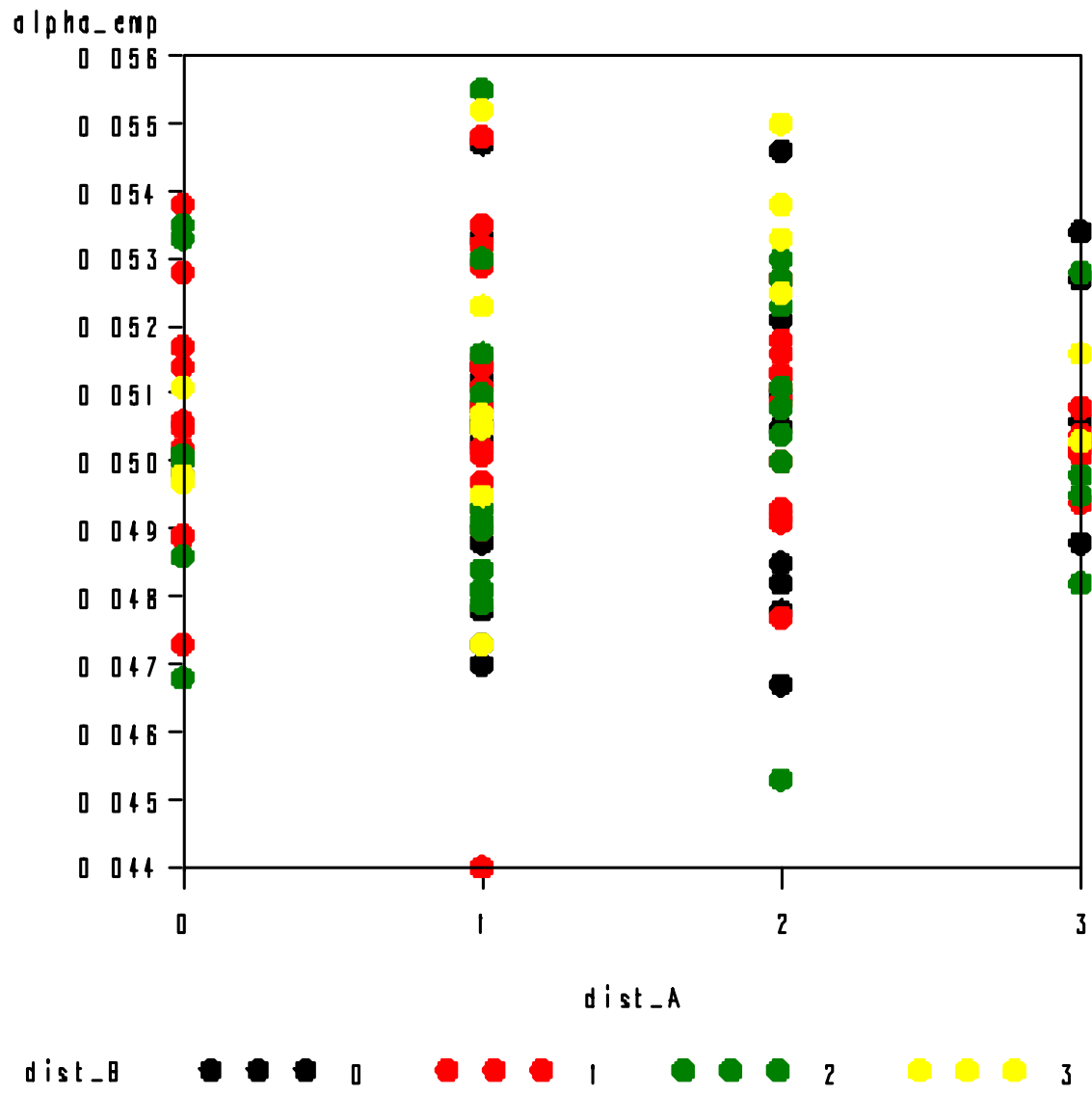
$$\text{dist_B} = |c - c'|$$



Beispiel 2: $r_1=r_2=0.00$, $s^2_{ww}=0$, $s^2_{error}=1$, 10.000 Läufe. Wegen der unkorrelierten Fehler entspricht dies einem **randomisierten Versuch**.

$$\text{dist}_A = |r - r'|$$

$$\text{dist}_B = |c - c'|$$



$$\text{dist_A} = |r - r'|$$

$$\text{dist_B} = |c - c'|$$

- Wenn randomisiert wurde (Beispiel 2), sind Varianzen einer Differenz (var_diff) konstant (im Rahmen der Simulationsgenauigkeit) und das Signifikanzniveau (alpha_emp) wird eingehalten.
- Wird dagegen wie in Beispiel 1 nicht randomisiert und an jedem Standort dieselbe Anordnung der Versuchsglieder gewählt, so schwanken die Standardfehler einer Differenz, was zu ineffizienten Vergleichen führt. Außerdem wird das nominale Signifikanzniveau von 5% nicht eingehalten (bis zu 15% statt 5%).

Fazit

- Streuversuche sind valide, wenn Umwelten als zufällig betrachtet werden können und wenn in jeder Umwelt neu randomisiert wird.
- Wird nicht randomisiert, ist eine valide statistische Auswertung nicht möglich.