

# Methodik zur Auswertung von Stickstoffsteigerungsversuchen von unterschiedlichen Standorten und Jahren

Philipp Schad, Holger Fechner, (LWK Nordrhein-Westfalen)  
Caroline Benecke, Friedrich Bartels (LWK Niedersachsen)

# Wie sollten Stickstoffsteigerungsversuche (2024) Ausgewertet werden?

## Unser Ansatz

1. Nichtlineare Funktion (Selektion über Kreuzvalidierung)
2. Bayesian Mixed Model: Fixe Parameter und Zufalls Parameter
3. Herleitung der Optimalen Düngung
4. Ableiten von Düngerechtlich relevanten Faktoren (e.g. Zwischenfruchtart)

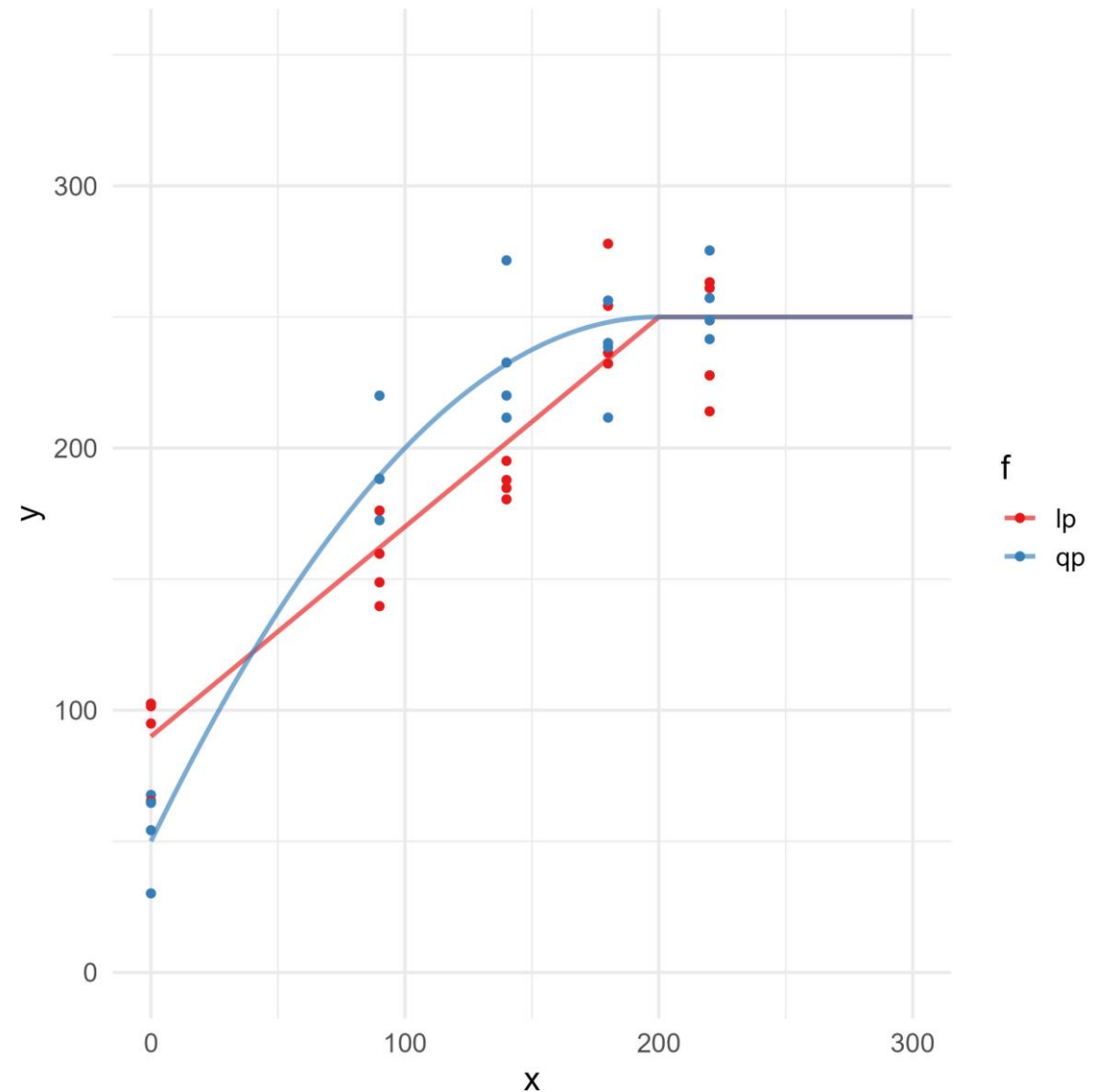
George 1984

## Modell

$$f(x) = \begin{cases} y_{\max} + A(x + U_0 - By_{\max})^2 & \text{if } x \leq By_{\max} - U_0 \\ y_{\max} & \text{else} \end{cases}$$

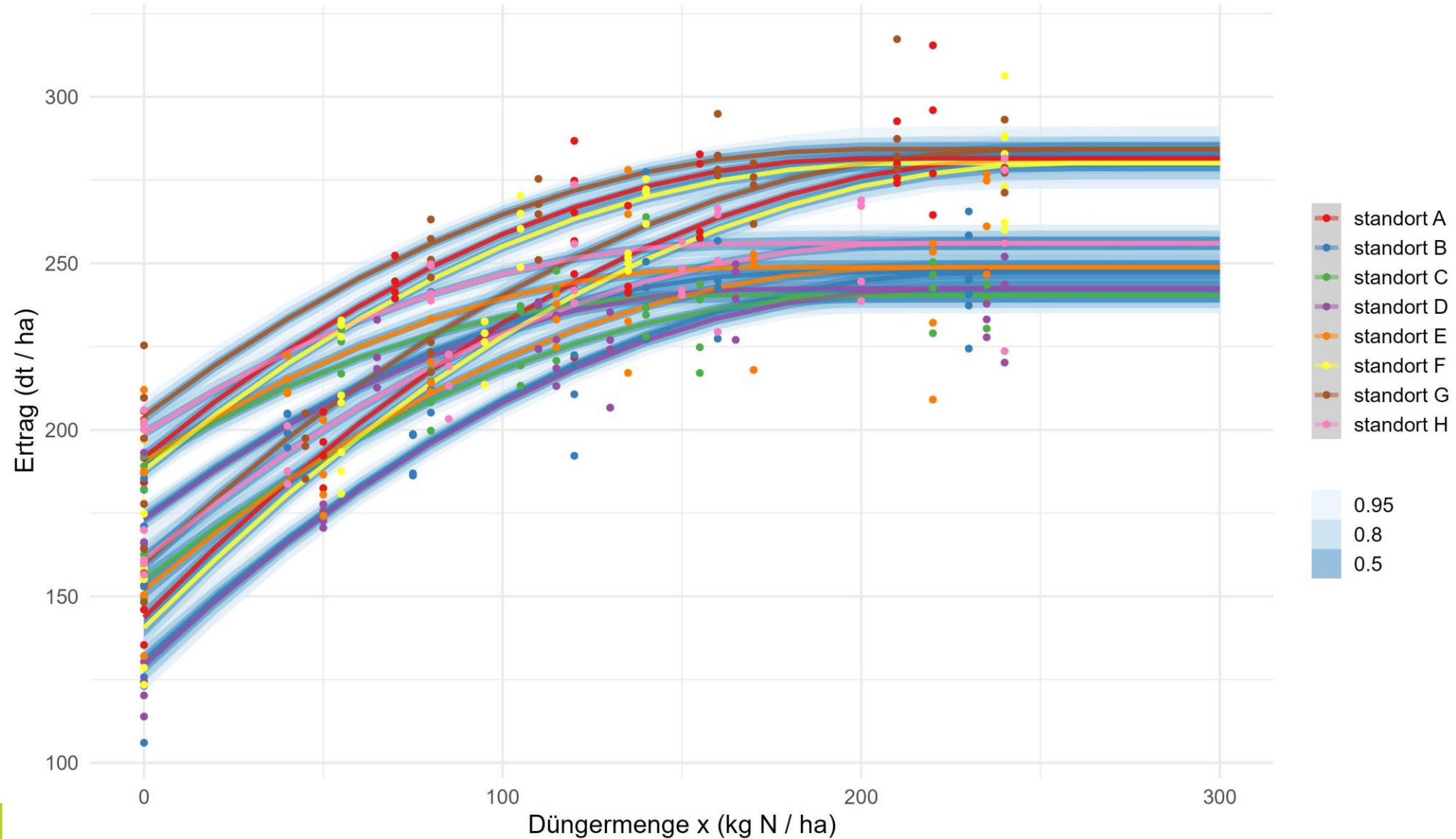
$$y = f(x) + \epsilon; \epsilon \sim N(0, \sigma)$$

$$U_0 = \gamma_{1j} + \gamma_2 N_{\min}$$



# Bayesian Mixed model

(Simulierte Daten)

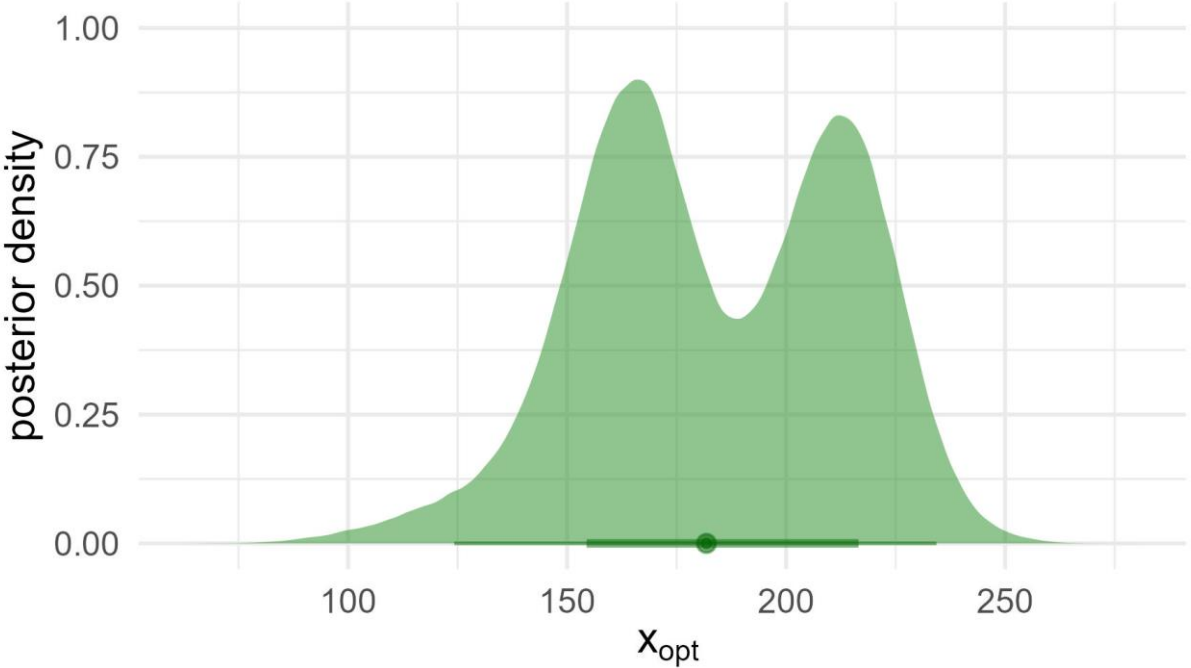


# Optimale Düngermenge

## Berechnung für unterschiedliche Zielfunktionen

### Agronomisch (Knickpunkt)

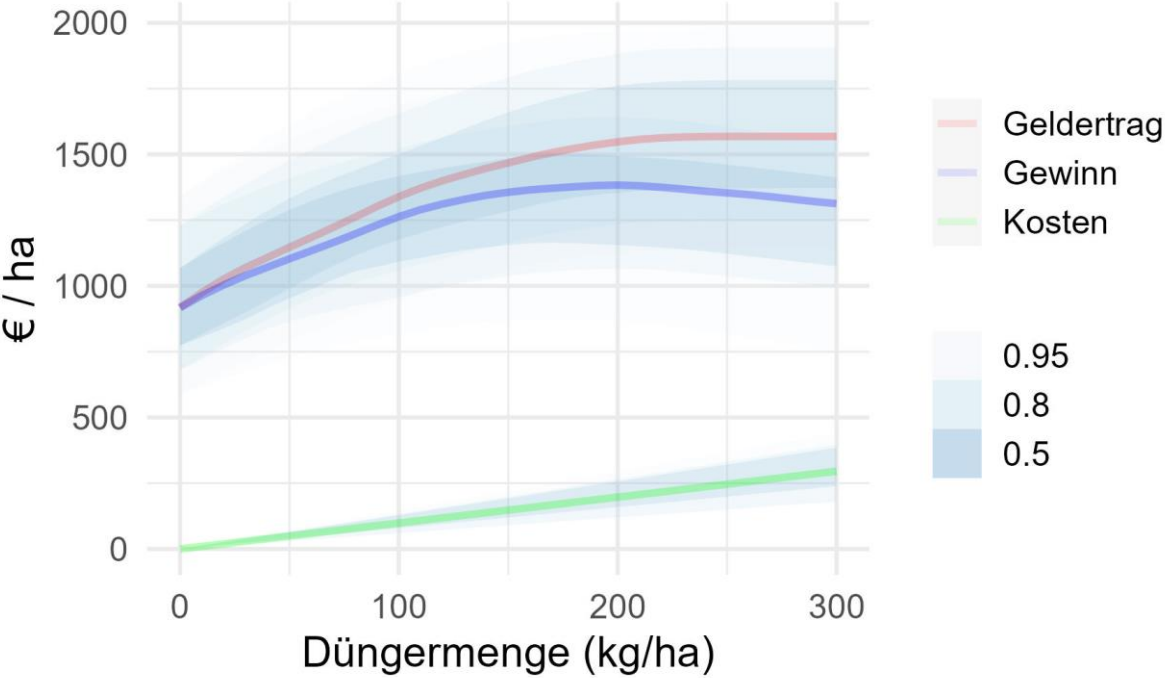
$$x_{opt} = BY_{max} - U_0$$

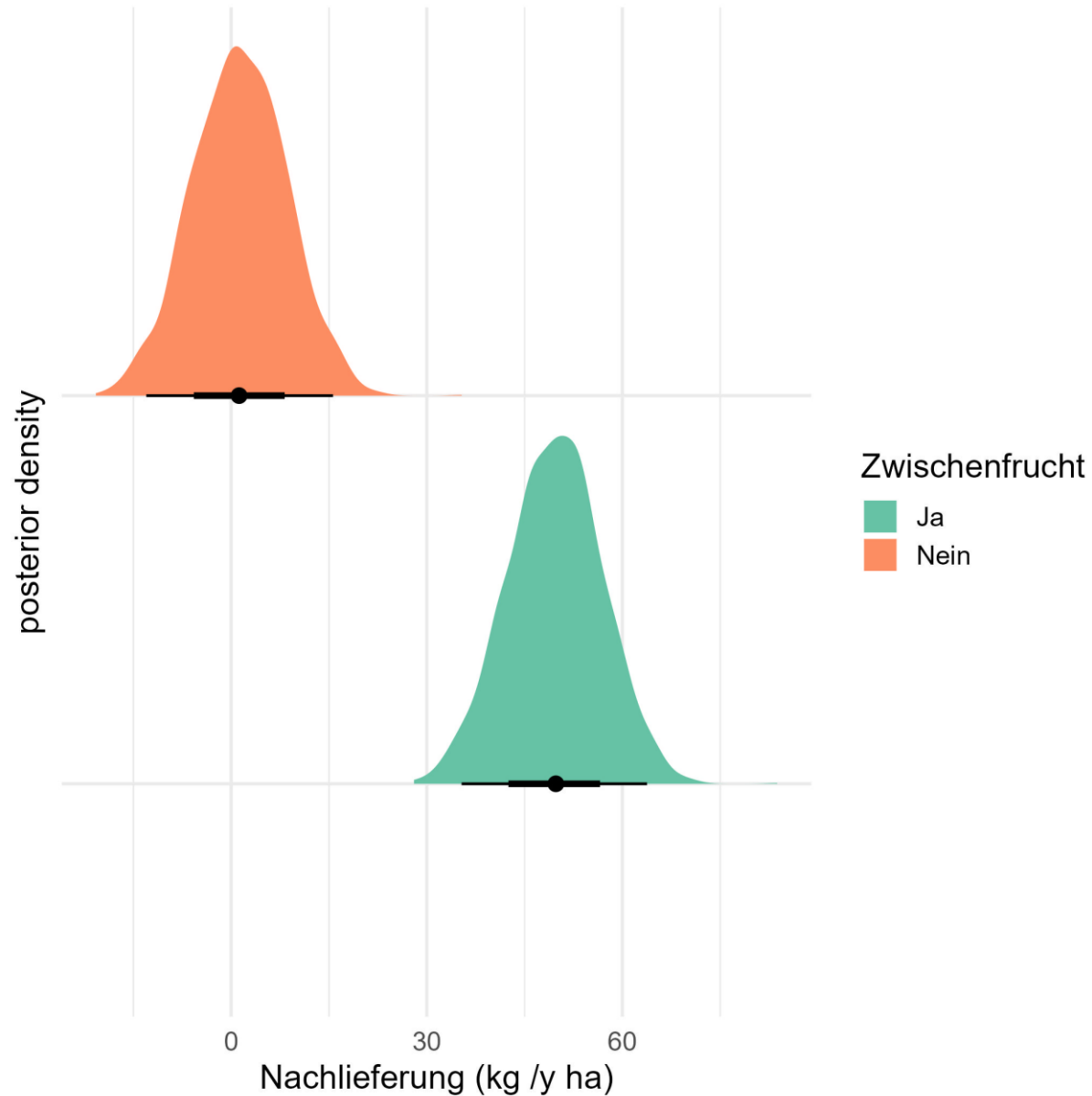


### Ökonomisch

$$x_{opt} = \frac{p_x + 2Ap_y(BY_{max} - U_0)}{2Ap_y}$$

$$p_x \sim U(0.5, 1.5); p_y \sim U(4, 7) \text{ € / dt}$$





## Schätzen von Faktoren

Weitere Erklärende Variablen e.g. Zwischenfruchtanbau

$$U_0 = ZF$$

$$y = \begin{cases} y_{\max} + A(x + U_0 - By_{\max})^2 + \epsilon & \text{if } x \leq By_{\max} - U_0 \\ y_{\max} + \epsilon & \text{else} \end{cases}$$

$$U'_0 = ZF + \alpha N_{\min} + \beta \text{HerbstDüngung} + \dots$$

## Quellen

George, B. J. (1984). **Design and interpretation of nitrogen response experiments.**

In Nitrogen requirement of cereals: proceedings of a conference organised by the Agricultural Development and Advisory Service, September 1982.

Kay M (2023). **tidybayes: Tidy Data and Geoms for Bayesian Models.**

doi:10.5281/zenodo.1308151 <https://doi.org/10.5281/zenodo.1308151>, R package version 3.0.6, <http://mjskay.github.io/tidybayes/>

Paul-Christian Bürkner (2017). **brms: An R Package for Bayesian Multilevel Models Using Stan.**

Journal of Statistical Software, 80(1), 1-28. doi:10.18637/jss.v080.i01

Makowski, D., Wallach, D. and Meynard, J.-M. (2001). **Statistical Methods for Predicting Responses to Applied Nitrogen and Calculating Optimal Nitrogen Rates.** Agron. J., 93: 531-539.

<https://doi.org/10.2134/agronj2001.933531x>