

# Ackerbauliche Betriebssysteme im Strukturgleichungsmodell:

Erfahrungen mit einem confirmatorischen Verfahren  
anhand von Beispielen aus Neolithikum und Eisenzeit

Tim Kerig

Wirtschaftsarchäologie  
Ur- und Frühgeschichte  
Universität zu Köln  
Weyertal 125  
50923 Köln  
kerigtim@gmx.de

Jutta Lechterbeck

Landesamt für Denkmalpflege  
Baden-Württemberg  
Labor für Archäobotanik  
Fischersteig 9  
78343 Gaienhofen-Hemmenhofen  
jutta.lechterbeck@rps.bwl.de

Deutsche  
Forschungsgemeinschaft  
**DFG**

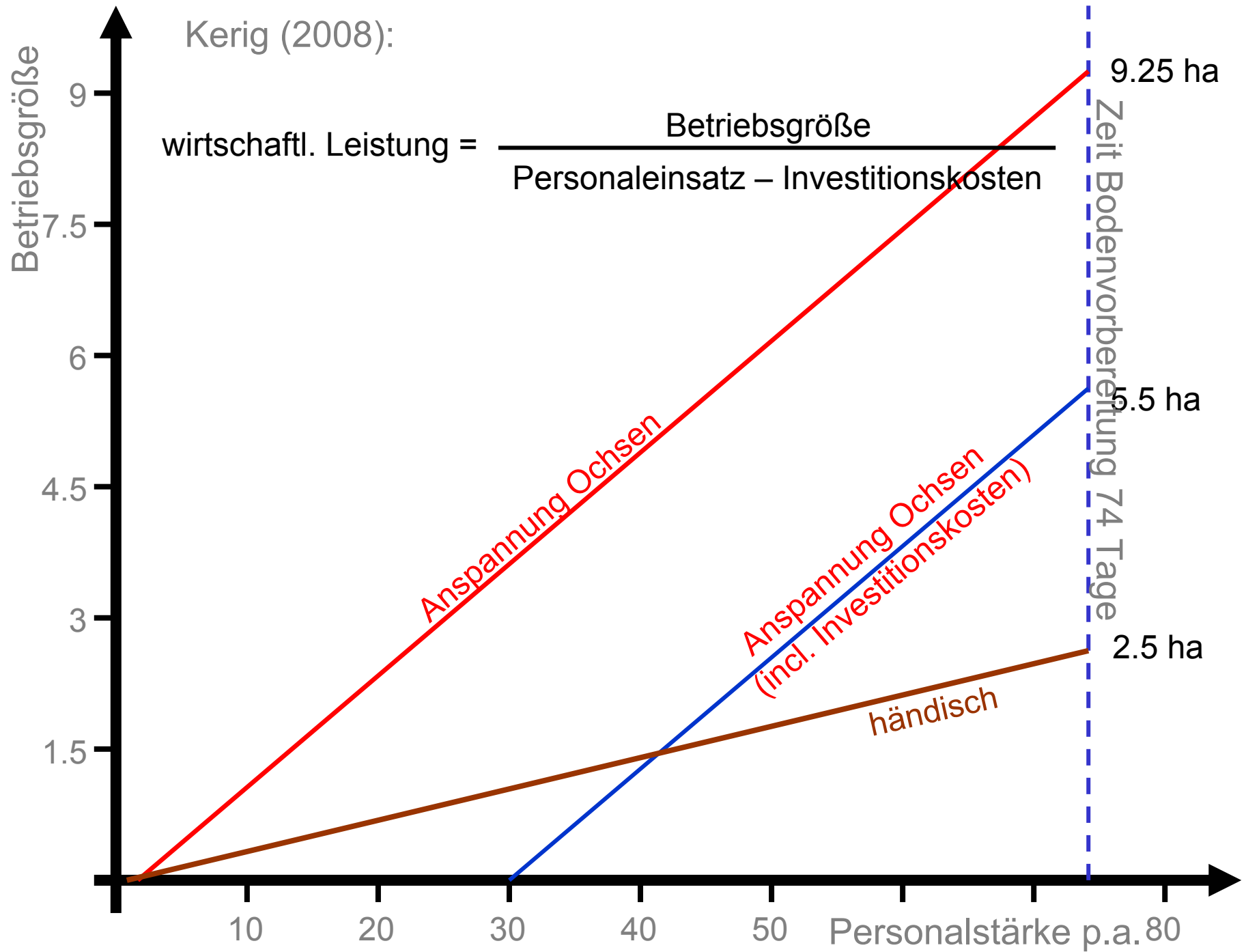


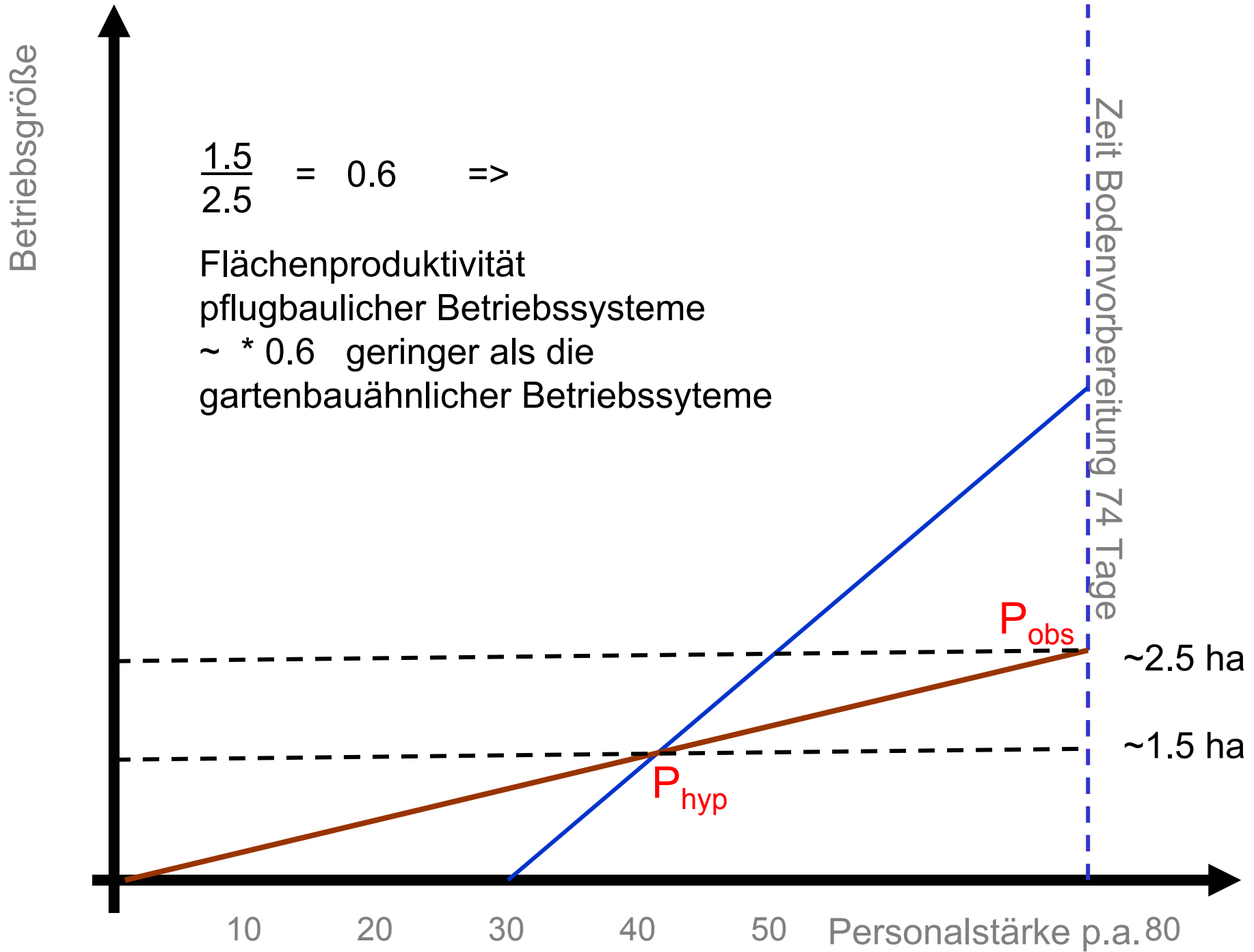
Universität  
zu Köln



Baden-Württemberg  
Landesdenkmalpflege

- 1 Hypothesenbildung:  
Modell bäuerlicher Betriebssysteme  
=> Modell ihrer Nebeneffekte
- 2 Konstruktion Strukturgleichungsmodell SEM 1  
Grundlage Pollendaten Eisenzeit SW Deutschland  
konstruktiv, nicht-konfirmatorisch, „heuristisch“
- 3 Konfirmatorische Verwendung des SEM 1  
auf südwestdeutsche Pollendaten  
des Zeitbereichs Spätneolithikum - Frühbronzezeit





Federsee / Bodensee

Goldberg III / Schnurkeramik

Horgen

Boieraz Elemente

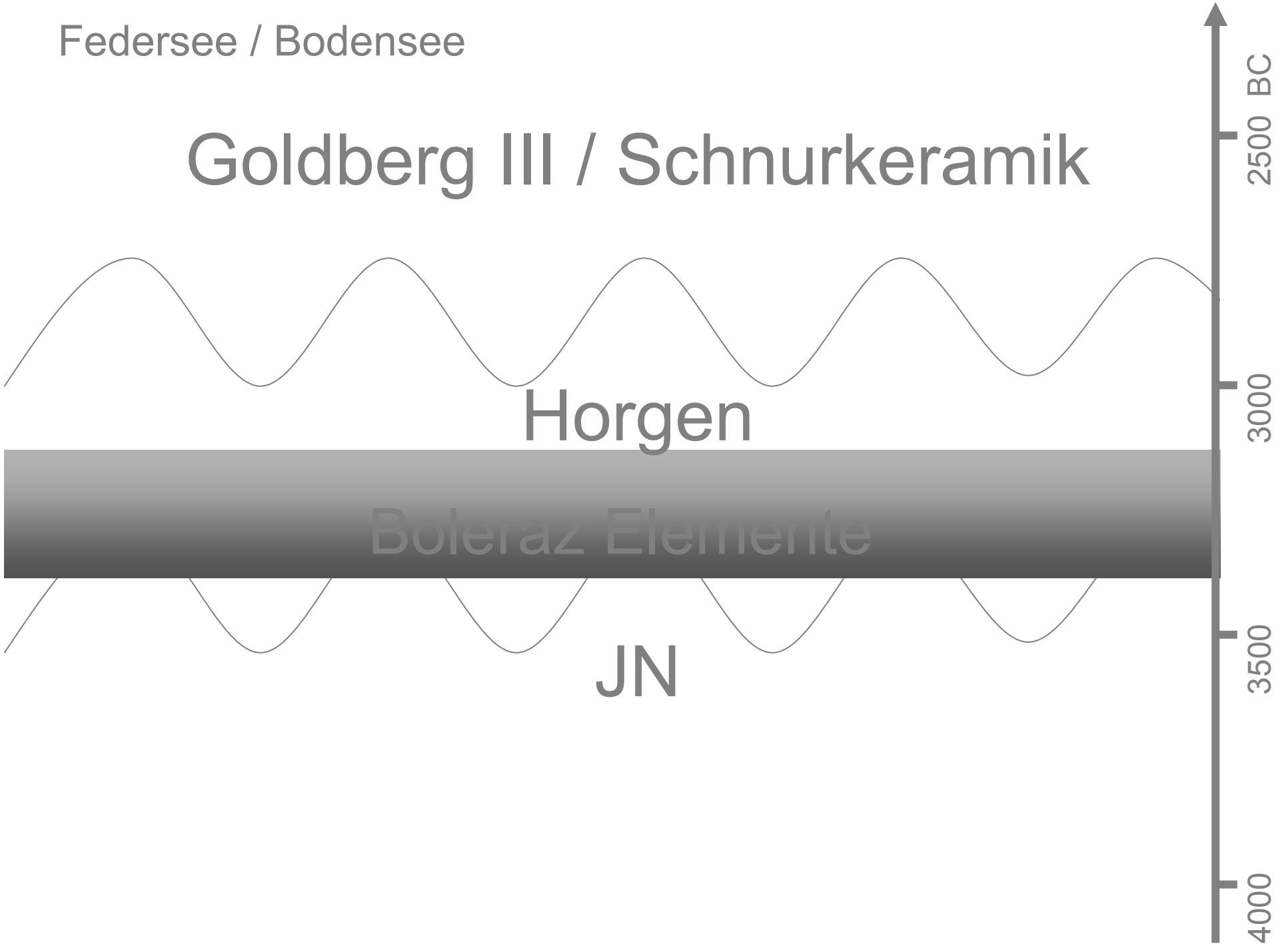
JN

2500 BC

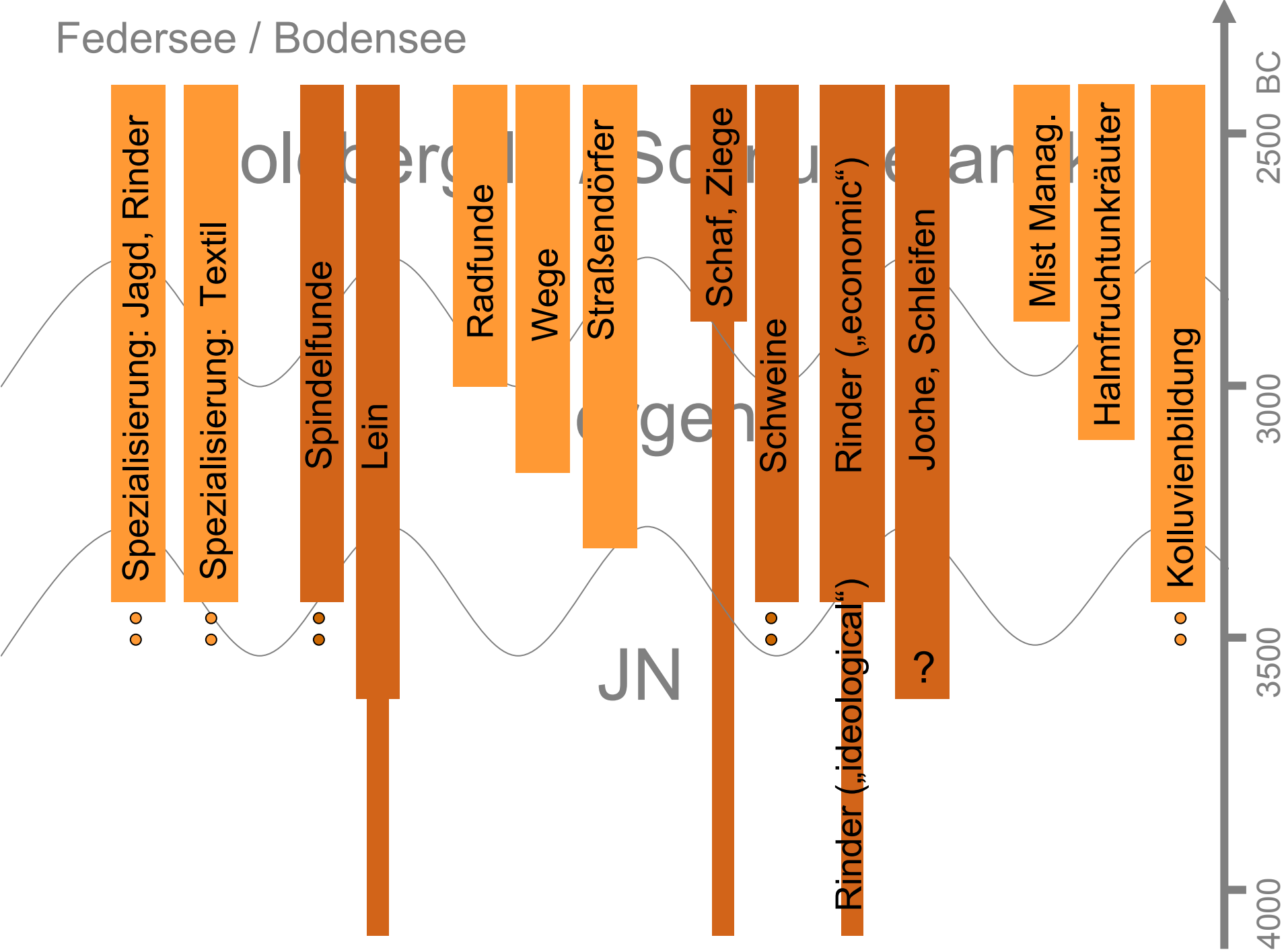
3000

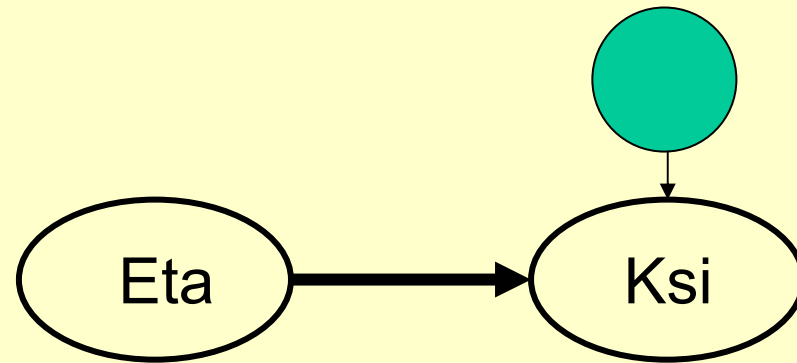
3500

4000



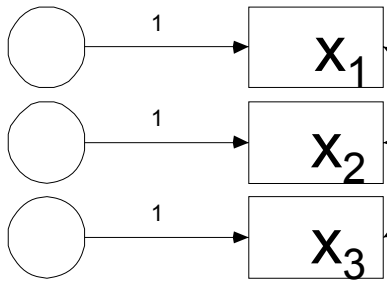
Federsee / Bodensee



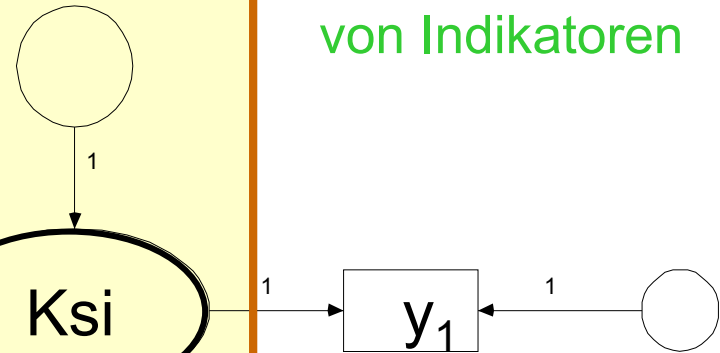


Strukturmodell  
der latenten Variablen

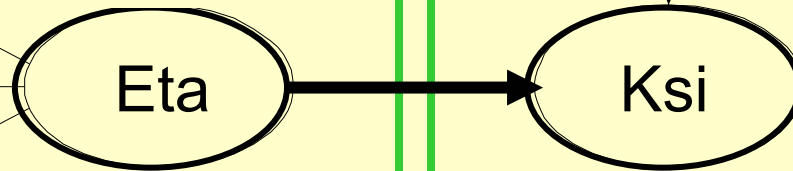
Meßmodell der latent exogenen Variablen anhand von Indikatoren



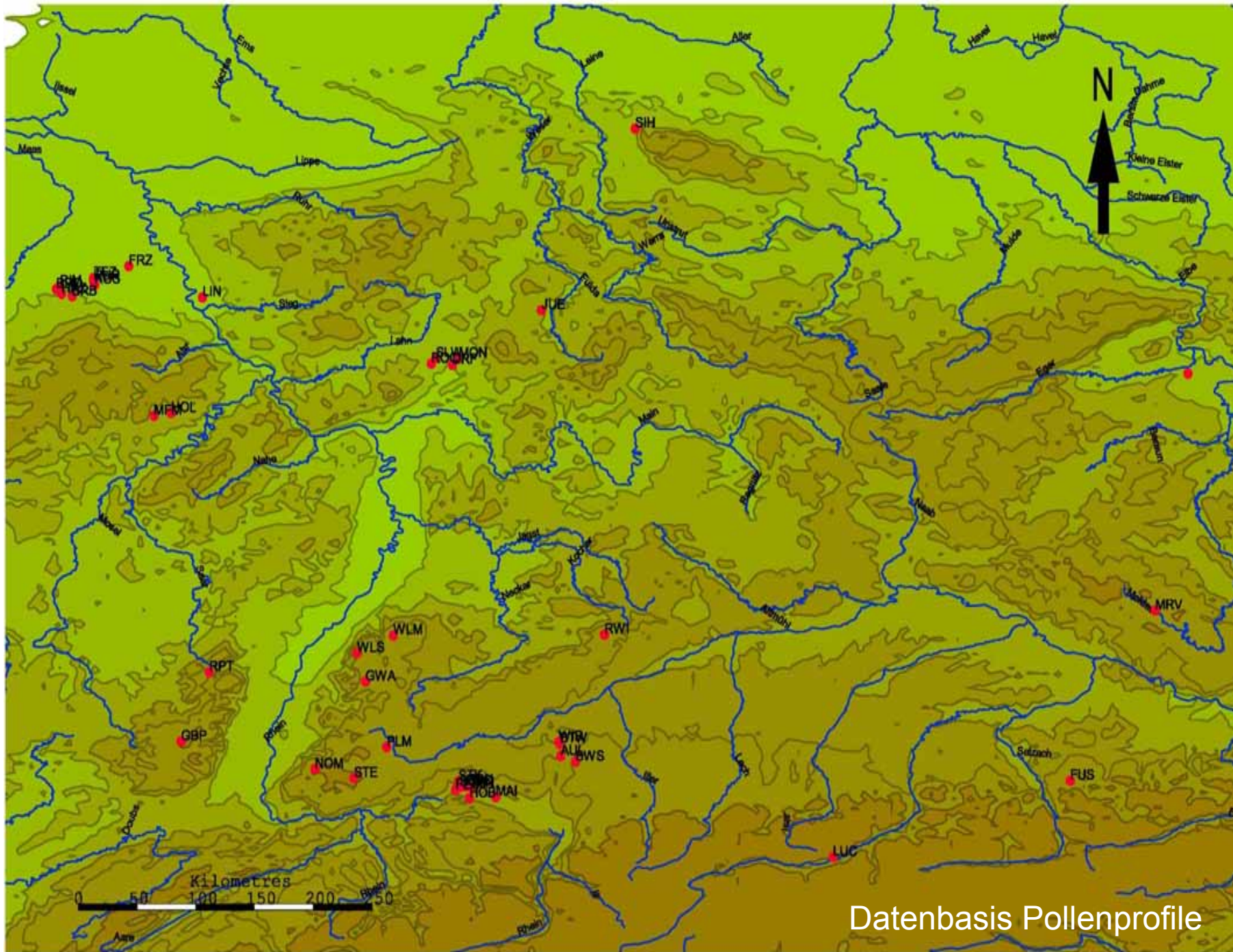
Meßmodell der latent endogenen Variablen anhand von Indikatoren



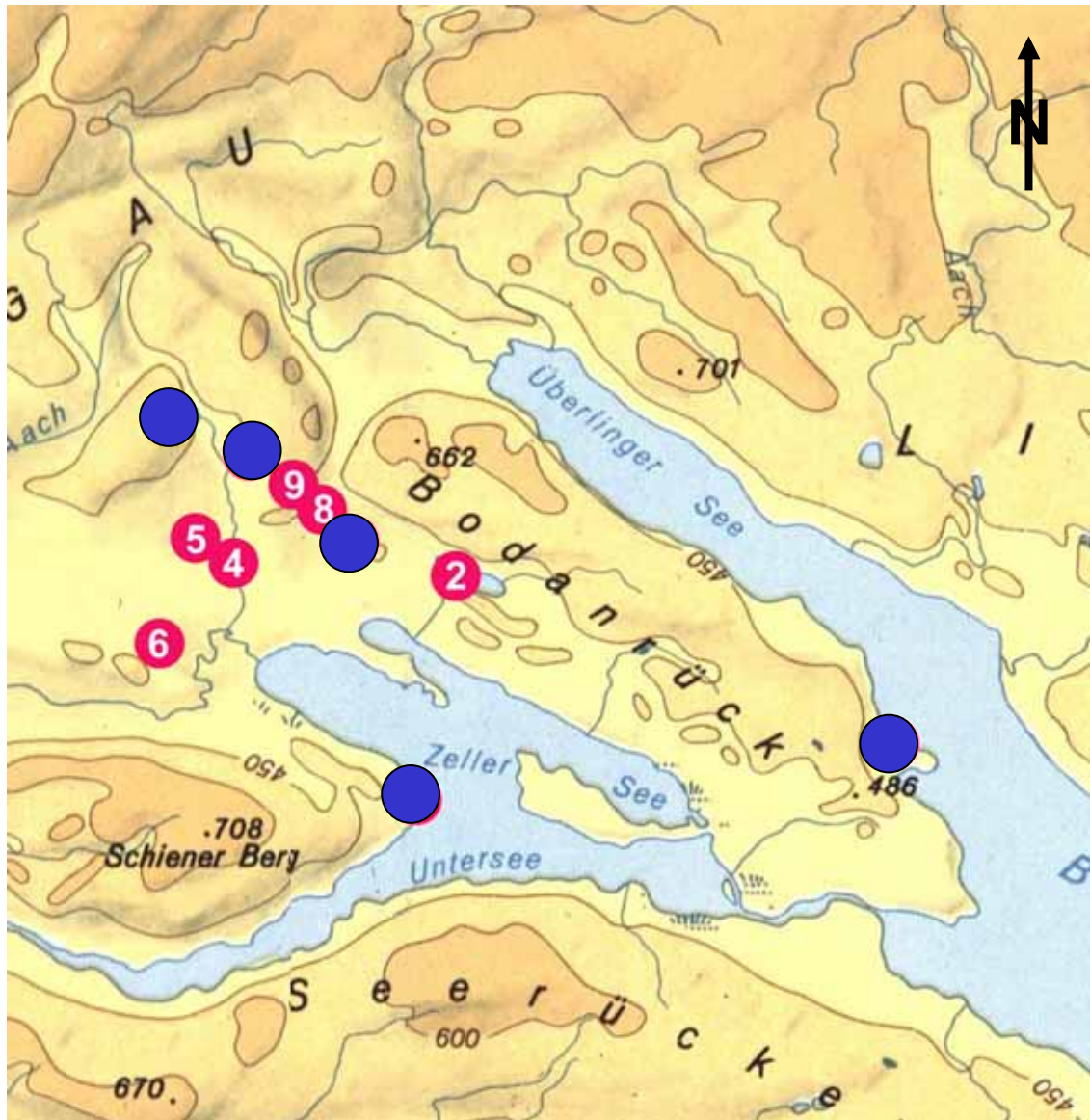
Strukturmodell der latenten Variablen







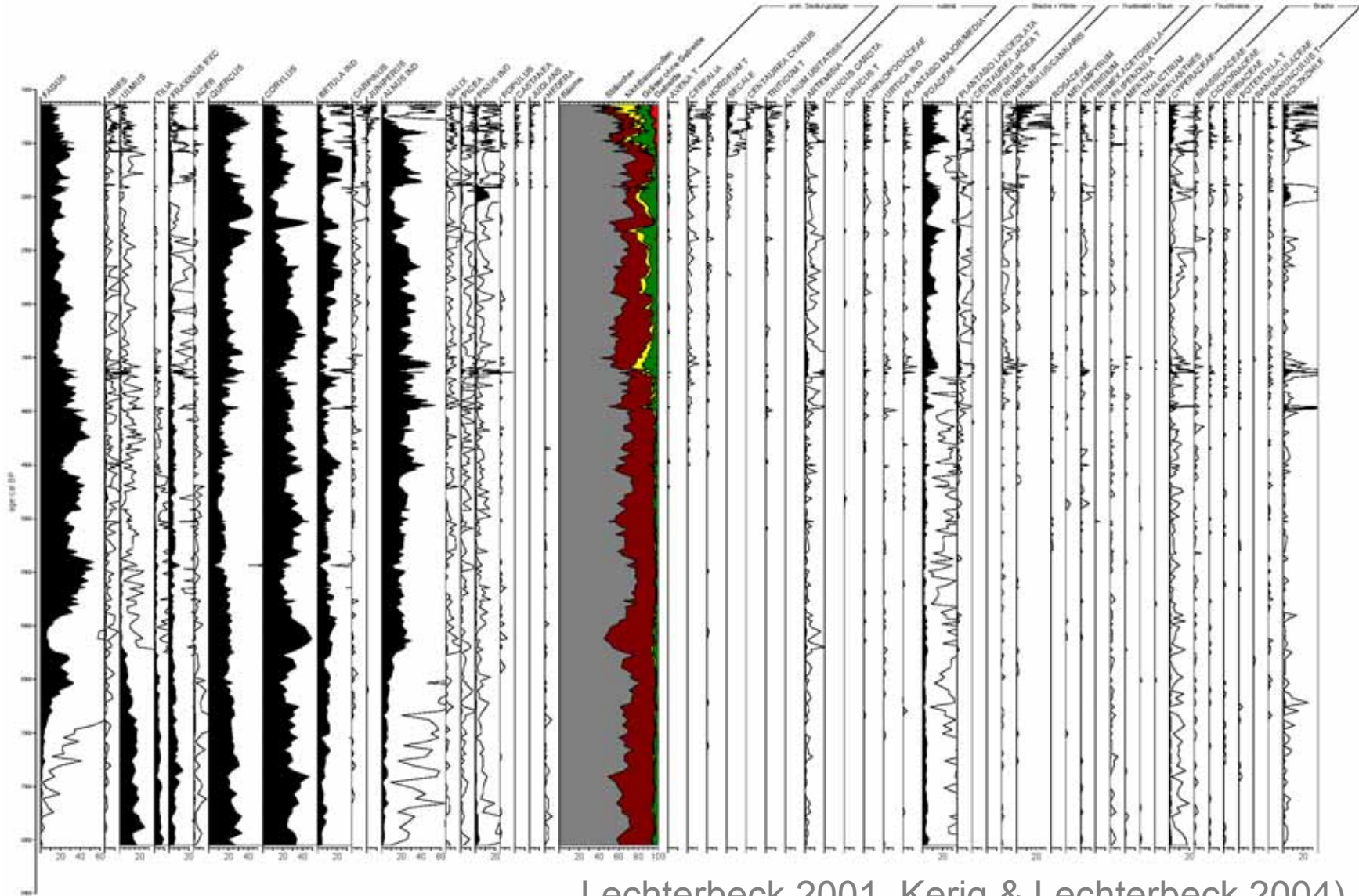
Datenbasis Pollenprofile



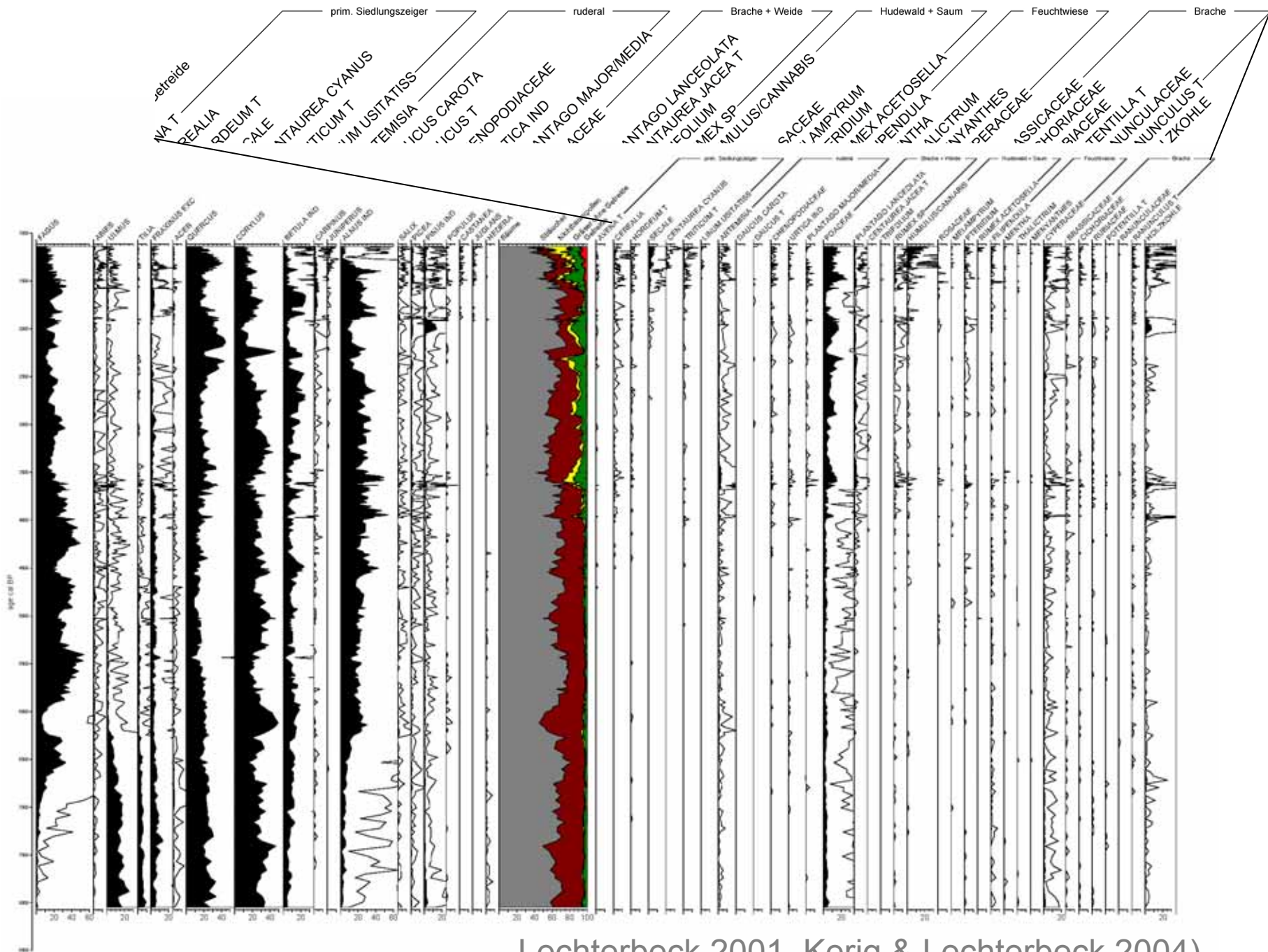
- für diese Arbeit benutzte Profile
- undatierte Profile der Region

10 km

# Pollendiagramm Steißlinger See (Teildiagramm)



Lechterbeck 2001, Kerig & Lechterbeck 2004)



Lechterbeck 2001, Kerig & Lechterbeck 2004)

## Pollendaten sind komplexe Daten

- starke Belegungsunterschiede
- unterschiedlichste Bestimmungsniveaus
- räumliche Gradienten
- ökologische Abhängigkeiten

Grünland	POACEAE	0.90309328
ruderal	URTICA	0.71757279
Wald	ABIES	0.70069576
Wald	PICEABIE	0.69698379
Saum Hudewald	PTERID	0.6404238
Wald	PINUS	0.59360994
Saum Hudewald	RUMACLLA	0.57250029
Brache und Weide	PLANLANC	0.54304649
ruderal	ARTEMISI	0.50839883
Brache	RANUACRT	0.47151991
Feuchtwiesen	CYPCEAE	0.43980345
Wald	SALIX	0.41367409
Saum	HUMCAN	0.39120917
ruderal	CHENCEAE	0.37609858
Brache und Weide	RUMEX	0.36216865
Wald	QUERCUS	0.35569413
ruderal	DAUCUST	0.302032

bewirtschaftetes Grünland

Pionier	CORYLUS	0.92881374
Auwald	ALNUSIND	0.82741557
Pionier	BETULIND	0.76488293
Wald	POPULUS	0.61350559
Siedlung	AVENAT	0.48437518
Siedlung	TRITICT	0.47191759
Saum Hudewald	RUMACLLA	0.39327555
Wald	ULMUS	0.38822921
Wald	SALIX	0.38693106
Wald	FAGUS	0.38137857
Feuchtwiesen	FILIP	0.34456598
Acker	ACHILT	0.34238388
Wald	FRAXEXC	0.34093316
Wasser	NYMPH	0.3394313
ruderal	URTICA	0.32236548
Saum	HUMCAN	0.31240049

Waldbrache

Wald	QUERCUS	0.8648599
Wasser	NYMPH	0.63130644
Wald	FAGUS	0.60298091
Wald	CARPINUS	0.50274183
Acker	SECALE	0.4075342
Röhricht	TYPHLATI	0.40419356
Röhricht	CLADIUM	0.39107526
Röhricht	THELPALU	0.38082784
Siedlung	TRITICT	0.31335611

feuchte Standorte,  
siedlungsnah

Wald	FAGUS	0.53655973
Wald	FRAXEXC	0.52827726
Wald	ULMUS	0.45431631
Pionier	BETULIND	0.42731615
Auwald	ALNUSIND	0.42081538
Brache und Weide	RUMEX	-0.30901723

naturnahe Aue

Wald	PINUS	0.51533441
Wald	PICEABIE	0.3375793
Wald	FAGUS	-0.31061304

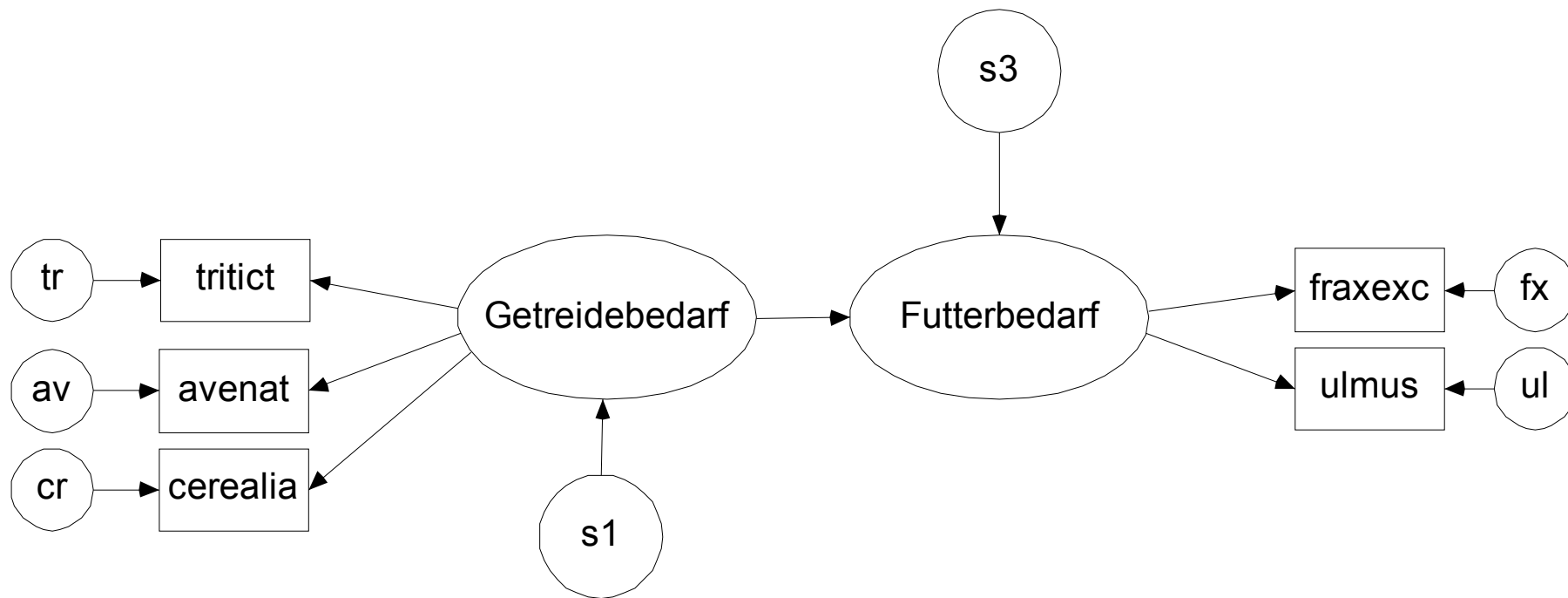
regionale Offenheit

Pionier	BETULIND	0.42449139
Feuchtwiese	CYPCEAE	0.34879273

Feuchtwiesen

# Faktorenanalyse Pollendaten Eisenzeit Bodensee

# Strukturgleichungsmodell Getreide- und Futterbedarf



$$\chi^2/df = 0,125$$

Goodness of fit index (Jöreskog & Sörbom 1984)  $\geq 0,9$

$$GFI = 0,99$$

Root Mean Square Error of Approximation  
(Brown & Cudeck 1993)  $< 0.05$  (close fit)

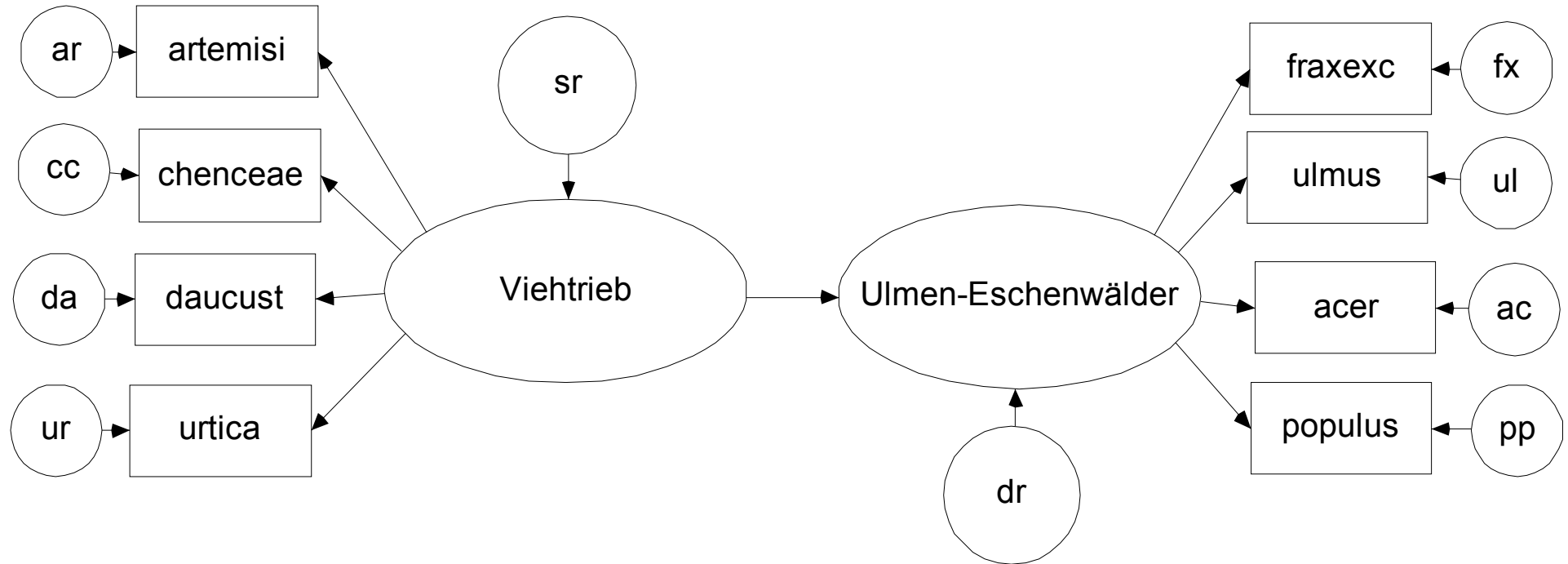
$$RMSEA = 0,000 \text{ (close fit)}$$

## Parameter zur Abschätzung der Normalverteilung

Variable	min	max	Schiefte	Kurtosis
cerealia	0	13	3.479	16.599
ulmus	0	24	1.002	1.061
fraxexc	0	45	1.299	1.796
tritict	0	10	2.086	4.831
avenat	0	5	2.485	6.034



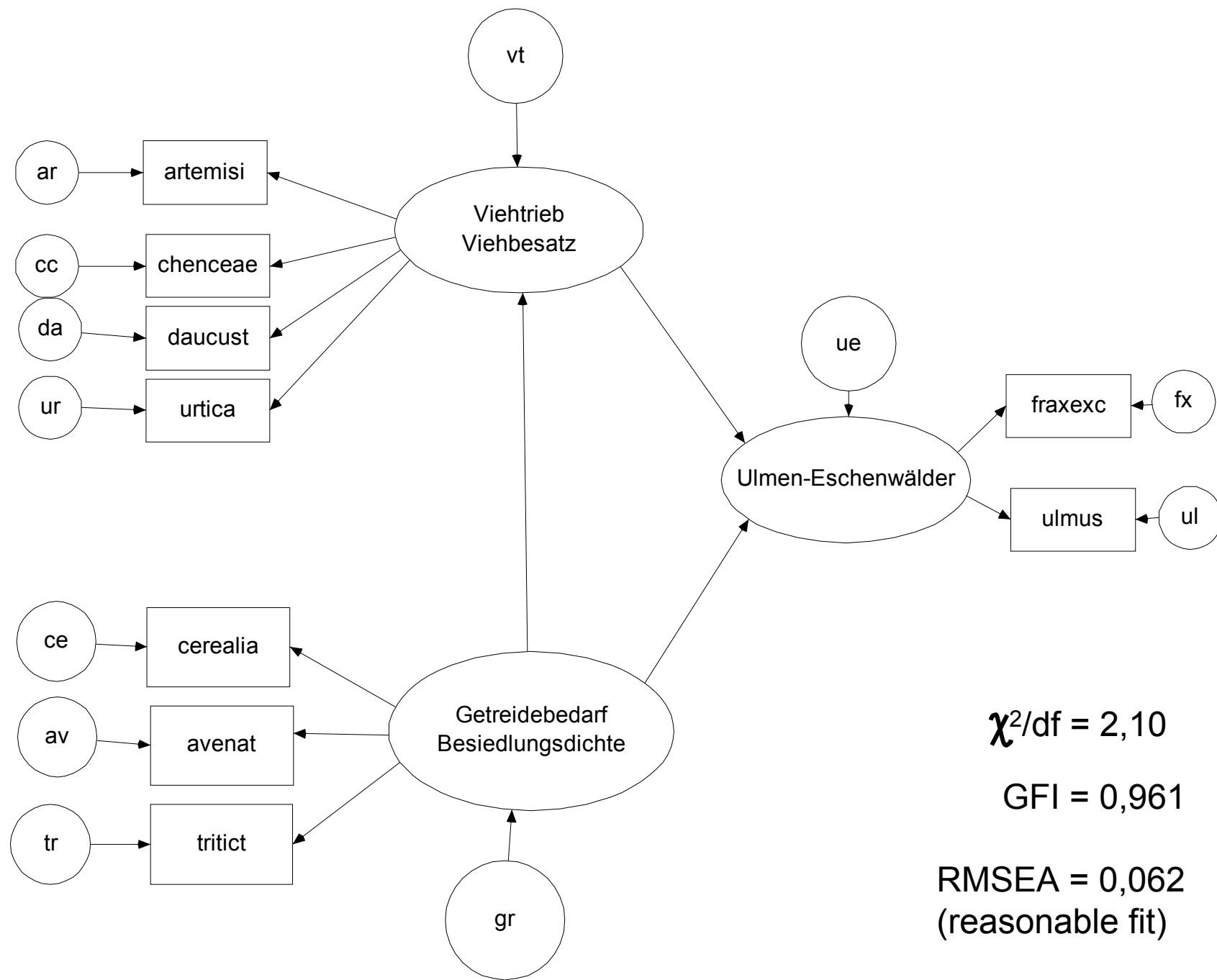
# Strukturgleichungsmodell Viehtrieb und Ulmen-Eschenwälder



$$\chi^2/df = 2,365$$

$$GFI = 0,961$$

RMSEA = 0,069  
(reasonable fit)



$\chi^2/df = 2,10$

GFI = 0,961

RMSEA = 0,062  
(reasonable fit)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

# Literatur

- M. Brown & R. Cudeck, Alternative ways of accessing equation model fit. – In K.A. Bollen & J.S. Long (Hrsg.), Testing Structural Equation Models (Newbury Park 1993) 136-162.
- B. M. Byrne, Structural Equation Modeling with AMOS: basic concepts, applications, and programming. Multivariate Applications Series (Mahwah 2001).
- K. G. Jöreskog & D. Sörbom, LISREL-VI user's guide <sup>3</sup>(Mooreville 1984).
- K. G. Jöreskog & D. Sörbom, LISREL 7: A Guide to the program and applications (Chicago 1989).
- T. Kerig, „Als Adam grub...“ . Vergleichende Anmerkungen zu landwirtschaftlichen Betriebsgrößen in prähistorischer Zeit. Ethnogr.- Archäol. Z. 48, 2007 (2008) 375-402.
- T. Kerig & J. Lechterbeck, Laminated Sediments, Human Impact, and a Multivariate Approach: A case study in linking palynology and archaeology (Lake Steisslingen, South-West Germany). Quaternary International 113, 2004 (2005) 19-39.
- R. B. Kline, Principles and Practice of Structural Equation Modeling (New York 2005).
- J. Lechterbeck 2001, „Human Impact“ oder „Climatic Change“? – Zur Vegetationsgeschichte des Spätglazials und Holozäns in hochauflösenden Pollenanalysen laminiertes Sedimente des Steißlinger Sees (Südwestdeutschland). Tübinger Mikropaläontolog. Mitt. 25 (Tübingen 2001).
- B.H. Pugsek, A. Tomer & A. von Eye (Hg.), Structural Equation Modelling - applications in ecological and evolutionary biology (Cambridge 2003).