



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
UPPER AUSTRIA

Visualisierung eines Suchraums für Symbolische Regression

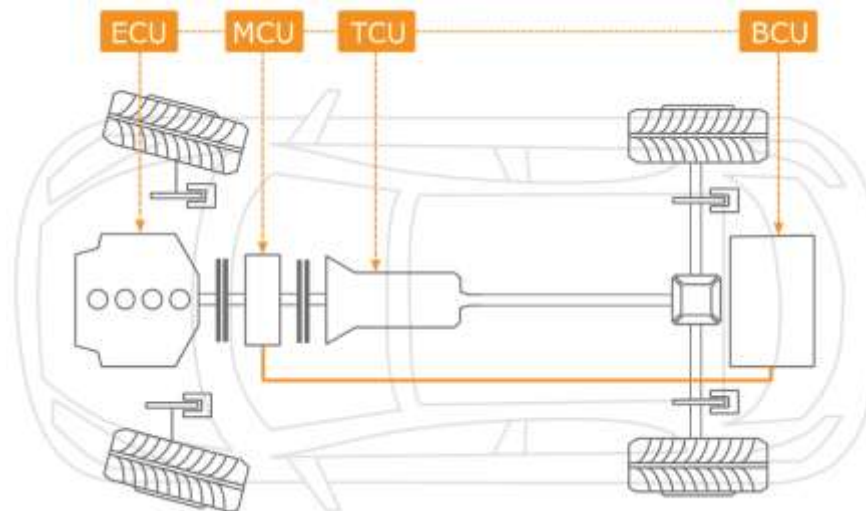
**Gabriel Kronberger, Josef Ressel Zentrum für Symbolische Regression
FFH 2019, Wiener Neustadt**

HAGENBERG | LINZ | STEYR | WELS



SymReg

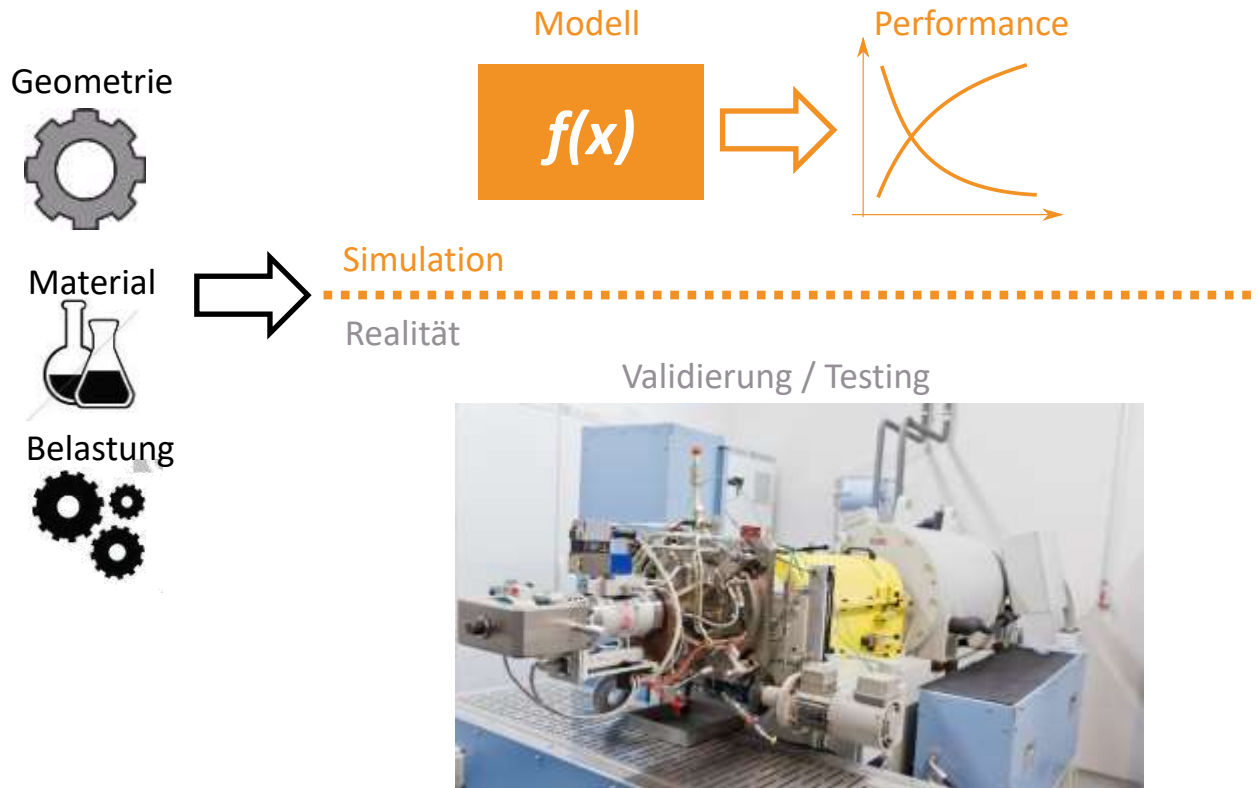
JOSEF RESEL CENTER FOR
SYMBOLIC REGRESSION



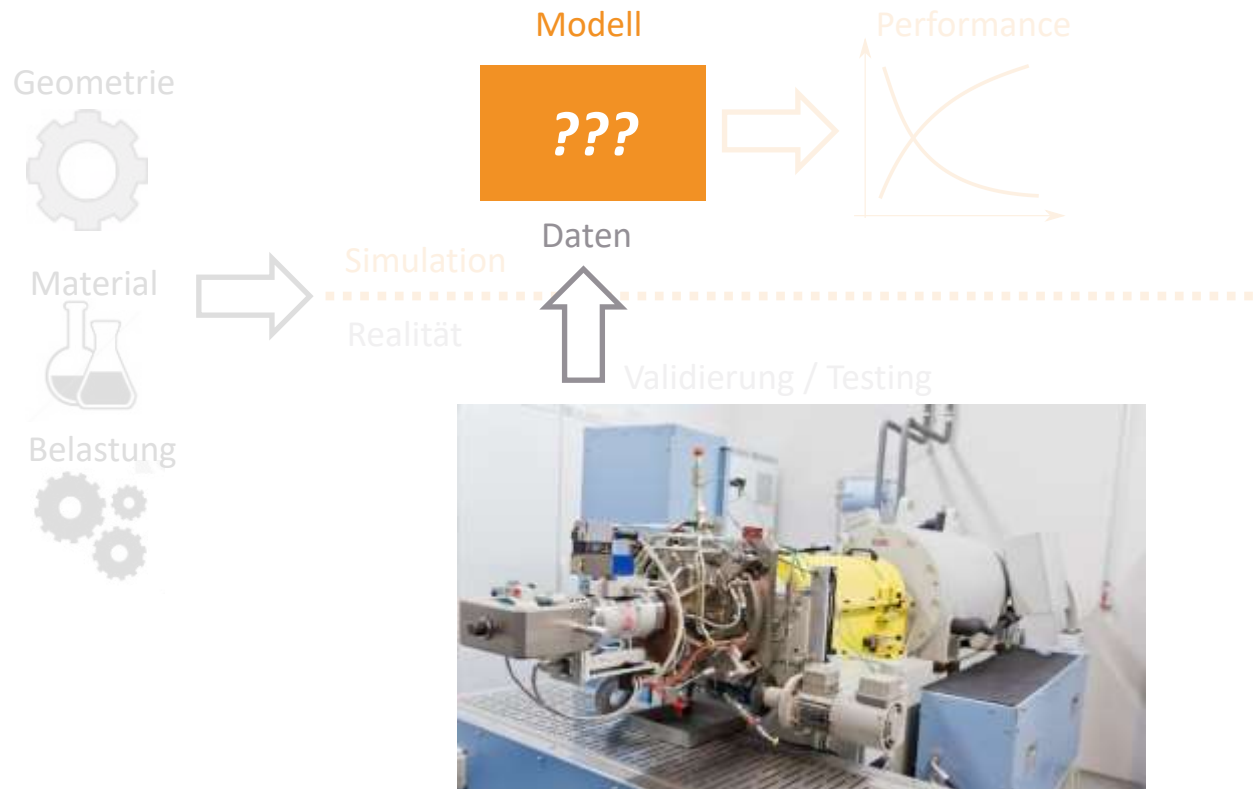
Antriebe werden komplexer.
Ohne Modellierung und Simulation ist die
Entwicklung nicht möglich.



Prinzip: Virtuelles Design



Fokus: Algorithmen für die Identifikation von Modellen



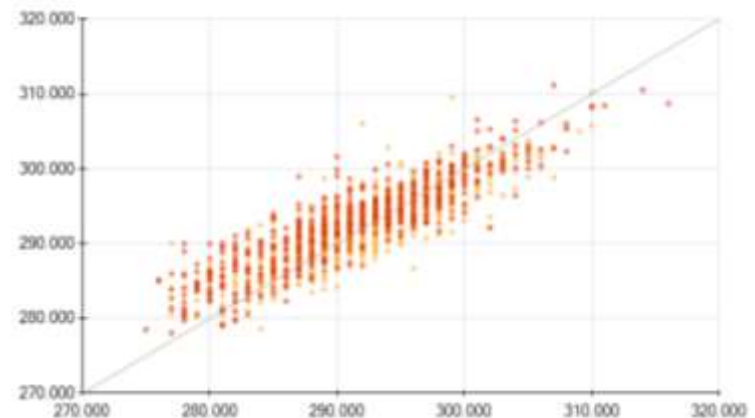
Symbolische Regression

Maschinelles Lernen von Modellen als mathematische Ausdrücke

$$f(x_1, x_2) = \frac{0.651 x_2 + 1.316}{x_1 + 17.619}$$

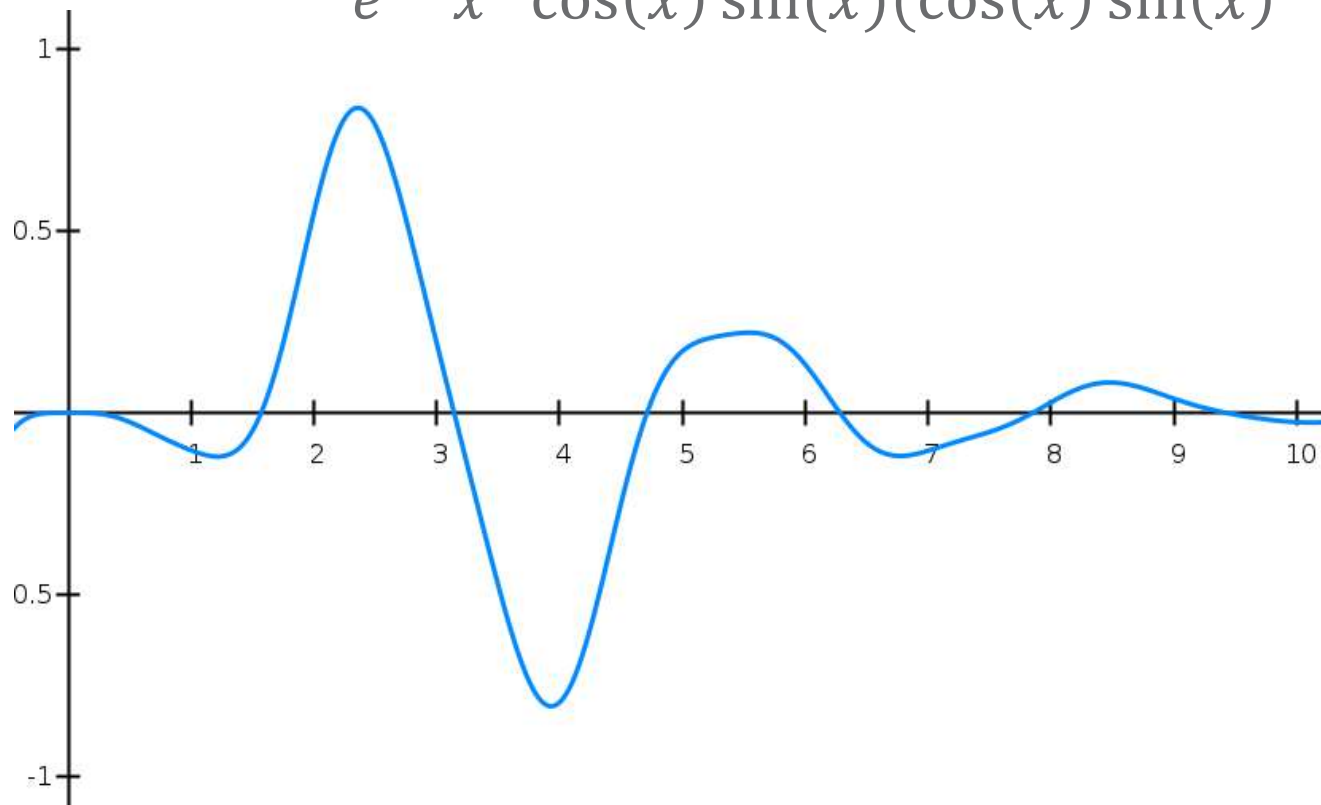
Eigenschaften

- Nicht-lineare Modelle
- Glatte Funktionsgraphen
- Identifikation von Modellstruktur und -Parameter
- Integration von Vorwissen möglich

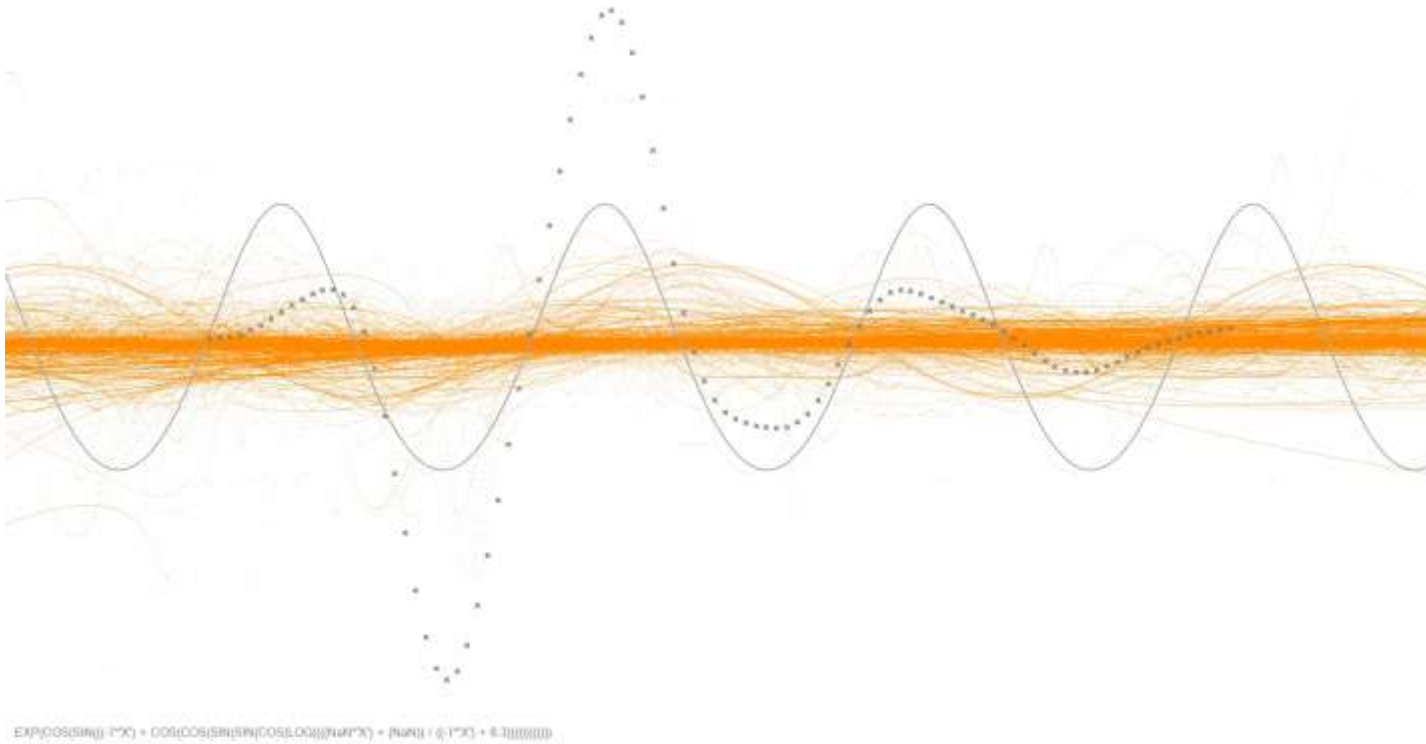


Symbolische Regression

$$e^{-x} x^3 \cos(x) \sin(x) (\cos(x) \sin(x)^2 - 1)$$



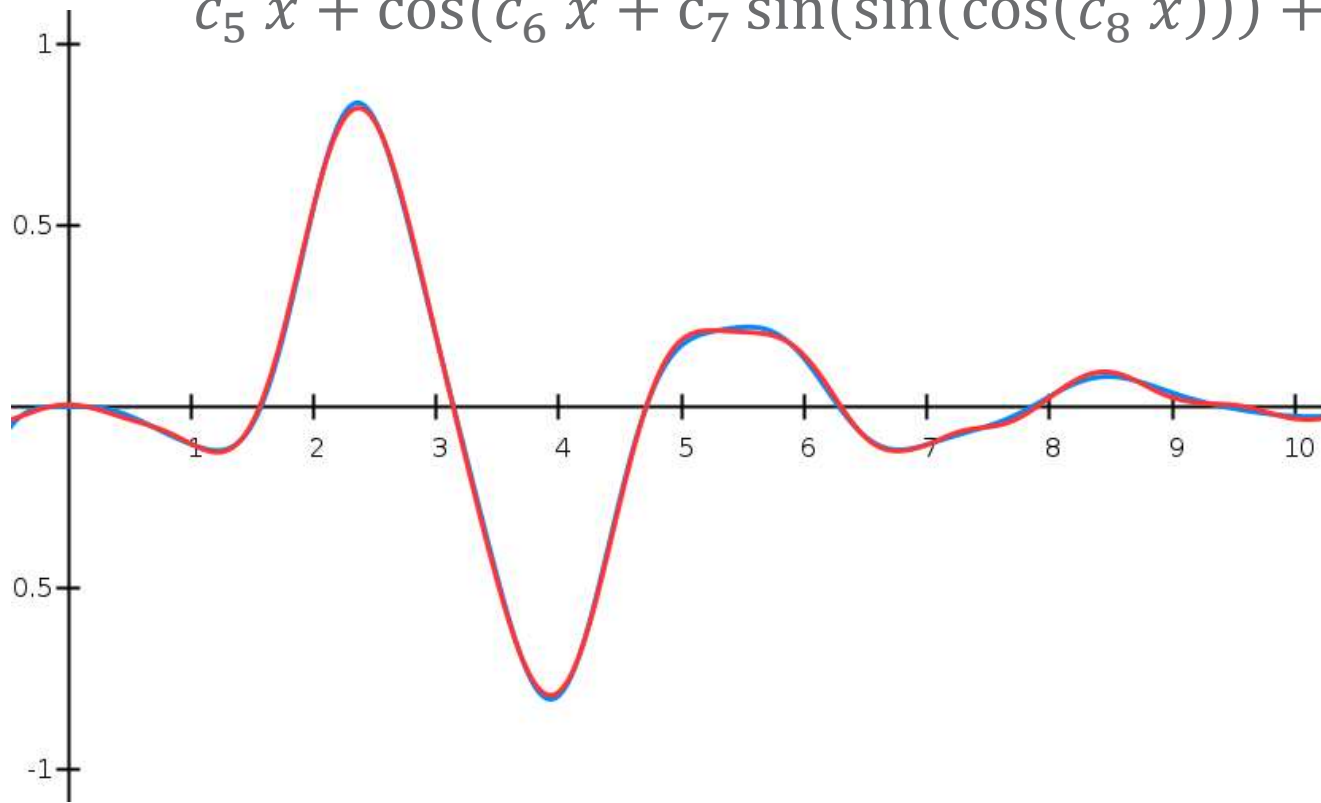
Symbolische Regression



<https://youtu.be/lGqfAx7igkQ>

Symbolische Regression

$$\frac{c_0 \sin(c_1 \cos(c_2 x) + c_3 \cos(c_4 x))}{c_5 x + \cos(c_6 x + c_7 \sin(\sin(\cos(c_8 x)))) + c_9}$$



Fragestellung

Wie kann man effizienter zu einer Lösung finden?

Teilaspekt:

Wie kann die Menge der Lösungen auf relevante Lösungen reduziert und in einen Raum projiziert werden, in dem ähnliche Lösungen näher zueinander liegen als unterschiedliche Lösungen?

Methodik

1. Aufzählung aller möglichen Lösungen
2. Berechnung der Funktionswerte
3. Filtern von Lösungen mit unerwünschten Eigenschaften
4. Berechnung der Ähnlichkeiten der Funktionswerte
5. Projektion der Lösungen auf eine Fläche anhand der Ähnlichkeiten (Visualisierung)

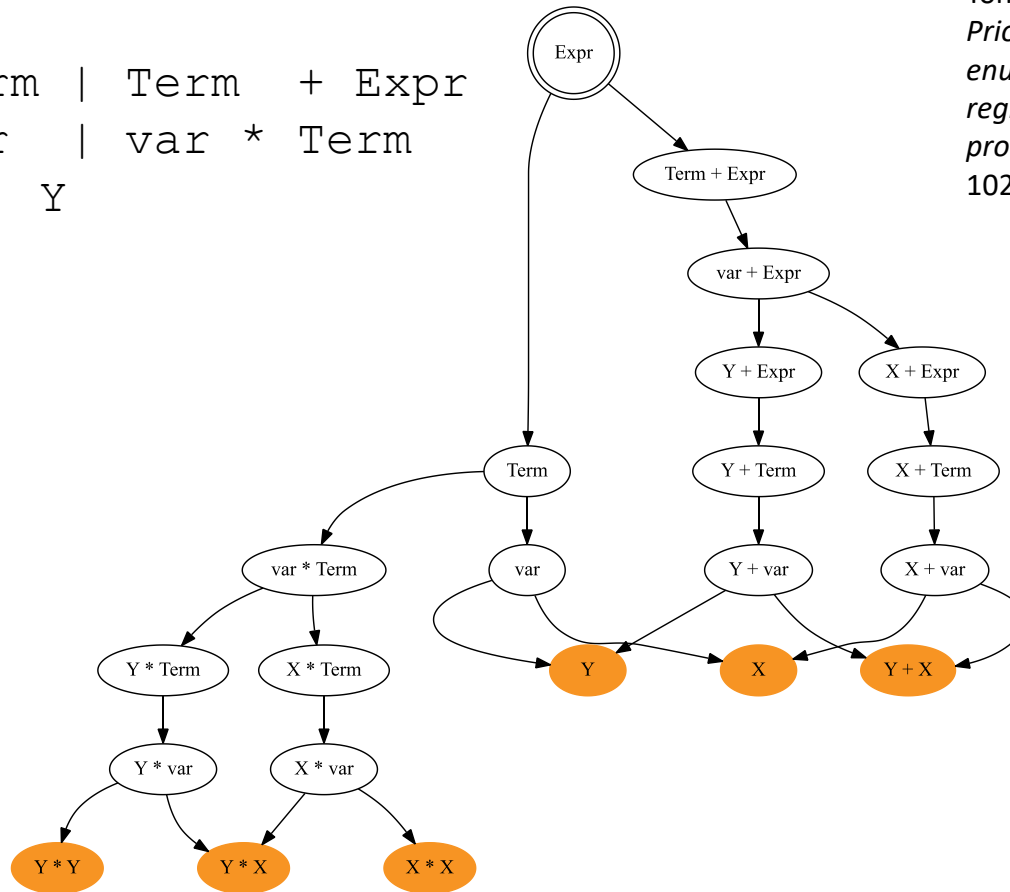
Systematisierung des Lösungsraums

$G(\text{Expr}) :$

$\text{Expr} \rightarrow \text{Term} \mid \text{Term} + \text{Expr}$

$\text{Term} \rightarrow \text{var} \mid \text{var} * \text{Term}$

$\text{var} \rightarrow X \mid Y$

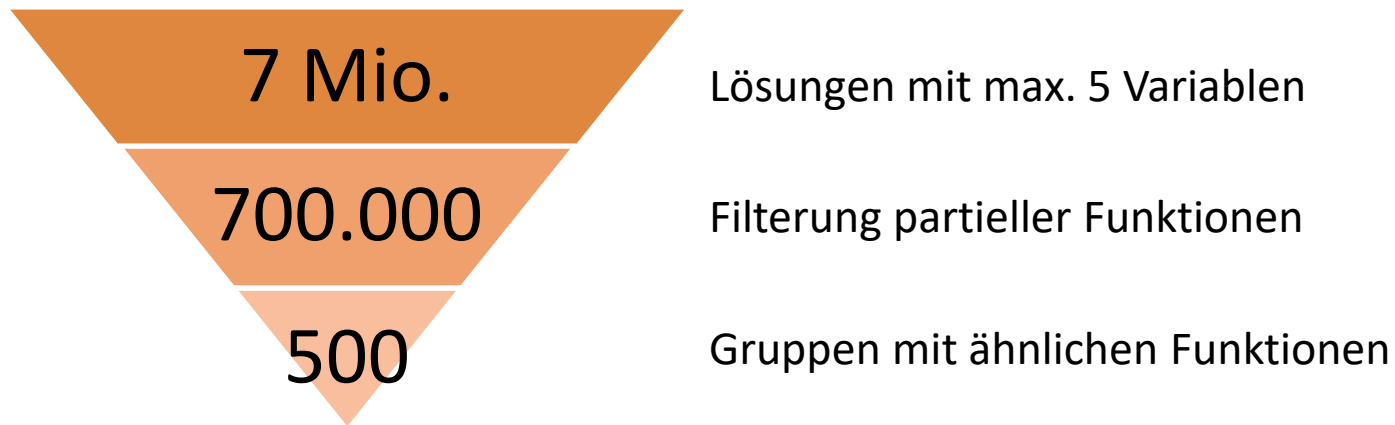


Tony Worm, Kenneth Chiu:
*Prioritized grammar
enumeration: symbolic
regression by dynamic
programming.* GECCO 2013:
1021-1028

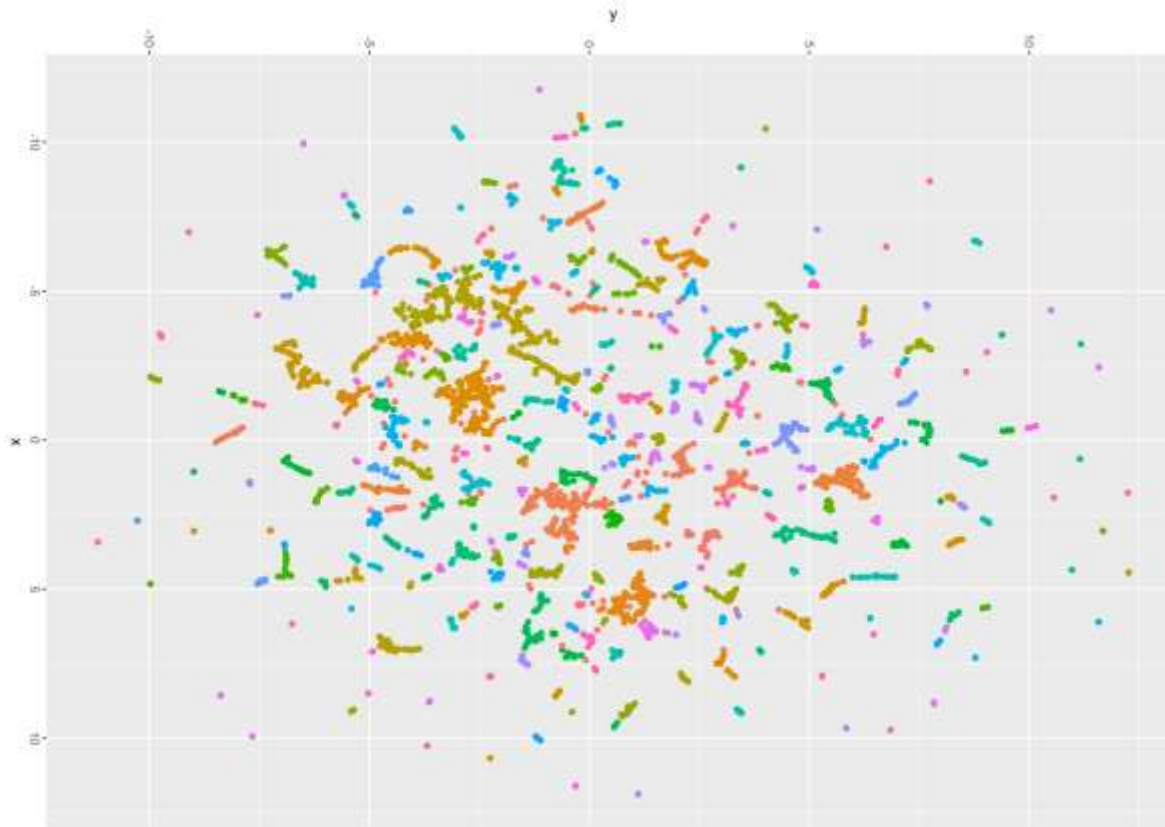
Erweiterung um nicht-lineare Terme

```
G(Expr) :  
Expr  -> Term "+" Expr | Term  
Term  -> Factor "*" Term | Factor | "1/(" InvExpr ")"  
Factor -> VarFac | ExpFac | LogFac | SinFac  
VarFac -> <variable>  
ExpFac -> "exp(" SimpleTerm ")"  
LogFac -> "log(" SimpleExpr ")"  
SinFac -> "sin(" SimpleExpr ")"  
  
SimpleExpr -> SimpleTerm "+" SimpleExpr | SimpleTerm  
SimpleTerm -> VarFac "*" SimpleTerm | VarFac  
  
InvExpr -> InvTerm "+" InvExpr | InvTerm  
InvTerm -> Factor "*" InvTerm | Factor
```

Reduktion der Lösungsmenge

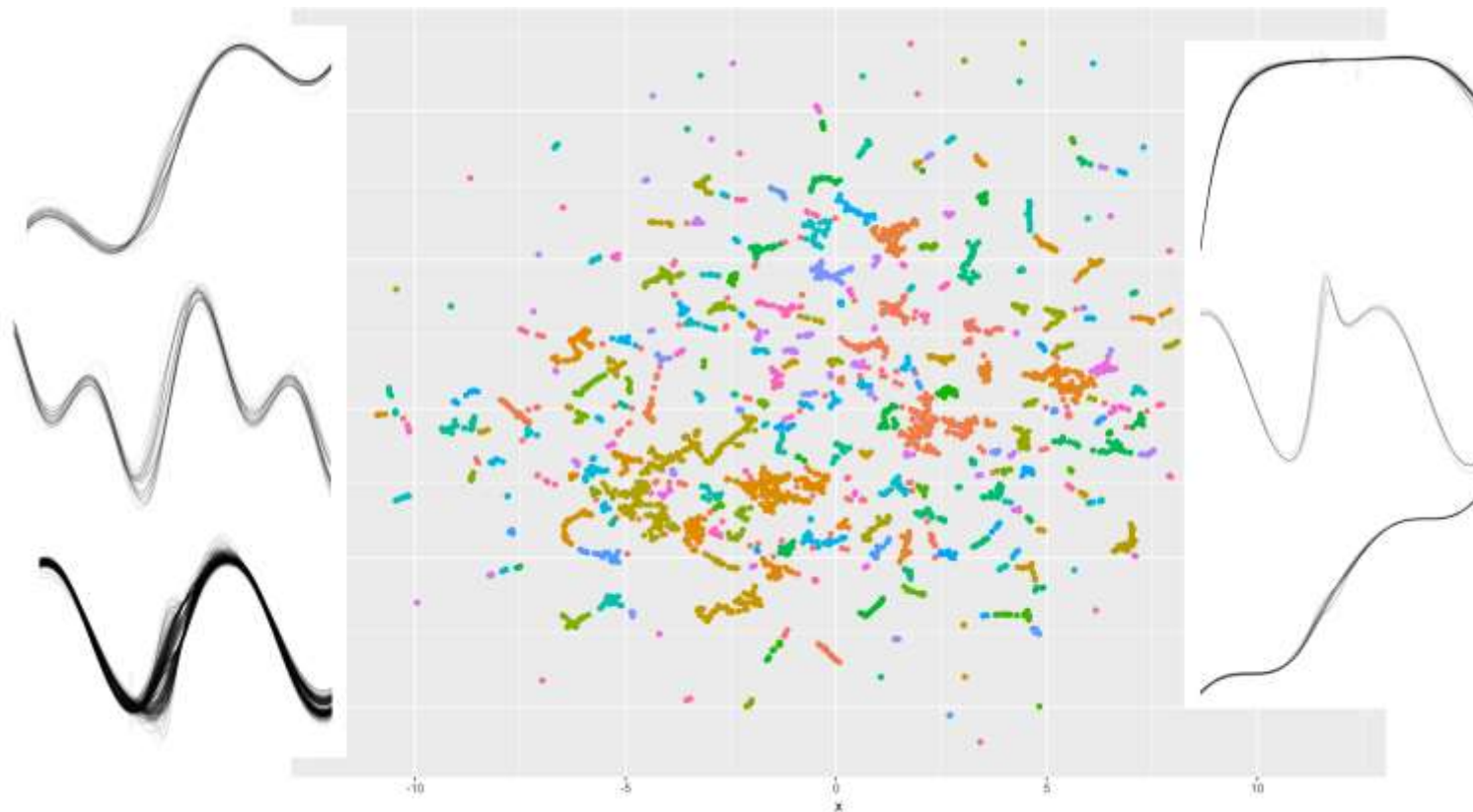


Projektion und Visualisierung

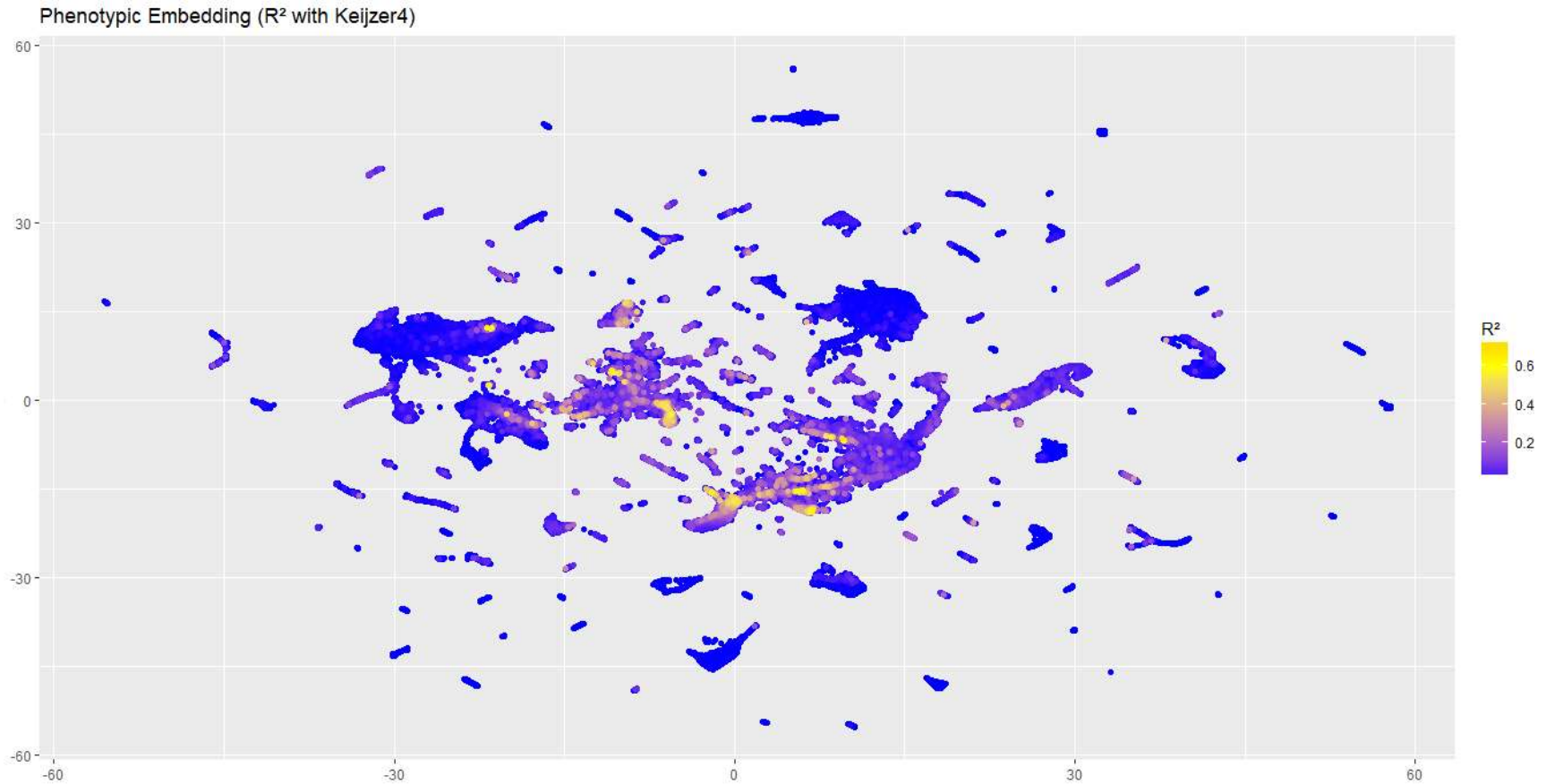


700.000 Lösungen
500 Gruppen

Gruppen ähnlicher Funktionen



Korrelation mit gegebenen Daten





UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
UPPER AUSTRIA



SymReg

JOSEF RESSEL CENTER FOR
SYMBOLIC REGRESSION

Visualisierung eines Suchraums für Symbolische Regression

Gabriel Kronberger, Josef Ressel Zentrum für Symbolische Regression