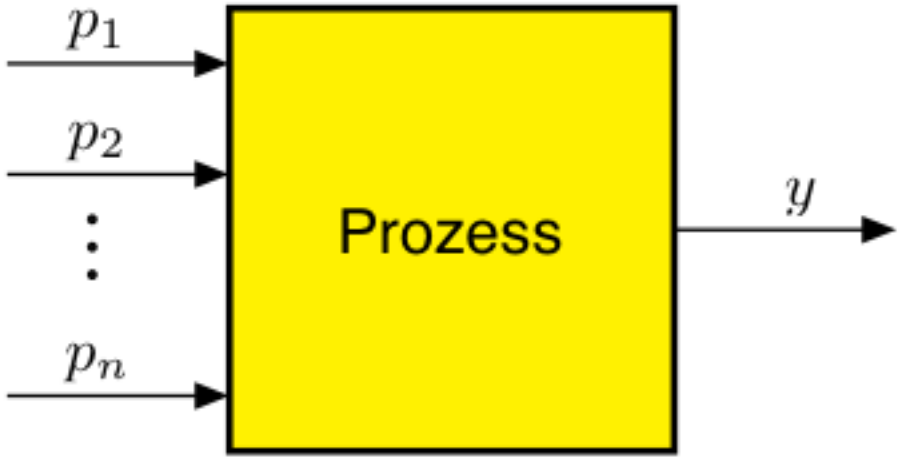
Prozessbeschreibung

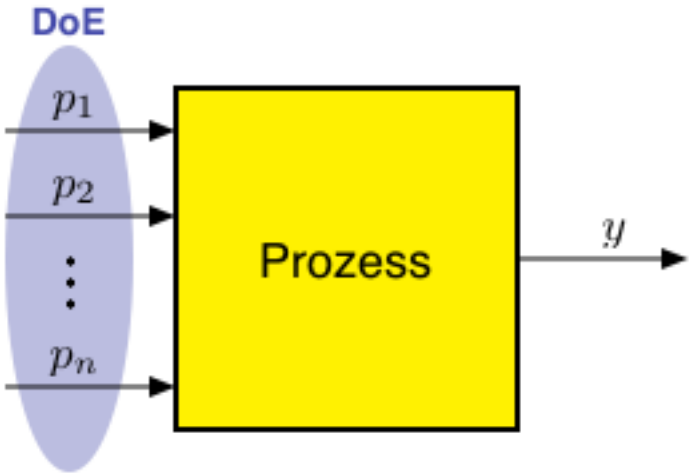
Prozess:
- Maschine
- Produktionsprozess
- Logistikprozess



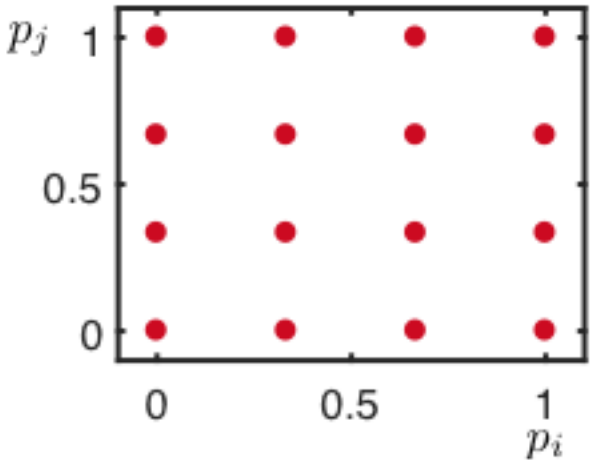
Eingänge:
- Design-Parameter
- Stell-/Steuergrößen
- Planungsgrößen

Ausgänge:
- Zielgrößen
- Qualitätsmaße
- Kosten

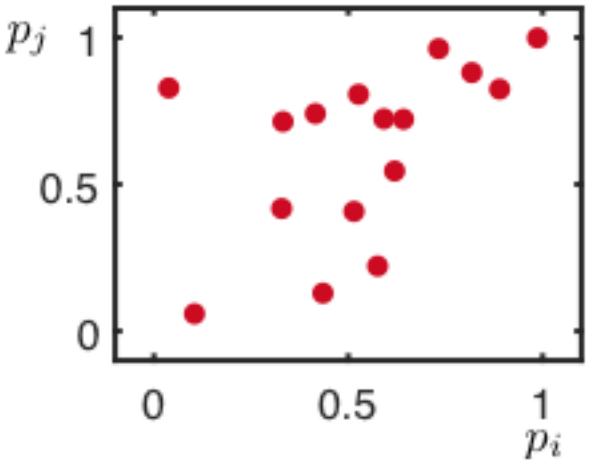
Design of Experiments (DoE) / Versuchsplanung



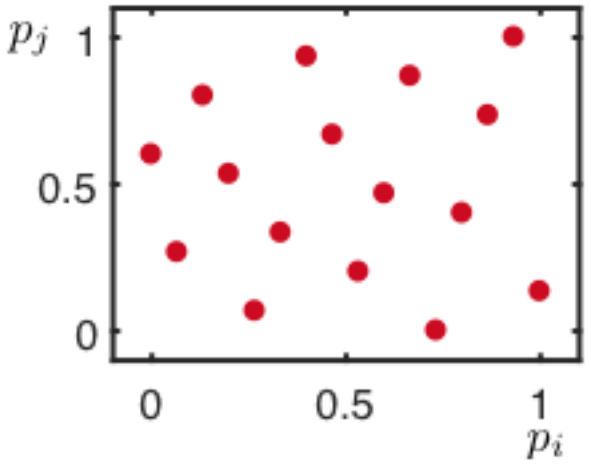
Raster



Zufällig



Maximin Latin Hypercube



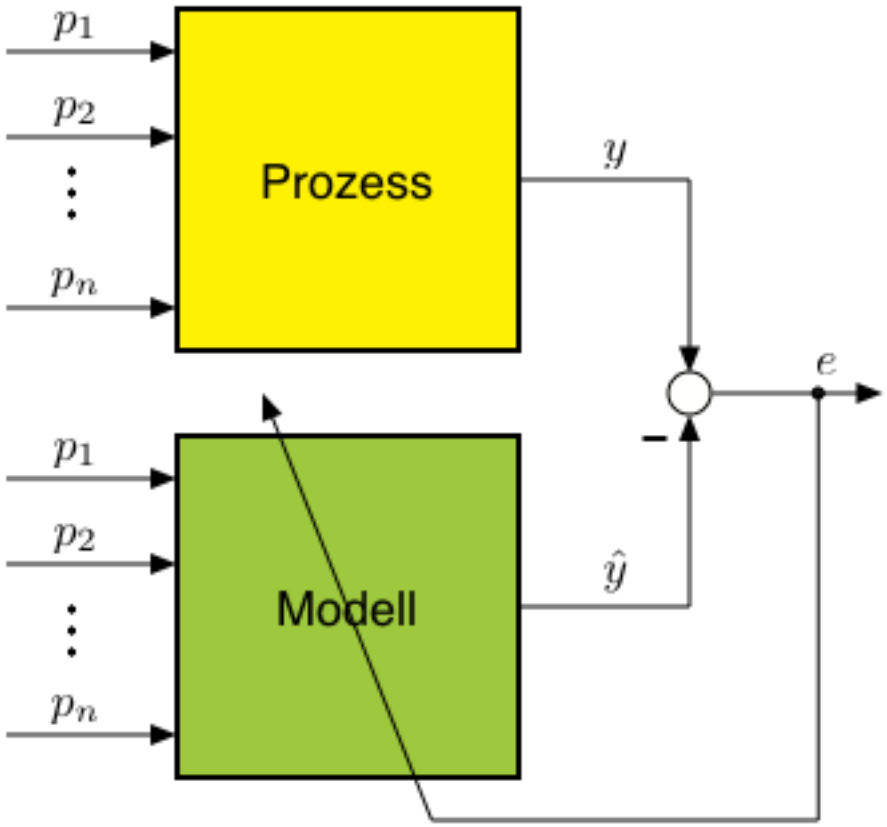
Datenbasierte Modellierung

Modell

- Black-Box oder Gray-Box
- Universeller Approximator
- Neuronales Netz, z.B. lokales Modellnetz
- Statisch oder dynamisch

Training

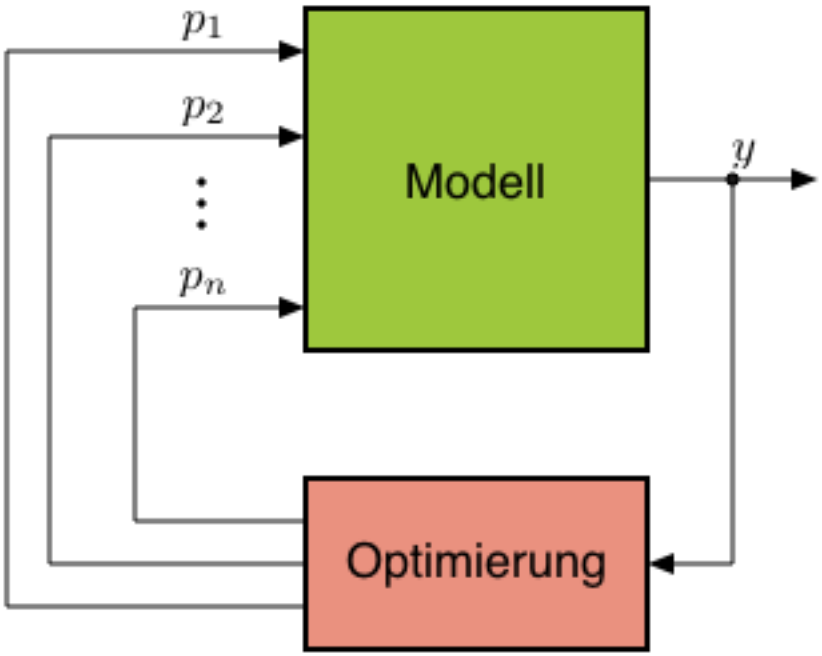
- Minimierung eines Kriteriums basierend auf Fehler *e*, z.B. Summe der Quadrate (LS)
- Unterdrückung/Mittelung von Messrauschen
- Qualität der Daten wichtig für Qualität des Modells
- Automatische Optimierung
- Automatische Komplexitätsbestimmung
- Deterministisch (kein Zufall im Spiel)



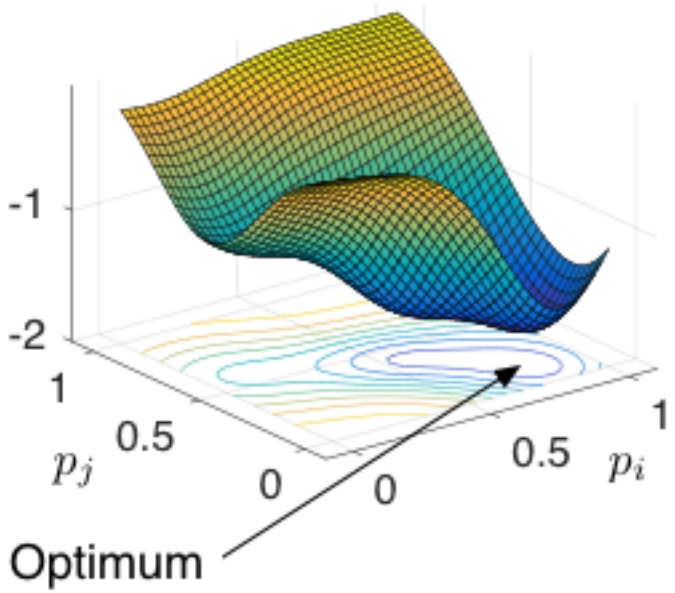
Optimierung

Optimale Einstellung der Parameter

- Schnelles Modell → kurze Rechenzeiten, wenn Modell erstmal trainiert
- Beliebige Optimierungsverfahren einsetzbar: lokale / globale
- Volle Interaktionen / Korrelationen / Kopplungen zwischen allen Parametern berücksichtigt
- Verschiedene Verlustfunktionen möglich: z.B. Kombinationen aus Qualität & Kosten

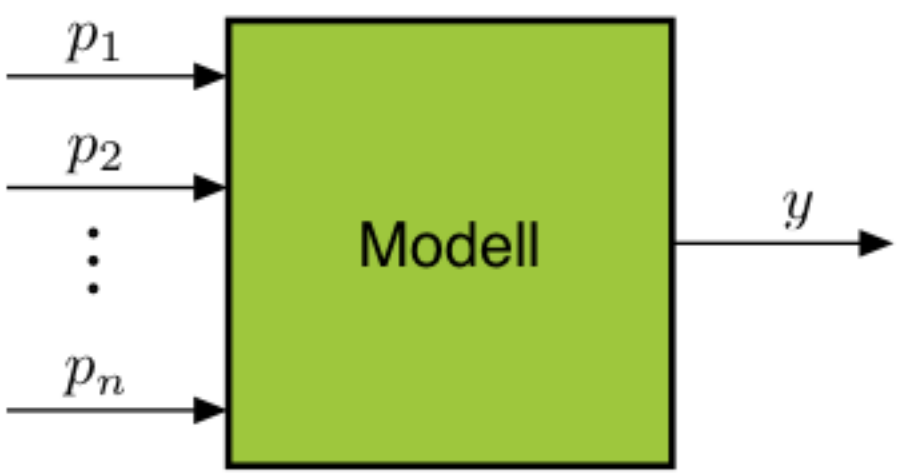


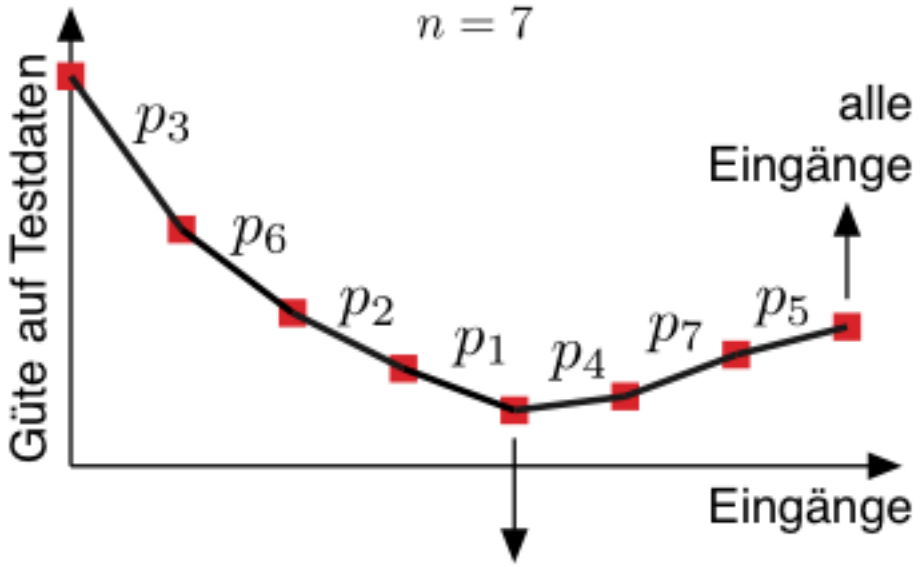
Verlustfunktion



Relevanzanalyse

Relevanz der Eingänge ermittelt mittels Vorwärtsselektion oder Rückwärtseliminierung





optimale Komplexität:
4 Eingänge

Informationen über

- Ranking / Wichtigkeit der Parameter
- Welche Parameter verbessern die Modellqualität
- Welche Parameter sollte man entfernen
- Bessere Interpretierbarkeit
- Höhere Robustheit bzgl. kleinen Datenmengen

Ausgewählte erfolgreiche Projekte

Metamodelle Lüfter (radial und axial)

- Wirkungsgradoptimierung bzgl. Geometrie (Schaufelzahl, Durchmesser, ...)
- Mehrstufiges DoE: (i) passiv, (ii) aktives Lernen, (iii) optimalitätsbasiertes aktives Lernen

Metamodell B-Säule

- Schnelle Analyse von Trade-off: Leichtbaukennzahl ⇔ Kosten
- Multikriterielle Optimierung

Metamodell Elektromotor

- Innerhalb hybridem Antriebsstrang
- Approximation einer nummerischen Simulation
- Neuronales Netz liefert arbeitspunktabhängige Rasterkennfelder

Stationäre Vermessung von Verbrennungsmotoren

- Halbierung der Messzeit & Messpunkte
- Aktives Lernen mittels HILOMOT-DoE

Ausgewählte erfolgreiche Projekte

Neuronales Netz ersetzt viele Rasterkennfelder

- Implementierung auf Standard-Microcontroller in ECU
- Online-Betrieb erfolgreich

Common-Rail Hochdruck-Einspritzsystem für Diesel-Motoren

- Nichtlinear, dynamisches DoE
- Nichtlinear, dynamische Modellierung

Regelung von Klimaanlagen

- Nichtlineare prädiktive Regelung
- Extrem hochdimensionales Modell
- Drastisch reduziert und verbessert mittels Relevanzanalyse

Gray-Box-Modell im Walzwerk

- Temperatur am Ende der Kühlstrecke
- Additives neuronales Netz parallel zu existierendem physikalischen Modell

Unsere Toolbox integriert in „EasyDoE“ von IAV Automotive Eng.