

Grundlagen der **Künstlichen Intelligenz**

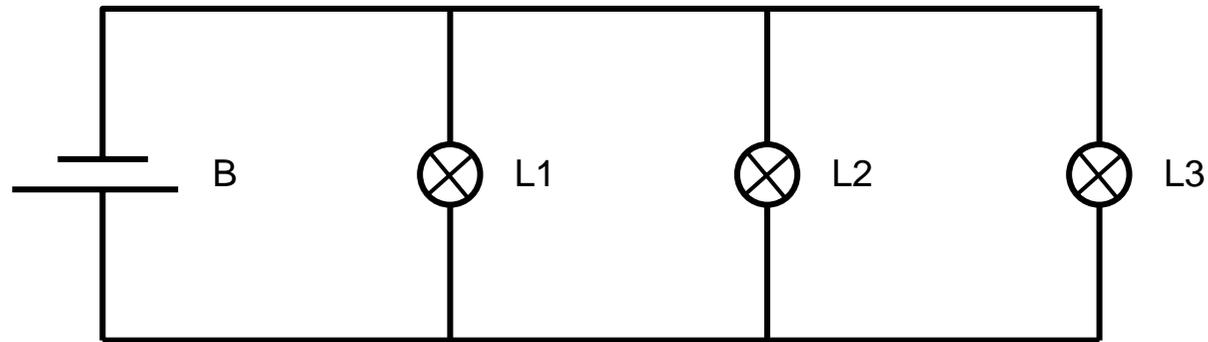
Sebastian Iwanowski
FH Wedel

Kap. 5:
Technische Diagnose

5.1: Modellbasierte Diagnose (MDS): Modellierung der Komponenten

Modellbasierte Diagnose

Beispiel, warum Addierer-/Multiplizierer-Beispiel nicht alle Schwierigkeiten des GDE-Ansatzes aufzeigt:



Beobachtung:

L1, L2 leuchten nicht, L3 leuchtet

GDE-Diagnosen:

1. (B ok, L1 defekt, L2 defekt, L3 ok)

2. (B defekt, L1 ok, L2 ok, L3 defekt) ???

3. (B defekt, L1 ok, L2 ok, L3 ok) ???

Modellbasierte Diagnose

Modellierung der elektrischen Komponenten:

Batterie:



Wertebereiche: $\text{minus, plus} \in \{ \text{Masse, Versorgungsspannung} \}$

Regeln:

$\text{ok} \Rightarrow (\text{minus} = \text{Masse})$

$\text{ok} \Rightarrow (\text{plus} = \text{Versorgungsspannung})$

Kabel:



Wertebereiche: $\text{a1, a2} \in \{ \text{Masse, Versorgungsspannung} \}$

Regeln:

$\text{ok} \wedge (\text{a1} = \text{Masse}) \Rightarrow (\text{a2} = \text{Masse})$

$\text{ok} \wedge (\text{a1} = \text{Versorgungsspannung}) \Rightarrow (\text{a2} = \text{Versorgungsspannung})$

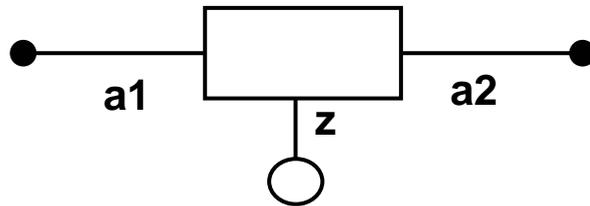
$\text{ok} \wedge (\text{a2} = \text{Masse}) \Rightarrow (\text{a1} = \text{Masse})$

$\text{ok} \wedge (\text{a2} = \text{Versorgungsspannung}) \Rightarrow (\text{a1} = \text{Versorgungsspannung})$

Modellbasierte Diagnose

Modellierung der elektrischen Komponenten:

Lampe:



Wertebereiche:

$a1, a2 \in \{ \text{Masse, Versorgungsspannung} \}$

$z \in \{ \text{hell, dunkel} \}$

Regeln:

$ok \wedge (a1 = \text{Versorgungsspannung}) \wedge (a2 = \text{Masse}) \Rightarrow (z = \text{hell})$

$ok \wedge (a2 = \text{Versorgungsspannung}) \wedge (a1 = \text{Masse}) \Rightarrow (z = \text{hell})$

$ok \wedge (a1 = \text{Versorgungsspannung}) \wedge (a2 = \text{Versorgungsspannung}) \Rightarrow (z = \text{dunkel})$

$ok \wedge (a1 = \text{Masse}) \wedge (a2 = \text{Masse}) \Rightarrow (z = \text{dunkel})$

$ok \wedge (a1 = \text{Masse}) \wedge (z = \text{hell}) \Rightarrow (a2 = \text{Versorgungsspannung})$

$ok \wedge (a1 = \text{Versorgungsspannung}) \wedge (z = \text{hell}) \Rightarrow (a2 = \text{Masse})$

$ok \wedge (a1 = \text{Masse}) \wedge (z = \text{dunkel}) \Rightarrow (a2 = \text{Masse})$

$ok \wedge (a1 = \text{Versorgungsspannung}) \wedge (z = \text{dunkel}) \Rightarrow (a2 = \text{Versorgungsspannung})$

$ok \wedge (a2 = \text{Masse}) \wedge (z = \text{hell}) \Rightarrow (a1 = \text{Versorgungsspannung})$

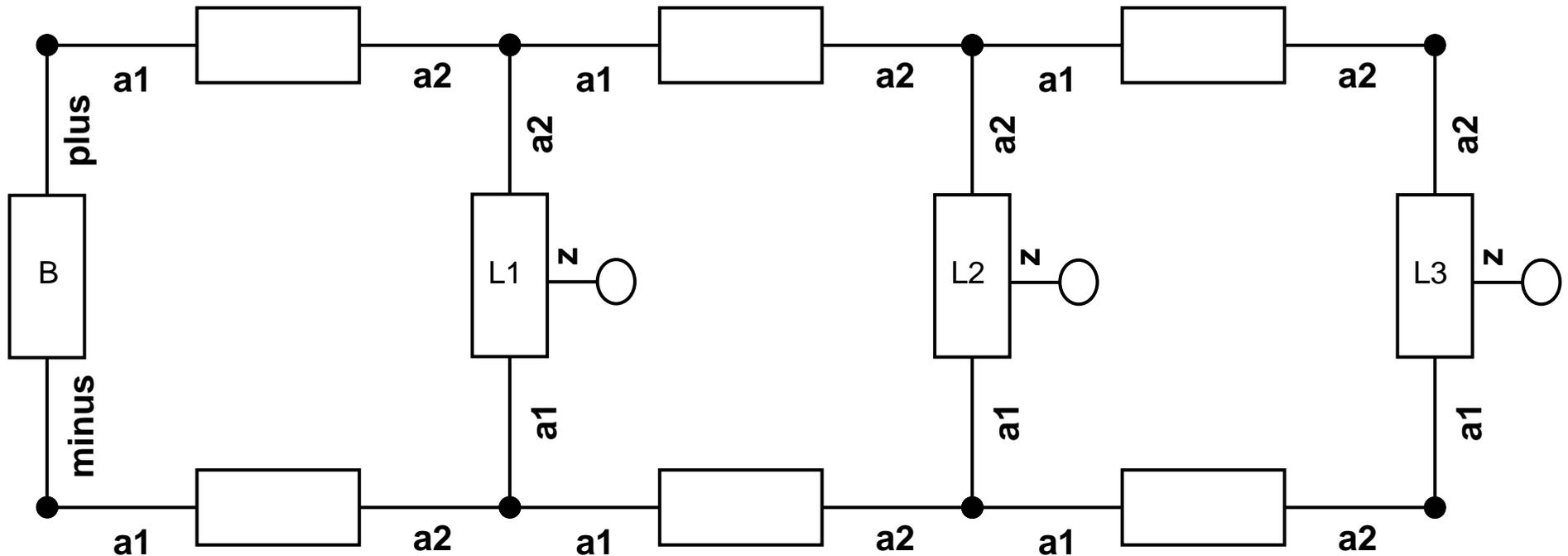
$ok \wedge (a2 = \text{Versorgungsspannung}) \wedge (z = \text{hell}) \Rightarrow (a1 = \text{Masse})$

$ok \wedge (a2 = \text{Masse}) \wedge (z = \text{dunkel}) \Rightarrow (a1 = \text{Masse})$

$ok \wedge (a2 = \text{Versorgungsspannung}) \wedge (z = \text{dunkel}) \Rightarrow (a1 = \text{Versorgungsspannung})$

Modellbasierte Diagnose

Zusammenbau des Systemmodells aus den Komponentenmodellen:



Werte an den Verbindungsknoten müssen gleich sein

Bei Widerspruch: Konflikt der den Werten zugrunde liegenden Verhaltensmodelle

Diagnosen sind Mengen von Verhaltensmodellen, die keinen Konflikt enthalten

Modellbasierte Diagnose

Fazit aus der bisher vorgenommenen Modellierung:

Es besteht kein logischer Widerspruch zu folgender Diagnose:

2. (B defekt, L1 ok, L2 ok, L3 defekt)

Grund:

L3 darf im Fehlerfall auch leuchten, wenn keine Spannungsdifferenz besteht

Unvollständigkeit der Wissensbasis !

Noch schlimmer:

Wenn eine Verhaltensregeln nur ausgewertet wird, wenn für ihre Voraussetzungen konkrete Werte vorliegen, dann kann auch kein Widerspruch zu folgender Diagnose gefunden werden:

3. (B defekt, L1 ok, L2 ok, L3 ok)

Grund:

Es werden nirgendwo Spannungswerte berechnet

Mangelnde Beweisfähigkeit der Problemlösungskomponente !

Modellbasierte Diagnose

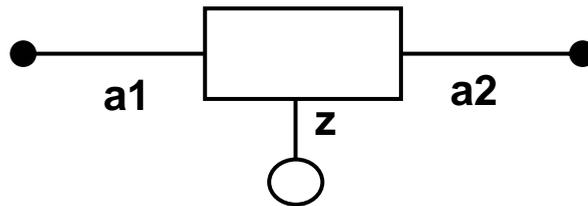
Zusätzliche Regeln für den Ausschluss der Diagnosen 2 / 3:

Batterie:



defekt \Rightarrow (minus = Masse)

Lampe:



defekt \wedge (a1 = Versorgungsspannung) \wedge (a2 = Versorgungsspannung) \Rightarrow (z = dunkel)

defekt \wedge (a1 = Masse) \wedge (a2 = Masse) \Rightarrow (z = dunkel)

Es müssen also auch Verhaltensmodelle für Fehler angegeben werden, um physikalisch unmögliches Verhalten auszuschließen.

Komponentenmodellierung

Was gehört zu einer Komponentenmodellierung ?

Verhaltensmodi (*behavioural modes*)

Maßnahmen (*control actions*)

Beobachtungen (*observations*)

Constraints

- Menge von Verhaltensregeln
- Ein Constraint hängt normalerweise von einem Verhaltensmodus ab.

Variablen

- zum Abspeichern von Werten
- Die Variablenwerte werden in den Constraints benutzt.
- Die Constraints berechnen einen neuen Wert für eine Variable.

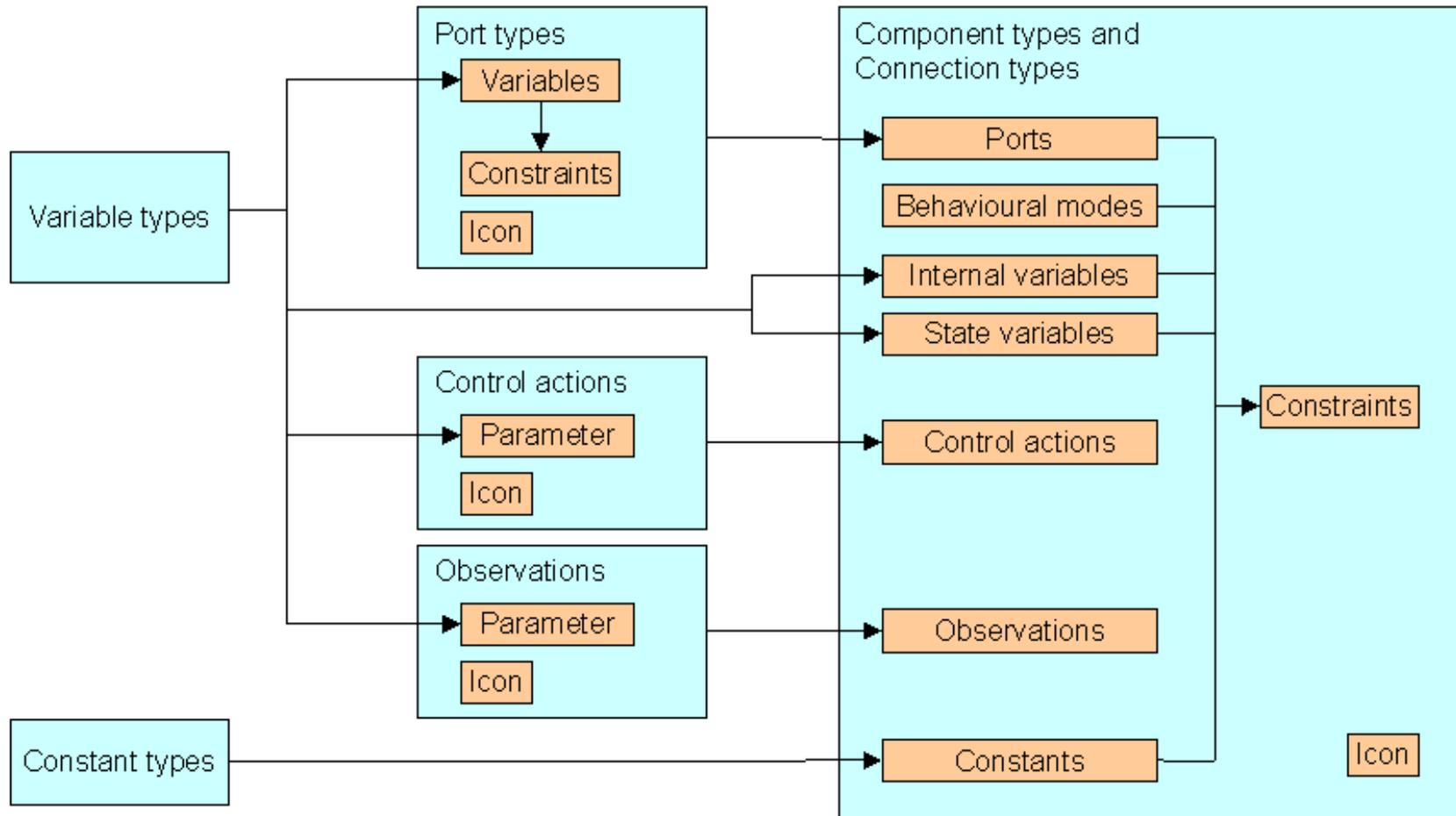
Ports

- enthält die Variablen, die in den Verbindungen mit benachbarten Komponenten identifiziert werden sollen.

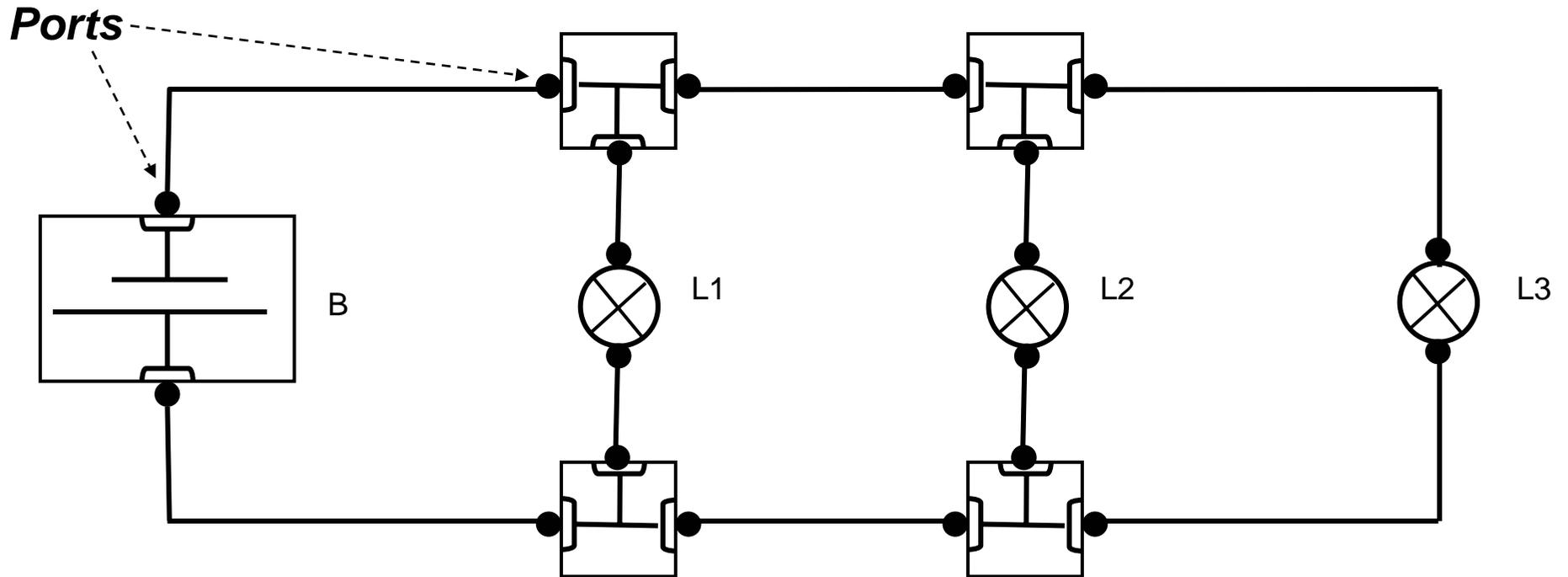
*Unterscheide
interne Variablen
von Portvariablen !*

Komponentenmodellierung

Zusammenhang Variablen, Ports, Komponenten



Modellierung eines einfachen elektrischen Systems



Komponententypen:

Batterie

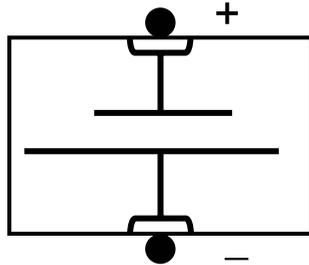
Lampe

Kabel

Steckverbindung (3)

Modellierung eines einfachen elektrischen Systems

Batterie



Fehlermodi:

entladen

Kontaktlücke bei +

Kontaktlücke bei -

Wackelkontakt bei +

Wackelkontakt bei -

korrodiert

Maßnahmen:

Klemme bei + lösen

Klemme bei - lösen

Klemme bei + befestigen

Klemme bei - befestigen

Beobachtungen:

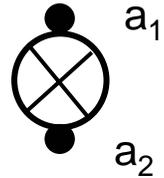
Klemmen ansehen

Spannung bei + messen

Spannung bei - messen

Modellierung eines einfachen elektrischen Systems

Lampe



Fehlermodi:

durchgebrannt
Lampe nicht eingesetzt
Wackelkontakt
korrodiert

Maßnahmen:

Lampe ausschrauben
Lampe einschrauben

Beobachtungen:

Lampe ansehen

Kabel



Fehlermodi:

unterbrochen
Kurzschluss gegen Masse
Kurzschluss gegen Spannung
korrodiert

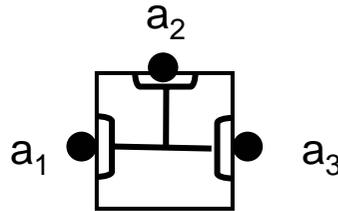
Maßnahmen:

Beobachtungen:

Spannung an a_1 messen
Spannung an a_2 messen
Kabel ansehen

Modellierung eines einfachen elektrischen Systems

Steckverbindung (3)



Fehlermodi:

Kontaktlücke bei a_1
Kontaktlücke bei a_2
Kontaktlücke bei a_3
Wackelkontakt bei a_1
Wackelkontakt bei a_2
Wackelkontakt bei a_3

Maßnahmen:

Kontakt bei a_1 schließen
Kontakt bei a_2 schließen
Kontakt bei a_3 schließen
Kontakt bei a_1 lösen
Kontakt bei a_2 lösen
Kontakt bei a_3 lösen

Beobachtungen: Kontakte ansehen