



# Rythmusoptimierung für Herzschrittmacher

---

von

Arjen van der Ploeg

für

Proseminar Künstliche Intelligenz



# Inhalt der Präsentation

---

## Einführung:

- Das Herzens
- Der Herzschrittmacher

## Wissensdarstellung:

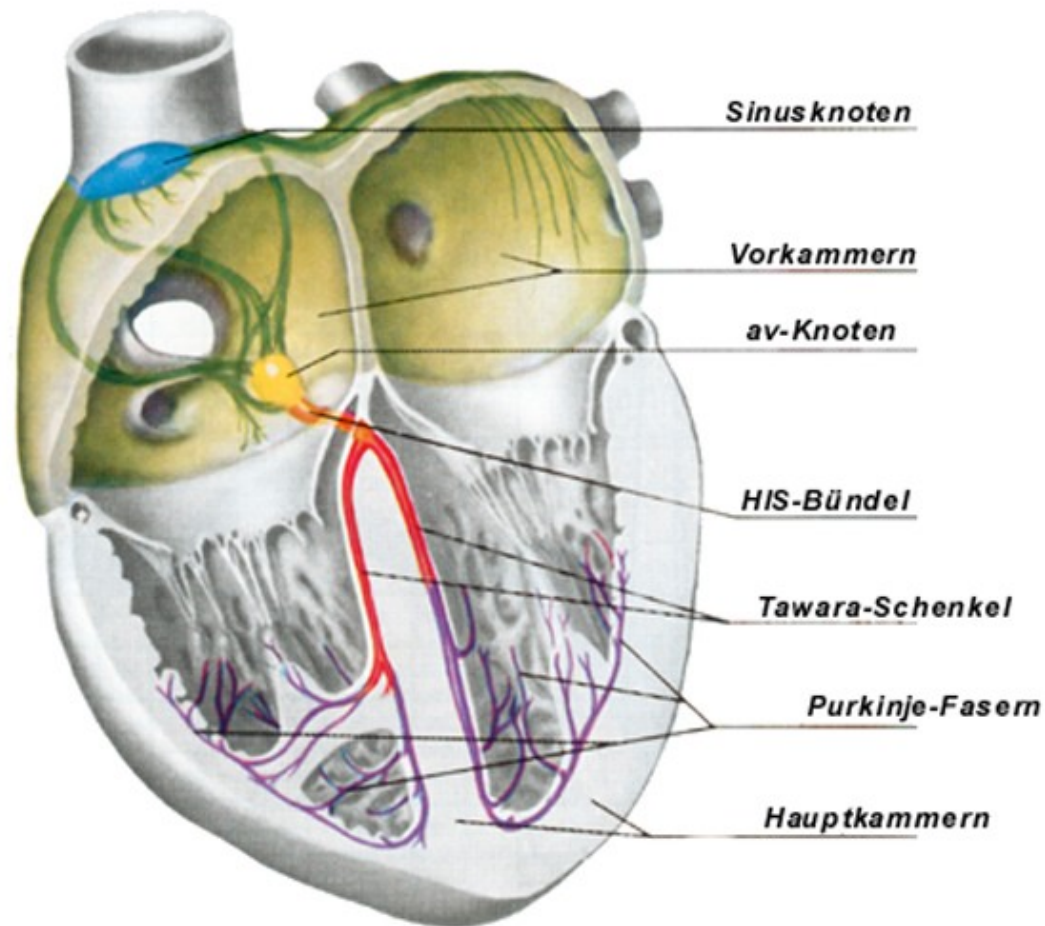
- Hornformeln
- Beweisfunktionen
- Diagnose



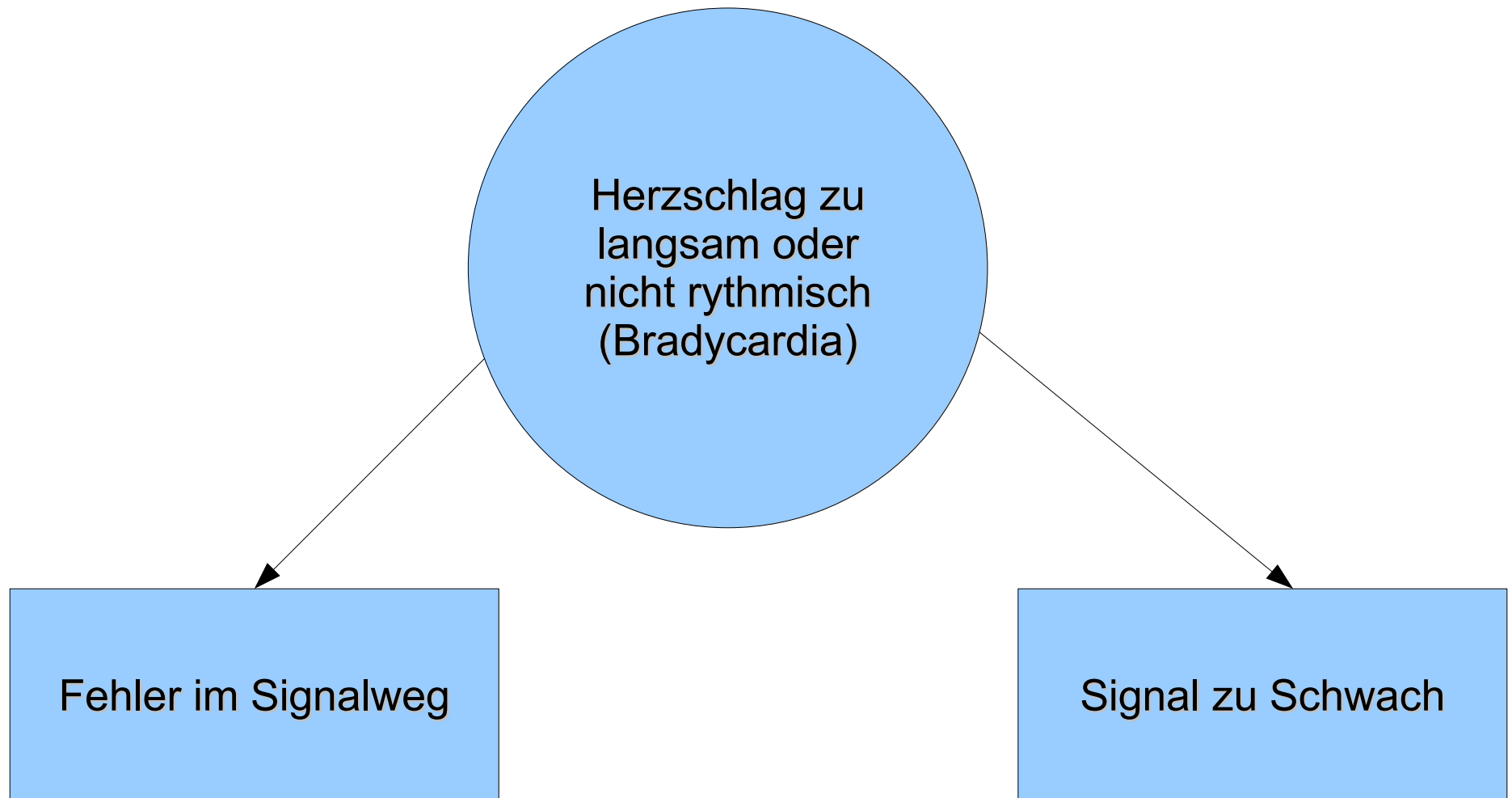
# Funktion des Herzens

- Pumpe des Blutkreislaufsystems
- Nährstoffe hin / Zellabfälle weg
- ca. 80 Herzschläge pro Minute

# Ein Herzschlag



# Krankheiten des Herzens





# Der Herzschrittmacher

---

- Kleines ca. 5 cm grosses Gerät
- Besitzt eine Batterie, Speicher und einen Prozessor, sowie Sensoren
- Behebt Herzleiden
- Benötigt eine Programmierung



# Die Programmierung

---

- Erfolgt bei Implantation des Gerätes
- Alle 6 Monate wiederholen
- Dauert ca. 30 Minuten
- Erfordert Fachwissen
  - Kardiologie
  - Programmierung
- Fehlerhafte Programmierung gefährlich



# Herzschrittmachersyndrom

---

- Folgt aus fehlerhafter Programmierung
- Kann Herzleiden verschlimmern
- Schlag im Nacken
- Rückstrom von Blut im Kreislauf



# “Decision Support”

---

- Auf ca. 5 min verkürzen
- Optimale Programmierung
- “Entscheidungsunterstützung” mittels KI
- Einfache Bedienbarkeit

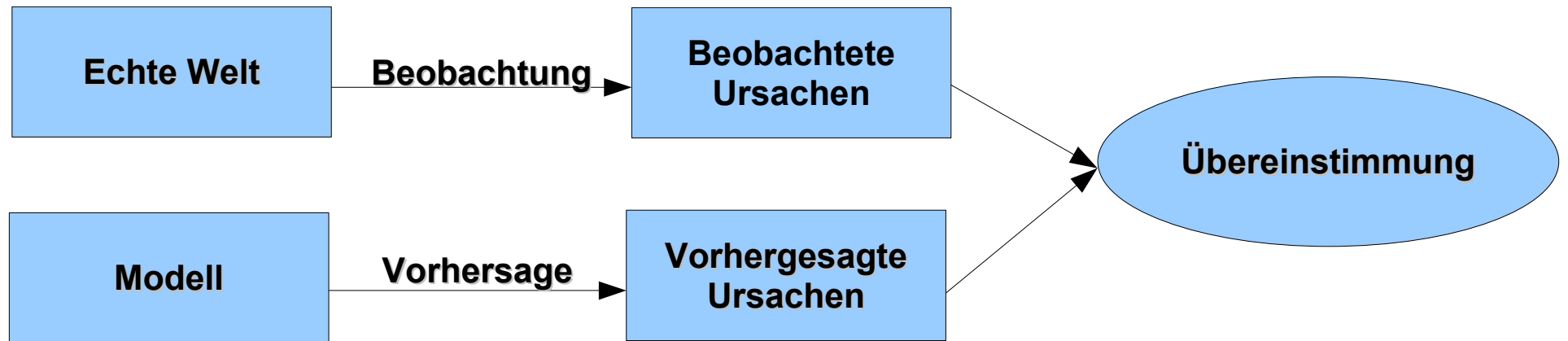


# Was ist Wissen?

---

- Aus Symptomen lassen sich Ursachen folgern
- Wissen ist mit Formeln darstellbar
- Die meisten Krankheiten des Herzens sind bekannt...
- ...genauso Ihre Ursachen
- Diese stellen wir mit Hornformeln dar

# Wissen als Modell





# Hornformeln

---

- Grundlagen: (Theoretische Informatik II)
  - Literale (Atom):  $a, \neg a$
  - Konjunktion:  $a \wedge \dots \wedge z$
  - Disjunktion:  $a \vee \dots \vee z$
  - Implikation:  $a \wedge b \vee \neg c \wedge d \rightarrow \neg e \vee f \wedge g$



# Hornformeln

---

- Implikation:  $a \wedge b \vee \neg c \wedge d \rightarrow \neg e \vee f \wedge g$
- Hornformel:  $a \wedge b \wedge c \wedge d \rightarrow e$ 
  - Spezialfall der Implikation
  - Links Konjunktion
  - Rechts nur ein positives Literal



# diagnose Spezifikation

---

- Hornformel drückt hier eine Ursache aus...
- ... genauer die Gründe
- Eine Hornformel reicht nicht...
- ... daher Mengen von Formeln
- Diesen nennen Wir diagnose Spezifikation



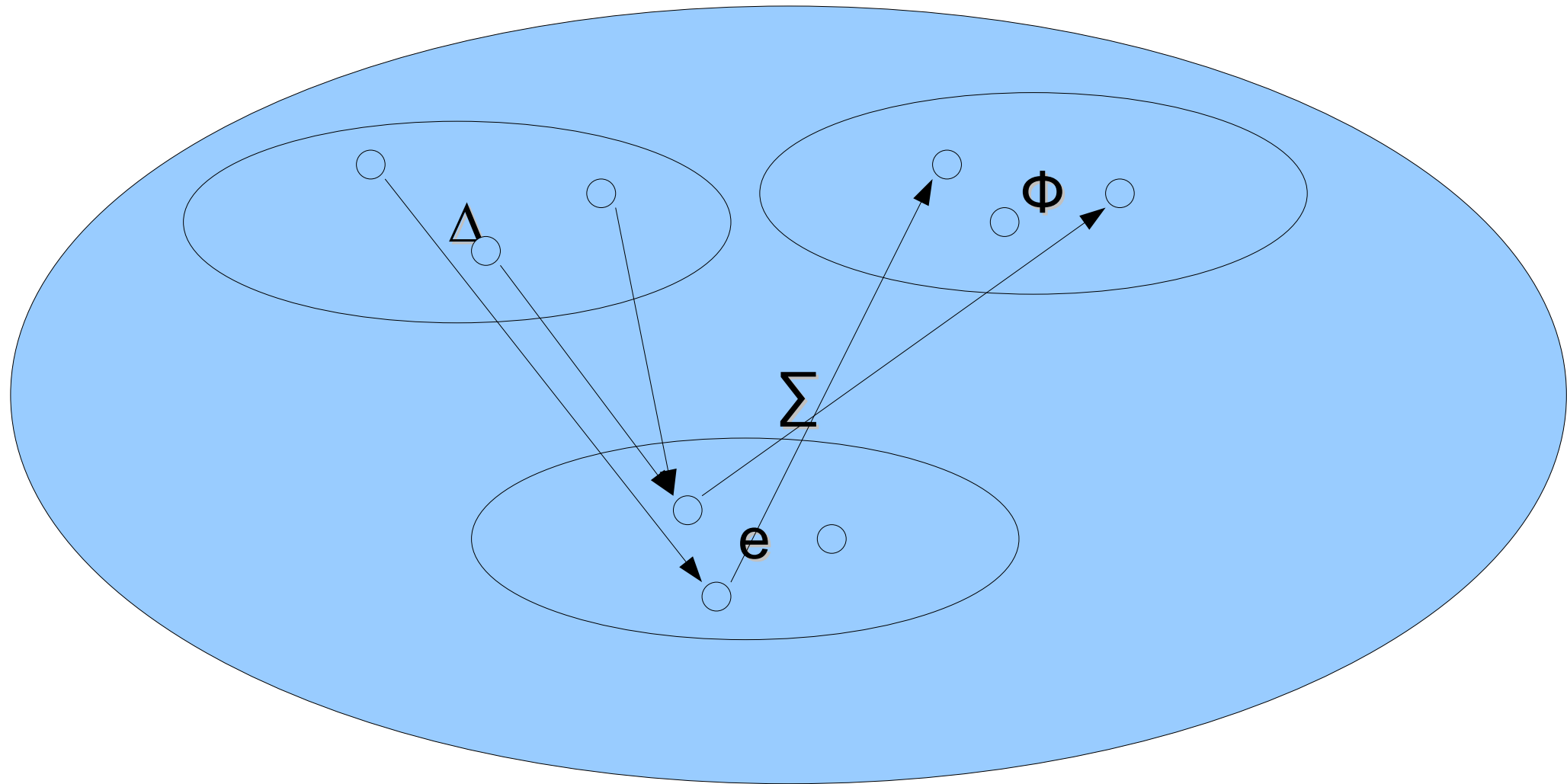
# diagnose Spezifikation

---

$$\Sigma = ( \Delta , \Phi , e )$$

- $\Delta$  bezeichnet hier die Menge möglicher positiver und negativer Defekte.
- $\Phi$  bezeichnet die Menge möglicher positiver und negativer Ursachen.
- $e$  bezeichnet eine Menge von Hornformeln, welche ein Ursachenmodell für abnormales Verhalten repräsentieren (Beweisfunktion).

# diagnose Spezifikation

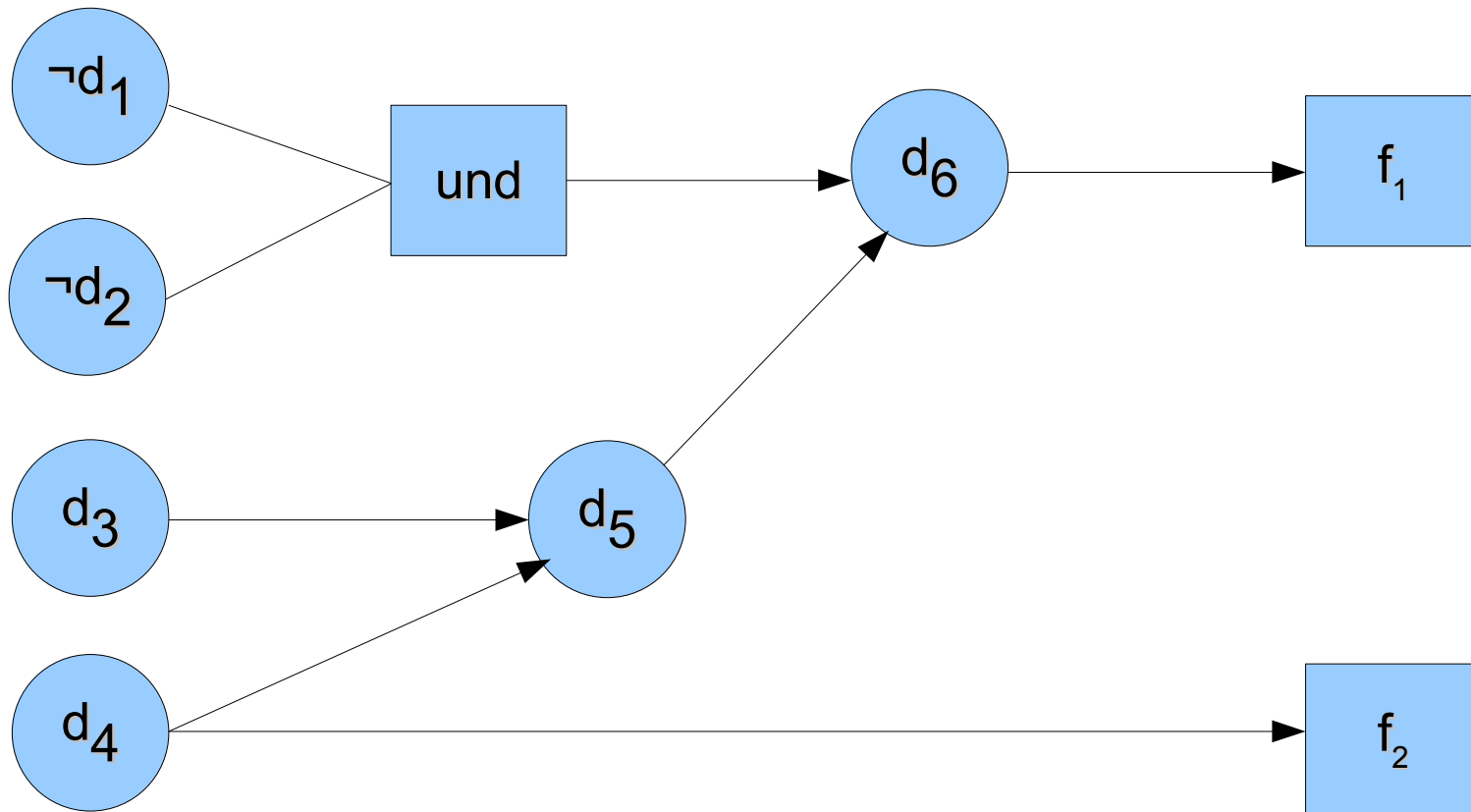




# Beweisfunktion

- Eine Beweisfunktion ist ein Mapping
  - $e: \sigma(\Delta) \rightarrow \sigma(\Phi) \cup \{\perp\}$
  - so das:
    - $f \in \Phi$  existiert eine Menge  $D < \Delta$  mit  $f \in e(D)$  oder  $\neg f \in e(D)$
    - $d, \neg d \in D$ , so gilt  $e(D) = \perp$
    - $e(D) \neq \perp$  und  $D' < D$  so gilt  $e(D') \neq \perp$

# Ein Beispiel!





# Ein Beispiel!

$$e(\{\neg d_1\}) = \emptyset$$

$$e(\{\neg d_1, \neg d_2\}) = e(\{d_6\})$$

$$e(\{d_6\}) = e(\{d_5\})$$

$$e(\{d_6\}) = e(\{d_3\}) = \{f_1\}$$

$$e(\{d_4\}) = \{f_1, f_2\}$$

$$e(\{\neg d_2, d_3\}) = \{f_1\}$$

$$e(\{\neg d_1, \neg d_2, d_3\}) = e(\{\neg d_1, \neg d_2\})$$

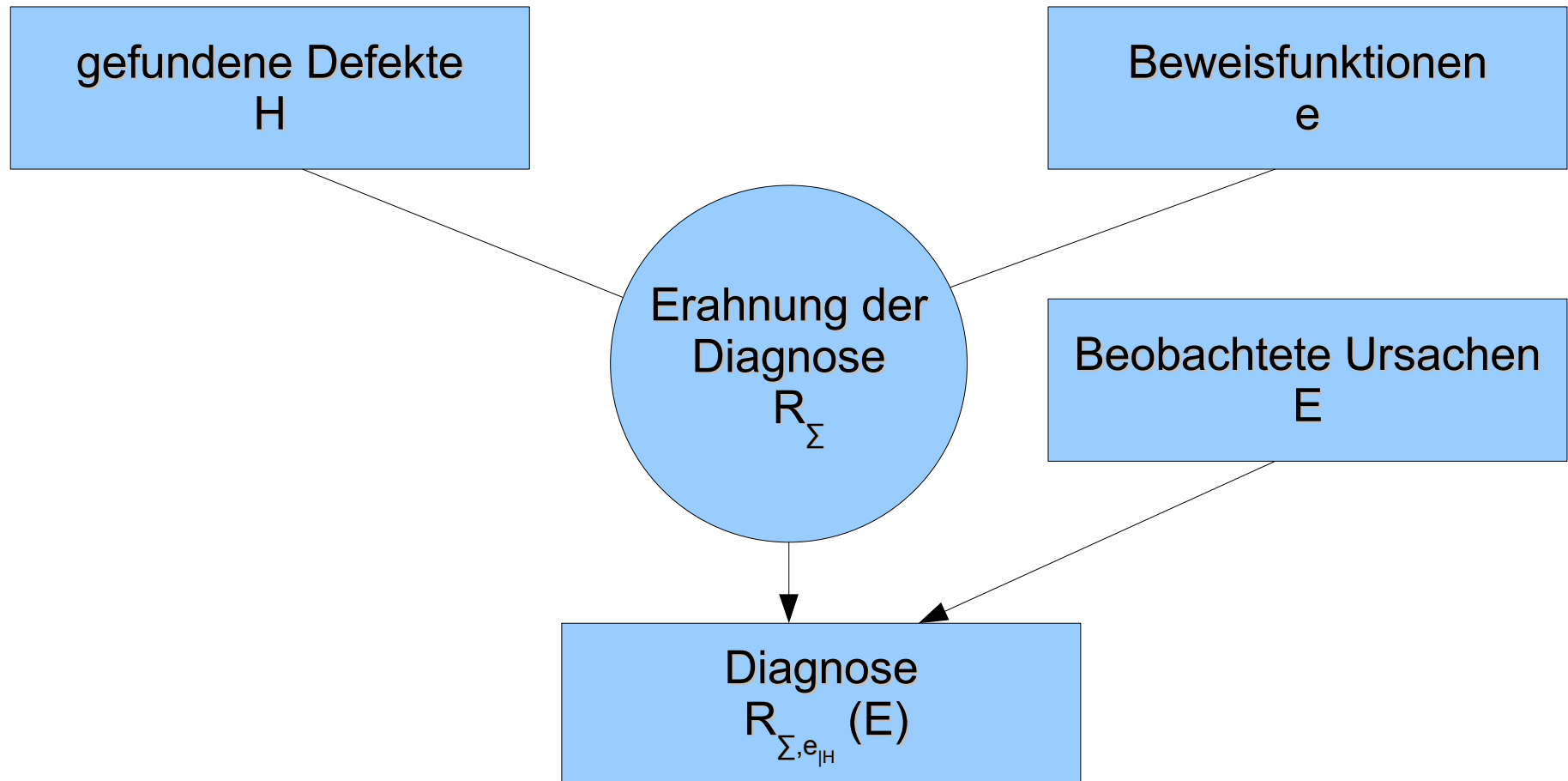
$$e(\{\neg d_1, \neg d_2, d_3, d_4\}) = e(\{d_4\})$$



# Die Erahnung Diagnose

- Beweisfunktionen reichen nicht...
- ...Bezug zu beobachteten Defekten herstellen.
- Soll  $P(\Sigma, E)$  ein diagnostisches Problem sein mit  $E \subset \Phi$  eine Menge von beobachteten Ursachen und  $f \in E$  und  $f \notin E$ . Soll weiter  $R_\Sigma$  eine Erahnung der Diagnose sein mit  $R$  als Mapping.
- $R_{\Sigma, e_H} : \sigma(\Phi) \rightarrow \sigma(\Delta) \cup \{\text{undefiniert}\}$

# die Diagnose





# Das Beispiel!

---

- $R_{\Sigma, e_{\{d3, d4\}}}(\{f_2\}) = \{d_4\}$  angepasst
- $R_{\Sigma, e_{\{d3, d4\}}}(\{f_1, f_2\}) = \text{undefiniert}$  abgelehnt
- $R_{\Sigma, e_{\{d4\}}}(\{f_2\}) = \{d_4\}$  akzeptiert



# Das Ergebnis

---

- Das System prüft so alle Möglichkeiten
- Ergebnis ist eine Menge von Ursachen
- Ursachen werden evetuell mit weiteren Tests bestätigt
- Ursachen, werden mit geeigneten Gegenmassnahmen geliefert



# Probleme / Ziele ?

---

- Technische Fehler (Batterie, usw...)
- Endgültige Programmierung / Entscheidung durch Kardiologen
- Defektmenge mit unbekanntem Beweisfunktionen
- Reaktionszeit von unter 2 Sekunden ist Ziel



# Ende

---

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!