

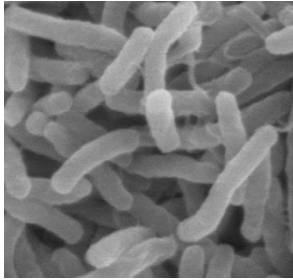
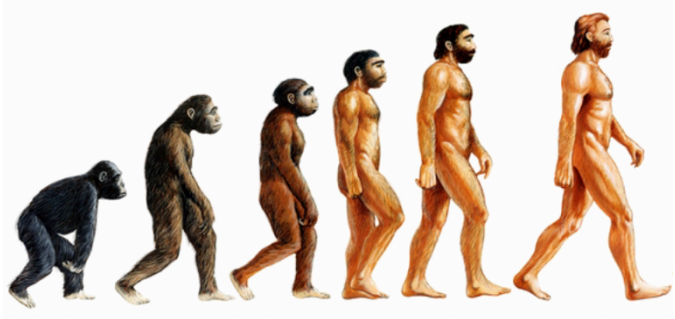
# Wie baut man künstliche Wesen?

**Bernd Neumann, Universität Hamburg**  
**Arbeitsbereich Kognitive Systeme**

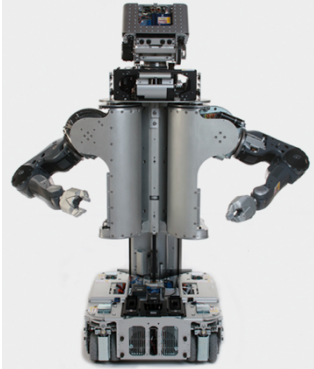
**Vorlesung für die Kinder-Universität am 14.10.2014**

# Was ist mit "künstlichem Wesen" gemeint?

## Natürliche Wesen



## Künstliche Wesen



# Ein künstliches Wesen ...

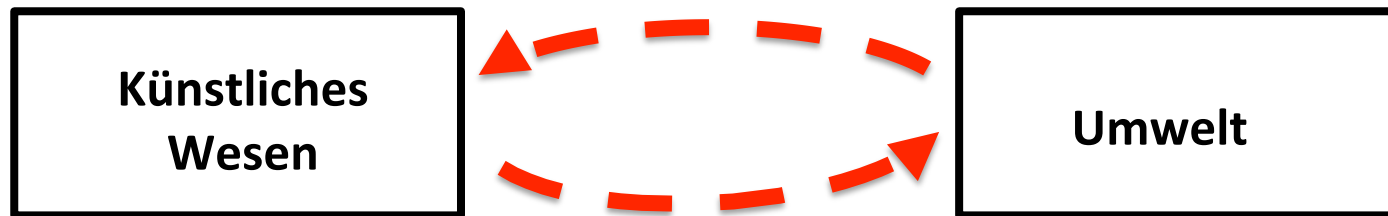
... reagiert auf seine Umwelt

... greift in seine Umwelt ein

... zeigt eigenes Verhalten



# Wissenschaftliche Sicht

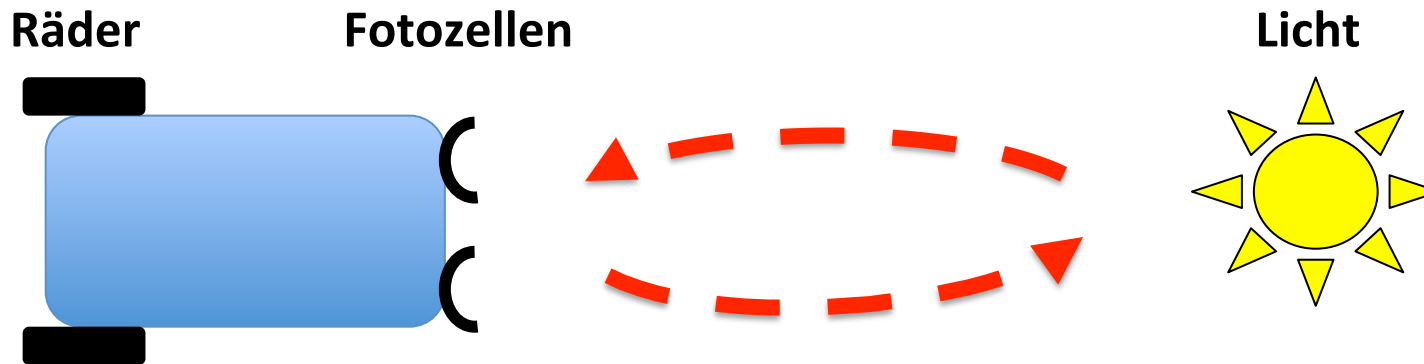


Ein künstliches Wesen bestimmt sein Verhalten durch *Rückkopplung* mit der Umwelt

"Kybernetik" = Lehre von Rückkopplungsvorgängen

# Verhalten von einfachen rückgekoppelten Systemen

Valentin Braitenberg: "Künstliche Wesen – Verhalten kybernetischer Vehikel", Vieweg Verlag 1986

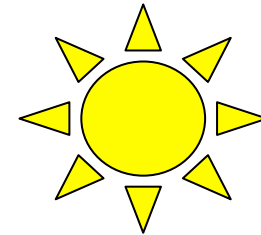
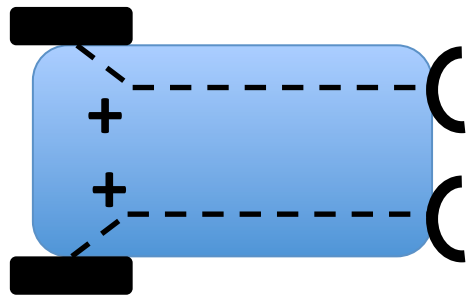


**Fotозellen reagieren auf Licht und treiben Räder an.  
Je mehr Licht, um so schneller dreht sich ein Rad.**

# Braitenberg Vehikel 2a

Linker Sensor treibt linkes Rad, rechter Sensor treibt rechtes Rad.

Wohin fährt das Vehikel?

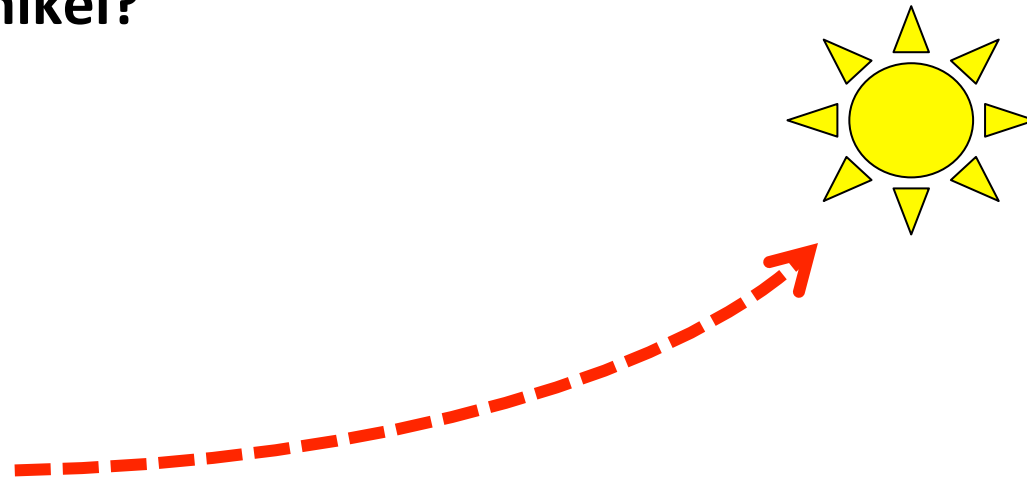
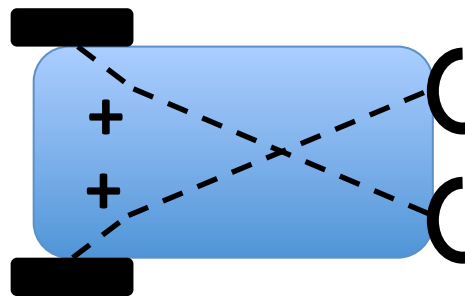


*Weg vom Licht!*

# Braitenberg Vehikel 2b

Linker Sensor treibt **rechtes** Rad, **rechter** Sensor treibt **linkes** Rad.

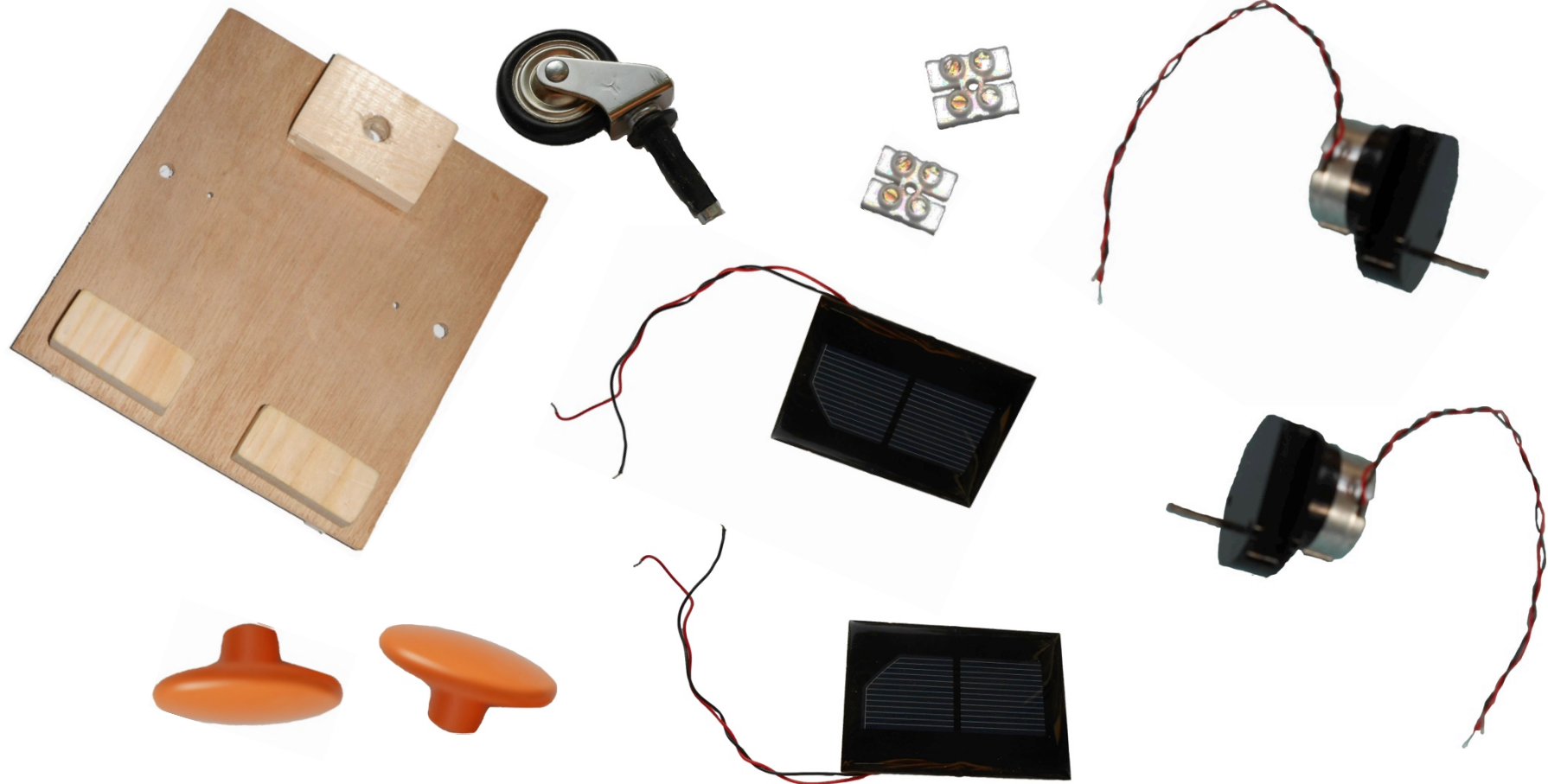
Wohin fährt das Vehikel?



*Hin zum Licht!*

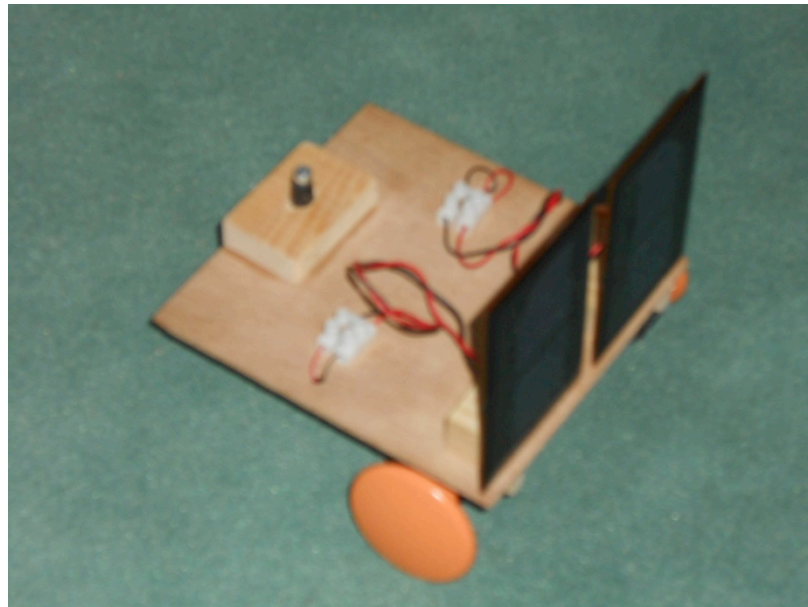
# Kann man so ein Vehikel selber bauen?

Ja, dem Ingeniör ist nichts zu schwör!

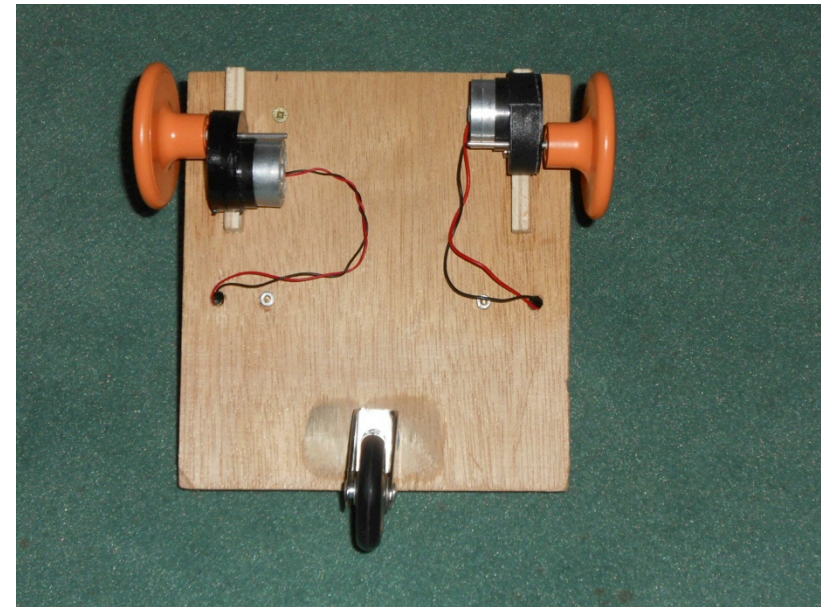




# Das fertige Vehikel "Emil-01"



von oben



von unten

# Emil-01 in Betrieb

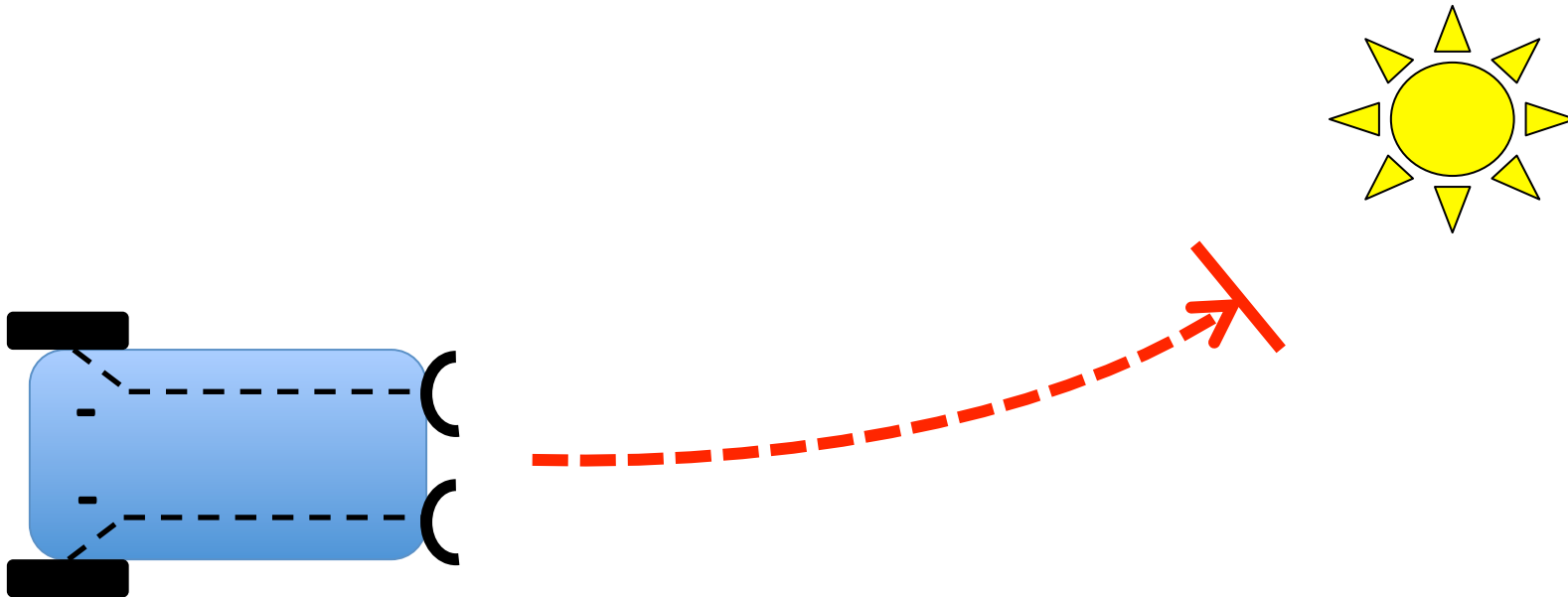


# Braitenberg Vehikel 3a

**Linker** Sensor treibt **linkes** Rad, **rechter** Sensor treibt **rechtes** Rad.

Rad dreht sich um so **langsamer**, je mehr Licht auf den Sensor fällt.

Wie verhält sich das Vehikel?

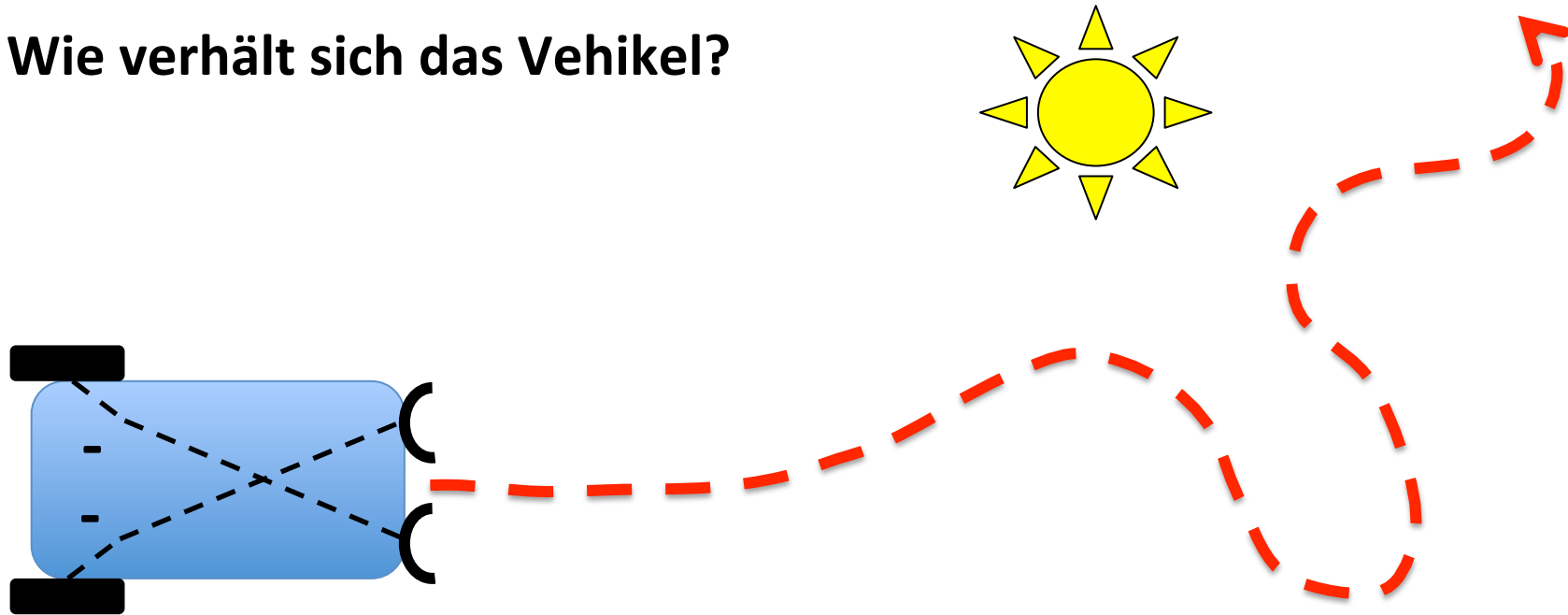


***Hin zum Licht und dort verweilen!***

# Braitenberg Vehikel 3b

**Linker** Sensor treibt **rechtes** Rad, **rechter** Sensor treibt **linkes** Rad.  
Rad dreht sich um so **langsamer**, je mehr Licht auf den Sensor fällt.

Wie verhält sich das Vehikel?



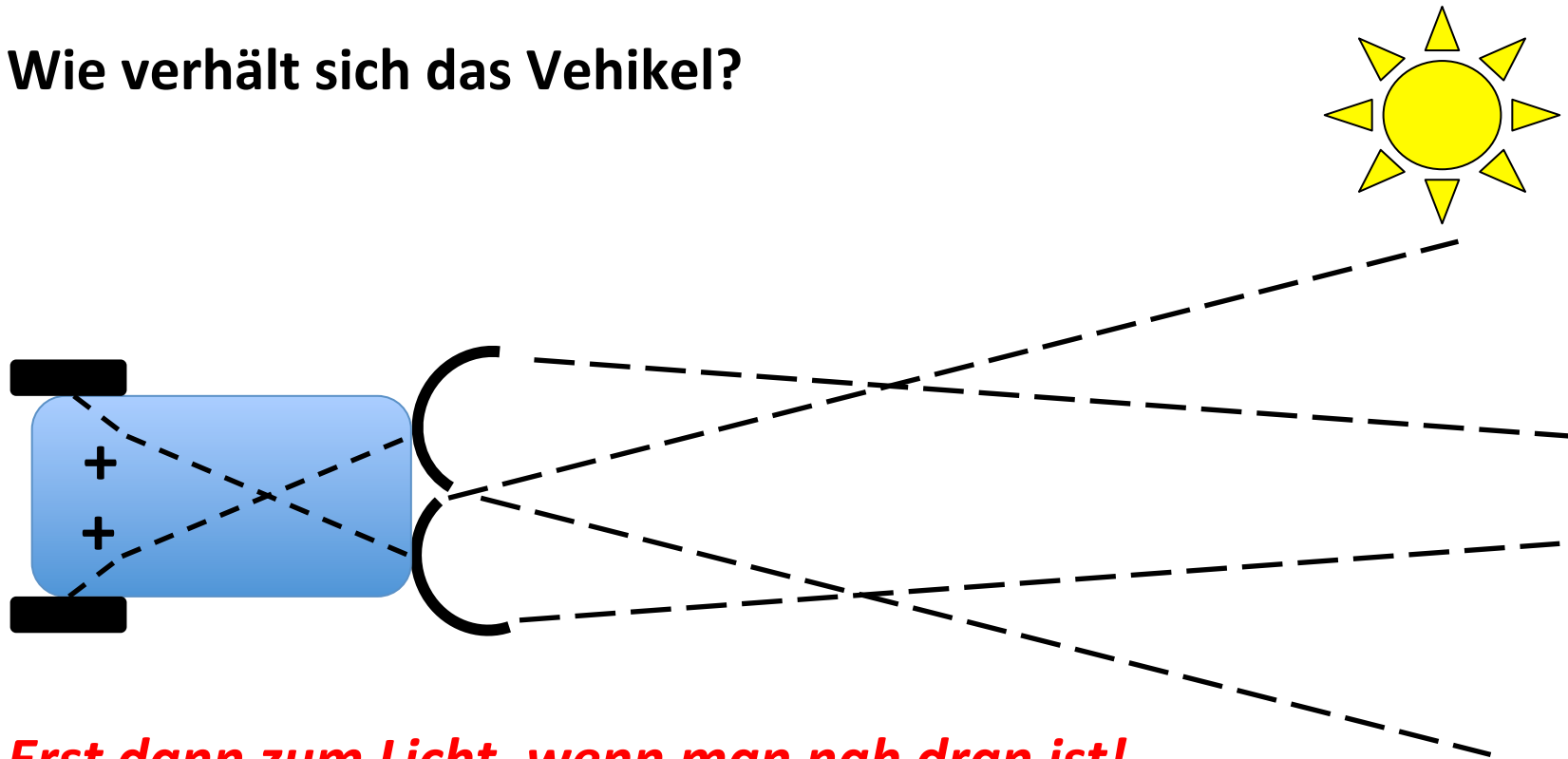
*Hin zum Licht, aber dann wieder weg!*

# Schielendes Braitenberg Vehikel

Linker Sensor treibt linkes Rad, rechter Sensor treibt rechtes Rad.

Blickfelder von linkem und rechtem Auge kreuzen sich.

Wie verhält sich das Vehikel?



*Erst dann zum Licht, wenn man nah dran ist!*

# Braitenberg Vehikel aus Lego NXT

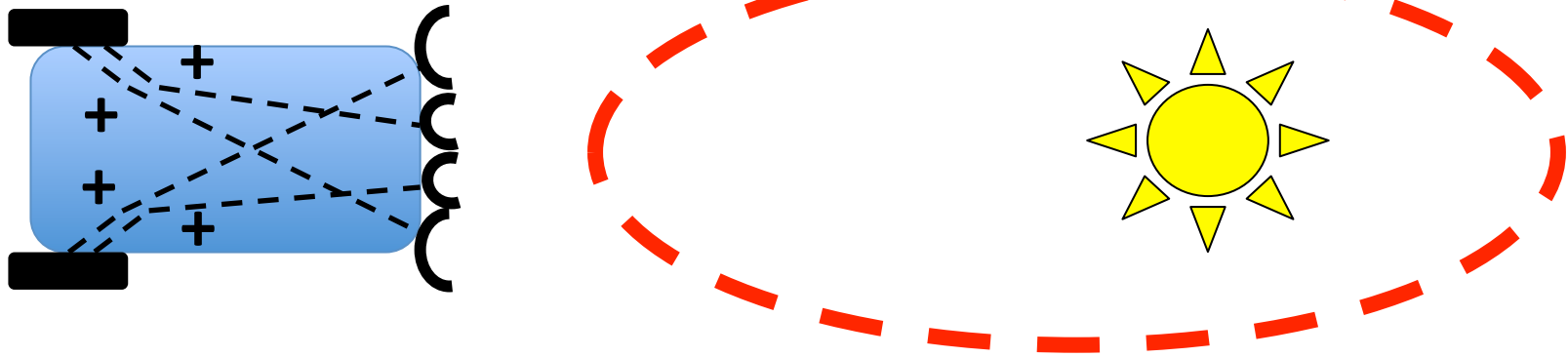
Film von der University of Alberta



## Auch das kann passieren: Umkreisen



# Weitere Möglichkeiten für einfache Rückkopplungen



Lichtsensoren treiben die Räder zur Lichtquelle hin,  
**Wärmesensoren** versuchen, Abstand zu halten.

Durch unterschiedliche Zuordnung zu den Rädern und unterschiedliche Einstellung von verstärkender (+) oder hemmender (-) Wirkung können zwei Sensorpaare bereits 16 verschiedene Verhaltensformen erzeugen!



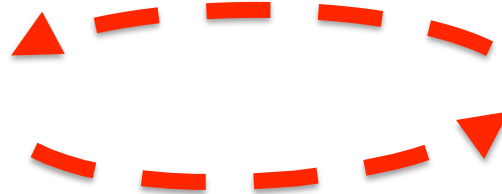
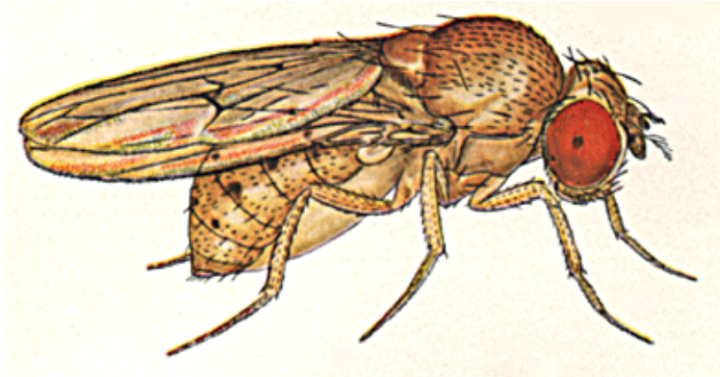
# Was zeigen diese Beispiele?

- Künstliche Wesen können mithilfe einfacher Rückkopplung komplexes Verhalten erzeugen.
- Wenn wir bei künstlichen Wesen komplexes Verhalten beobachten, muss das nicht unbedingt auf einer komplizierten Technik beruhen.

**Jetzt zeigen wir: Auch *natürliche* Wesen benutzen Rückkopplung, um komplexes Verhalten zu erzeugen.**

# Rückkopplung in natürlichen Wesen

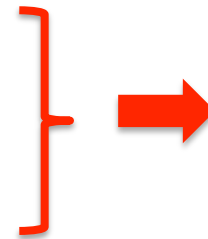
Jetzt:



# Wie landet eine Fliege an der Decke?



1. Annähern zur Decke
2. Beenden des Fliegens,  
Hochrecken der Vorderbeine
3. Rolle rückwärts
4. Festhalten



Rückkopplung mit der  
Decke durch die  
Fliegenaugen

# Sicht der Fliege auf die Decke

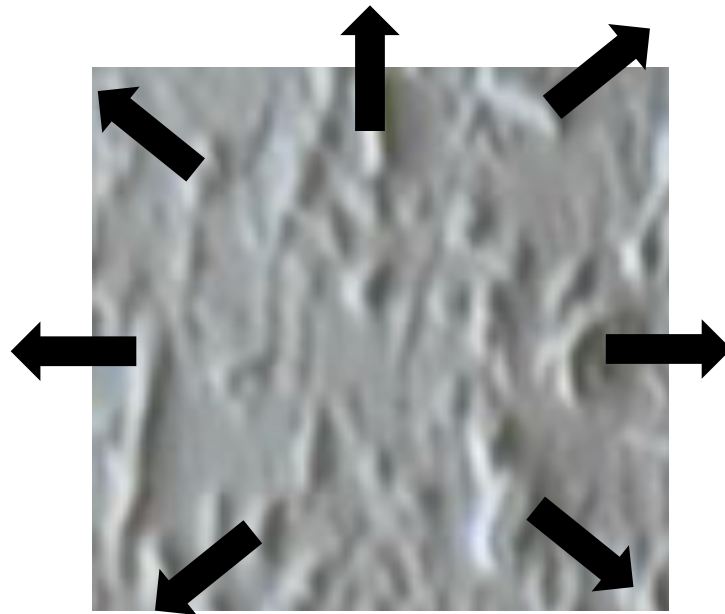


**Gelandet!**



# Wie landen also die Fliegen?

Wenn die Fliegenaugen stark auseinanderstrebende Strukturen zeigen, streckt die Fliege die Vorderbeine hoch und hört auf zu fliegen.



# Experimenteller Nachweis

Man projiziert den Film einer sich nähernden Fläche an die Decke.  
Wenn die Fliege dies sieht, ...

... hört sie auf zu fliegen und ...

... stürzt ab.

# Was zeigt dieses Beispiel?

- **Einfache Rückkopplungsvorgänge können auch bei natürlichen Wesen zu komplexem Verhalten führen.**
- **Wenn wir bei natürlichen Wesen komplexes Verhalten beobachten, muss dies nicht durch "geistige" Vorgänge oder "denken" verursacht sein.**



**Vielen Dank für's Zuhören!**