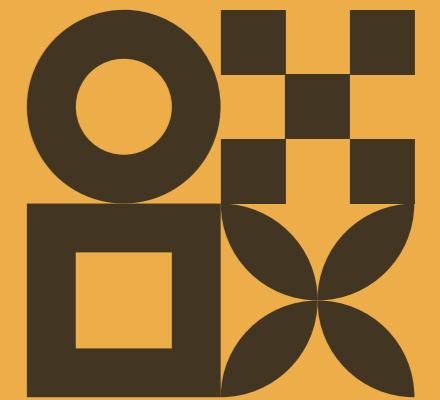




KI-gestützte Optimierung von Baustellenampelanlagen durch adaptive Steuerung und objekterkennungsbasierte Entscheidungsprozesse

Leonie Weiß



Motivation

Eine selbstdurchgeführte Umfrage mit **111 Teilnehmenden** zeigt:

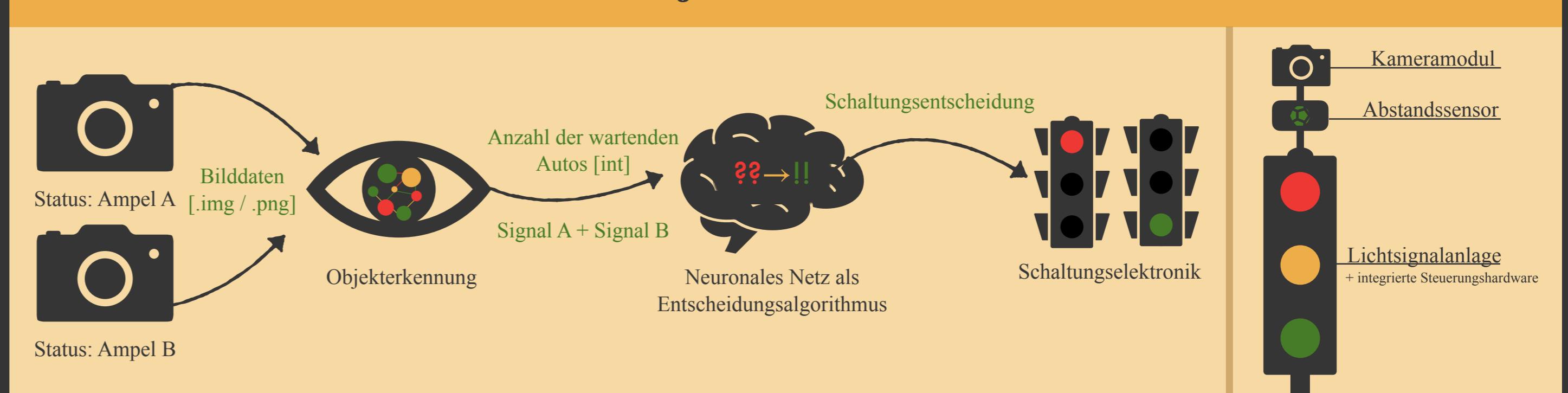
78% der Befragten fahren über „dunkelgelb“/„kirschgrün“.

14% geben an über rote Baustellenampeln zu fahren.

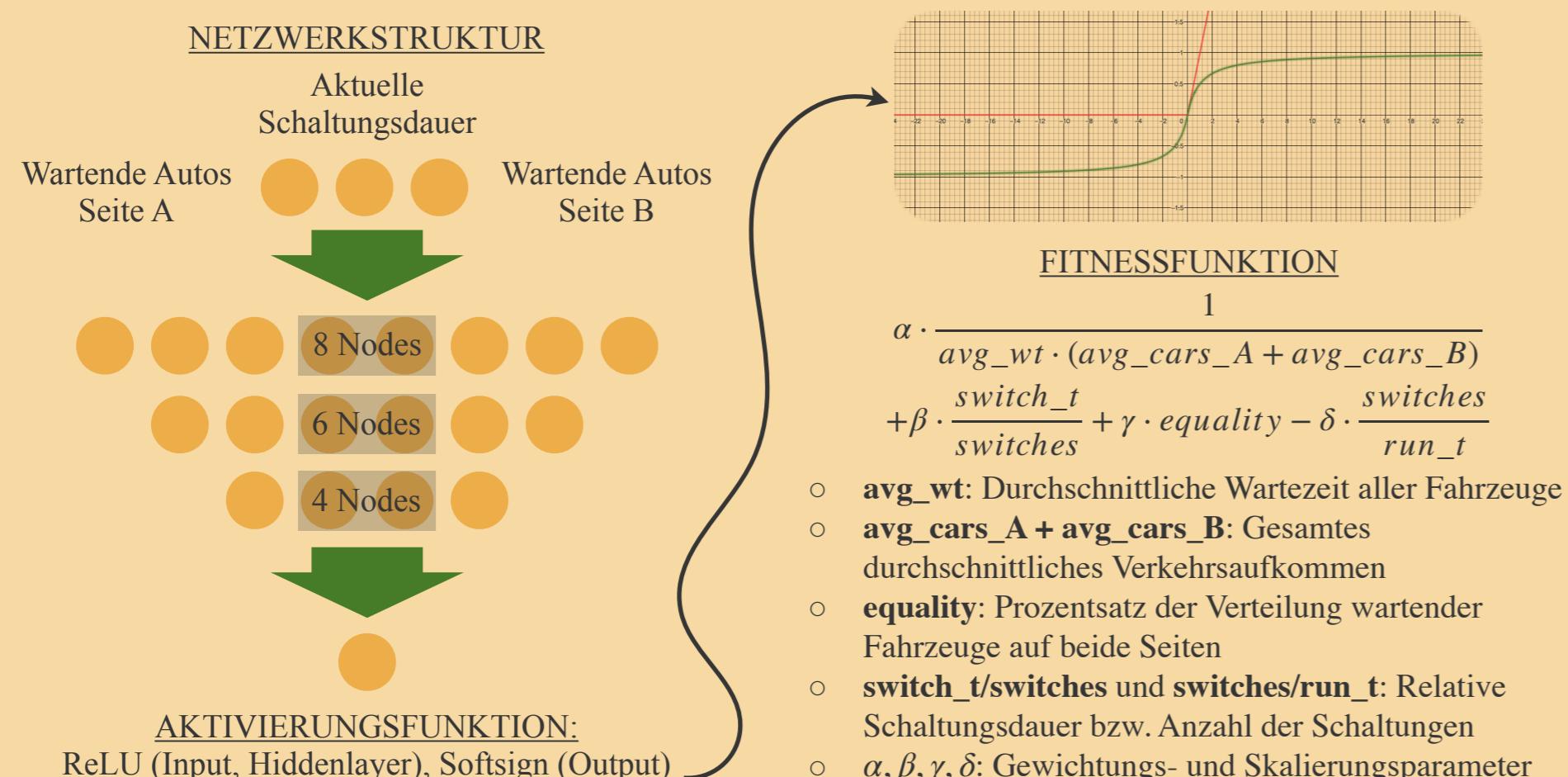
74% begegnen mindestens einmal wöchentlich einer Baustellenampel.

Fehljustierte Schaltzeiten führen zu **längeren Wartezeiten, Frustration, höheren Schadstoffemissionen und Sicherheitsrisiken** im Straßenverkehr.

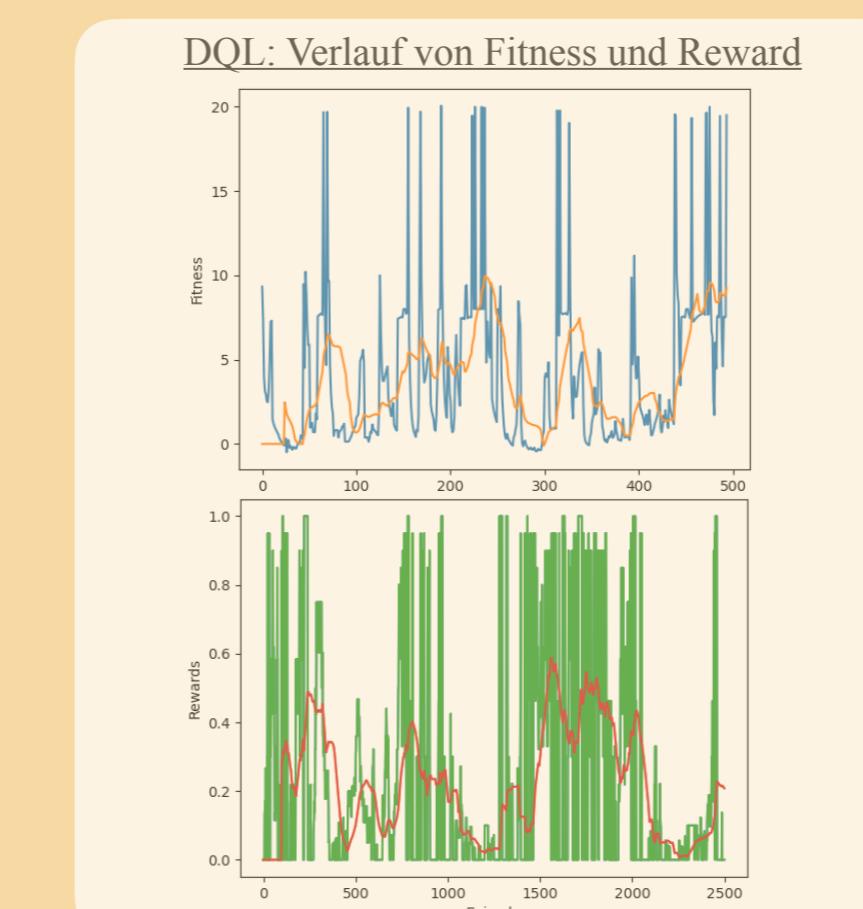
Projektüberblick



Genetische Algorithmen zur Systemsteuerung



Alternative Systemsteuerung durch DQL



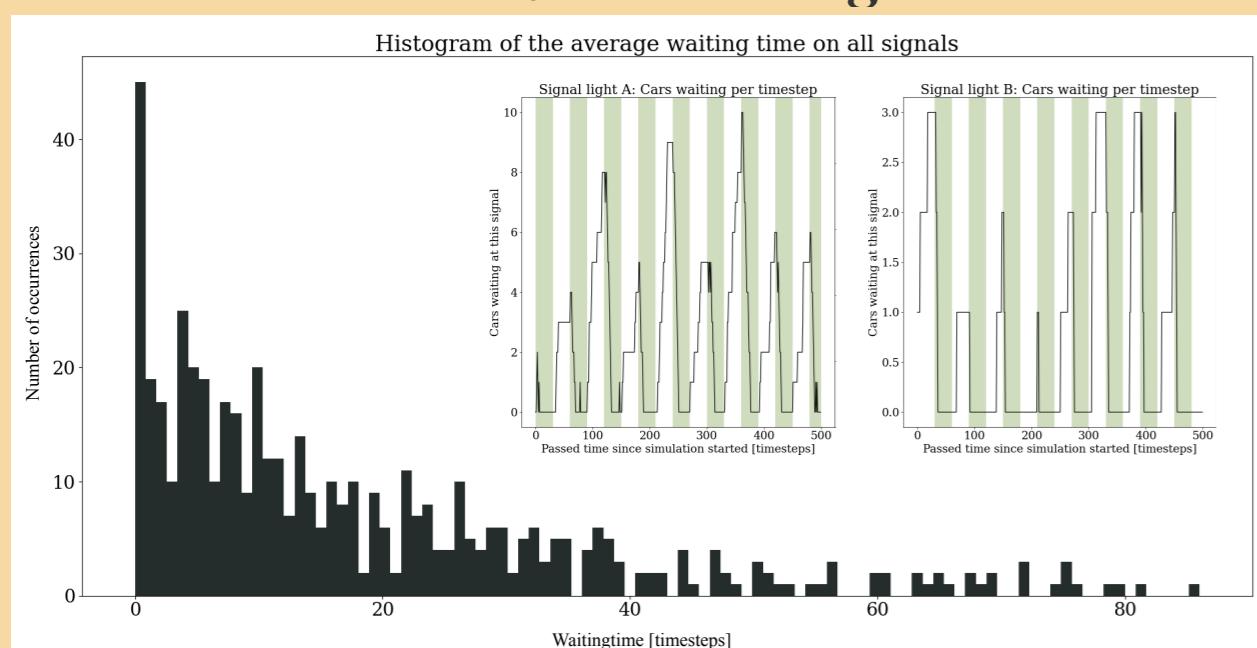
- **Reinforcement Learning** - genauer **DQL** (Deep Q Learning) als alternative zum genetisch trainierten Netz.
- Verwendung des **Epsilon-Greedy Algorithmus**
- Entwicklung einer **API** zum **selbstgebauten Environment** als Trainingsumgebung.
- Experimente mit verschiedenen **Reward-Systemen**.
- Anpassung der Trainingsparameter (Lernrate, Gedächtnisgröße, Epsilonannahme, ...)

Erste Trainingsdurchläufe zeigen:
 ➡ Fitness erreicht Werte von über 10.
 ➡ Deutliche Verbesserungen im Schaltungsverhalten sind vorauszusehen.
 ➡ DQL liefert mit geringeren Mitteln (Rechenleistung) bessere Ergebnisse als das ENN.
 ➡ Weiteres Training und genauere Auswertungen erfolgen zeitnah.

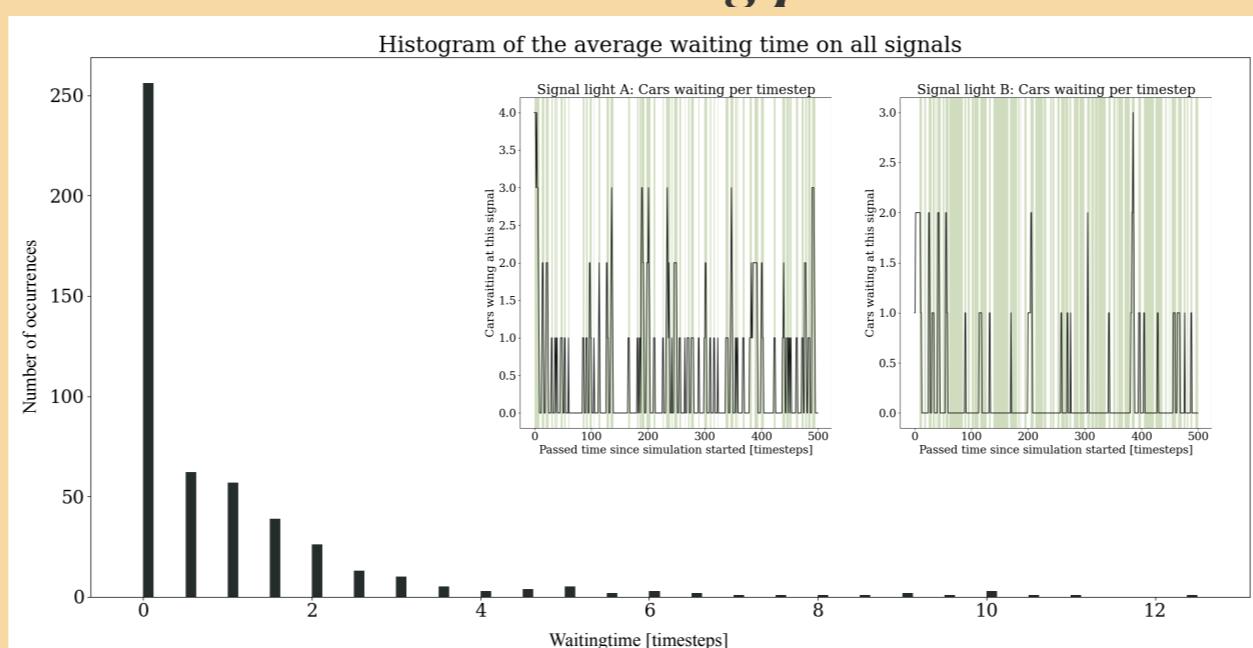
Vergleich der Schaltungsalgorithmen

Graphische Auswertung bei gleicher Verkehrsverteilung (A: 66,7%, B: 33,3%)

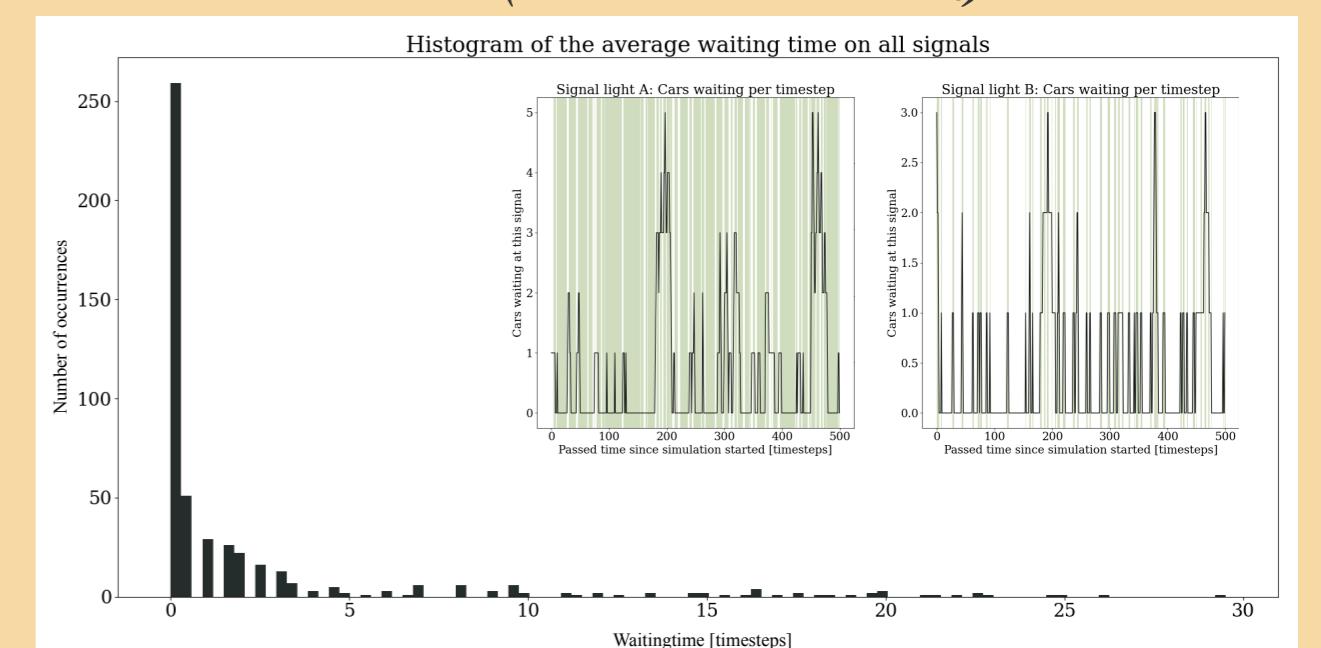
Festzeitsteuerung



Zeitschaltung plus



ENN (neuronales Netz)



Analytische Auswertung bei verschiedenen Verkehrsverteilungen

A: 66,7% B: 33,3%

| Bewertungsfaktoren | Festzeitsteuerung | Zeitschaltung + | ENN |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Fitness | 2,2323 | 8,4351 | 8,8487 |
| Aufsummierte Wartezeit A | 12.111 | 628 | 355 |
| Aufsummierte Wartezeit B | 6.089 | 479 | 466 |
| Summierte Wartezeit | 18.200 | 1107 | 821 |
| Quadratischer Mittelwert | 9585,20 | 558,49 | 414,23 |
| Prozentuale Wartezeitverteilung | A: 66,54% B: 33,46% | A: 56,73% B: 43,27% | A: 43,24% B: 56,76% |
| Gesamtanzahl der Ampelschaltungen | 16 | 98 | 70 |

A: 50% B: 50%

| Bewertungsfaktoren | Festzeitsteuerung | Zeitschaltung + | ENN |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Fitness | 1,6778 | 8,5911 | 8,5990 |
| Aufsummierte Wartezeit A | 12.775 | 673 | 692 |
| Aufsummierte Wartezeit B | 12.393 | 471 | 715 |
| Summierte Wartezeit | 25.168 | 1144 | 1407 |
| Quadratischer Mittelwert | 12.585,45 | 580,84 | 703,59 |
| Prozentuale Wartezeitverteilung | A: 50,76% B: 49,24% | A: 58,83% B: 41,17% | A: 49,18% B: 50,82% |
| Gesamtanzahl der Ampelschaltungen | 16 | 97 | 96 |

A: 95,8% B: 4,2%

| Bewertungsfaktoren | Festzeitsteuerung | Zeitschaltung + | ENN |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Fitness | 3,8363 | 8,7842 | 9,1400 |
| Aufsummierte Wartezeit A | 18.263 | 235 | 275 |
| Aufsummierte Wartezeit B | 217 | 70 | 144 |
| Summierte Wartezeit | 18.480 | 305 | 419 |
| Quadratischer Mittelwert | 12.914,80 | 173,39 | 210,50 |
| Prozentuale Wartezeitverteilung | A: 98,83% B: 1,17% | A: 77,05% B: 22,95% | A: 65,63% B: 34,37% |
| Gesamtanzahl der Ampelschaltungen | 16 | 17 | 16 |

Objekterkennung



Ergebnis:
 Abb. (e) - (h): abstandsabhängige Erkennung von Fahrzeugen bei Nacht.
 Ungleiche Abstände: (e) 70m; (f) 55m; (g) 20m; (h) 5m. Erkennung ab ca. 60m

⇒ Mögliche Reaktionszeit von ~7 Sekunden bei einer Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h
 ⇒ Ungehinderte Durchfahrt ohne Bremsen
 Abb. (a) - (d): Fahrzeugerkenntung in verschiedenen Szenarien
 ⇒ Eingeschränkte Sicht größter Einflussfaktor auf Erkennung der Fahrzeuge

ERGEBNIS: Reduktion von...

