



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

Leonie Weiß



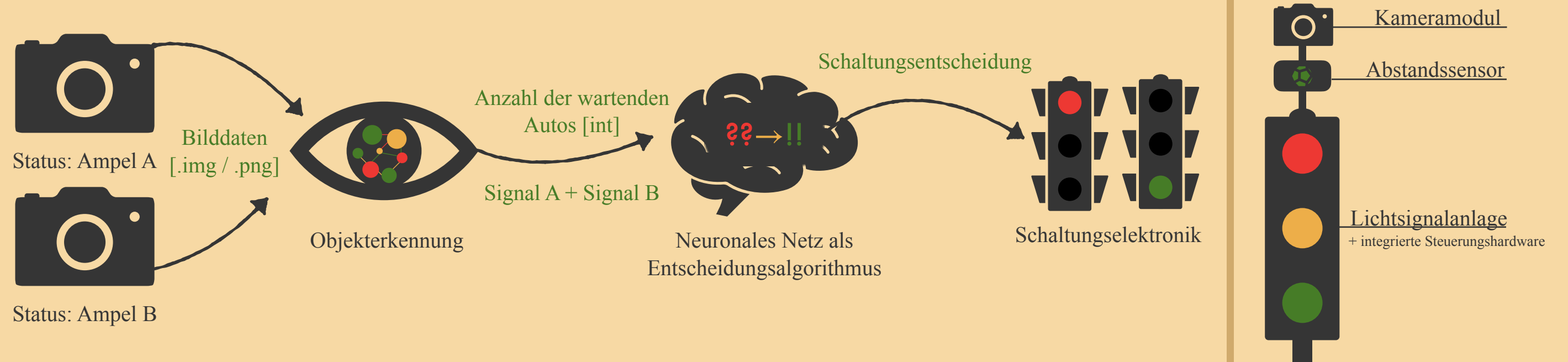
Motivation

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

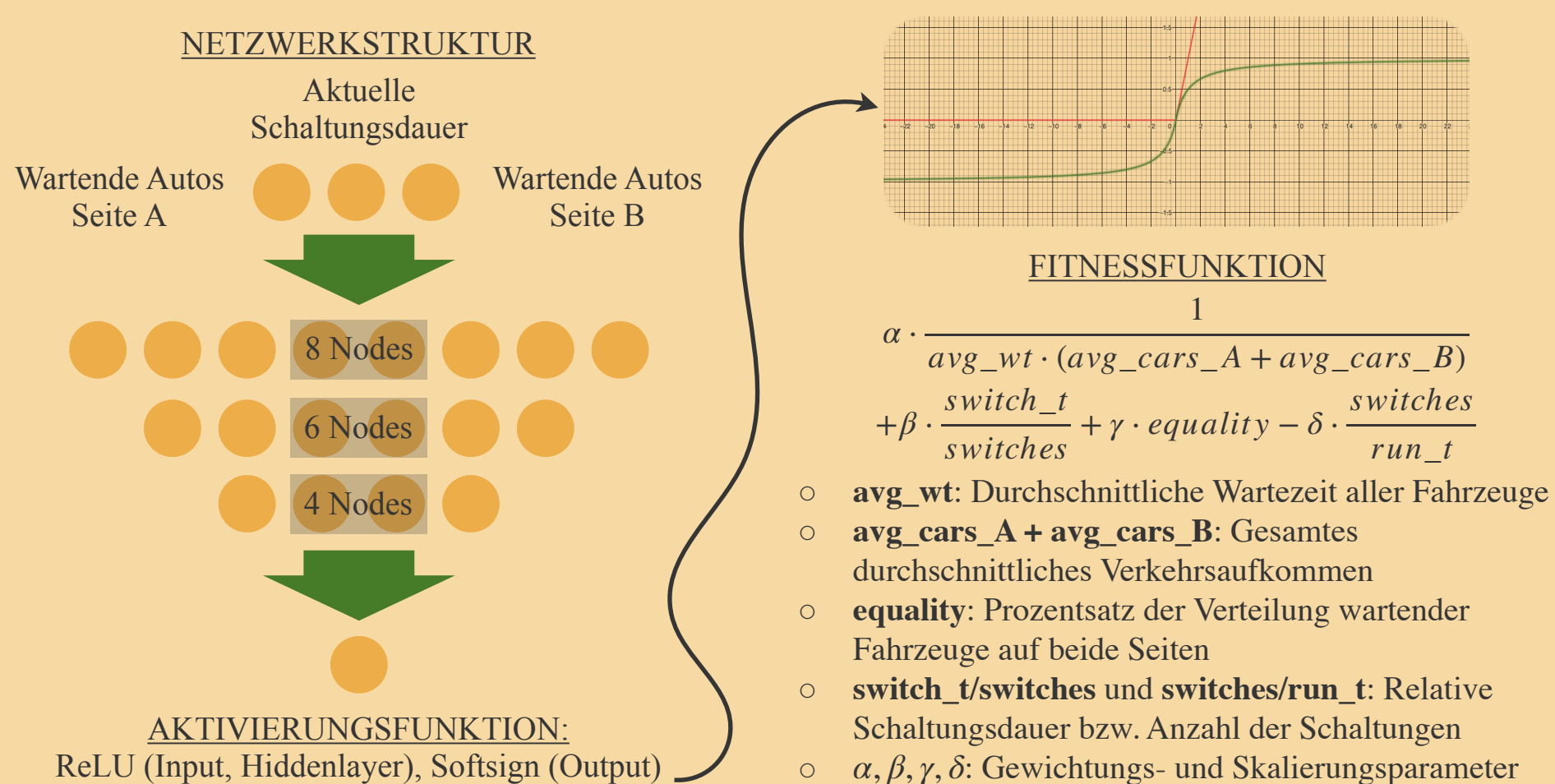
- 78%** der Befragten fahren über „dunkelgelb“/„kirschgrün“.
- 14%** geben an über rote Baustellenampeln zu fahren.
- 74%** begegnen mindestens einmal wöchentlich einer Baustellenampel.

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

Projektüberblick

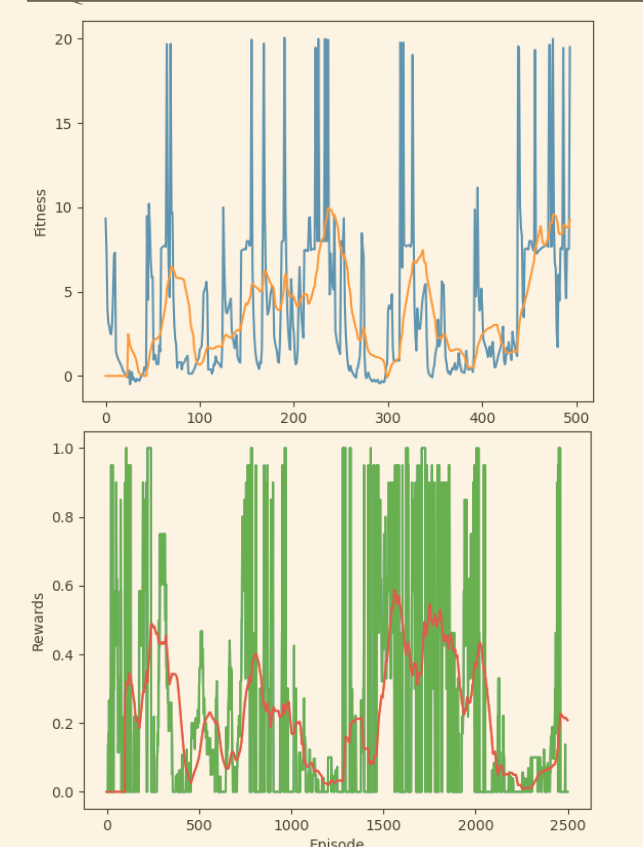


Genetische Algorithmen zur Systemsteuerung



Alternative Systemsteuerung durch DQL

DQL: Verlauf von Fitness und Reward



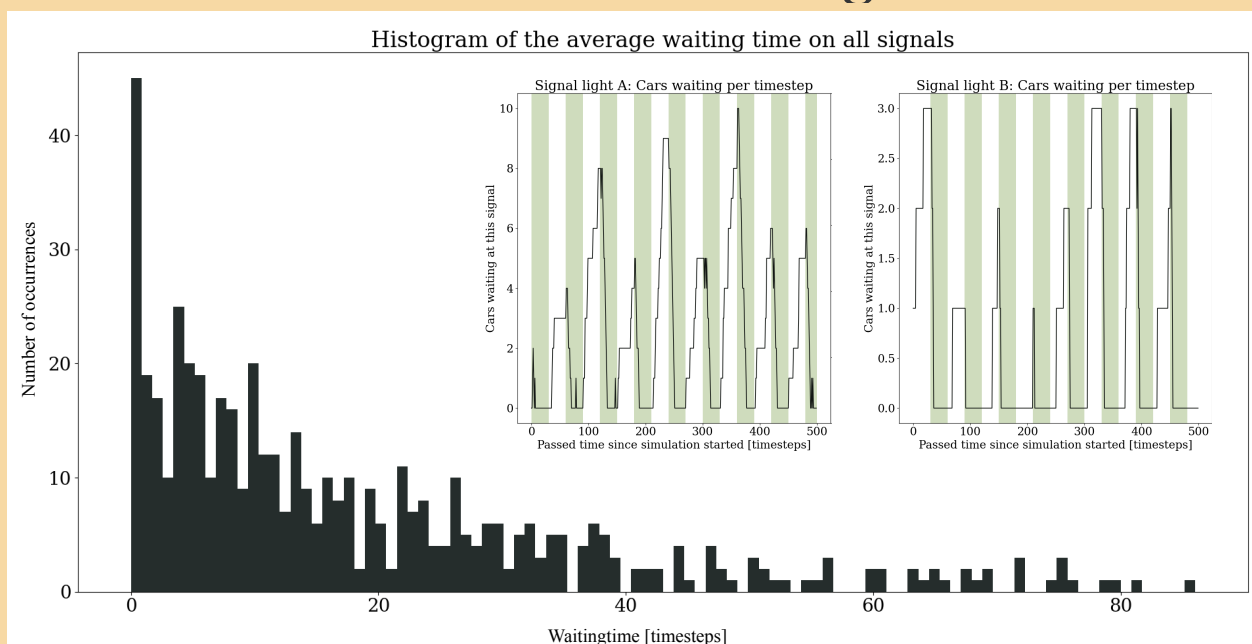
- Reinforcement Learning - genauer DQL (Deep Q Learning) als alternative zum genetisch trainierten Netz.
- Verwendung des Epsilon-Greedy Algorithmus
- Entwicklung einer API zum selbstgebauten Environment als Trainingsumgebung.
- Experimente mit verschiedenen Reward-Systemen.
- Anpassung der Trainingsparameter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

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.

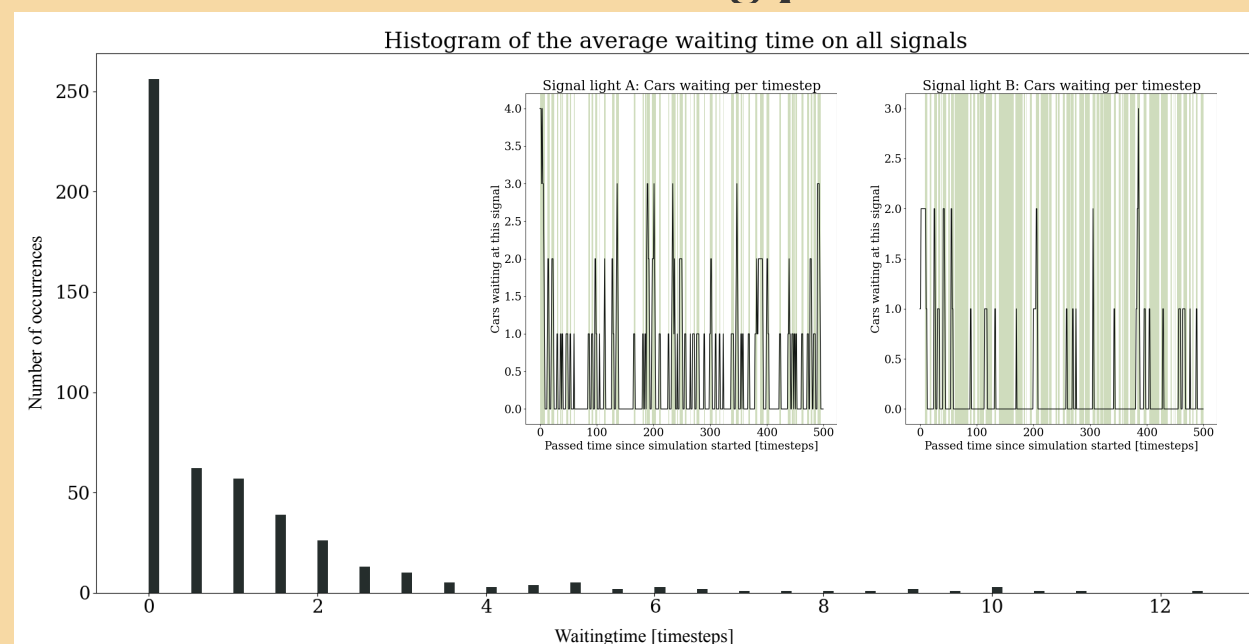
Vergleich der Schaltungsalgorithmen

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

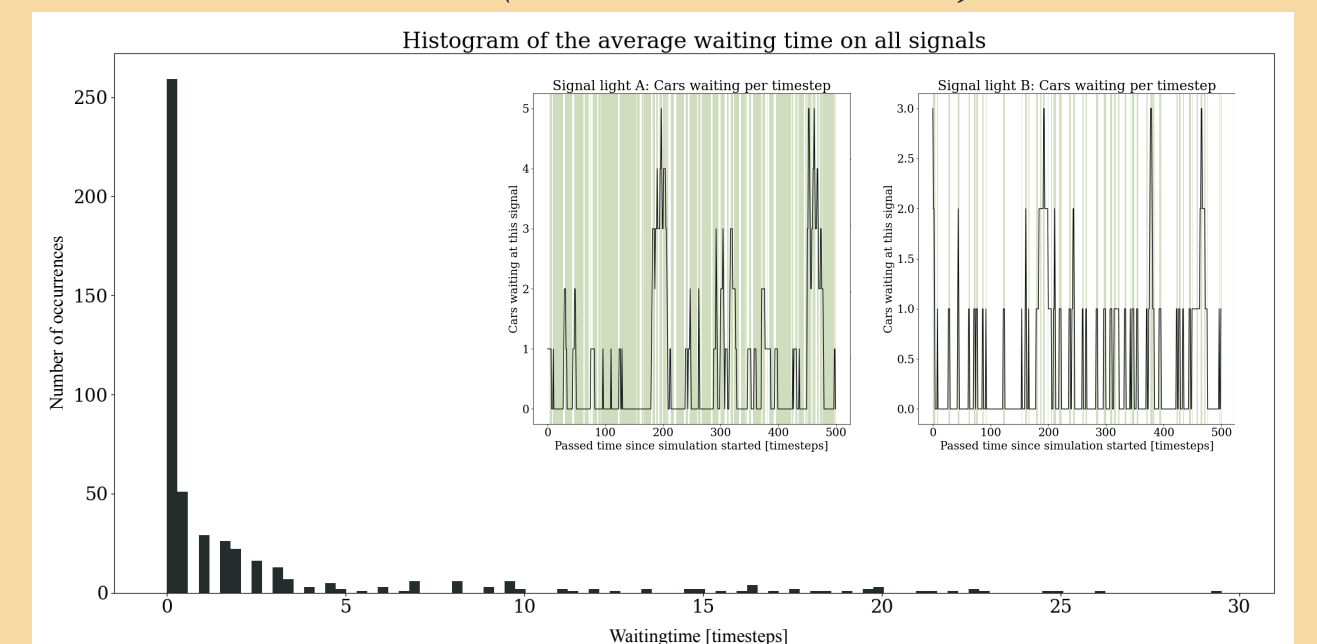
Festzeitsteuerung



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

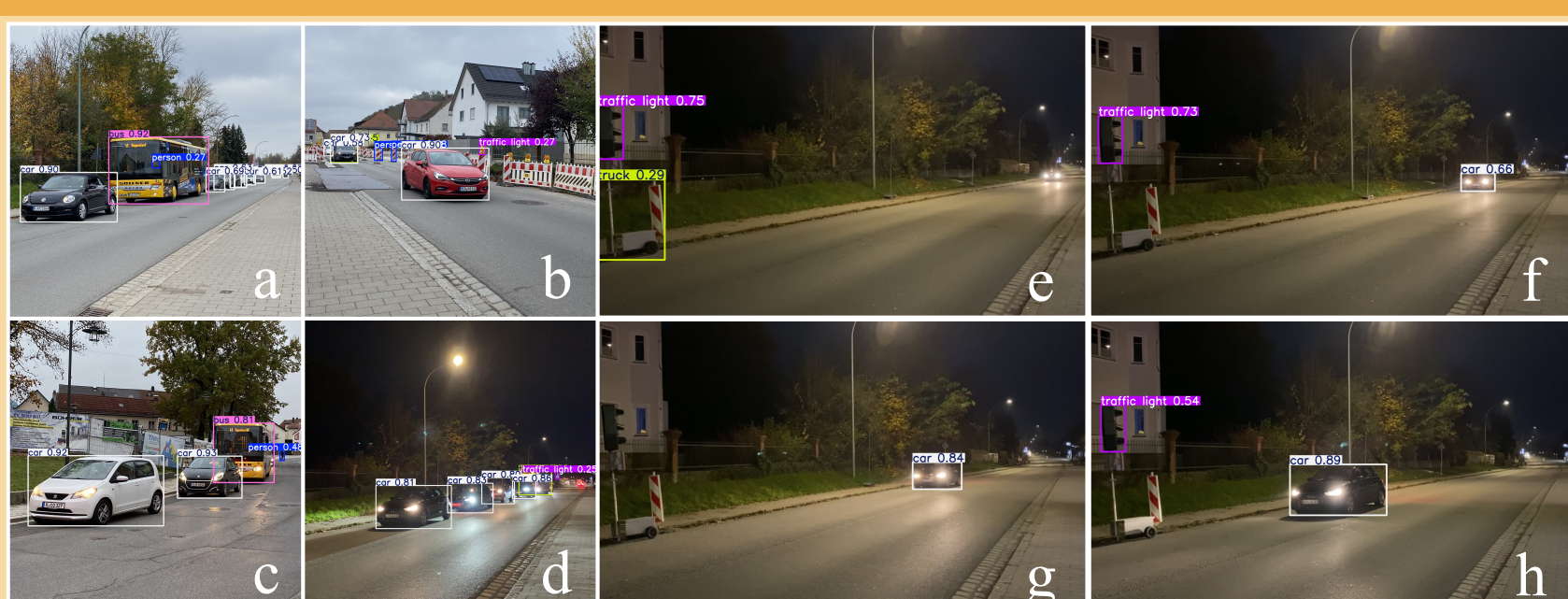
A: 50% B: 50%

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.*
Ungefähre 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): *Fahrzeugetrkennung in verschiedenen Szenarien*
⇒ Eingeschränkte Sicht größter Einflussfaktor auf Erkennung der Fahrzeuge

ERGEBNIS: Reduktion von...

