

Leistungsfähigkeit aktueller Assistenzsysteme – Stand November 2023

Der aktuelle Stand der Umfelderkennung ist besonders gut aus der Detailanalyse der Euro-NCAP-Versuche ableitbar [1]. Hier werden definierte Versuchsabläufe mit bekannten und allgemein akzeptierten Zielobjekten durchgeführt. Die Versuche werden sowohl im Entwicklungsprozess der Fahrzeughersteller als auch für die Typzulassung eingesetzt.

Im Jahr 2022 wurden 66 verschiedene Fahrzeugmodell getestet. Für das Gesamtergebnis erfolgt eine Kategorisierung in:

1. Insassensicherheit (Erwachsene)
2. Insassensicherheit (Kind)
3. ungeschützte Verkehrsteilnehmer
4. Sicherheitsassistent (z.B. automatische Notbremse)

Ordnet man die Ergebnisse nach der Kategorie 3 oder 4 (siehe Bild), dann zeigt sich eine deutliche Dominanz der ausländischen Fahrzeughersteller. Insbesondere die guten Ergebnisse für den Hersteller Tesla fallen auf, obwohl in den Fahrzeugen lediglich Monokamera-Sensorik verbaut ist. Dies deutet schon auf die große Bedeutung der Algorithmen zur Umfelderkennung hin.

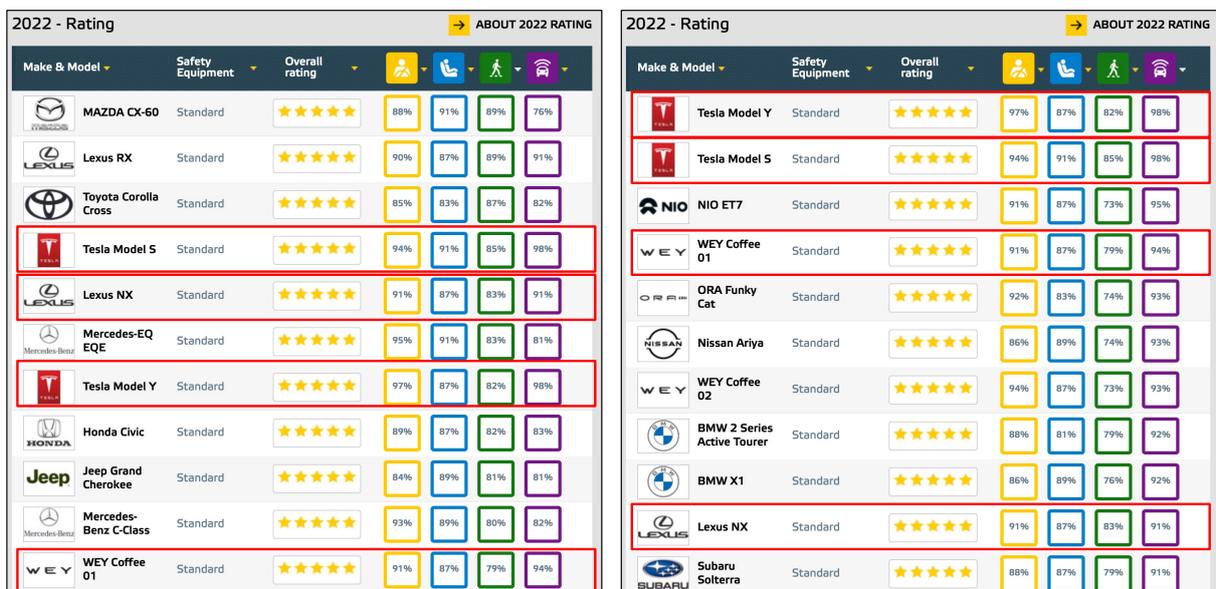


Bild: Gesamtergebnisse des Euro-NCAP-Ratings 2022 (links – sortiert nach Kategorie 3, rechts sortiert nach Kategorie 4).

Da die Gesamtergebnisse eine Zusammenstellung und Wichtung der Einzeluntersuchungen sind und auch die Kooperation mit dem/der Fahrzeugführenden einfließt, ist für eine objektive Bewertung der Leistungsfähigkeit der Umfelderkennung eine Analyse der Einzelergebnisse sinnvoll. Diese wurde auf Basis der Einzelbewertungen für diese Testfälle vorgenommen:

1. Fußgängererkennung (AEB Pedestrian)
2. Radfahrererkennung (AEB Cyclist)
3. Fahrzeugerkennung (AEB Car-to-Car)

In den nachfolgenden Grafiken wurde für eine bessere Interpretation der Einzelergebnisse eine Sortierung entsprechend der Testerfüllung (in %) vorgenommen. Damit ist der in der x-Achse angegebene Fahrzeugtyp nicht immer an derselben Stelle.

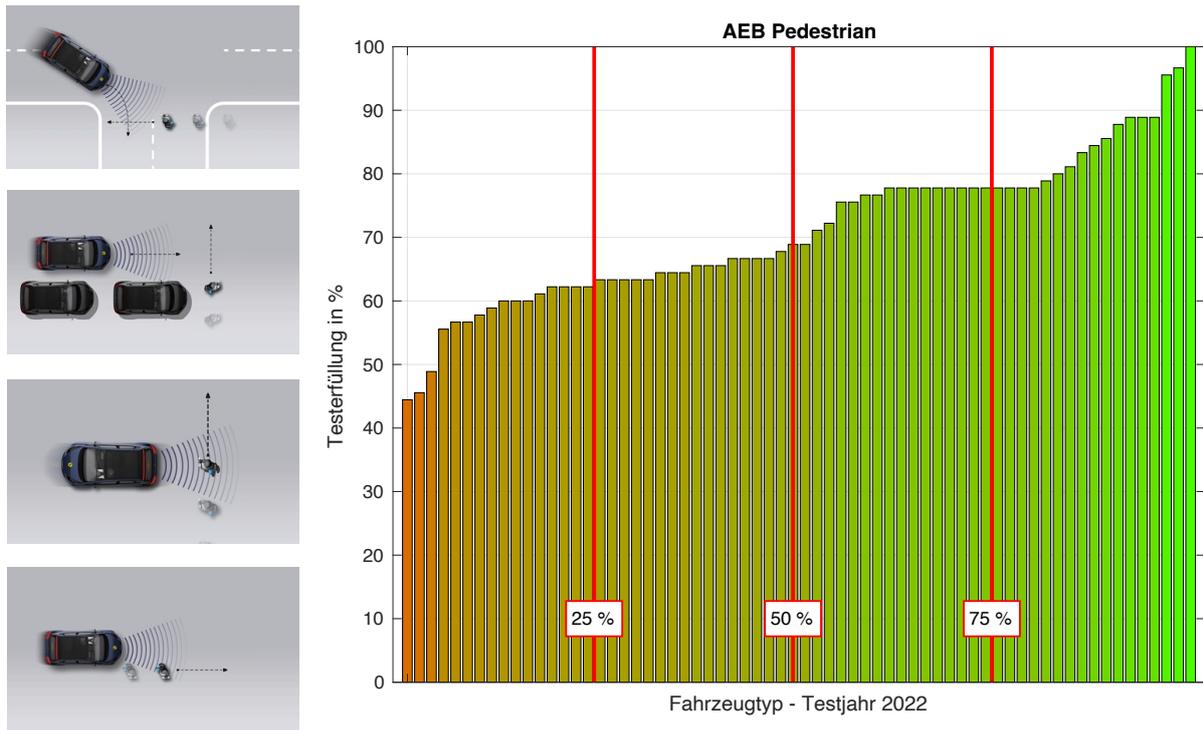


Bild: Einzelauswertung für die Testerfüllung Fußgängererkennung.

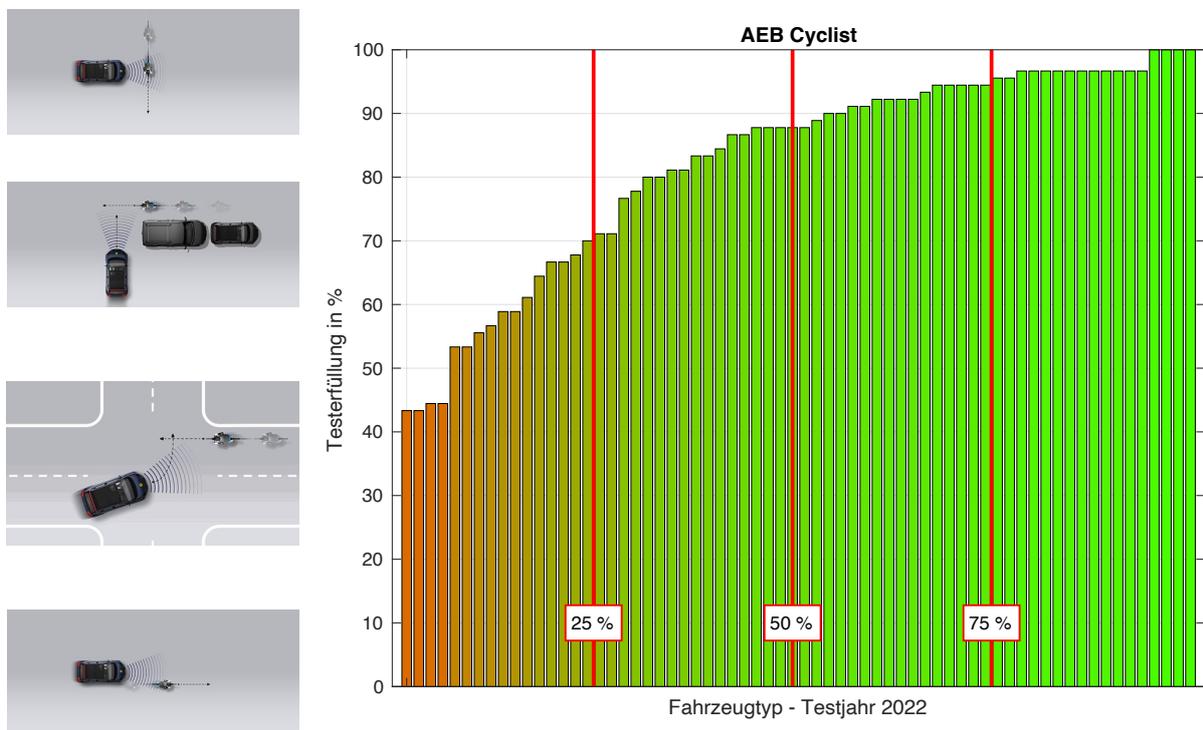


Bild: Einzelauswertung für die Testerfüllung Radfahrerererkennung.

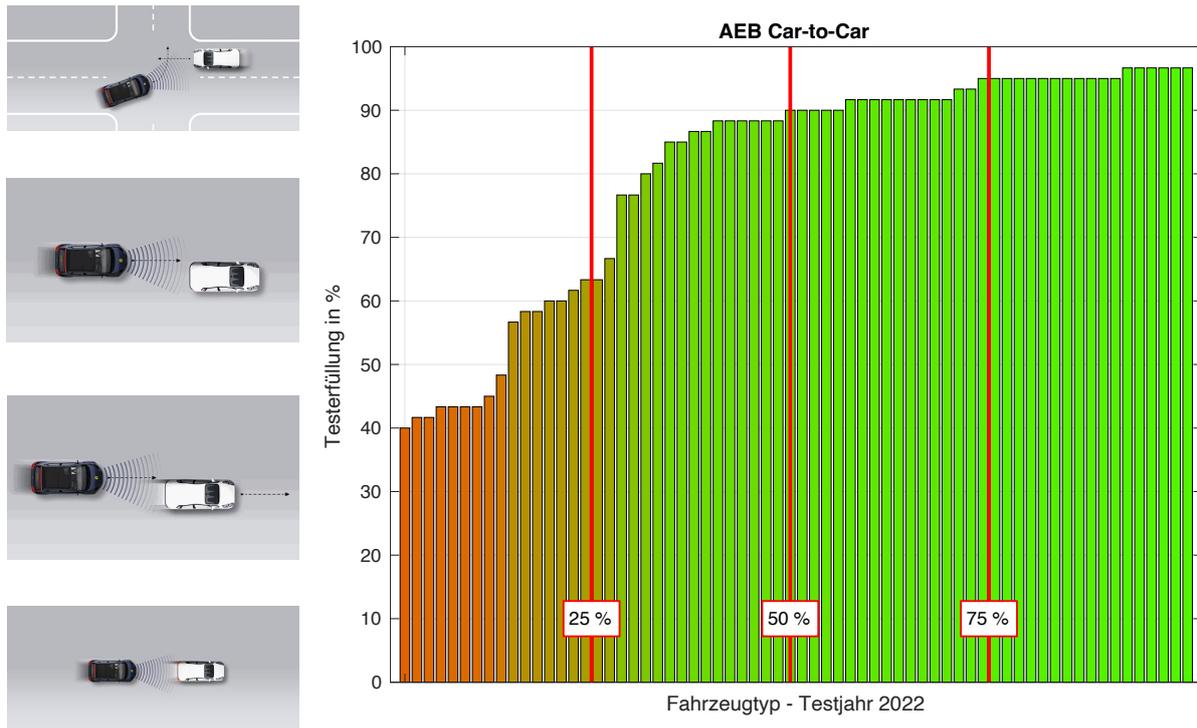


Bild: Einzelauswertung für die Testerfüllung Fahrzeugerkennung.

Den Auswertungen ist zu entnehmen, dass die Fußgängererkennung weiterhin deutlich schlechter ist als die Erkennung der anderen Objekte. Hierzu trägt sicherlich bei, dass die Erkennung eines Fußgängers bei Rückwärtsfahrt lediglich von einem guten Drittel der Hersteller überhaupt angeboten wird und der Test bei abbiegendem Fahrzeug entweder sehr gut oder sehr schlecht ausfiel (siehe Bild).

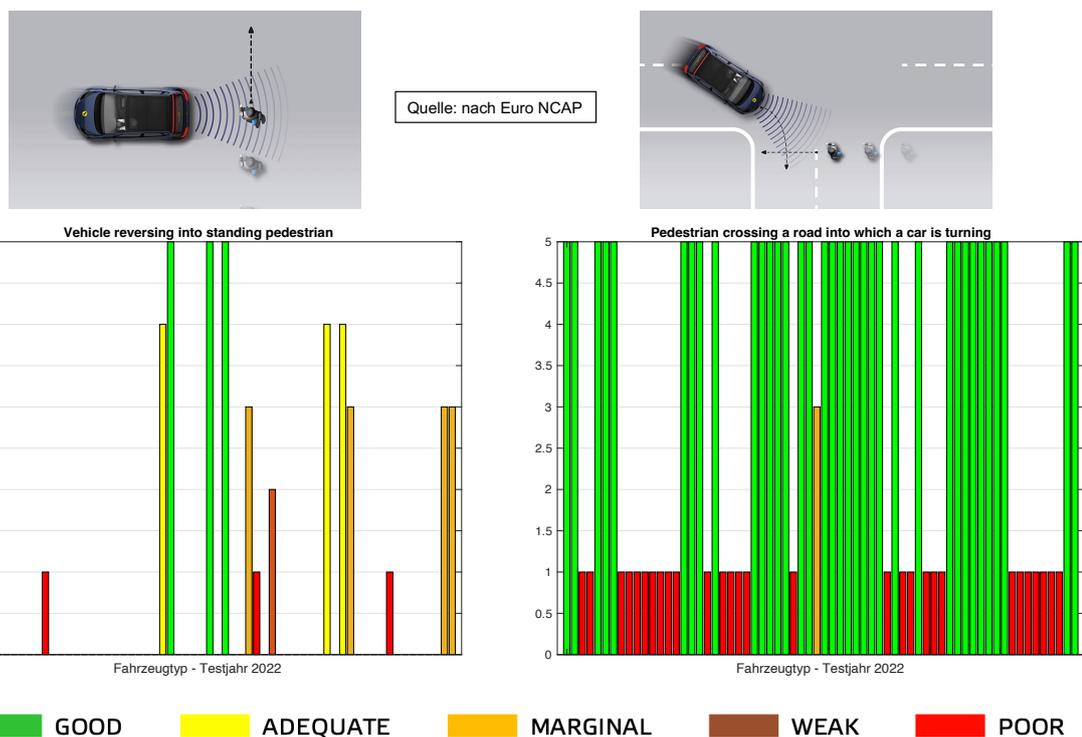


Bild: Einzelauswertung für die zwei Fälle der Fußgängererkennung.

Es wurde nachfolgend untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen den Erkennungsleistungen für diese 3 Kategorien besteht. Die Auswertung für die Korrelation Fußgänger-Radfahrer du Fußgänger-Fahrzeug ist der nachfolgenden Grafik zu entnehmen. Es wurden weiterhin die Fahrzeuge markiert, bei denen lediglich eine Kamera zum Einsatz gekommen ist. In allen anderen Fahrzeugen war es eine Kombination aus Kamera und Radarsensor.

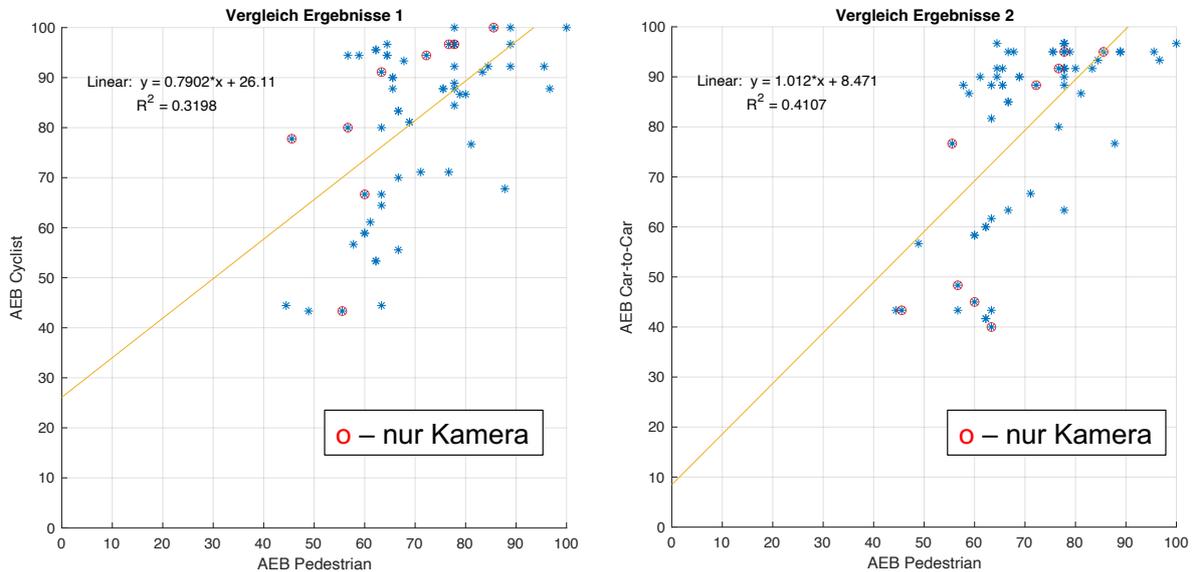


Bild: Untersuchung der Korrelation zwischen verschiedenen Kategorien.

Es zeigt sich hierbei auf Grund der geringen Regressionskoeffizienten (R^2) kein signifikanter Zusammenhang bei den Detektionsergebnissen. Auch die Verteilung der rein kamerabasierten Systeme ist nicht gehäuft im unteren Bereich, es finden sich auf Ergebnisse bei sehr hohen Erkennungsraten.

Die vermutliche Ursache lässt sich aus den Einzelbewertungen für die 5 getesteten BMW-Modelle ableiten (zusätzlich ein Fahrzeug aus dem Modelljahr 2021).

Marke	Typ	Jahr	Sterne	Adult Occupant	Child Occupant	Vulnerable Road Users	Safety Assist	AEB Pedestrian	AEB Cyclist	Vehicle reversing into standing pedestrian	Pedestrian crossing a road into which a car is turn	Speed Assistance	Safety Assist	Occupant Status Monitoring	Lane Support	AEB Car-to-Car	Radar	Camera
BMW	iX	2021	5	91	87	73	81	6,9	8,7	0	5	2,8	2	2,5	5,8			1
BMW	2 Series Active Tourer	2022	5	88	81	79	92	7	8,7	0	5	2,8	3	3,5	5,5	1	1	
BMW	2 Series Coupé	2022	4	82	81	67	64	5,7	4	0	1	2,8	2	1,8	3,7	1	1	
BMW	i4	2022	4	87	87	71	64	6	5	0	1	2,8	2	1,8	3,8	1	1	
BMW	X1	2022	5	86	89	76	92	6,9	8,7	0	5	2,8	3	3,5	5,5			1

Bild: Analyse der BMW-Fahrzeuge.

Es zeigt sich hier eine deutliche Verschlechterung der Ergebnisse für zwei Modelle mit Radar & Kamera. Insbesondere die Erkennung von Radfahrern hat sich gegenüber den rein

kamerabasierten Modellen deutlich verschlechtert. Die Ursache hierfür könnte im Wechsel des Lieferanten und der verwendeten Software liegen. Die rein kamerabasierten Modelle nutzten die Technologie der Firma MobileEye, einem der Marktführer auf diesem Gebiet. Bei den beiden besonders schlecht abschneidenden Fahrzeugen könnte bei der Kamerasensorik es zu einem Anbieterwechsel gekommen sein. Darauf deutet auch die Verschlechterung im Bereich „Lane Support“ hin.

Ein Grund für das bessere Abschneiden des „2 Series Active Tourer“ könnte zudem die genutzte Einbauposition des Radarsensors sein. Diese liegt im Vergleich zu den beiden anderen Modellen etwas höher und erhält daher weniger Fehldetektionen. Eigene Tests im Rahmen einer Kooperation mit dem BMW-Werk in Leipzig an Vorserien-Prototypen des „2 Series Grand Coupe“ bestätigen die Hypothese. Die AEB-Funktion zeigte hier bereits bei geringen Bodenwellen schlechte oder fehlende Detektionen für einen Fußgänger-Dummy.

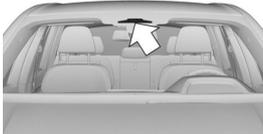
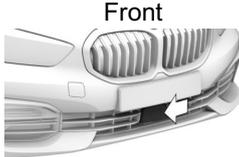
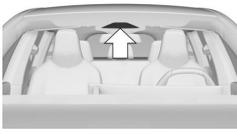
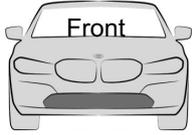
Modell	Kamera(s)	Radar(e)
X1 / iX		Kein Radarsensor !
2er Gran Coupe		
2er Active Tourer	 	 
i4	 	 

Bild: Einbaupositionen von Umfeldsensoren in den untersuchten BMW-Modellen.

Die dargestellten Ergebnisse werden auch von den rechtlich verbindlichen Aussagen der Hersteller gestützt. Für 3 Fahrzeuge sind nachfolgend die Situationen (Auszüge!) aufgeführt, in denen eine Notbremsung nicht oder nicht sicher erfolgt:

- teilweise verdeckte Fußgänger, Personen in Kleidung, die die Körperkonturen nicht erkennen lässt oder Personen mit einer Körpergröße unter 80 cm (32 in.) [2]
- Fußgänger bei schlechtem Kontrast zum Hintergrund – Warnung und Bremsengriff können in diesem Fall spät erfolgen oder ganz ausbleiben. [2]
- Je nach Umgebungshelligkeit und Bewegung, Haltung und Winkel des erfassten Objekts erkennt das System einen Fußgänger jedoch möglicherweise nicht und funktioniert demzufolge nicht ordnungsgemäß. [3]
- Wenn ein vorausfahrendes Fahrzeug ein abruptes Manöver ausführt (wie **plötzliches** Ausweichen, Beschleunigen oder **Bremsen**) [3]
- Objekte während & einige Sekunden nach dem Abbiegen nach links oder rechts. [3]
- Fußgänger, die in Farben gekleidet sind, die sich, auch in ihrer Helligkeit, kaum von der Umgebung unterscheiden [3]

- bei komplexen Verkehrssituationen, in denen Objekte nicht immer eindeutig erkannt werden können [4]
- wenn Fußgänger, Fahrräder oder Fahrzeuge sich schnell in den Erfassungsbereich der Sensoren bewegen [4]
- wenn sich die typische Kontur eines Fußgängers oder Fahrradfahrers nicht vom Hintergrund abhebt [4]
- wenn ein Fußgänger oder Fahrradfahrer nicht mehr als solcher erkannt wird, z. B. durch spezielle Kleidung oder andere Objekte [4]

Es wiederholen sich die problematischen Situationen, z.B. durch fehlenden Kontrast und der damit verbundenen schlechten Sichtbarkeit der typischen Konturen. Mittels Lidar-Sensorik könnte hier noch eine Verbesserung erzielt werden. Neben der Mercedes S-Klasse ist NIO der einzige Hersteller, der einen Lidar-Sensor im Fahrzeug nutzt. Doch auch hier gibt es die schon besprochenen Einschränkungen zur Objekterkennung. Wörtlich heißt es [5]:

„ Only qualified vehicles moving in the same direction as your vehicle will trigger Autonomous Emergency Brake (AEB). Some targets are not responded to, including but not limited to:

- Oncoming vehicles
- Vehicles crossing perpendicular to your vehicle.
- Animals.
- Traffic lights.
- Walls.
- Barriers (traffic cones, etc.)
- Other non-vehicle objects “

Referenzen:

- [1] <https://www.euroncap.com/en>
- [2] Volvo, Betriebsanleitung XC40, Modelljahr 2024 (Anleitung bereits verfügbar)
- [3] Toyota, Betriebsanleitung Prius, Modelljahr 2022
- [4] Mercedes Benz, Betriebsanleitung S-Klasse, Modelljahr 2022
- [5] NIO, Betriebsanleitung ET7, Modelljahr 2022