



AniMot

Prototypen des neuen Wildwarnsystems im Praxistest

Forschungsgruppe Wildtiermanagement, ZHAW Wädenswil

Martina Reifler-Bächtiger, Dr. Stefan Suter, Miriam Jakob, Benjamin Sigrist, Annette Stephani

Wädenswil, 01. Dezember 2021

Impressum

Projektteam

Martina Reifler-Bächtiger, Wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschungsgruppe WILMA
Dr. Stefan Suter, Dozent Forschungsgruppe WILMA
Miriam Jakob, Wissenschaftliche Assistentin Forschungsgruppe WILMA
Benjamin Sigrist, Wissenschaftlicher Mitarbeiter Forschungsgruppe WILMA
Annette Stephani, Wissenschaftliche Assistentin Forschungsgruppe WILMA (bis Dezember 2020)

Projektpartner

Fischerei- und Jagdverwaltung Kanton Zürich vertreten durch Jürg Zinggeler
Tiefbauamt Kanton Zürich vertreten durch Christoph Abegg
Kantonspolizei Zürich vertreten durch Daniel Riesen
Jagd Zürich
Stiftung Wildnispark Zürich
Alfons und Mathilde Suter-Caduff-Stiftung
Stierli-Stiftung

Kooperationspartner

AniMot motion expert GmbH
Amt für Wald, Jagd & Fischerei und Tiefbauamt Signalisation & Markierung, Kanton Basel Landschaft
Jagdverwaltung, Kanton Obwalden
Dienststelle für Jagd, Fischerei und Wildtiere, Kanton Wallis

Dank

Wir möchten uns bei den Projektpartnern, Kooperationspartnern, involvierten Jagdgesellschaften und Studierenden für die Unterstützung und Mitwirkung in diesem Projekt herzlich bedanken.

Kontakt

Martina Reifler-Bächtiger
Telefon: +41 (0)58 934 53 87
E-Mail: biem@zhaw.ch

Zitervorschlag

Reifler-Bächtiger M., Suter S., Jakob M., Sigrist B. & Stephani A. 2021. AniMot - Prototypen des neuen Wildwarnsystems im Praxistest. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil

Copyright © 2021
WILMA/ZHAW

Titelbild: AniMot-Wildwarnsystem © Sabine Dahl, AniMot

Zusammenfassung

Jedes Jahr ereignen sich auf Schweizer Strassen rund 20'000 Verkehrsunfälle mit grösseren Wildtieren. Durch das steigende Verkehrsaufkommen und die wachsenden Wildtierpopulationen wird sich das Risiko für Wildtierunfälle in Zukunft weiter erhöhen.

Um Verkehrsunfälle mit Wildtieren möglichst zu verhindern, kommen unterschiedliche Massnahmen zum Einsatz. Präventionsmassnahmen, welche visuell, akustisch oder olfaktorisch auf Wildtiere wirken, können die Fallwildzahlen oft nur kurzfristig senken. Um Kollisionen mit Wildtieren nachhaltig zu reduzieren, haben sich Wildwarnsysteme, welche Verkehrsteilnehmende aktiv warnen, als wirksam erwiesen.

Das Unternehmen AniMot - motion expert GmbH hat ein modulares Wildwarnsystem entwickelt, welches Wildtiere in Strassennähe mit Erkennungssensoren erfasst und Verkehrsteilnehmende durch ein Lichtsignal vor einer möglichen Kollisionsgefahr warnt. Montiert werden die AniMot-Module an die Randleitpfosten von Strassenabschnitten, die besonders viele Wildtierunfälle aufweisen. Das Wildwarnsystem ist in der Dämmerung und in der Nacht aktiv. Die einzelnen Module kommunizieren miteinander, so dass bei einer Auslösung jeweils mehrere Module beidseits der Strasse blinken.

Das neue AniMot-Wildwarnsystem wurde im März 2019 auf vier Teststrecken im Kanton Zürich installiert. Im Verlauf des Projektes kamen weitere Teststrecken in den Kantonen Basel-Landschaft, Obwalden und Wallis hinzu.

Mit dem neuen Wildwarnsystem können Unfälle mit Wildtieren nur verhindert resp. abgeschwächt werden, wenn Verkehrsteilnehmende beim Aufblinken der Anlage ihre Fahrweise anpassen. Im Rahmen des Projekts wurde daher die Reaktion der Verkehrsteilnehmenden während Testmessungen erfasst. Bei diesen Erfassungen lag der Fokus auf der Morgen- und Abenddämmerung. In der Dämmerung steigt sowohl die Aktivität der meisten Wildtiere und je nach Jahreszeit auch das Verkehrsaufkommen durch den Pendlerverkehr. Für die Testmessungen blinkten im mittleren Bereich der Teststrecke je drei AniMot-Module pro Strassenseite. Die Geschwindigkeitsmessungen bei aktivem Warnsignal zeigen auf allen Teststrecken eine signifikante Temporeduktion (Nürensdorf: 5.2 km/h; Sihltal: 6.6 km/h; Truttikon: 10.1 km/h; Wil ZH: 13 km/h). Nur 34.1 % der erfassten Fahrzeuge haben im Bereich des Warnsignals aktiv abgebremst. Unsere Beobachtungen während den Messungen weisen darauf hin, dass die Mehrheit der Verkehrsteilnehmenden bei in Sicht kommen des Warnsignals den Fuss vom Gas nehmen und damit auf Höhe der blinkenden AniMot-Module langsamer fahren. Gefährliche Bremsmanöver konnten keine beobachtet werden.

Um die Zuverlässigkeit und die Sensorreichweite der AniMot-Geräte (Prototyp V03) in unterschiedlichen Vegetationstypen zu testen, bewegte sich eine Person in verschiedenen Winkeln auf die Geräte zu. Bei den Messungen in niedriger oder lichter Vegetation wurden die AniMot-Module in 85 % der abgeschrittenen Transekte aktiviert. Die Sensorreichweite in niedriger Vegetation betrug im Durchschnitt 18 Meter, die maximale Distanz lag bei 28 Meter. Dichte Vegetation konnten die Sensoren nur selten durchdringen. Um die Überwachung des Strassenrandbereiches zu gewährleisten, können die AniMot-Module auf geraden Strassenabschnitten mit niedriger Vegetation bis zu 50 Meter auseinanderstehen. Bei dichter Vegetation muss je nach Abstand der Randleitpfosten ein regelmässig gemähter Grünstreifen von mindestens 3 - 4 Meter Breite vorhanden sein, damit die Tiere erkannt werden. Bei steilen Böschungen oder geschlossenen Waldrändern können zusätzliche Module installiert werden, um die Strassenrandüberwachung zu ermöglichen.

Wir empfehlen, das AniMot-Wildwarnsystem ausschliesslich an Wildunfall-Hotspots zu installieren. Die Planung und Inbetriebnahme sollen dabei koordiniert durch die zuständigen kantonalen Verwaltungen erfolgen. Idealerweise übernimmt das Tiefbauamt die Montage, Signalisation und Wartung der Anlage. Mit dem Aufblinken der AniMot-Module erfolgt keine konkrete Handlungsanweisung; die Information der Bevölkerung über das neue Wildwarnsystem ist daher zentral.

Das serienreife AniMot-Wildwarnsystem ist voraussichtlich ab Mai 2022 erhältlich. Da die neue Version über mehr Sensoren und einen grösseren Aufnahmewinkel verfügt, sollten die Messungen als Grundlage für den maximalen Abstand der Randleitpfosten wiederholt werden. Um die Wirksamkeit des AniMot-Wildwarnsystems anhand der Fallwildentwicklung zu ermitteln, müssen die Wildtierunfälle über eine mehrjährige Laufzeit und einen grösseren Stichprobenumfang sauber dokumentiert und analysiert werden.

Inhaltsverzeichnis

1.	Ausgangslage	2
2.	Material & Methode	3
2.1.	Wildwarnsystem AniMot	3
2.2.	Teststrecken	4
2.3.	Reaktion Verkehrsteilnehmende	5
2.3.1.	Geschwindigkeitsmessungen	5
2.3.2.	Bremslichtmessungen	6
2.4.	Sensormessungen	7
3.	Resultate	8
3.1.	Reaktion Verkehrsteilnehmende	8
3.1.1.	Geschwindigkeitsmessungen	8
3.1.2.	Bremslichtmessungen	9
3.2.	Sensormessungen	11
3.3.	Wildtierunfälle auf den Teststrecken	13
4.	Empfehlungen	19
5.	Ausblick	20
	Literatur	21

1. Ausgangslage

Verkehrsunfälle mit Wildtieren können sowohl Personen- als auch Sachschäden verursachen und für das beteiligte Wildtier tödlich enden. So starben 2020 auf Schweizer Strassen durchschnittlich 21 Rehe, 17 Füchse, 7 Dachse, 1 Rothirsch und 1 Wildschwein pro Tag (BAFU 2021). Zusätzlich ist von einer hohen Dunkelziffer auszugehen, denn nicht jeder Wildtierunfall wird gemeldet und nicht immer wird das verletzte Wildtier gefunden. Insgesamt wurden 2020 bei den gemeldeten Tierunfällen 89 Personen verletzt, 31 davon schwer (ASTRA 2021). Die jährlich verursachten Kosten durch Sach- und Personenschäden werden auf 40-50 Millionen Schweizer Franken geschätzt (Mosler-Berger 2015). Die Gefahr von Wildtierunfällen wird aufgrund wachsender Wildtierpopulationen und dem steigenden Verkehrsaufkommen in Zukunft voraussichtlich zunehmen. Insbesondere das Risiko für Kollisionen mit grossen Wildtieren wie Wildschweinen und Rothirschen wird ansteigen, da deren Populationsgrössen tendenziell zunehmen und sie ihr Verbreitungsgebiet in der Schweiz weiter ausdehnen werden.

Wildtierunfälle ereignen sich nicht zufällig. Häufig geschehen Wildtierunfälle, wenn Strassen günstige Wildtierlebensräume oder Leitstrukturen queren und die Strecken ein hohes Verkehrsaufkommen, hohe Fahrzeuggeschwindigkeiten sowie schlechte Sichtbedingungen aufweisen (Van Langevelde & Jaarsma 2004, Barrientos & Bolonio 2009, Seiler et al. 2016).

Weltweit gibt es bereits eine grosse Anzahl verschiedener Massnahmen, die das Unfallrisiko senken sollen. Wildtiere sollen optisch, akustisch oder olfaktorisch abgeschreckt werden, Verkehrsteilnehmende informiert oder sensibilisiert und die gefahrlose Querung von Verkehrsinfrastruktur mittels Grünbrücken oder Unterführungen sichergestellt werden. In der Schweiz kommen aktuell unterschiedliche Präventionsmassnahmen zum Einsatz – meist an bekannten Hotspots, wo sich besonders viele Wildtierunfälle ereignen (Suter et al. 2021).

Präventionsmassnahmen, welche abschreckend auf Wildtiere wirken sollen, bringen aufgrund der Habituation der Tiere oft nur einen kurzfristigen Erfolg (Elmeros et al. 2011, D'Angelo et al. 2010, Gulen et al. 2006, Ujvári et al. 2004). Das Anbringen von einfachen Warnschildern hat ebenfalls nur einen begrenzten Effekt, da sich die Menschen an diese gewöhnen (Putman 1997). Eine deutliche Reduktion der Wildtierunfälle wird hingegen mit Anlagen oder Systemen erreicht, welche die Verkehrsteilnehmenden warnen, sobald sich ein Wildtier in der Nähe der Strasse befindet (Huijser & Hayden 2010, Strein et al. 2008, Kistler 1998). Um ein solches Wildwarnsystem handelt es sich bei AniMot. Mittels Erkennungssensoren werden Wildtiere in Strassennähe erfasst und Verkehrsteilnehmende durch ein Lichtsignal gewarnt. Dadurch soll die Aufmerksamkeit der Fahrer gesteigert und die Geschwindigkeit reduziert werden. Nur durch erhöhte Aufmerksamkeit und deutliches Verringern der Fahrgeschwindigkeit bleibt den Verkehrsteilnehmenden bei plötzlich auftauchenden Wildtieren genug Zeit, um zu reagieren (Huijser et al. 2009, Kistler 1998).

Da es sich bei AniMot um ein neues System handelt, liegen noch keine Ergebnisse aus Studien vor. Ziel des Pilotprojekts war es deshalb, die Wirksamkeit und die Zuverlässigkeit des AniMot Wildwarnsystems zu prüfen. Dazu wurden im Kanton Zürich an vier Teststrecken insgesamt 80 Module installiert, die Reaktion der Verkehrsteilnehmenden erhoben und die Funktion der Geräte kontrolliert. Zusätzlich wurden Sensormessungen in verschiedenen Vegetationstypen durchgeführt. Im Verlauf des Projekts kamen weitere Teststrecken in den Kantonen Basel-Landschaft, Obwalden und Wallis hinzu. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen als Grundlage für die Inbetriebnahme weiterer AniMot-Wildwarnanlagen in der Schweiz dienen.

2. Material & Methode

2.1. Wildwarnsystem AniMot

Das Wildwarnsystem der Firma AniMot motion expert GmbH & Co. besteht aus einer Erkennungssensorik, einer Auswertelektronik und einem optischen Signalgeber. Die Stromversorgung wird energieautark sichergestellt. Die Montage der ca. 330 Gramm schweren Module erfolgt direkt an die Randleitpfosten auf einer Höhe von ca. 0.85 Meter ab Boden. Mittels Bewegungserkennungssensoren (PIR-Sensoren) werden in der Dämmerung und Nacht Wildtiere in Strassennähe erfasst und dabei ein optisches Warnsignal als Warnung für die Verkehrsteilnehmenden ausgelöst. Die orangen LEDs blinken, solange ein Wildtier im Erfassungsbereich ist (Abb. 1). Die AniMot-Module kommunizieren mit den umliegenden Einheiten, so dass es beidseits der Strasse auf einem Strassenabschnitt von ca. 60-100 Metern blinkt, was Verkehrsteilnehmende frühzeitig vor der drohenden Kollisionsgefahr warnt. Nebst dieser primären Warnfunktion bietet AniMot die Möglichkeit aufzuzeichnen, wann eine Auslösung stattgefunden hat. Anhand dieser Funktion kann beispielsweise analysiert werden, wie viele Wildtierbewegungen stattfinden oder zu welcher Tages- oder Jahreszeit das Risiko einer Kollision durch vermehrte Wildbewegungen an der Strasse am höchsten ist.

Das Wildwarnsystem AniMot ist voraussichtlich ab Mai 2022 erhältlich und kostet pro 500 Meter Strassenabschnitt ca. 5'000 – 10'000 CHF (je nach Servicepaket). Weitere Informationen sind auf der Webseite www.animot.eu zu finden, Kontakt: Sabine Dahl, s.dahl@animot.eu, +43 664 43 020 87



Abb. 1: Hauptbauteile eines AniMot-Moduls: A) Solarmodul, B) Erkennungssensor, C) LED-Warnsignal, D) Akkufach

(Foto: M. Reifler-Bächtiger)

2.2. Teststrecken

Im Kanton Zürich sind Prototypen des Wildwarnsystems AniMot erstmals im März 2019 an vier Teststrecken installiert worden. Die Teststrecken befanden sich im Sihltal zwischen Sihlwald und Sihlbrugg, in Nürensdorf zwischen Nürensdorf und Breite, in Wil ZH zwischen Hüntwangen und der Grenze zu Deutschland und in Truttikon zwischen Truttikon und Schlatt. Jeweils 150 Meter vor Streckenbeginn wurde eine Wildwarntafel mit dem Zusatz «elektronische Wildwarnanlage» installiert (Abb. 2).

Die Auswahl der vier Teststrecken erfolgte expertenbasiert durch die Forschungsgruppe Wildtiermanagement auf der Grundlage der Fallwildzahlen zwischen 2009 und 2018. Kriterien für die Standortwahl bildeten einerseits die Unfallhäufigkeiten, die Fallwildart (Huftiere), die Sinuosität (Verhältnis von Abschnittslänge zu Luftlinie) des Strassenabschnittes und die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke. Andererseits sollten zur Strasse keine parallelen Verkehrswege (Veloweg, Feldweg, Eisenbahngleis) verlaufen und die Umgebung der Teststrecke sollte sowohl Wald als auch offenen Lebensraum aufweisen.

Im Verlauf des Projekts kamen weitere Teststrecken in den Kantonen Obwalden, Basel-Landschaft und Wallis dazu. Erste Erfahrungen mit dem neuen Wildwarnsystem konnten damit in verschiedenen Biogeografischen Regionen und unterschiedlichen Standortverhältnissen erfolgen (Abb. 3).



Abb. 2: Signalisation der Teststrecken

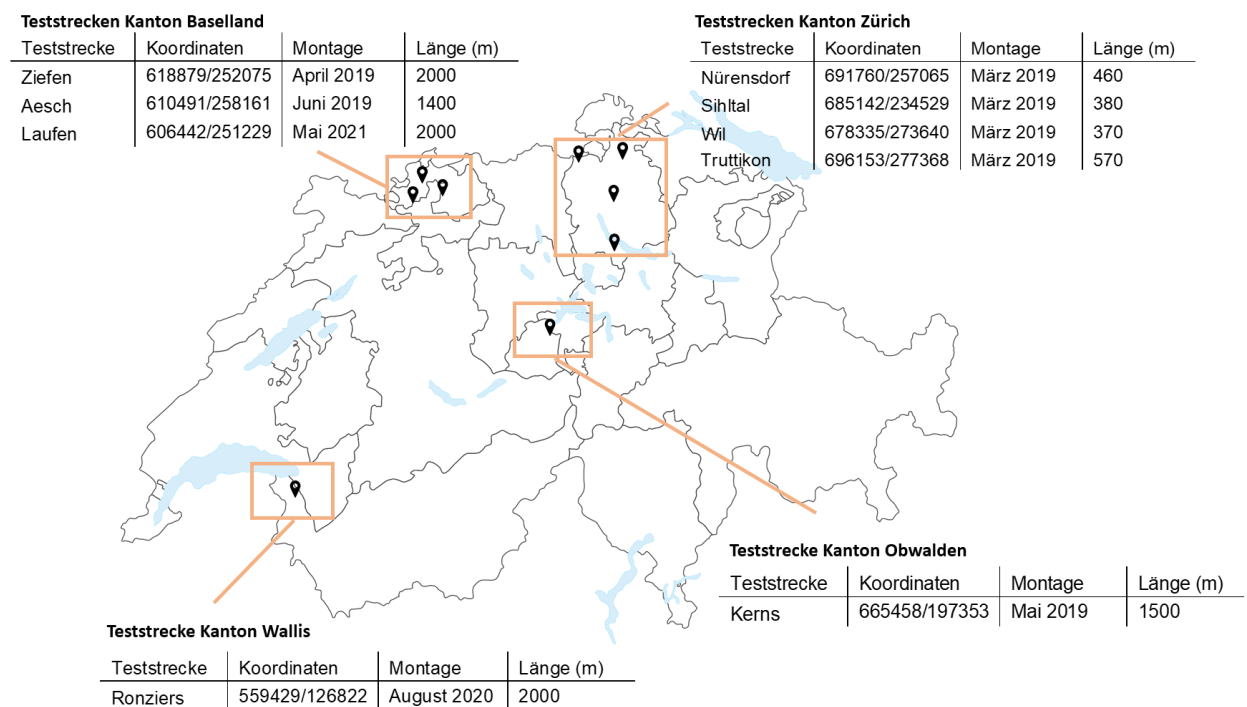


Abb. 3: AniMot-Teststrecken in der Schweiz 2019-2021.

2.3. Reaktion Verkehrsteilnehmende

Anhand von Geschwindigkeits- und Bremslichtmessungen an den vier Teststrecken im Kanton Zürich eruierten wir die Reaktion der Verkehrsteilnehmenden auf die blinkenden AniMot-Module. Die Messungen erfolgten in der Dämmerung in Phasen mit erhöhtem Verkehrsaufkommen durch den Pendlerverkehr. Im März und Oktober 2019 sowie im März 2020 wurden nach Einbruch der Abenddämmerung in abwechselnden Phasen Test- und Vergleichsmessungen durchgeführt. Während der Testmessung blinkten drei AniMot-Module pro Strassenseite im mittleren Abschnitt der Teststrecke durchgehend, in der Vergleichsmessung blieben alle AniMot-Module ausgeschaltet.

2.3.1. Geschwindigkeitsmessungen

Die Geschwindigkeit der Fahrzeuge wurde in Zusammenarbeit mit der Kantonspolizei Zürich gemessen. Dabei kam auf der jeweiligen Teststrecke ein Verkehrszählgerät (Sierzega SR4) zum Einsatz. Dieses wird mit einer Ausrichtung von 30° zum Fahrbahnrand montiert (Abb. 4). Fahrzeuge, die in Richtung des Messgerätes fahren, werden ca. 20-30 Meter vor dem Gerät erfasst und Fahrzeuge, welche vom Messgerät wegfahren, in ca. 10 Meter Entfernung. Das mobile Verkehrszählgerät zeichnet Datum, Zeit, Geschwindigkeit, Abstand und Fahrtrichtung auf. Die Messgenauigkeit der Geschwindigkeit beträgt +/- 3 %. Das Messgerät erfasst ausserdem die Dimensionen der Fahrzeuge, über welche in Kombination mit der Geschwindigkeit Fahrräder oder Roller herausgefiltert werden können. Da letztere aufgrund ihrer vergleichsweise tiefen Höchstgeschwindigkeit die Messresultate beeinflussen, wurden sie aus den Auswertungen ausgeschlossen. Im Rahmen der Auswertung wurden die gemessenen Geschwindigkeiten zwischen Test- und Vergleichsmessung einander gegenübergestellt, um Aufschluss darüber zu erhalten, ob bzw. wie stark das Tempo aufgrund des optischen Warnsignals reduziert wurde.



Abb. 4: Schematische Darstellung des Messbereichs eines Sierzega-Messgeräts (Quelle: Peter Ryser, Kantonspolizei Zürich)

2.3.2. Bremslichtmessungen

Mit den Bremslichtmessungen wurde untersucht, ob die Verkehrsteilnehmenden bei blinkendem Warnsignal aktiv abbremsen. Dabei wurden die Reaktionen bei eingeschaltetem Warnsignal während den Testmessungen resp. bei ausgeschaltetem Warnsignal während den Vergleichsmessungen anhand des Aufleuchtens oder Ausbleibens der Bremslichter aus einer Distanz von 100-150 Meter festgehalten (Abb. 5). Gleichzeitig wurde dokumentiert, ob die Fahrzeuge die Spur halten oder Ausweichmanöver einleiten. Dies lässt Rückschlüsse auf die Intensität einer allfälligen Reaktion der Fahrzeuglenkenden zu. Das optische Warnsignal soll bei den Automobilisten zu einer moderaten Temporeduktion und einer gesteigerten Aufmerksamkeit führen. Allzu starke, plötzliche Brems- und Ausweichmanöver sind hingegen nicht erwünscht, da sie die Gefahr von Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden bergen.

Die Bremslichtmessungen wurden mittels IP-Kameras und Fotofallen, welche in die entsprechende Fahrtrichtung links und rechts der Strasse positioniert waren, sowie vor Ort per Handzählung erhoben. Die IP-Kameras (WLS.CH Amphicam Version 1) zeichneten während den Messungen durchgehend Videos auf. Die Fotofallen (Bushnell Trophy HD Model 119676) wurden durch die Bewegung der Fahrzeuge ausgelöst und zeichneten die Bremsreaktion ebenfalls in kurzen Videosequenzen auf. Parallel zu den Kameras zählte pro Strassenseite jeweils eine Person mit zwei Handzählern die bremsenden und die nicht bremsenden Fahrzeuge.

Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurden alle Bremslichtmessungen aus der Messperiode März 2019 ausgewertet und die verschiedenen Messmethoden miteinander verglichen (Haslimeier 2019).

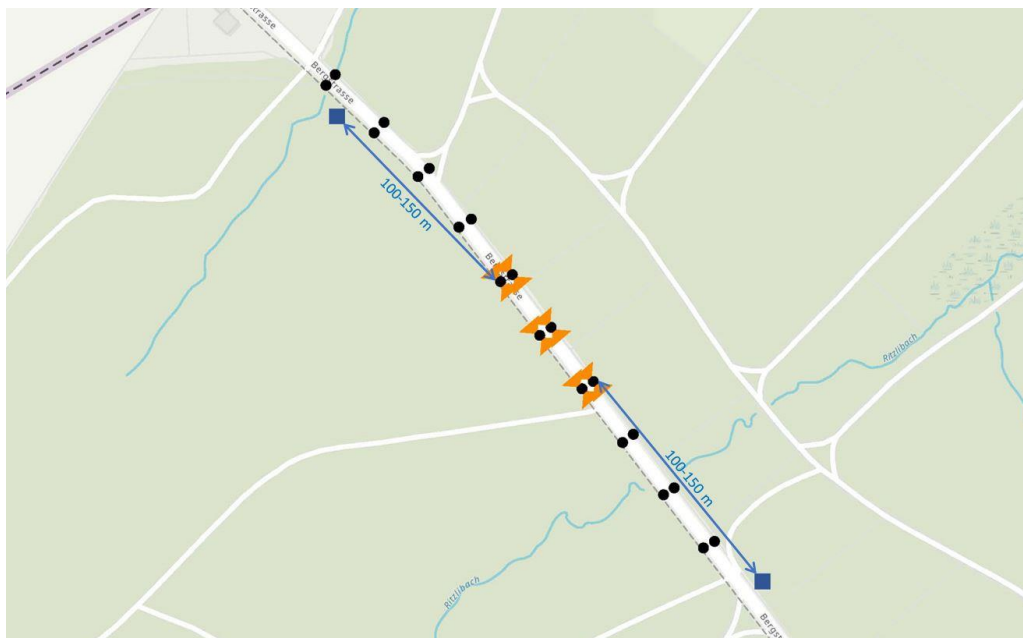


Abb. 5: Versuchsdesign der Bremslichtmessungen: Im mittleren Abschnitt der Teststrecke blinkten während den Testmessungen drei AniMot-Module pro Strassenseite. Aus 100-150 Meter Entfernung wurde per Handzähler und mit Kameras das Aufleuchten/Ausbleiben der Bremslichter und allfällige Reaktionen der Fahrzeuglenkenden festgehalten.

2.4. Sensormessungen

Im Projektverlauf wurden die AniMot-Module mehrmals umprogrammiert und durch neue Versionen ersetzt. Für die Sensormessungen wurde der Prototyp V03 verwendet, welcher zwischen Juni 2020 und März 2021 an den Teststrecken im Kanton Zürich montiert war. In den AniMot-Modulen vom Prototyp V03 sind 2 PIR-Sensoren verbaut (Winkel von 160° abgedeckt; Erfassungswinkel). Um die Zuverlässigkeit der Sensoren und die Sensorreichweite der AniMot-Module zu testen, wurden Feldversuche im Wald und in landwirtschaftlichen Kulturen durchgeführt (Jakob 2020). Die Versuchsflächen bestanden aus Wald ohne Bodenvegetation, Wald mit Krautschicht, Waldrand mit Sträuchern, Brombeergestrüpp, Maisfeld, Sonnenblumenfeld, Gerstenfeld und Wiese. Im Test bewegte sich eine Versuchsperson in geduckter Haltung aus einer Distanz von 30 Metern auf ein AniMot-Modul zu, sobald es zu blinken begann, wurde die Distanz zum AniMot-Modul sowie die Distanz zur Strasse mit einem Distanzmesser gemessen (Abb. 6).

Auf einem Fussballrasen wurden zudem dieselben Transekte von der Person und einem Hund (Labrador Retriever) abgesprochen, um einen Vergleich zwischen der Versuchsperson und einem Tier zu erhalten. Der Hund legte die Transekte zuerst in Schrittempo und anschliessend rennend zurück, um die Auslösezuverlässigkeit bei langsam ziehenden und hochflüchtigen Tieren vergleichen zu können. All diese Tests wurden pro Versuchsfläche jeweils mit drei verschiedenen AniMot-Modulen vom gleichen Modell (V03) durchgeführt.

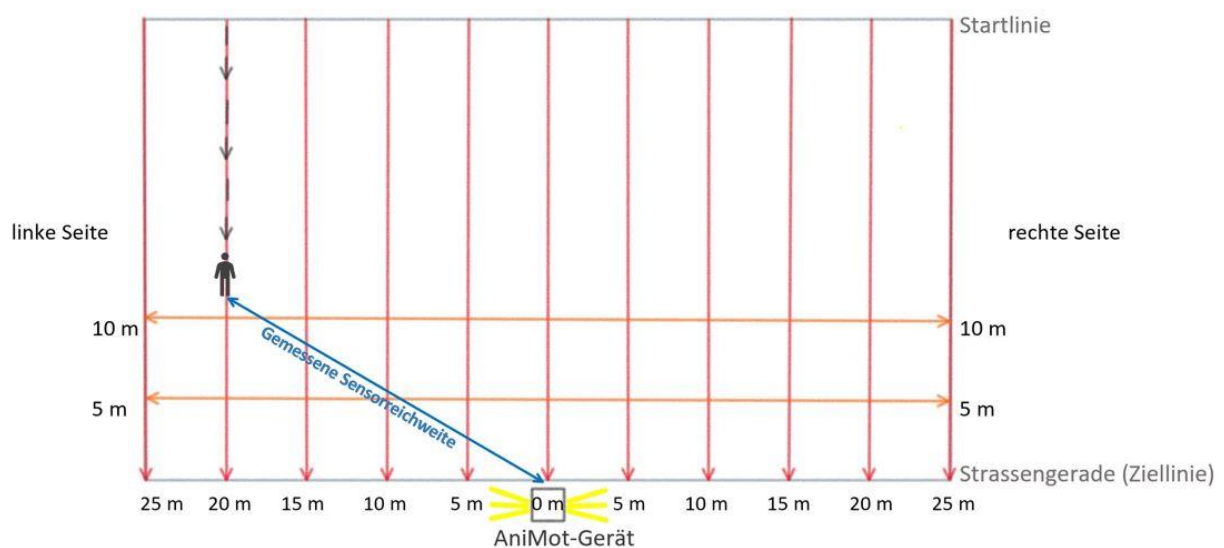


Abb. 6: Versuchsdesign der Sensormessungen: Die 11 Transekte pro Versuchsfläche und AniMot-Modul wurden in Richtung Strasse abgesprochen. Sobald das Warnsignal aufleuchtete, wurde die Sensorreichweite und die Entfernung zur Strasse gemessen.

3. Resultate

3.1. Reaktion Verkehrsteilnehmende

Im Rahmen der Geschwindigkeits- und Bremslichtmessungen wurden die Reaktionen von 5301 Verkehrsteilnehmenden erfasst (Tab. 1). In den ersten beiden Messphasen im Jahr 2019 wurden jeweils rund 2000 Fahrzeuge miteinbezogen, im März 2020 war das Verkehrsaufkommen aufgrund des Corona-bedingten Lockdowns mit knapp 1300 Fahrzeugen deutlich geringer.

Tab. 1: Anzahl erfasster Fahrzeuge auf den jeweiligen Teststrecken

Teststrecke	Datum	Zeit	Anz. Fahrzeuge
Nürensdorf	12./13.03.2019	18:30 – 22:00 / 03:30 – 06:05	828
Nürensdorf	08.10.2019	19:00 – 23:00	692
Nürensdorf	23.03.2020	19:15 – 23:00	245
Sihltal	13./14.03.2019	18:57 – 22:00 / 04:00 – 06:07	628
Sihltal	17.10.2019	19:00 – 23:00	530
Sihltal	16.03.2020	18:45 – 22:30	448
Truttikon	27./28.03.2019	19:22 – 22:00 / 04:00 – 05:40	183
Truttikon	29.10.2019	17:24 – 21:14	393
Truttikon	03.03.2020	18:27 – 23:00	276
Wil ZH	25./26.03.2019	19:17 – 22:00 / 04:00 – 05:47	382
Wil ZH	22.10.2019	18:44 – 22:30	390
Wil ZH	11.03.2020	18:43 – 23:00	306

3.1.1. Geschwindigkeitsmessungen

Die Auswertungen der Geschwindigkeitsmessungen des Sierzega-Verkehrszählgeräts zeigten eine signifikante Temporeduktion der Verkehrsteilnehmenden auf allen Teststrecken (t -Test: Nürensdorf: 5.2 km/h, $t=-9.4$, $p<0.001$; Sihltal: 6.6 km/h, $t=-12.13$, $p<0.001$; Truttikon: 10.1 km/h, $t=-9.97$, $p<0.001$; Wil ZH: 13 km/h, $t=-19.21$, $p<0.001$) bei eingeschaltetem Warnsignal (Abb. 7). Die durchschnittliche Geschwindigkeitsreduktion über alle Teststrecken betrug 7.7 km/h.

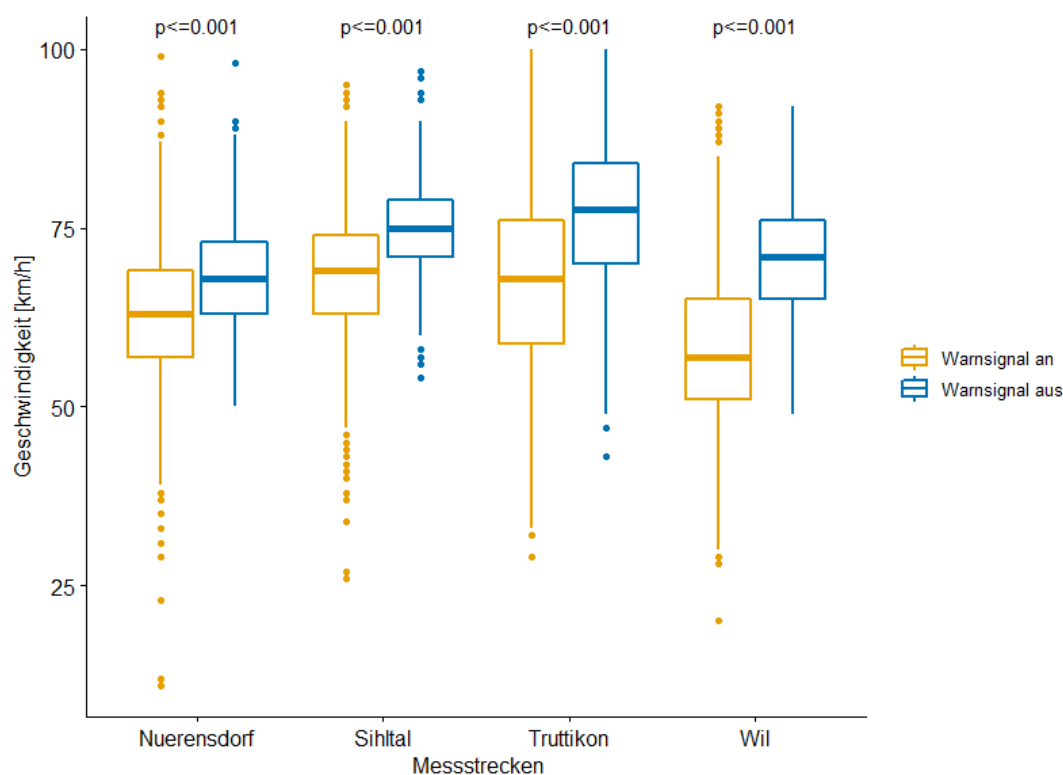


Abb. 7: Gemessene Geschwindigkeiten an den Teststrecken während den Testmessungen (Warnsignal an, orange) und während den Vergleichsmessungen (Warnsignal aus, blau).

Es ist davon auszugehen, dass eine Reduktion der Geschwindigkeit mit einer erhöhten Bremsbereitschaft der Fahrzeuglenker einhergeht. Unfälle mit Wildtieren können nur verhindert werden, wenn Verkehrsteilnehmende beim Auslösen der Warnsignale ihre Fahrweise anpassen. Die Sicherstellung der Bremsbereitschaft und die Reduktion der Geschwindigkeit führen dazu, dass die Anhaltstrecke markant verringert wird (Abb. 8).

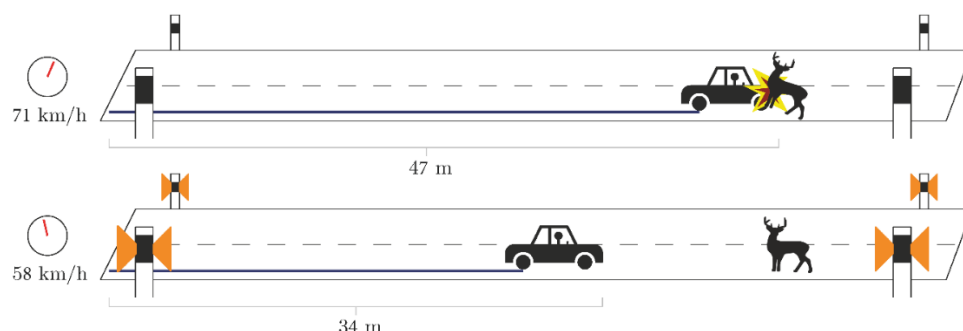


Abb. 8: Bei eingeschaltetem Warnsignal reduzierte sich die durchschnittliche Geschwindigkeit auf der Teststrecke Wil ZH von 71 auf 58 Kilometer pro Stunde. Der theoretische Anhalteweg (Reaktionsweg und Bremsweg; $v/10 \cdot 3 + (v/10)^2/2$, wobei v = Geschwindigkeit in km/h) verkürzte sich dadurch von 47 auf 34 Meter.

3.1.2. Bremslichtmessungen

Der Methodenvergleich von Haslimeier (2019) zeigte, dass die Erfassung des Bremsverhaltens mittels Fotofallen wenig praktikabel ist, denn es entstanden beträchtliche Aufzeichnungsverzögerungen aufgrund des Speichervorgangs der Videosequenzen durch die Geräte. Die Erfassung des Bremsverhaltens mittels IP-Kamera (dieses System zeichnet konstant auf) eignete sich grundsätzlich sehr gut, jedoch blieb bei vielen Messphasen ein gewisser Anteil an nicht eindeutig zuordnungsbaaren Reaktionen. Dies ist grösstenteils dem Umstand geschuldet, dass das Bremsverhalten der Verkehrsteilnehmenden entlang der Strecke sehr variabel ist und je nach Bremsort nicht alle Ereignisse zuverlässig zugeteilt werden können. Ausserdem war die visuelle Auswertung der Videos und die Dokumentation der Reaktionen sehr zeitaufwändig. Als praktikabelste Methode stellte sich die Erfassung des Bremsverhaltens mittels Handzähler heraus. Die zeitliche Auflösung ist zwar weniger detailliert, dafür konnten alle Fahrzeuge unabhängig vom Bremsort erfasst werden.

Die Auswertungen ergaben, dass insgesamt 34.1 % der erfassten Fahrzeuge bei eingeschaltetem Warnsignal aktiv abbremsten. Dabei war auf allen vier Teststrecken der Anteil an Fahrzeuglenkenden, die bei eingeschaltetem Warnsignal bremsten, signifikant höher als in den Vergleichsmessungen bei ausgeschaltetem Warnsignal (2-Stichproben-test für Anteilswerte: Nürensdorf: $X^2=28.25$, $p<0.001$; Sihltal: $X^2=128.87$, $p<0.001$; Truttikon: $X^2=145.65$, $p<0.001$; Wil ZH: $X^2=187.73$, $p<0.001$; Abb. 9). Der Anteil abbremsender Fahrzeuge bei ausgeschaltetem Warnsignal lag bei 10 % oder weniger, ausser auf der Teststrecke Nürensdorf, die in einer abfallenden Kurvensituation liegt.

Bei blinkendem Warnsignal haben nur ein Drittel aller Fahrzeuge im Messbereich (Distanz von 100-150 Meter zum Warnsignal) aktiv abgebremst. Unsere Beobachtungen während den Messungen weisen jedoch darauf hin, dass die Mehrheit der Verkehrsteilnehmenden bei Sicht auf die blinkenden AniMot-Module den Fuss vom Gas genommen hatte und so auf Höhe des Warnsignals die Geschwindigkeit reduziert hatte. Gefährliche Bremsmanöver konnten keine beobachtet werden. Während den Testmessungen kam es weder zu einer Vollbremsung noch zu einem Ausweichmanöver.

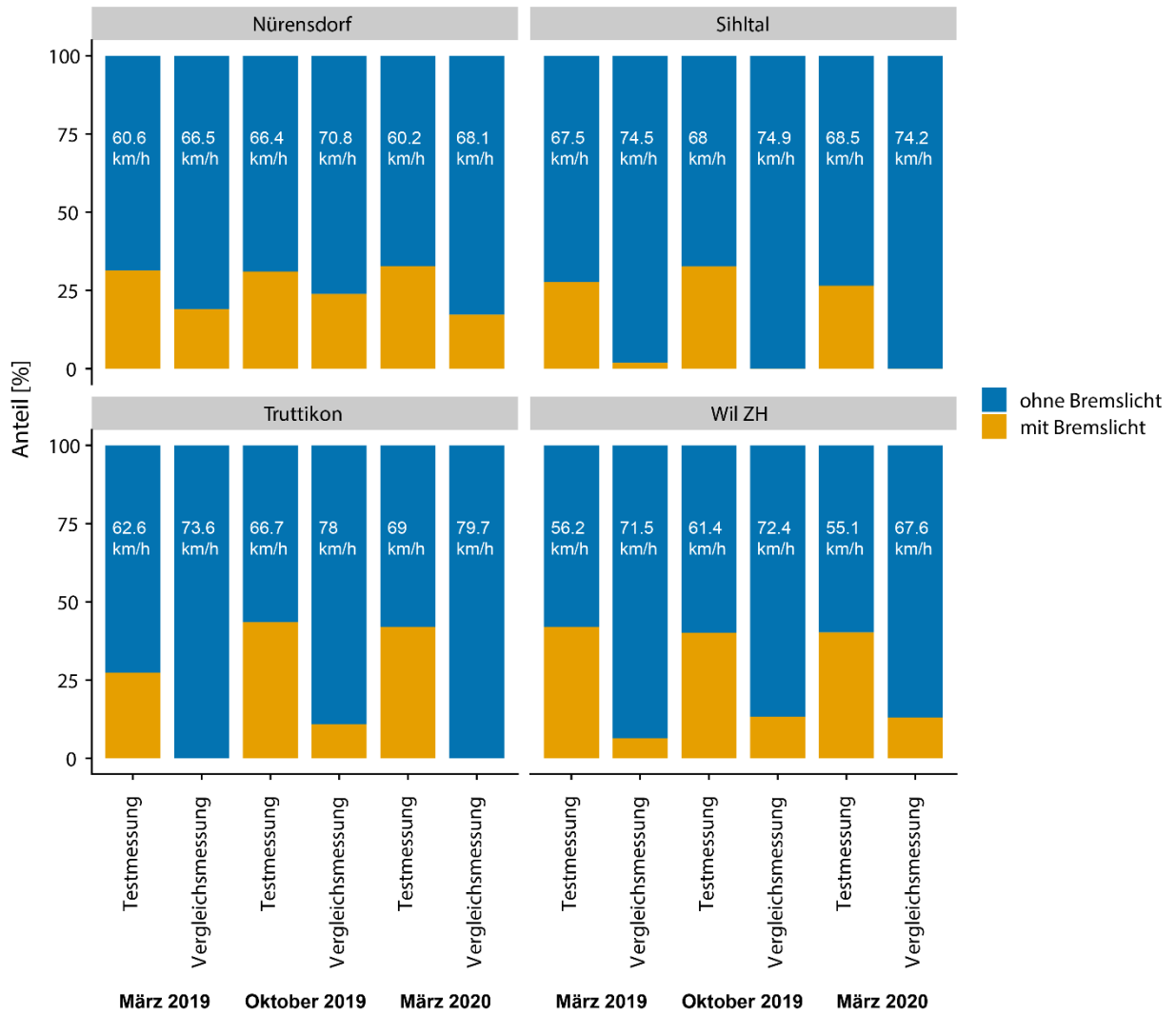


Abb. 9: Anteil aktiv bremsender Fahrzeuglenker (orange) gegenüber nicht aktiv bremsenden Fahrzeuglenkern (blau) während den Test- und Referenzmessungen. Bei den Testmessungen haben die AniMot-Module geblinkt bei den Referenzmessungen nicht.

3.2. Sensormessungen

Die Sensorreichweite eines AniMot-Wildwarnsystems variiert je nach Dichte und Höhe der Vegetation. Im Test mit dem AniMot-Prototyp V03 wurden insgesamt 528 Transekte in unterschiedlichen Vegetationstypen zurückgelegt. Die Aktivierung des Warnsignals erfolgte in niedriger Vegetation (Vegetationshöhe < 0.5 Meter in Wiesen und Wäldern mit Krautschicht) im Durchschnitt bei 18 Meter Entfernung zum AniMot-Modul, resp. 11 Meter Entfernung zur Strasse (Abb. 10). Die maximal gemessene Sensorreichweite betrug 28 Meter.

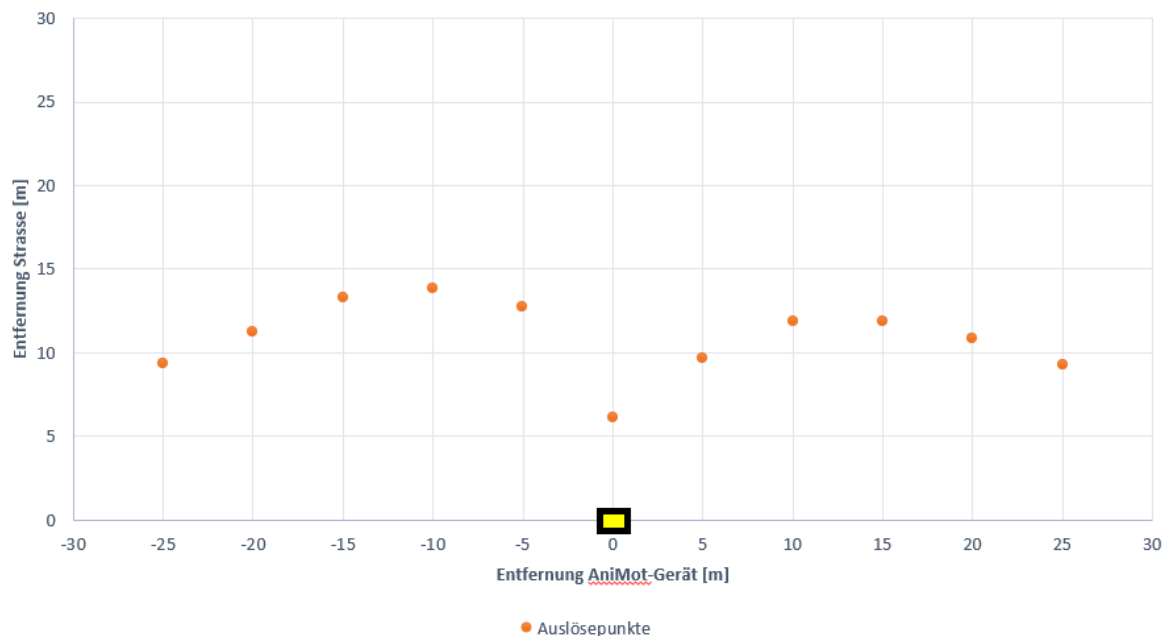


Abb. 10: Sensormessung auf einer gemähten Wiese mit dem AniMot-Prototyp V03, welcher zwischen Juni 2020 und März 2021 an den Teststrecken im Kanton Zürich montiert war. Die Auslösepunkte entsprechen dem Median von drei Messungen pro Transekt. (Siehe auch Abb. 6 Versuchsdesign der Sensormessungen.)

Bei allen Messungen in den Vegetationstypen mit niedriger oder lockerer Vegetation wurden die AniMot-Module in 253 von 297 Messungen (85 %) durch die Versuchsperson aktiviert (Tab. 2). Bei den Messungen auf einem Fussballrasen mit dem sich langsam fortbewegenden Hund blinkten die Module in 32 von 33 Messungen (97 %). Nur wenn sich der Hund rennend, mit hoher Geschwindigkeit, fortbewegte, wurde das Warnsignal weniger oft, in 22 von 33 Messungen (67 %) ausgelöst.

- An geraden Strassenabschnitten mit niedriger Vegetation können die Strassenleitpfosten mit den AniMot-Modulen bis zu 50 Meter auseinander stehen und die Überwachung des Strassenrandbereichs ist gewährleistet.
- Steile Böschungen können die Erfassung beeinträchtigen (Winkel & Geschwindigkeit der Wildtiere). Bei besonders kritischen Stellen können zusätzliche AniMot-Module mit abgedeckten LED-Leisten oberhalb der Böschung installiert werden. Wird ein Wildtier erfasst, werden die Verkehrsteilnehmenden durch die blinkenden AniMot-Module an der Strasse frühzeitig vor einer möglichen Kollision gewarnt (Abb. 13). Diese Massnahme eignet sich auch für geschlossene Waldränder, zusätzliche AniMot-Module mit abgedeckten LED-Leisten können in die dahinterliegende Vegetation platziert werden.

Tab. 2: Anzahl Auslösungen in den Vegetationstypen niedrige und lockere Vegetation.

Vegetationstyp	Anzahl Messungen	Anzahl Auslösungen	Auslösungen pro Messungen
Wiese (Höhe 20 cm)	99	90	91 %
Wald ohne Bodenvegetation	66	54	82 %
Wald mit Krautschicht	66	47	71 %
Fussballrasen	66	62	94 %

Dichte und hohe Vegetation (höher als die Versuchsperson resp. Hund), beispielsweise ein Waldrand mit Strauchschicht oder landwirtschaftliche Kulturen wie ein Gersten-, Mais- oder Sonnenblumenfeld, konnten die Sensoren nur selten durchdringen. Vereinzelt reichten die Sensoren 1 – 4 Meter in die Vegetation hinein, meist lösten die AniMot-Module aber erst beim Heraustreten der Versuchsperson aus.

- Bei geschlossener und hoher Vegetation (Wildtier nicht sichtbar, durch Vegetation gänzlich verdeckt) muss je nach Abstand der Randleitpfosten ein regelmässig gemähter Grünstreifen von mindestens 3 – 4 Meter für eine lückenlose Sensorerfassung vorhanden sein (Tab. 3, Abb. 11). Die erforderliche Breite des Grünstreifens kann aber auch durch das Setzen zusätzlicher Strassenleitpfosten verkleinert werden (Abb. 12).

Tab. 3: Mindestbreite des gemähten Grünstreifens in Abhängigkeit des Abstands der Strassenleitpfosten für die AniMot-Module der Version V03 mit einem Aufnahmewinkel von 160 Grad.

Abstand der Randleitpfosten [m]	Mindestbreite des Grünstreifens mit niedriger Vegetation [m]
50	4.4
40	3.5
30	2.6
20	1.8
10	0.9

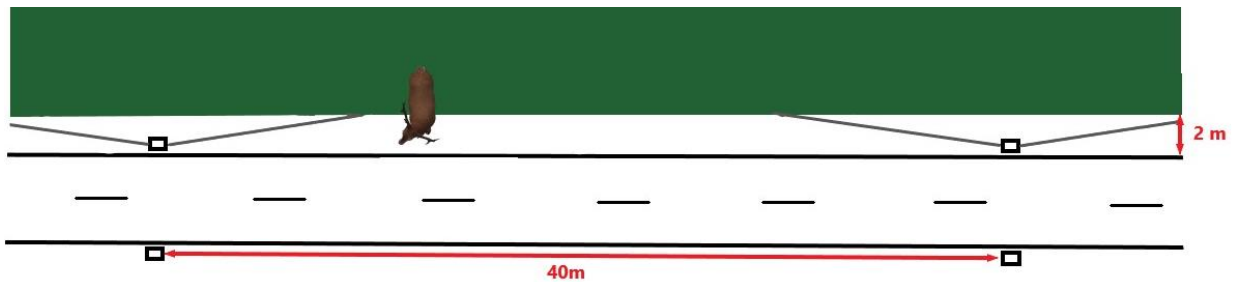


Abb. 11: Reicht eine dichte und hohe Vegetation zu nahe an die Strasse, ist die Erfassung nicht lückenlos möglich. Bei einem Randleitpfostenabstand von 40 Meter und einem Grünstreifen von 2 Metern kann ein Wildtier auf die Strasse gelangen ohne den Erfassungsbereich der Sensoren zu durchschreiten.

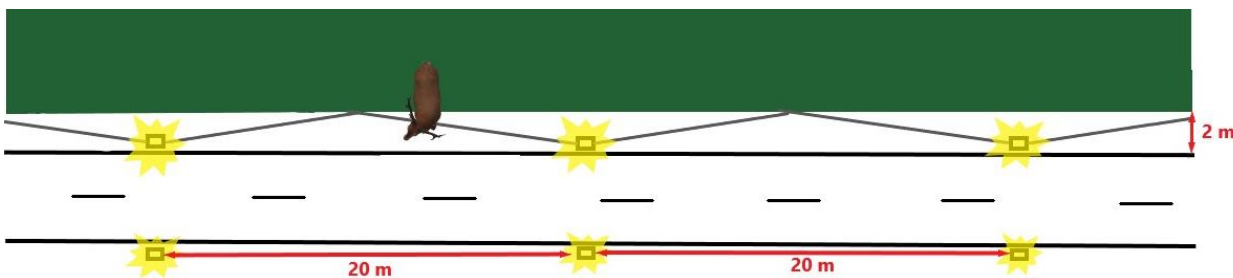


Abb. 12: Kann bei angrenzender dichter und hoher Vegetation nur ein schmaler Strassenrandbereich freigehalten werden, können zusätzliche Randleitpfosten mit AniMot-Modulen installiert werden. Mit der Reduktion der Distanz zwischen den AniMot-Modulen auf 20 m ist auch bei einer Grünstreifenbreite von 2 Metern eine durchgängige Erfassung möglich.

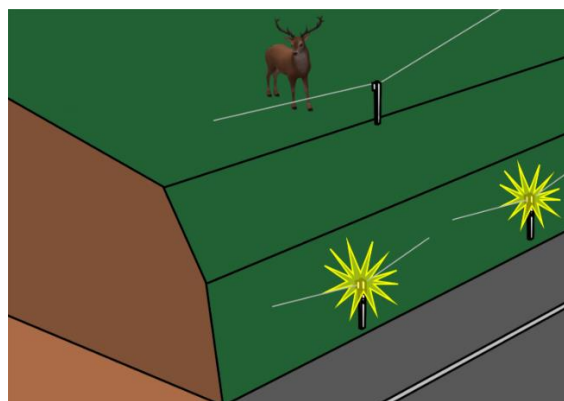


Abb. 13: Durch die versetzte Montage von zusätzlichen AniMot-Modulen können Verkehrsteilnehmende auch in Spezialsituationen wie steilen Strassenböschungen frühzeitig gewarnt werden.

3.3. Wildtierunfälle auf den Teststrecken

Wildtierunfälle werden durch verschiedene Faktoren wie Verkehrsaufkommen, Fahrgeschwindigkeit, Übersichtlichkeit oder Wildtierdichte beeinflusst (Suter et al. 2021). In der zweijährigen Projektlaufzeit war es deshalb nicht möglich, die Wirksamkeit des AniMot-Wildwarnsystems anhand statistischer Verfahren zu prüfen. Dafür ist eine mehrjährige Laufzeit und ein grösserer Stichprobenumfang erforderlich. Zudem befand sich das AniMot-Wildwarnsystem noch in der Test- und Entwicklungsphase, was sich auf die Zuverlässigkeit des Systems auswirkte. Die Module mussten aufgrund von Neuentwicklungen, Fehlauslösungen oder Ausfällen mehrmals entfernt, umprogrammiert oder ersetzt werden.

Basierend auf den Fallwilddaten der kantonalen Jagdverwaltungen sowie Informationen der Wildhüter und Jagdaufseher zeigen die folgenden Kartenausschnitte die Fallwildsituation während der Projektlaufzeit auf. Das Fallwild ist in die Kategorien «aktive AniMot-Module» und «inaktive oder unzuverlässige Funktionsweise der AniMot-Module» gegliedert.

Kanton Zürich

Im Kanton Zürich ereigneten sich auf den vier Teststrecken (Strassenabschnitte von 370-570 Meter Länge) vor Inbetriebnahme des AniMot-Wildwarnsystems jährlich rund 13 Wildtierunfälle. Zwischen Mai 2019 und Mai 2021 ereigneten sich während des aktiven AniMot-Betriebs vier Wildtierunfälle. Bei inaktiven Modulen (Wildwarnsystem ausser Betrieb gesetzt), Ausfällen oder unzuverlässiger Funktionsweise aufgrund fehlender Akkuleistung (Feuchtigkeit im Gehäuse) ereigneten sich 11 Unfälle mit Wildtieren (Abb. 14-17).



Abb. 14: Wildtierunfälle an der Teststrecke Wil ZH zwischen März 2019 und März 2021. Bei aktiviertem AniMot Wildwarnsystem wurde am 24.9.2020 ein Reh angefahren. Bei inaktiven AniMot-Modulen am 21.4.2019 ein Reh und am 6.7.2019 zwei Sikahirsche (Kuh & Kalb). Beim Wildtierunfall mit einem Reh am 17.8.2019 haben die AniMot-Module nicht ausgelöst (mündl. Mitteilung Ueli Hug, Jagdgesellschaft Wil).



Abb. 15: Wildtierunfälle an der Teststrecke Truttikon zwischen März 2019 und März 2021. Bei aktiviertem AniMot Wildwarnsystem wurden am 17.12.2019 und 15.01.2020 je ein Reh angefahren. Wildtierunfälle bei inaktiven AniMot-Modulen ereigneten sich am 14.04.2019 mit einem Reh, am 15.06.2019 mit einem Dachs und am 16.4.2020 mit einem Reh.

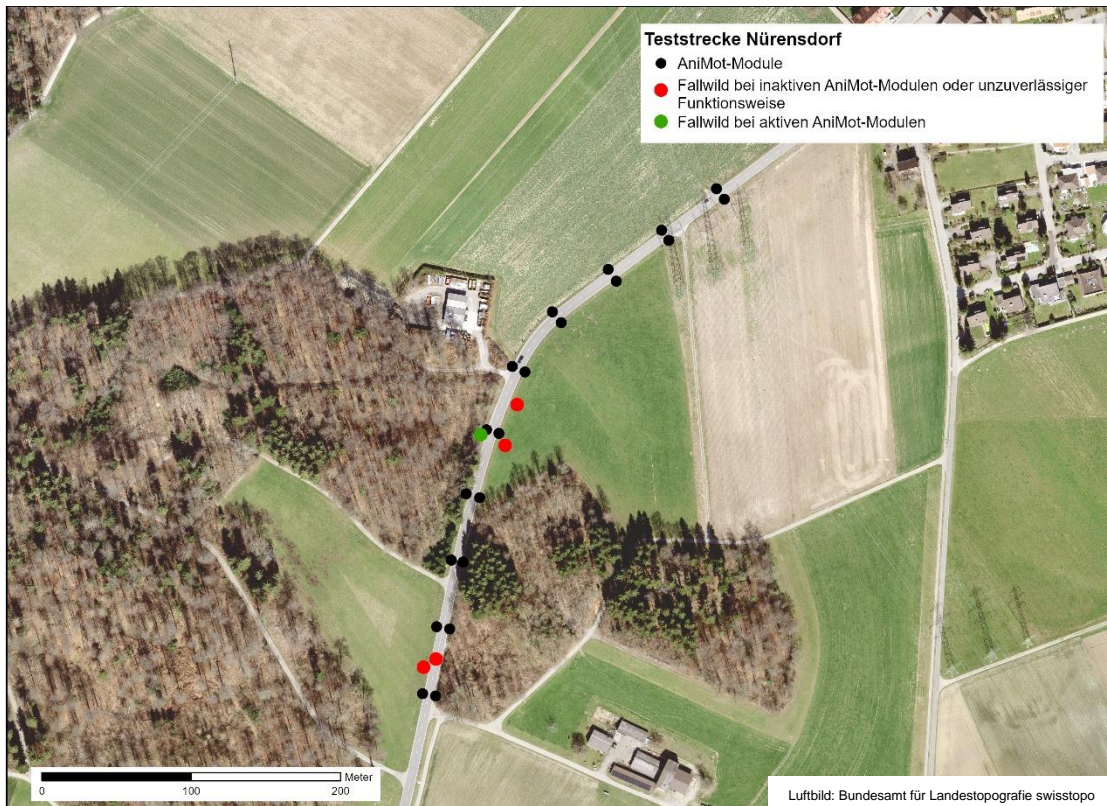


Abb. 16: Wildtierunfälle an der Teststrecke Nürensdorf zwischen März 2019 und März 2021. Bei aktiviertem AniMot Wildwarnsystem wurde am 08.03.2020 ein Reh angefahren. Bei inaktivierten AniMot-Modulen am 29.7.2019 und 29.06.2020 je ein Reh. Die Wildtierunfälle am 05.02.2020 mit einem Rotfuchs und am 28.02.2020 mit einem Dachs ereigneten sich in der Zeitspanne, in welcher die AniMot-Module aufgrund der fehlenden Akkuleistung nur unzuverlässig funktionierten.



Abb.17: Wildtierunfälle an der Teststrecke Sihltal zwischen März 2019 und März 2021. Beim Wildtierunfall mit einem Reh am 10.02.2020 haben die AniMot-Module nicht ausgelöst (mündl. Mitteilung Markus Grob, Jagdgesellschaft Langnau a.A.).

Kanton Obwalden

Auf dem Strassenabschnitt zwischen Wisserlen und St. Jakob ereigneten sich jährlich rund 20 Unfälle mit Rehen, Füchsen oder Dachsen. Seit Mai 2019 ist auf einer Länge von 1.5 km das AniMot Wildwarnsystem in Betrieb (Abb. 18). Zwischen Mai 2019 und Mai 2021 ereigneten sich vier Wildtierunfälle mit 2 Rehen, 1 Fuchs und 1 Dachs. Im Kartenausschnitt sind nur zwei Wildtierunfälle abgebildet, da zu den anderen Unfallereignissen genauere Daten fehlen.

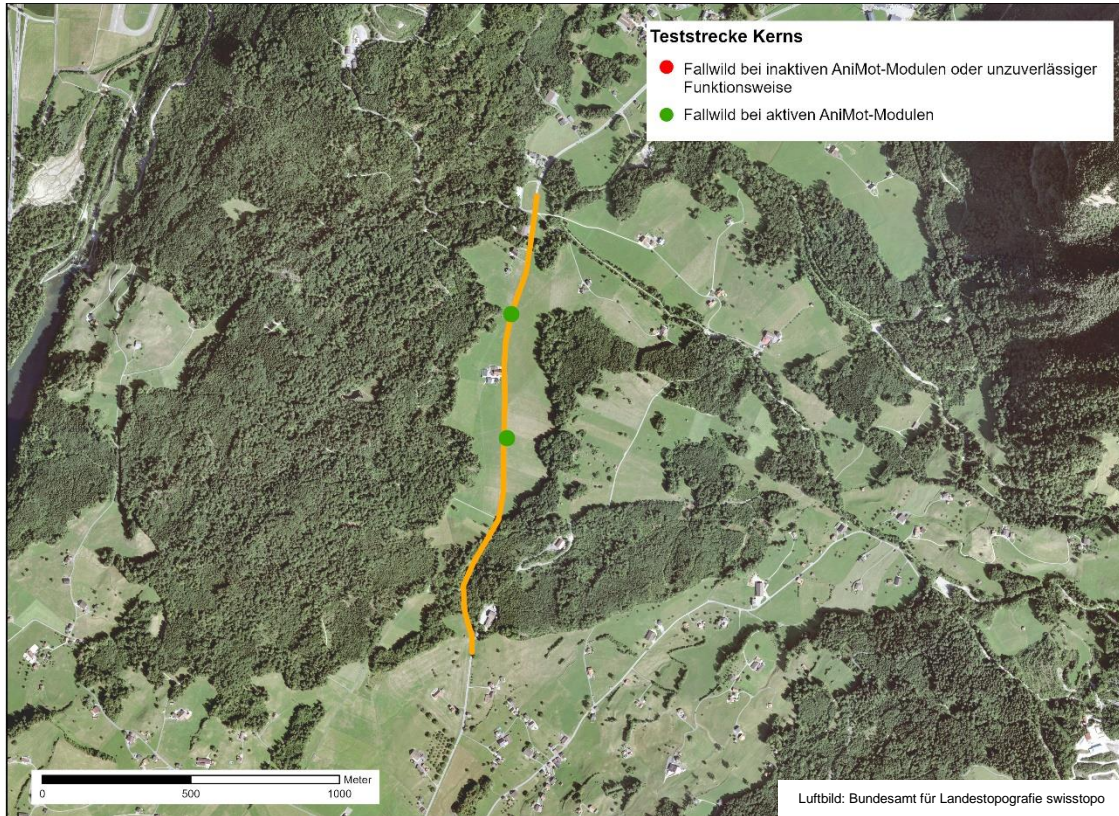


Abb. 18: Wildtierunfälle an der Teststrecke Kerns zwischen Mai 2019 und März 2021. Bei aktiviertem AniMot Wildwarnsystem wurde am 13.10.2020 ein Reh, am 17.05.2021 ein Fuchs angefahren. Zu den Unfallereignissen mit einem zweiten Reh und einem Dachs fehlen genauere Daten.

Kanton Basel- Landschaft

Die Teststrecken zwischen Ziefen und der Grenze zum Kanton Solothurn, sowie zwischen Aesch und Ettingen wurden im Frühling 2019 errichtet. Die Teststrecke zwischen Laufen und Breitenbach wurde erst im Mai 2021 erstellt. Zu den Wildunfallereignissen vor der Inbetriebnahme des AniMot Wildwarnsystems fehlen genauere Daten. Seit April 2019 ereigneten sich tagsüber, bei inaktiven AniMot-Modulen vier Verkehrsunfälle mit Füchsen (Abb. 19-20). Auf der Teststrecke in Laufen ereigneten sich seit der Inbetriebnahme des Systems keine Wildtierunfälle (Abb. 21).

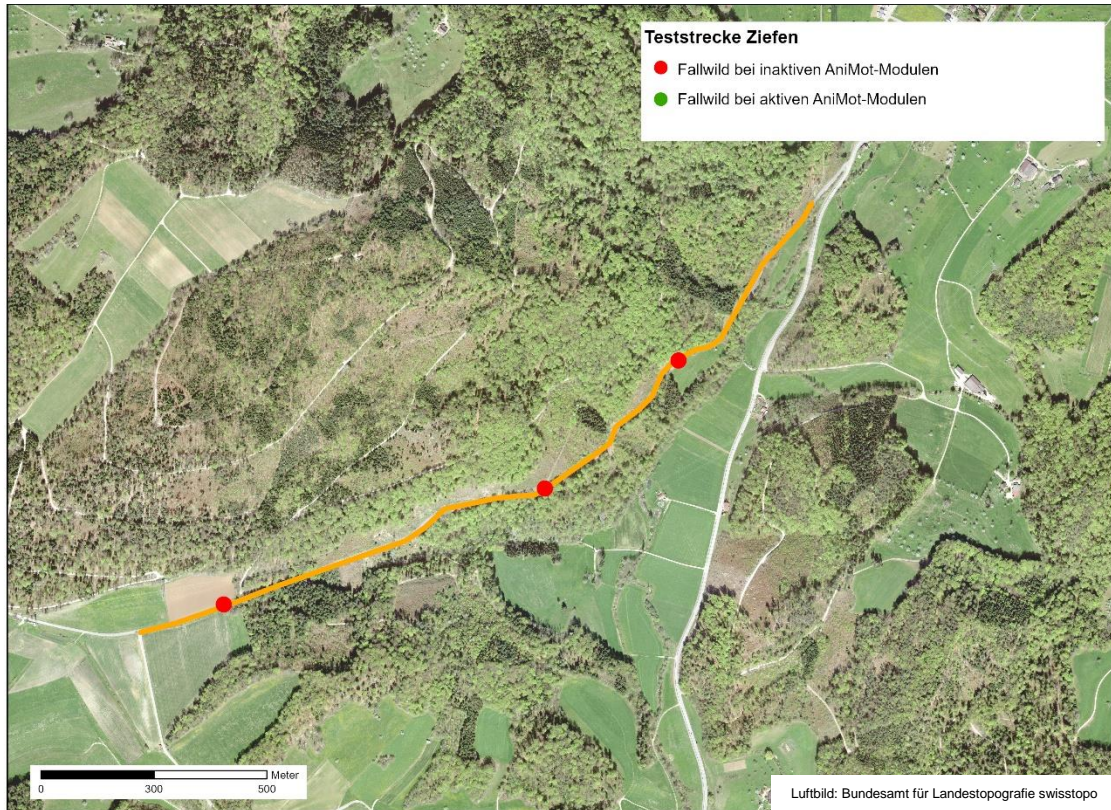


Abb. 19: Wildtierunfälle an der Teststrecke Ziefen zwischen April 2019 und Mai 2021. Bei inaktiviertem AniMot Wildwarnsystem wurden seit der Montage im April 2019 drei Füchse angefahren. Während der Projektlaufzeit gab es keine Wildtierunfälle bei aktivem AniMot-Wildwarnsystem.

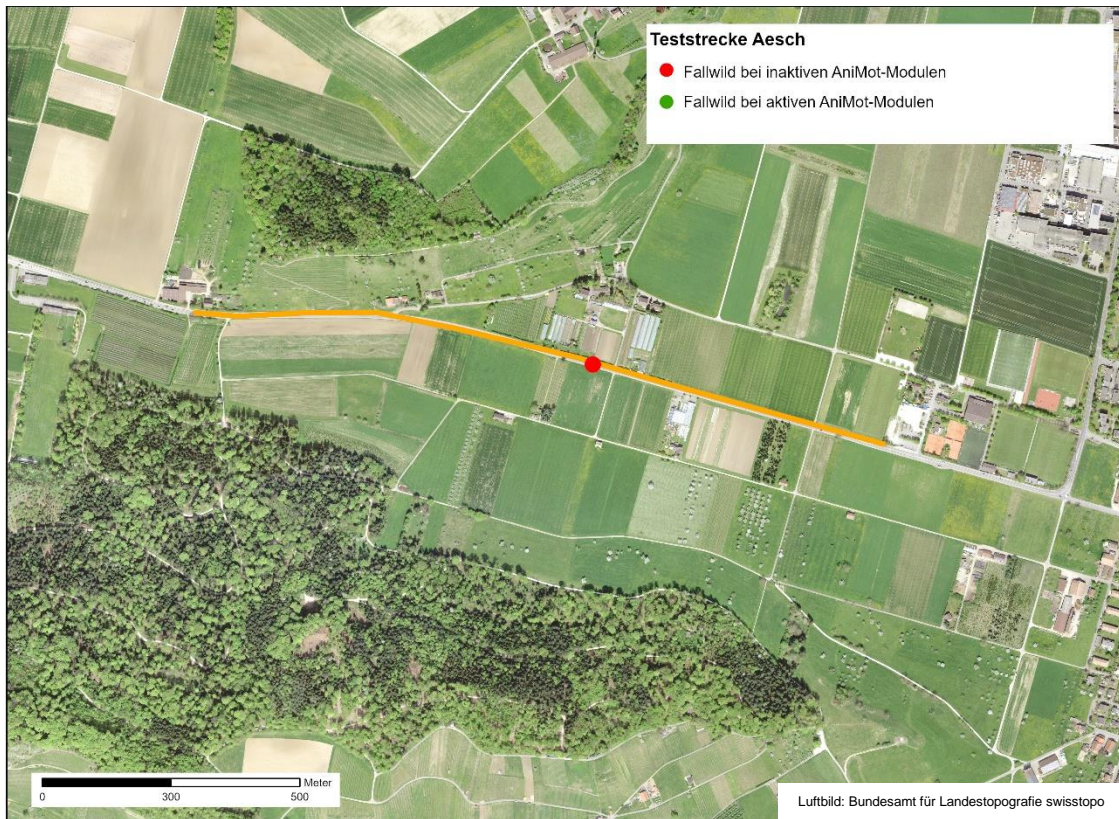


Abb. 6: Wildtierunfälle an der Teststrecke Aesch zwischen Juni 2019 und Mai 2021. Seit der Montage des AniMot Wildwarnsystems wurde ein Fuchs tagsüber, bei inaktiven AniMot-Modulen angefahren.

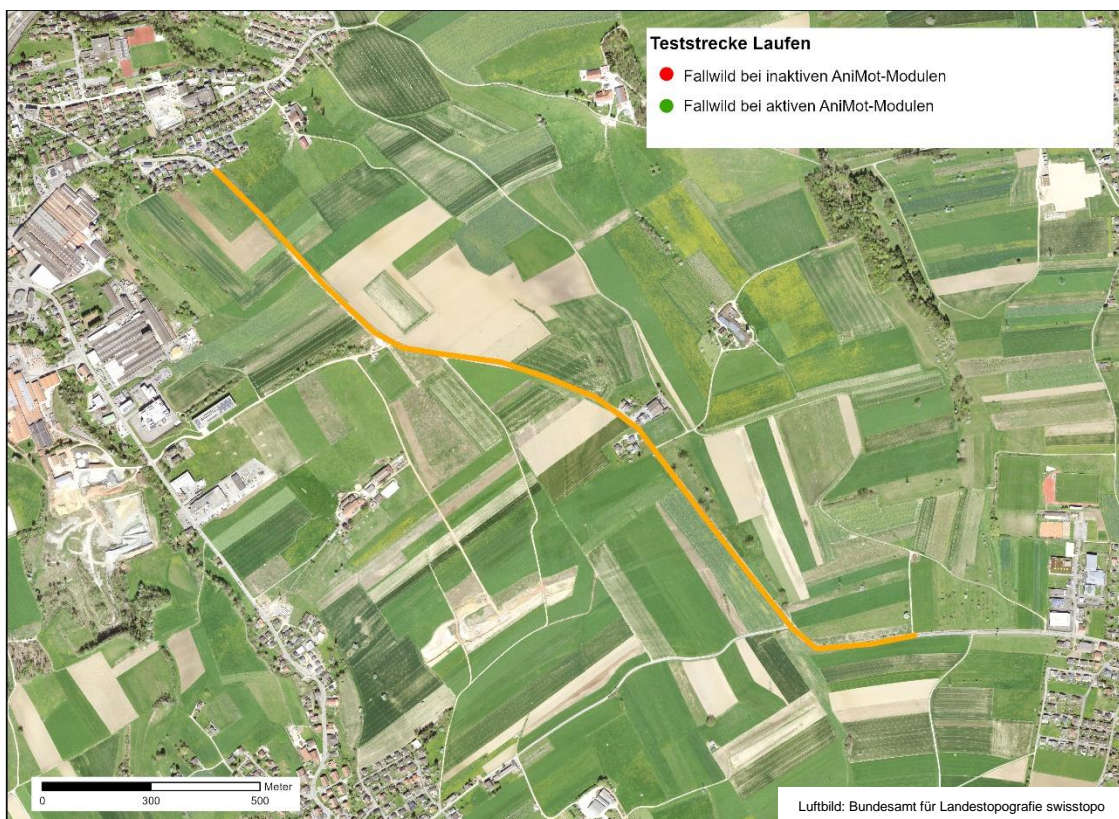


Abb. 21: Seit der Montage am 11.5.2021 ereigneten sich auf dem zwei Kilometer langen Strassenabschnitt keine Unfälle mit Wildtieren.

4. Empfehlungen

Potenzial von AniMot

AniMot ist ein Wildwarnsystem, das Verkehrsteilnehmende vor Wildtieren in Strassennähe warnt. Beim Aufleuchten der Module wird der Fokus der Verkehrsteilnehmenden auf den potenziell gefährdeten Strassenabschnitt (70-100 Meter) gelenkt. Die Installation erfolgt an die bestehende Strasseninfrastruktur. Das modulare Konzept ermöglicht auch nach der Installation flexibel auf sich verändernde Standortbedingungen wie Landnutzungsänderungen oder Bauprojekte zu reagieren.

Die umfangreichen Tests der Prototypen haben gezeigt, dass die Wirksamkeit des Systems auf der Seite der Verkehrsteilnehmenden gegeben ist. Über die langfristige Wirksamkeit, Zuverlässigkeit und Dauerhaftigkeit der AniMot-Wildwarnanlage kann noch keine Aussage gemacht werden.

Planung einer AniMot Wildwarnanlage

Anders als bei Präventionsmassnahmen, welche mit Licht-, Ton- oder Geruchssignalen auf Wildtiere einwirken, handelt es sich bei AniMot um ein Wildwarnsystem, das Verkehrsteilnehmende durch ein Lichtsignal vor einer möglichen Kollision warnt. Die Planung und Inbetriebnahme einer Anlage sollten daher koordiniert durch die zuständigen kantonalen Verwaltungen erfolgen (Abb. 22).



Abb. 22: Möglicher Ablauf für die Inbetriebnahme einer AniMot-Wildwarnanlage

Standortwahl

Wildtierunfälle ereignen sich nicht zufällig, eine Reihe unterschiedlicher Faktoren wirken auf das Risiko für die Unfälle ein. Häufig geschehen Wildtierunfälle in Situationen, in denen Verkehrsinfrastrukturen günstige Wildtierlebensräume oder Leitstrukturen, wie Gewässer, Waldränder oder Hecken durchqueren oder sich gute Äsungsbedingungen in Fahrbahnnähe befinden. Konkret häufen sich Wildtierunfälle auf Strecken mit hohem Verkehrsaufkommen, hohen Fahrgeschwindigkeiten und schlechten Sichtbedingungen (Suter et al. 2021). Das AniMot Wildwarnsystem soll ausschliesslich an Wildunfall-Hotspots installiert werden. Die Standortwahl und Prüfung vor Ort sowie die Definition der Hotspotlänge sollte durch die kantonale Jagdverwaltung erfolgen.

Bevor nicht eine AniMot-Version mit getrennten Sensor- und Signaleinheiten entwickelt wurde, eignen sich Streckenabschnitte mit separat geführten Radwegen, parallel geführten Bahnlinien, Strassen oder Wegen im Radius von 30 Metern nicht für das AniMot Wildwarnsystem.

Inbetriebnahme und Wartung

Die Montage, Signalisation und Wartung der Anlage erfolgt idealerweise durch das Tiefbauamt, kann aber auch durch Auftragnehmer erfolgen. Damit die Sensoren den Strassenrandbereich lückenlos erfassen, ist bei der Montage die Einteilung der Randleitpfosten zu überprüfen. Je nach Vegetationsdichte und Distanz zwischen Strasse und Wald oder landwirtschaftlicher Kultur sind Anpassungen vorzunehmen (Abb. 11-12). Wenn möglich sollten die Fundamente neu einbetoniert werden, damit die Randleitpfosten gerade und gut stehen. Die Wartung der AniMot-Module soll mindestens vier Mal im Jahr erfolgen. Dabei werden die Module auf Defekte geprüft und die Funktionstüchtigkeit kontrolliert. Die Entwickler von AniMot arbeiten an einer App, welche Fehlauflösungen oder Ausfälle eines Moduls meldet. Fehlerhafte oder defekte Module einer AniMot Wildwarnanlage können so rasch ausgetauscht werden. Bei der Pflege der Grünstreifen sollte darauf geachtet werden, dass die Randleitpfosten nicht einwachsen. Die Strassenrandvegetation soll niedrig gehalten und mindestens zwei Mal pro Jahr gemäht werden.

Kontakt für Fragen und Erfahrungsaustausch zur Wartung: Urs Rippstein Fachbereich Signalisation Kanton Basel-Landschaft, Tel.: 061 552 44 87, E- Mail: urs.rippstein@bl.ch oder Sabine Dahl s.dahl@animot.eu +43 664 43 020 87.

Information der Bevölkerung

Unfälle mit Wildtieren können nur verhindert werden, wenn Verkehrsteilnehmende beim Aufblinken der Anlage ihre Fahrweise anpassen. Die Aufmerksamkeit und Reaktionsbereitschaft müssen erhöht und die Geschwindigkeit reduziert werden. Im Gegensatz zu einer klassischen Wildwarnanlage, welche anhand einer Signalisation die Geschwindigkeitsbegrenzung temporär auf 40 km/h reduziert, erfolgt mit dem Aufblinken der AniMot-Module keine klare Handlungsanweisung. Die Bevölkerung über das Wildwarnsystem zu informieren, ist deshalb zentral. Eine Informationskampagne sollte über verschiedene Kanäle wie Zeitungen, Radio, TV, etc. erfolgen, um alle Altersgruppen zu erreichen. Mit einem Informationsblatt, welches beispielsweise durch das Strassenverkehrsamt mit der Rechnung der Strassenverkehrsabgabe oder dem Lernfahrausweis verschickt wird, könnten viele Verkehrsteilnehmende erreicht werden.

Vorschläge für die Weiterentwicklung der AniMot-Wildwarnanlage

Um die AniMot-Module vor Vandalismus und den Unterhaltsarbeiten an der Strasse besser zu schützen, könnte die Technik direkt in den Randleitpfosten integriert werden.

Für Wildunfall-Hotspots, welche an parallel geführte Radwege, Bahnlinien, Wege oder Böschungen grenzen, wäre die Entwicklung zusätzlicher Module von Vorteil, die abseits der Strasse montiert werden und die Erfassung von Wildtieren an die AniMot-Module der Wildwarnanlage weiterleiten.

Um die Zuverlässigkeit der Wildwarnanlage zu gewährleisten, sollten Ausfälle und Fehlauflösungen rasch erkannt werden. Eine App, welche den Verantwortlichen Störungen meldet, wäre ideal.

5. Ausblick

Sensorreichweite und Auslösezuverlässigkeit der serienreifen AniMot-Module

Die neuste und serienreife AniMot-Version ist voraussichtlich ab Mai 2022 erhältlich. Neben einer höheren Akkukapazität wurden auch weitere Primär- und Subsensoren verbaut, so dass Wildtiere noch früher und zuverlässiger erfasst werden. Um an den Wildunfall-Hotspots den maximalen Abstand der Randleitpfosten zu bestimmen, sind die Sensormessungen in den unterschiedlichen Vegetationstypen zu wiederholen. Auch die Auslösezuverlässigkeit mit sich rasch bewegenden Tieren, z.B. rennenden Hunden, sollte wiederholt werden.

Betriebskosten

Die Betriebskosten des Wildwarnsystems konnten wir anhand der Prototypen nicht genau ermitteln. Zentral ist der Wartungsaufwand im Jahresverlauf und der Aufwand, um AniMot-Module mit Fehlauflösungen oder Defekten zu ersetzen.

Fallwildentwicklung

Um zu prüfen, ob die AniMot-Wildwarnanlage zu einer signifikanten und nachhaltigen Reduktion der Wildtierunfälle führt, müssen die Fallwildzahlen über einen Zeitraum von mindestens fünf Jahren sauber dokumentiert und analysiert, sowie mit Zahlen aus vorangegangenen Jahren verglichen werden. Die Stichprobe sollte dabei auf mindestens 30 Strecken erhöht werden. Landwirtschaftliche Kulturen können jährlich ändern, auch der Abstand zu der Strasse kann variieren, was bei der Fallwildanalyse mitberücksichtigt werden sollte.

Zukünftige Studien zur Wirksamkeit von Präventionsmethoden sollten zudem einen Vergleich der verunfallten Wildtiere im Verhältnis zu den erfolgreichen Wildtierquerungen über die Verkehrsinfrastruktur anstreben. Das Verhalten der Wildtiere sowie die Anzahl Strassenquerungen kann anhand von Wärmebildkameras dokumentiert werden.

Einfluss auf das Verhalten der Wildtiere

Ob oder wie die AniMot-Module das Verhalten der Wildtiere beeinflussen, wurde nicht untersucht. Vor allem bei kurzen Wildunfall-Hotspots bleibt die Frage offen, ob Wildtiere die mit AniMot-Modulen ausgestatteten Strassenabschnitte meiden. Dies könnte zu einer räumlichen Verschiebung der Wechsel führen. Deshalb sollten Wildtierunfälle im Umkreis mehrerer hundert Meter um die AniMot-Wildwarnanlage mit der Angabe von Koordinaten, Datum, Zeit und Tierart erfasst werden.

Rückschlüsse auf die Aktivität von Wildtieren im Strassenbereich kann die Auswertung der Anzahl Auslösungen geben. Jedes AniMot-Modul speichert die hierfür benötigten Daten, welche bei der neusten AniMot-Version über LoRaWAN übermittelt werden können.

Literatur

- ASTRA. 2021. Strassenverkehrsunfall-Statistik Übersicht: Unfalltypengruppen ganze Schweiz; 2020 - Bericht 120 (aktualisiert am 04.03.2021). Schweizerische Eidgenossenschaft, Bern.
- D'Angelo G. J., D'Angelo J. G., Gallagher G. R., Osborn D. A., Miller K. V. & Warren R. J. 2010. Evaluation of wildlife warning reflectors for altering white-tailed deer behavior along roadways. *Wildlife Society Bulletin*, 34 (4), S. 1175-1183.
- BAFU. 2021. Jagdstatistik. Verfügbar unter: <https://www.jagdstatistik.ch/>
- Barrientos R. & Bolonio L. 2009. The presence of rabbits adjacent to roads increases polecat road mortality. *Biodiversity and Conservation*, 18, S. 405-418.
- Elmeros M., Winbladh J. K., Andersen P. N., Madsen A. B. & Christensen J. T. 2011. Effectiveness of odour repellents on red deer (*Cervus elaphus*) and roe deer (*Capreolus capreolus*): a field test. *European Journal of Wildlife Research*, 57 (6), S. 1223-1226.
- Gulen S., McCabe G. P., Rosenthal I., Wolfe S. E. & Anderson V. L. 2006. Evaluation of wildlife reflectors in reducing vehicle-deer collisions on Indiana interstate 80/90. Indiana Department of Transportation and Purdue University, West Lafayette.
- Haslimeier L. 2019. Prävention von Wildtierunfällen – Reaktion der Automobilisten auf das Wildwarnsystem AniMot. Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil.
- Huijser M. P., Holland T. D., Blank M., Greenwood M. C., McGowen P. T., Hubbard B., & Wang S. 2009. The comparison of animal detection systems in a test-bed: a quantitative comparison of system reliability and experiences with operation and maintenance. Final report. Western Transportation Institute, College of Engineering, Department of Mathematical Sciences Montana State University, Bozeman.
- Huijser M. & Hayden L. 2010. Evaluation of the reliability of an animal detection system in a test-bed - Final report. Western Transportation Institute and Montana State University, Bozeman.
- Jakob M. 2020. Prävention von Wildtierunfällen – Wirksamkeit eines neuen Systems zur Warnung von Verkehrsteilnehmern vor Wildtieren in Strassennähe. Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil.
- Kistler R. 1998. Wissenschaftliche Begleitung der Wildwarnanlagen Calstrom WWA-12-S. Juli 1995 - November 1997, Schlussbericht. Infodienst Wildbiologie & Oekologie, Zürich.
- Mosler-Berger C. 2015. Was hilft gegen Wildunfälle auf Strassen wirklich? *FaunaFocus*, 20, S. 1-12.
- Putman R. J. 1997. Deer and road traffic accidents: options for management. *Journal of Environmental Management*, 51, S. 43-57.
- Seiler A., Sjölund M., Rosell C., Torrellas, M., Rolandsen C., Solberg E., Van Moorter B., Lindstrøm I. & Ringsby T. 2016. Case studies on the effect of local road and verge features on ungulate-vehicle collisions. Saferoad Technical Report, 7. Saferoad Wageningen University & Research, Wageningen.
- Strein M., Burghardt F., Haas F. & Suchant R. 2008. Pilotprojekt Elektronische Wildwarnanlage B292 bei Aglasterhausen - Endbericht. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg.
- Suter S. M., Reifler-Bächtiger M., Koch T., Stephani A., Laube P., Ratnaweera N., Kaelin I., Wróbel A. & Graf R. F. 2021. Praxishilfe zur Prävention von Wildtierunfällen auf Verkehrsinfrastrukturen. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Wädenswil.
- Ujvári M., Baagøe H. J. & Madsen A. B. 2004. Effectiveness of acoustic road markings in reducing deer-vehicle collisions: a behavioural study. *Wildlife Biology*, 10(1), S. 155-159.
- Van Langevelde F. & Jaarsma R. 2004. Using traffic flow theory to model traffic mortality in mammals. *Landscape Ecology*, 19, S. 895-907.