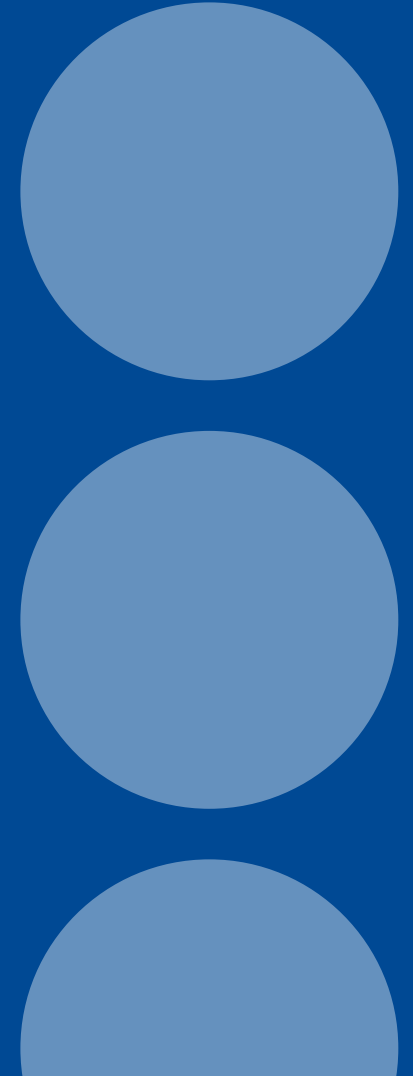


Raubtiere unter Kontrolle

Absicherung von Tiergehegen der
Sicherheitsstufe III

Georg Nischalke-Fehn, 09. Juli 2021



Übersicht

- Zwischenfälle mit Tieren in Zoos
- IFA Projekt
 - Trennung der Gehege Bereiche
 - Tierdetektion
 - Analyse bekannter Sensortechnologien
 - Neuentwicklung geeigneter Sensoren
 - RFID Tierdetektionssystem
 - Kamerabasierte Tieridentifikation
 - Ausblick

Zwischenfälle mit Tieren in Zoos

Unfallmeldungen, Arbeitsabläufe, Unfallanalyse

Horror-Szenen: Tiger attackiert Zoowärterin

07.11.17, 06:20 Uhr

Female zookeeper is mauled by a tiger and left fighting for life in Russia [dailyml ai/2ywtlg5n](#)
21.08. - 5. Nov. 2017



Horrifying moment Russian zookeeper is mauled by a tiger
The 16-year-old male tiger, called Typhoon, attacked a young female zookeeper at Kaliningrad Zoo after part of its cage was accidentally

[dailyml.co.uk](#)

Zoo-Wärterin stirbt bei Tigerangriff

Eine offenbar nachlässig geschlossene Sicherheitsschleuse hat im Kölner Zoo für eine Tragödie gesorgt. Ein Tiger entkam und tötete eine Pflegerin. Der Zoodirektor selbst erschoss schließlich das Tier.

Um die Käfige zu reinigen, verschloss die 43-Jährige die Schleusen erneut. Dabei hat sie wohl übersehen, dass sich nur das Weibchen und die drei Jungtiere auf dem Außengelände befanden. Plötzlich muss sich Altai, der sich aus ungeklärten Gründen noch im Innengehege aufhielt, auf sie gestürzt und zugebissen haben. Das bestätigt auch das

Tiger Rasputin tötet Pfleger mit Genick-Biss

Tödliches Drama im Münsteraner Zoo: Der Tiger Rasputin hat einen Pfleger im Allwetterzoo angefallen. Der 56-Jährige hatte nach Angaben des Zoodirektors offenbar vergessen, eine Käfigluke zu schließen.

Südkorea

Wärter stirbt nach Löwenangriff in Zoo

Seoul. Zwei Löwen haben vermutlich einen Wärter in einem Zoo der südkoreanischen Hauptstadt Seoul angegriffen und getötet.

Sumatra-Tiger im Zoo von Breslau tötet Wärter

Ein Sumatra-Tiger aus dem Zoo der südwestpolnischen Stadt Breslau hat seinen Wärter totgebissen.

Ein Sumatra-Tiger hat einen Zoowärter angegriffen und so schwer verletzt, dass er starb!

Das Unglück ereignete sich am Mittwochmorgen beim Reinigen der Käfige. Das berichtet die polnische Nachrichtenseite „The News“. Der Wärter, der bereits seit 20 Jahren in dem Zoo arbeiten soll, sperrte die Tiger dafür in einen anderen Raum.

Doch er verschloss die Tür nicht richtig – ein Tiger entwischte und zerfleichte den Mann!

Leopard tötet junge Tierpflegerin

Chemnitz (RPO). Im Chemitzer Tierpark hat sich am Samstagvormittag ein tödlicher Unfall ereignet. Eine 23-jähriger Pflegerin wurde von einem Leopard angefallen und getötet, als sie die Käfige reinigte. Der Tierparkdirektor hatte die junge Kollegin gefunden.

Urlaubsparadies Benidorm Sie wollte das Gehege reinigen – Tiger tötet Mitarbeiterin

Benidorm - Drama im Tier- und Freizeitpark Benidorm im Osten Spaniens. Eine Mitarbeiterin ist von einem Tiger angefallen worden. Für die 37-jährige Frau kam jede Hilfe zu spät. Die herbeigerufenen Ärzte hätten nur noch ihren Tod feststellen können, teilte ein Sprecher des Parks mit.

Unfall im Serengeti-Park: Löwen fallen Tierpfleger an



Löwen im Serengeti-Park in Hodenhagen bei Walsrode (Symbolbild)
Foto: dpa

Walsrode - Im Serengeti-Park in Hodenhagen in der Lüneburger Heide ist ein Tierpfleger von zwei Löwen angegriffen und schwer verletzt worden. Der erfahrene Pfleger betrat am Samstagmorgen kurz vor Parköffnung war, wie ein Sprecher der Polizei in Walsrode sagte.

Üblicher Arbeitsablauf an Tiergehegen

1. Überprüfen, wo sich die Tiere aufhalten
2. Falls erforderlich, Tiere in benachbarte Gehege locken/treiben
3. Schieber zwischen Gehegen mit Tieren und dem zu betretenden Gehege schließen und sichern
4. Überprüfen, ob wirklich keine Tiere im zu betretenden Gehege sind
5. Gehegezugang öffnen und Gehege betreten
6. Arbeiten im Gehege ausführen (z.B. Reinigung, Futter verteilen...)
7. Gehege verlassen und Gehegezugang verschließen
8. Schieber entriegeln und öffnen
9. Tiere ins Gehege lassen

Unfallursache – technischer Fehler oder Irrtum?

„... ging xxxxxx durch die Nordseite des Außengeheges als der Tiger durch einen nicht verschlossenen Schieber in das Gehege gelangte.“

“Ein Pfleger wurde getötet weil er vergaß einen Tiger aus seinem Gehege auszusperren bevor er hineinging, um es zu reinigen.“

„... dann aber offenbar vergessen, eine Klappe zwischen Außen- und Innengehege zu schließen.“

„Sie räumte ein, dass sie wohl die Tür zum Nachbargehege nicht richtig verschlossen habe.“

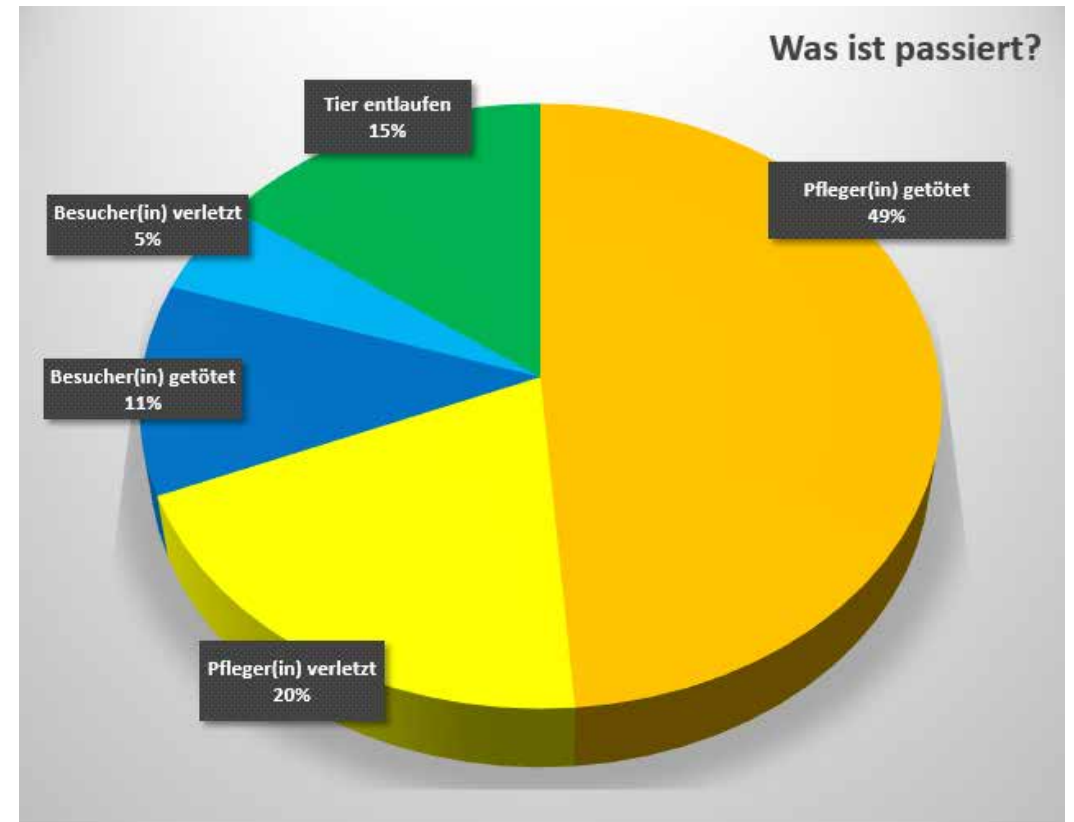
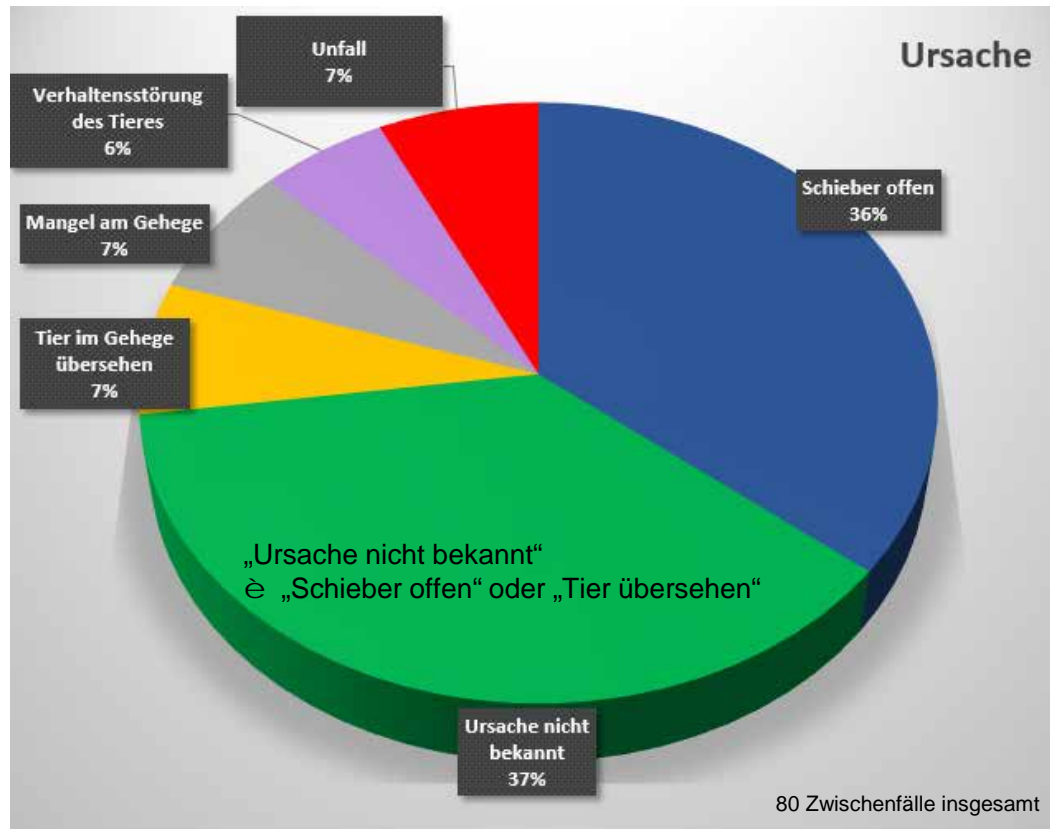
Normalerweise hätte der Mann sich erst vergewissern müssen, dass das Gehege leer sei. Dies vergaß der 24-Jährige offenbar.

„... putzte den Käfig des Kimba-Löwen, vergaß jedoch, das Tor ordnungsgemäß zu verschließen.“

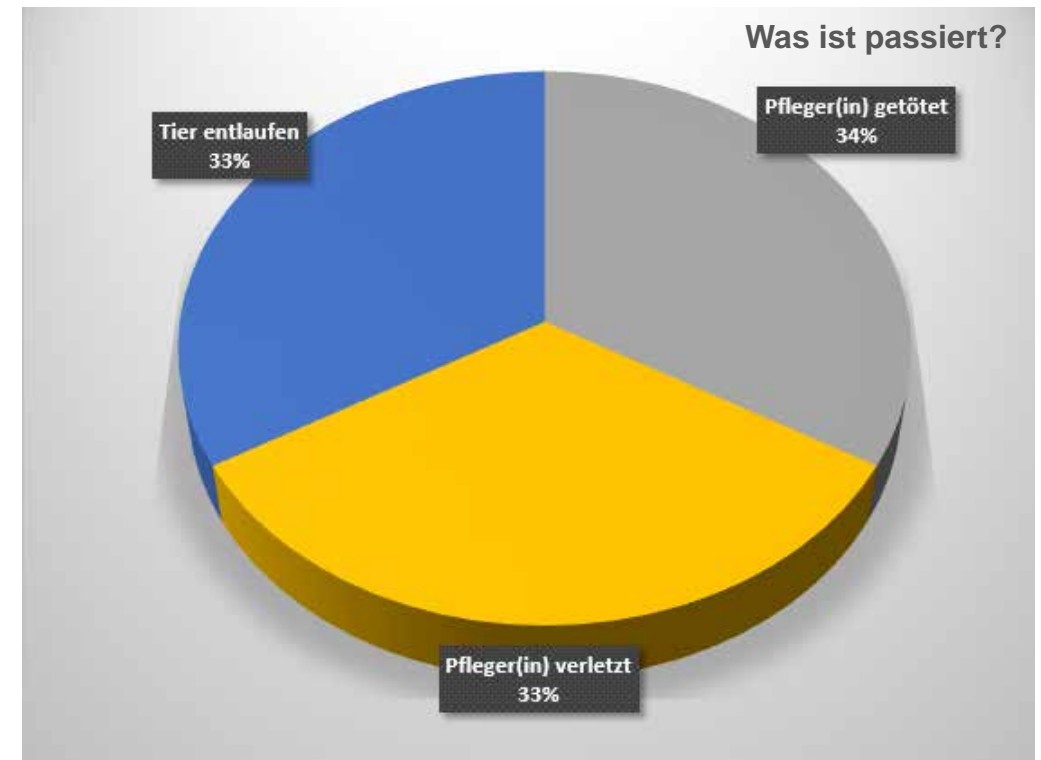
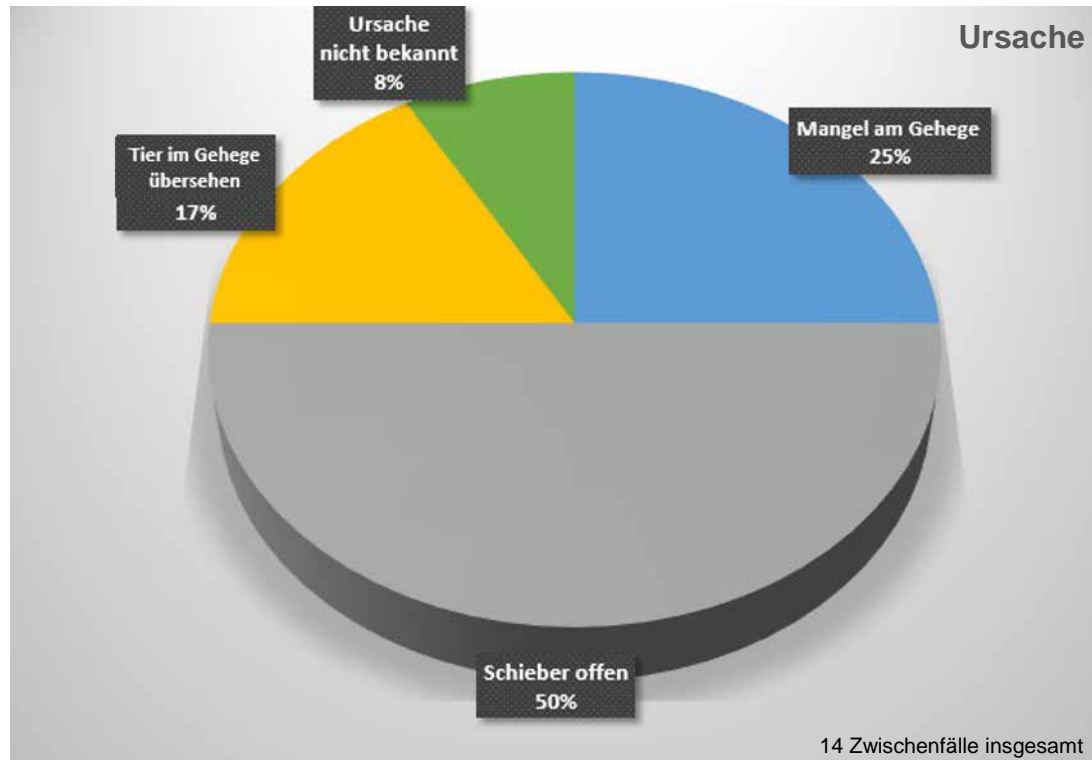
„Tragischer Weise wurde der Schieber nicht richtig verschlossen, ...“

„Dabei hat sie wohl übersehen, dass sich nur das Weibchen und die drei Jungtiere auf dem Außengelände befanden. Völlig unklar bleibt weiterhin, wie xxxxxxxx den männlichen Tiger übersehen konnte.“

Unfallursache – Analyse der Zwischenfälle seit 2000 (int.)



Unfallursache – Analyse der Zwischenfälle seit 2000 (BRD)



Projektbeschreibung

Projektinfo, Projektabschnitte

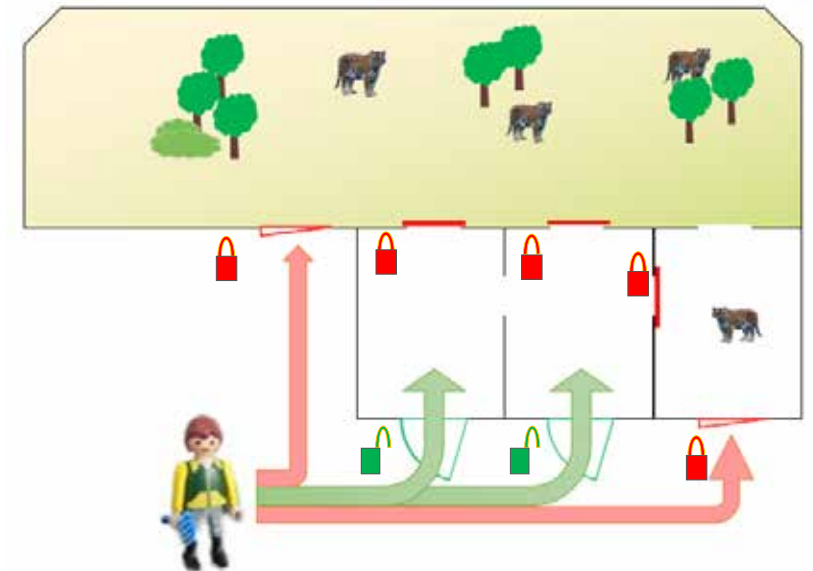
IFA Projekt

Ziel: Sicherheitstechnische Vorschläge zur Absicherung von Tigergehegen und Festlegung von einheitlichen Empfehlungen für alle Zoos

Mitwirkende: VBG (Initiator)
IFA
Zoos
Hersteller (z.B. von Schutzeinrichtungen)
Technische Hochschulen

Sichere Trennung der Bereiche, in denen sich die Tiere aufhalten und die für Pflegepersonal zugänglich sind

- Es darf keine Möglichkeit bestehen, dass die Tiere in Bereiche gelangen, in denen sich Personen aufhalten.
- Bereiche, in denen sich die Tiere aufhalten, dürfen nicht für Pfleger und andere Personen zugänglich sein.



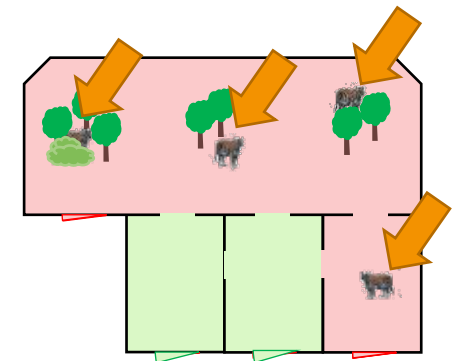
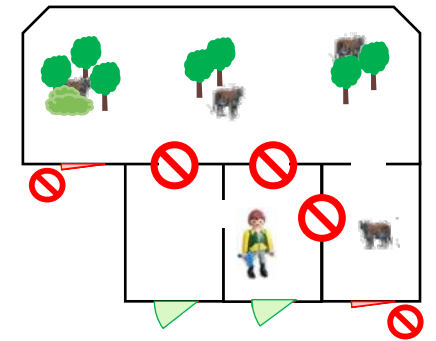
Aufteilung in zwei Projektabschnitte

Trennung der Gehegebereiche:

- Die einzelnen Gehege dürfen nur zugänglich sein, wenn die angrenzenden Schieber geschlossen und verriegelt sind.
- Es darf keine Möglichkeit bestehen, dass die Tiere in Bereiche gelangen, in denen sich Personen aufhalten.

Tierdetektion:

- Gehege dürfen nur zugänglich sein, wenn sich dort keine Tiere aufhalten (Überwachung/Ortung der Tiere innerhalb des Geheges).



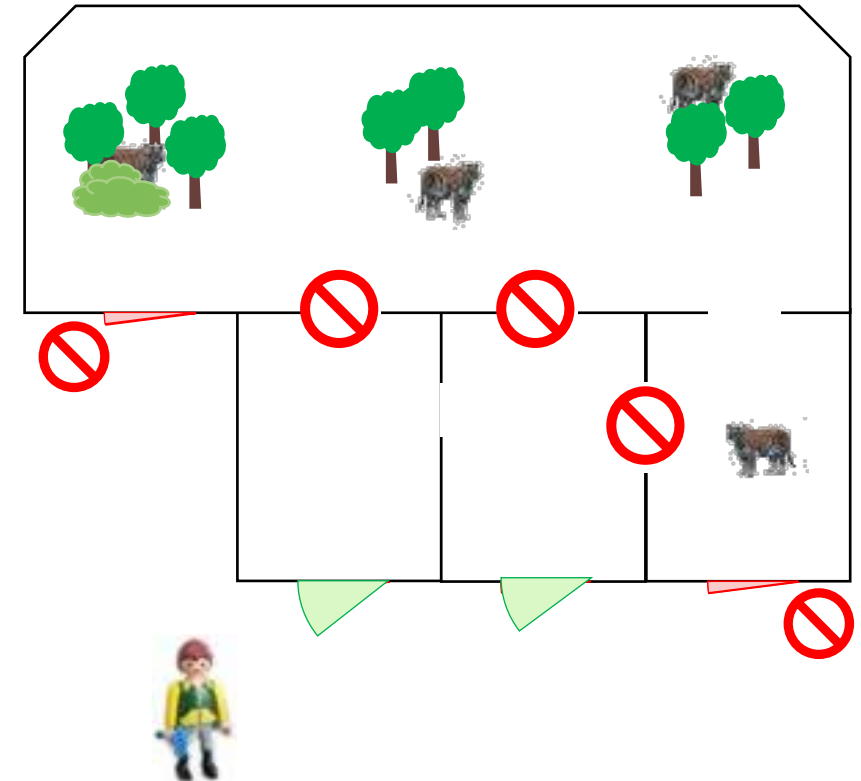
Trennung der Gehegebereiche

Ist-Zustand, Vorschläge zur technischen Realisierung

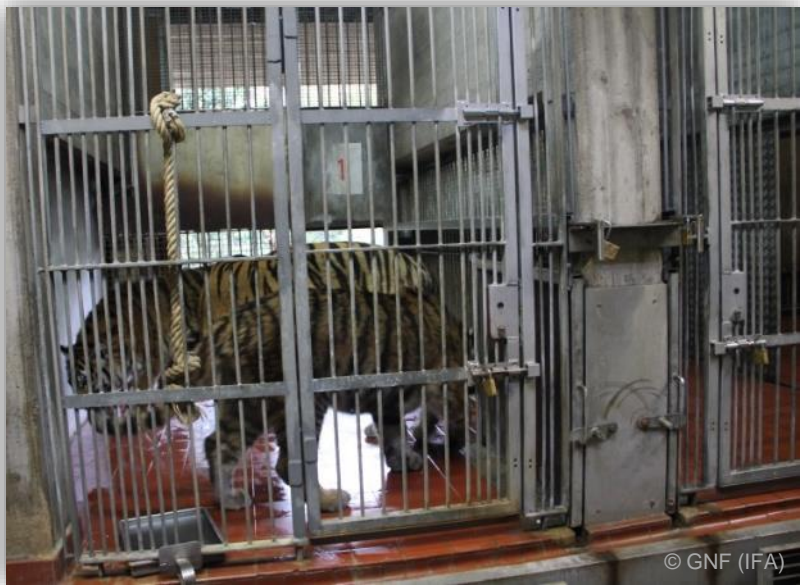
Trennung der Gehegebereiche:

Wie wird sichergestellt, dass Pflegepersonal nur Gehegebereiche betreten kann, welche von den anderen Gehegebereichen getrennt wurden?

Ist dies vergleichbar mit der Bereichsabsicherung im Maschinenbau bzw. können dort verwendete Sicherheitstechniken und Maßnahmen übertragen werden?



Ist-Zustand: Trennung und Freigabe von Gehegen



Ziel: Technische Realisierung einer Zugangskontrolle

- Überwachung der Schieber und Türen auf deren Zustand (offen/geschlossen)
- Unbeabsichtigtes/unvorhersehbares Öffnen der Schieber des jeweiligen Gehegebereiches verhindern
- Zugangstüren des Pflegepersonals zu den Käfigen/Gehegen nur freigeben, wenn angrenzende Schieber geschlossen und zugehalten sind
- Öffnen von Schiebern nur zulassen, wenn das Pflegepersonal das Gehege wieder verlassen hat (Zugangstüren sind wieder geschlossen und zugehalten)

Funktionsweise einer SPS*-basierten Zugangsabsicherung

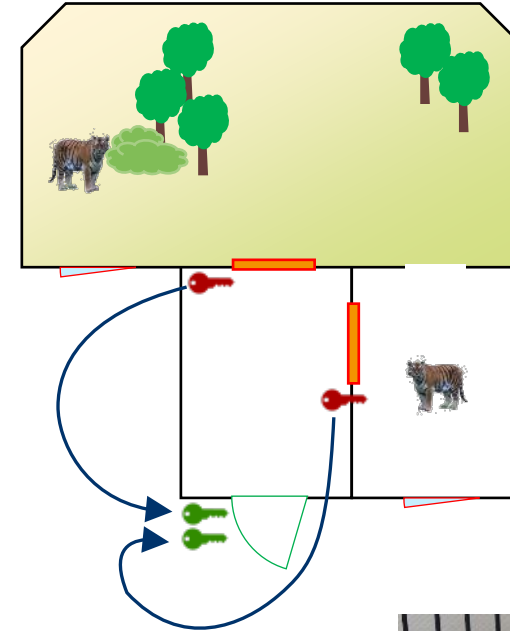
- **Zustandserfassung der Schieber und Türen**
Positionsüberwachung der Schieber und Türen mit Positionsschaltern
- **Verriegelung/Freigabe der Schieber und Türen**
Türbeschläge mit Zuhaltungen oder Zuhaltungen zusätzlich zu Standardbeschlägen verhindern ein unzulässiges Öffnen der Schieber bzw. Türen.
- **Automatisierte Zugangssteuerung**
Eine sichere Steuerung erfasst die Zustände der Schieber und Türen und gibt diese nur zum Öffnen frei, wenn alle angrenzenden Schieber und Türen geschlossen und gegen ein Öffnen gesichert sind.

* Speicherprogrammierbare Steuerung



Funktionsweise einer Zugangsabsicherung mit Schlüsseltransfersystem

- Jeder Schieber oder der jeweilige Betätiger ist mit einem Schlüsselhalter mit Schlüssel versehen.
- Der Schlüssel kann nur entnommen werden, wenn der Schieber geschlossen ist und der Schieber kann nicht geöffnet werden, so lange der Schlüssel entnommen ist.
- Auch an den Türen sind Schlüsselaufnahmen vorhanden und können nur geöffnet werden wenn die Schlüssel stecken.
- Um eine Gehegetüre zu öffnen, werden die Schlüssel der angrenzenden Schieber benötigt.



Aufgrund der rein mechanischen Funktionsweise ist keine elektrische Installation erforderlich.

Veröffentlichung der VBG

Inhalt:

- Überblick zu Schutzeinrichtungen
- Anforderungen an Schutzkonzepte für Verriegelungseinrichtungen an Tiergehegen
- Funktionsweise von Verriegelungseinrichtungen an Tiergehegen
- Beispiele für die praktische Umsetzung



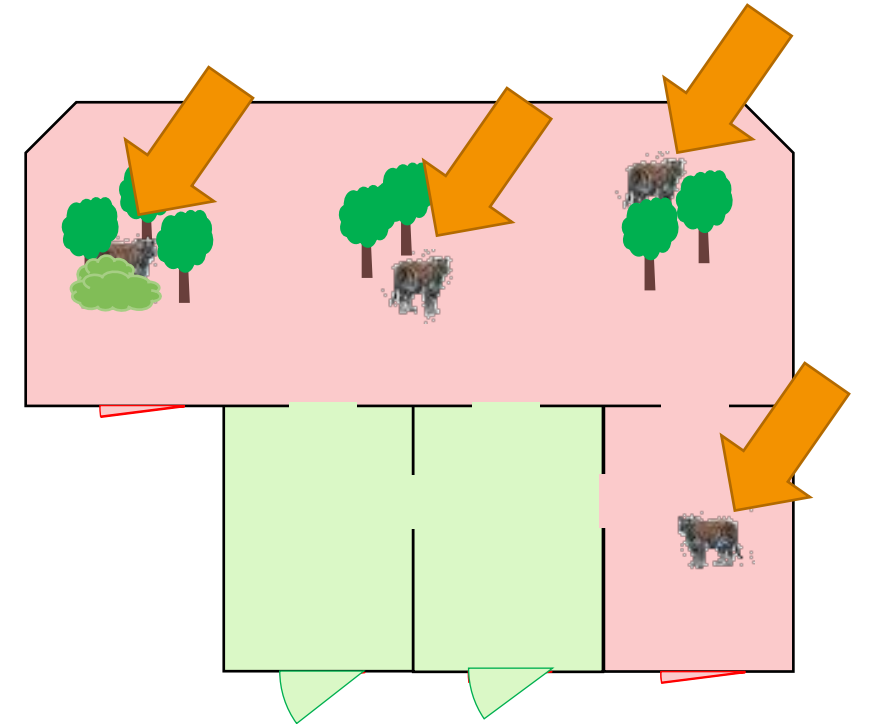
Tierdetektion

Ist-Zustand, Analyse bekannter Sensortechnologien,
Neuentwicklung geeigneter Sensoren

Tierdetektion

Um eine Trennung von Mensch und Tier sicherzustellen, ist es erforderlich, den Aufenthaltsort der Tiere in den Gehegebereichen zu kennen.

Um das Pflegepersonal zu unterstützen und zu schützen, falls Tiere bei der Kontrolle übersehen werden, sollen Detektionssysteme die Gehege überwachen und das Pflegepersonal in dieser Situation an einem Zutritt hindern.



Ist-Zustand: Anwesenheitskontrolle von Tieren in den Gehegen



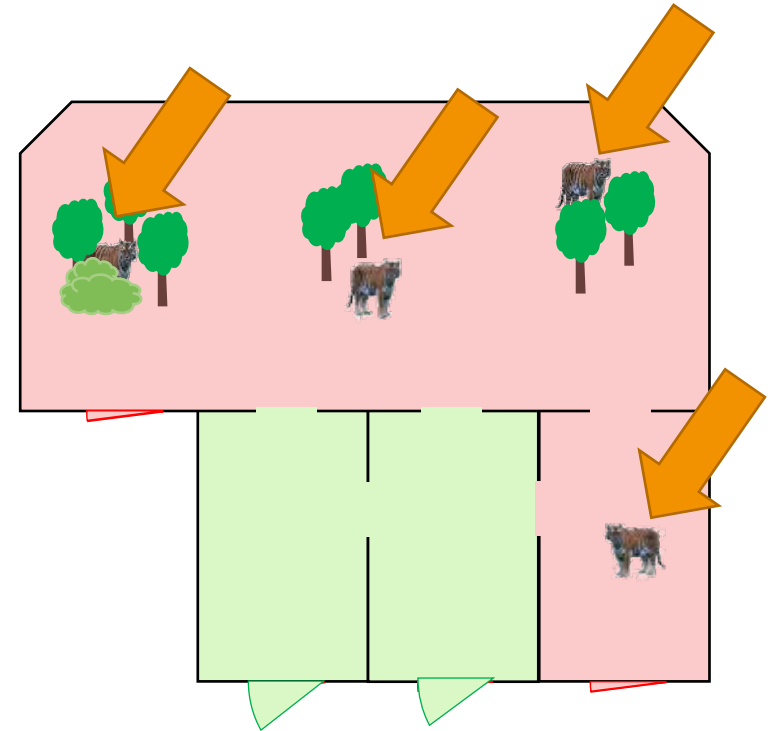
Ziel: Tierdetektionssystem

- **Bestandsanalyse**

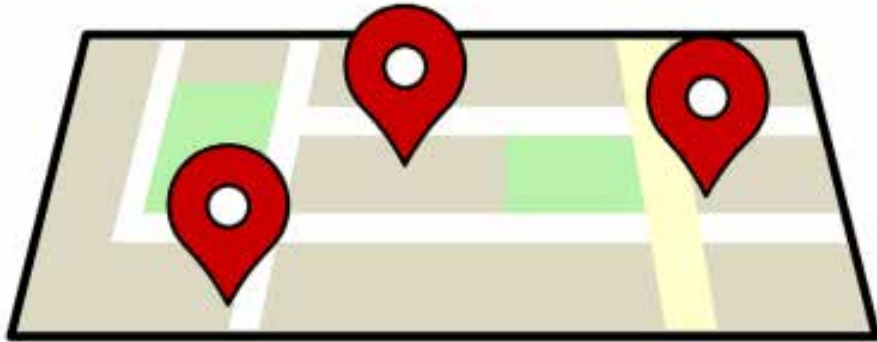
Eignen sich vorhandene Sensortechnologien, um den Aufenthaltsort der einzelnen Tiere zu erkennen?

- **Neuentwicklung Tierdetektion**

Weiterentwicklung bestehender Technologien



Tierdetektion: GPS-Ortung, Transponder (aktiv)



© pixabay

- Standardtechnologien für Consumer-Bereich
- Eingeschränkte Verfügbarkeit in Gebäuden
- Batterietausch/Akkuladung
- Positionsgenauigkeit
Aufgrund unzureichender Positionsgenauigkeit, keine eindeutige Zuordnung zu Gehegebereichen möglich
- Verletzungsgefahr für Tiere
(z.B. Hängenbleiben am Halsband, Ausreißen am Ohr)
- Verlust
Sender können bei Tierkämpfen verloren/beschädigt werden

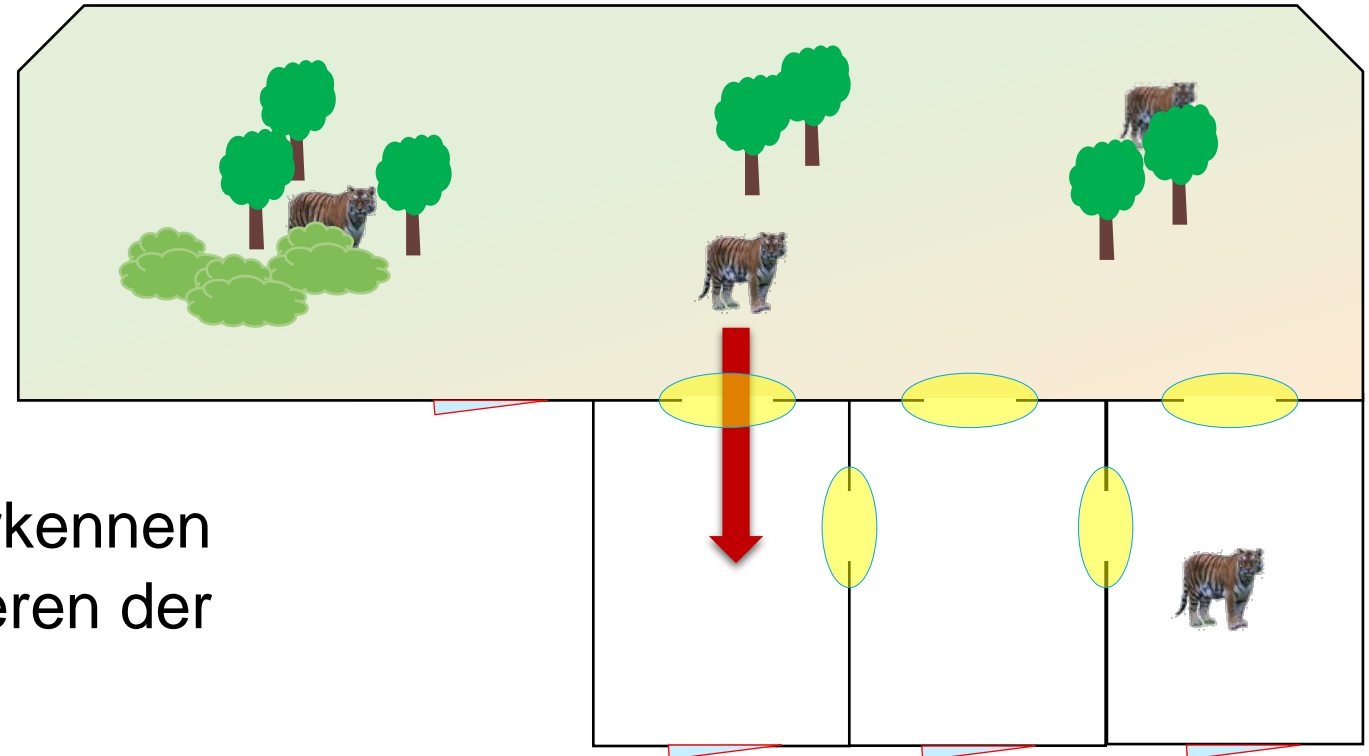
Tierdetektion: Bereichsüberwachung per Kamera z.B. visuell oder Thermographie



- Standardtechnologie
- Anwendbarkeit
Hoher Anpassungsaufwand für unterschiedliche Einsätze (Unterscheidung verschiedener Tiergattungen per Softwareauswertung)
- Eignung für große Bereiche
Jede Stelle innerhalb der Gehege muss für die Kamera einsichtig sein.
- Störanfälligkeit bei Umgebungsänderung
(Strauch-/Baumwachstum, Witterung)

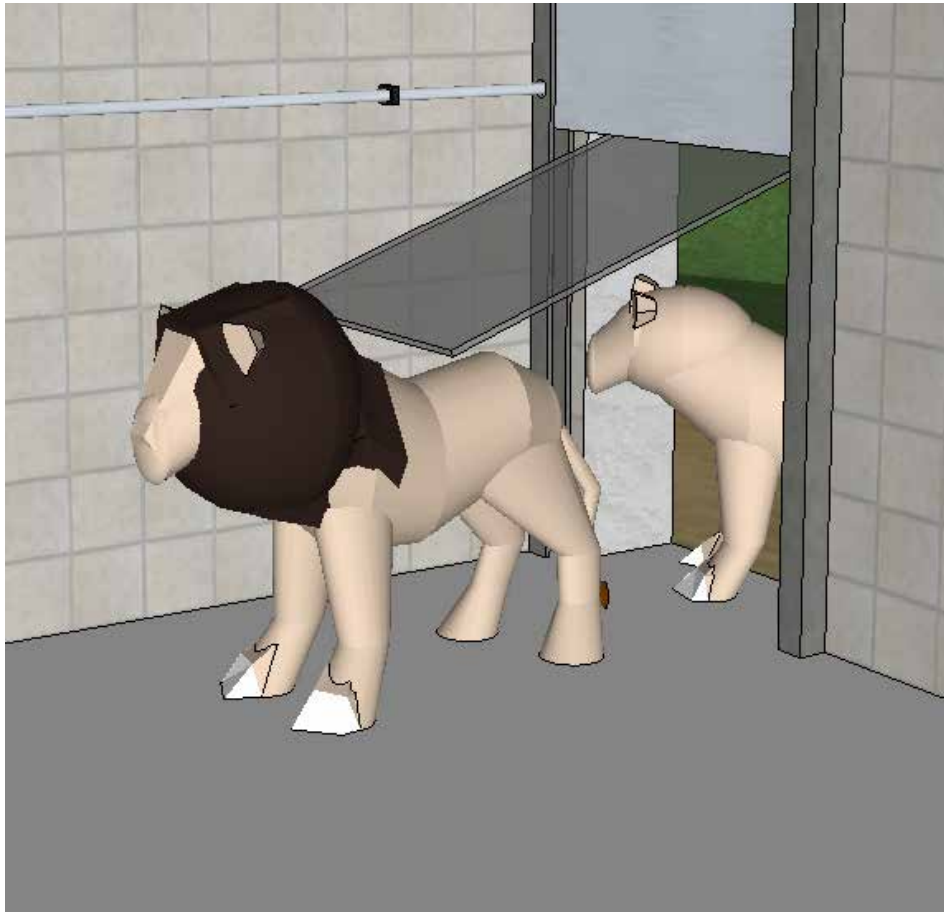
Tierüberwachung („Tierzählen“)

Außen-gehege	Innen-gehege 1	Innen-gehege 2	Innen-gehege 3
3	0	0	1



- Sensoren in den Schiebern erkennen richtungsabhängig das Passieren der Tiere
- Steuerung zählt, wie viele Tiere in den einzelnen Bereichen sind

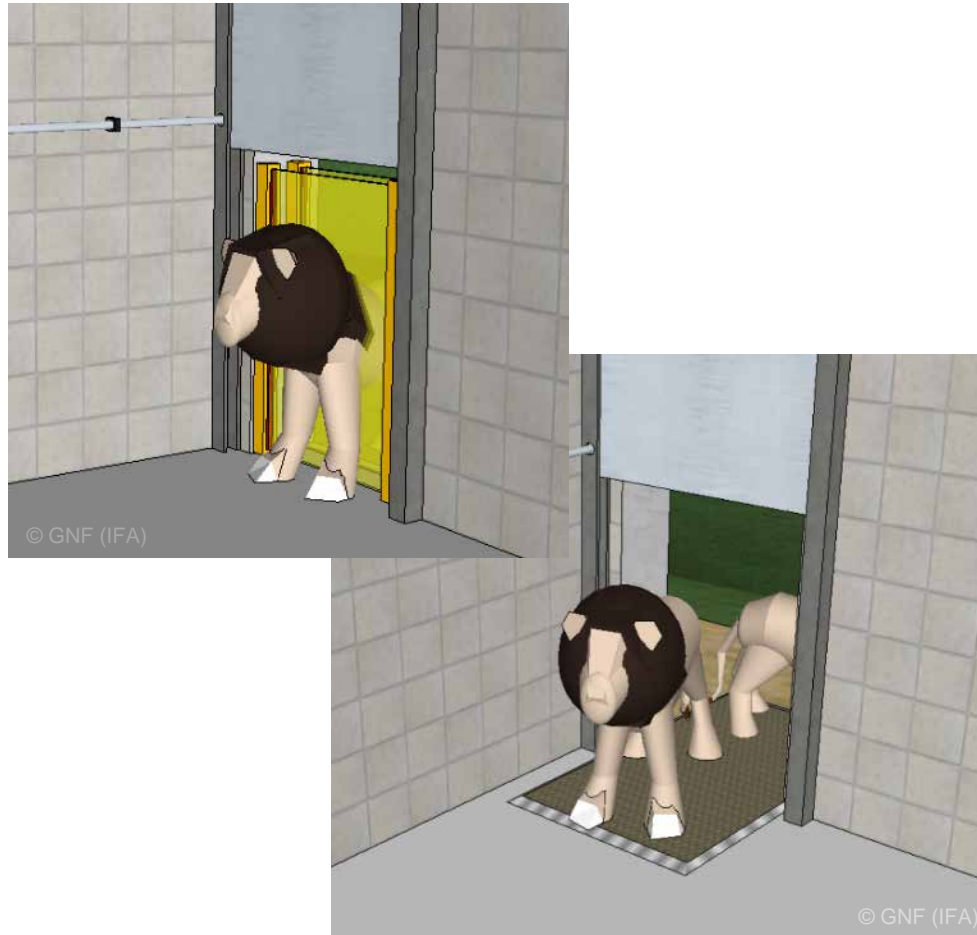
Tierdetektion: „Katzenklappe“



© GNF (IFA)

- Robust, simple Technik
- Fehlerhafte Detektion
z.B. durch Anstoßen oder Zurückgehen
- Vereinzelung der Tiere nicht möglich
mehrere Tiere passieren – es wird jedoch nur ein Durchgang ausgewertet
- Verletzungsgefahr für Tiere
z.B. durch Zurückgehen bei angehobener Klappe

Tierdetektion: Lichtgitter, Laserscanner, Trittmatte



- Im Maschinenbau bewährt
- Richtungserkennung über „Doppelanordnung“ möglich
- Vereinzlung der Tiere nicht möglich
Gleichzeitiger Durchgang mehrerer Tiere ist nicht eindeutig erkennbar
- Umweltbeständigkeit
Der Urin der Tiere kann Oberflächen angreifen bzw. Gehäuse können durch Krallen oder bei Käfigreinigung beschädigt werden.

Tierdetektion: Radar, Ultraschall



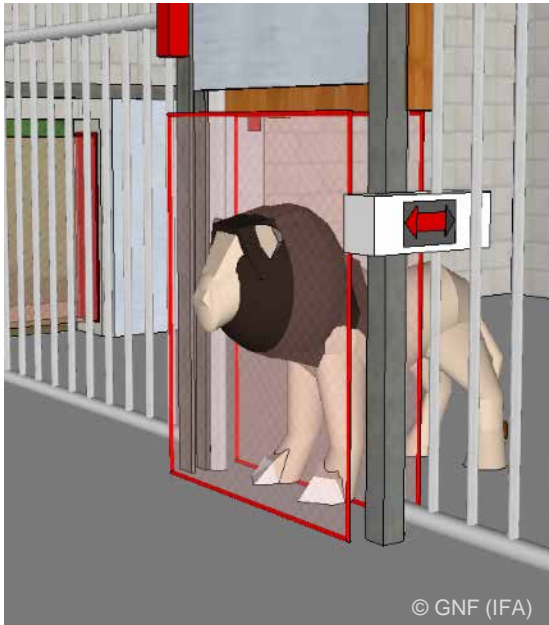
- Richtungserkennung möglich
- Umweltbeständigkeit
Aktuelle Sensoren sind in der Regel für den Standard-Outdooreinsatz geeignet
- Anwendbarkeit
Das System muss die relevanten Tiere von anderen unterscheiden können; die Auswertesoftware muss daher für jedes Gehege (Tiergattung) angepasst/eingelernt werden
- Vereinzlung
Nur wenn Auswertesoftware in der Lage ist, nah beieinander stehende Tiere von einander zu separieren (aktuell nicht realisierbar)

Tierdetektion: Kamerasystem



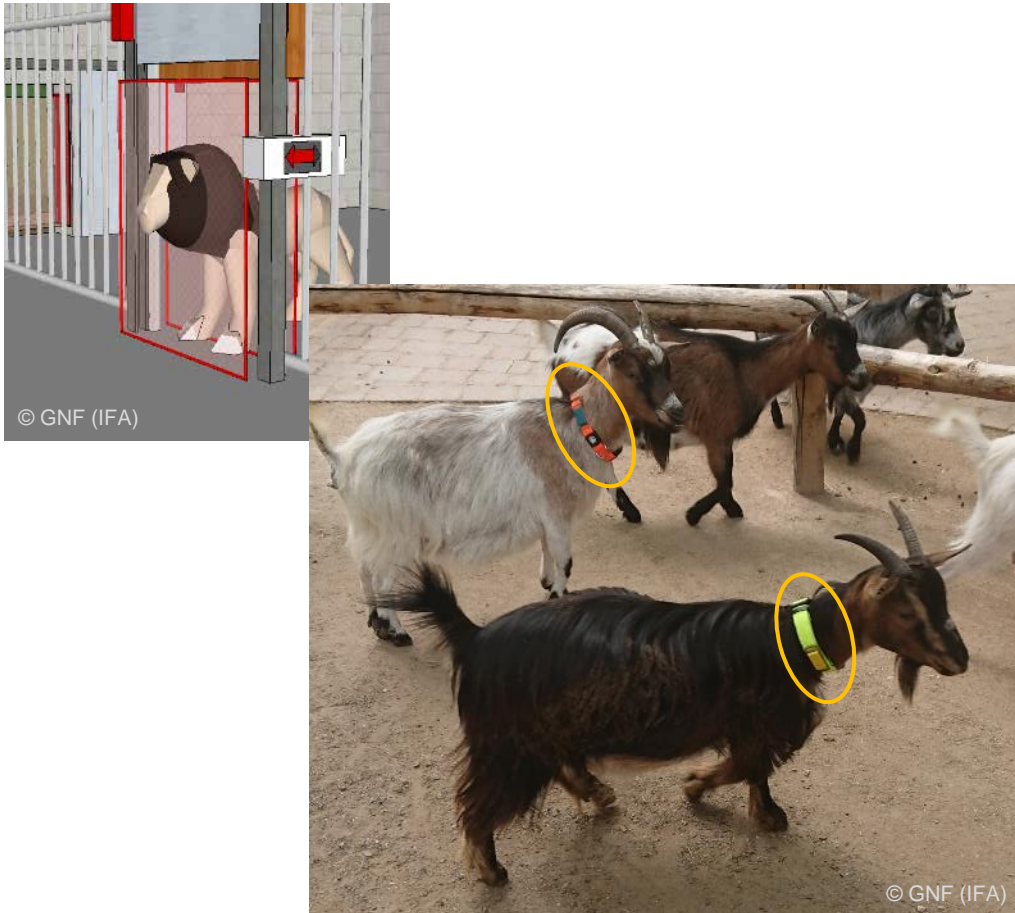
- Richtungserkennung möglich
- Umweltbeständigkeit
Kameras sollten geschützt zu montieren sein
- Anwendbarkeit
Das System muss die relevanten Tiere von anderen unterscheiden können; die Auswertesoftware muss daher für jedes Gehege (Tiergattung) angepasst/eingelernt werden
- Vereinzelung
Die Auswertesoftware müsste Tiere einer Gattung voneinander unterscheiden können, z.B. anhand der Fellzeichnung (aktuell keine derartigen Systeme bekannt)

Tierdetektion: „Haustier - RFIDs“



- **Vereinzelung**
Durch eindeutige Tieridentifikationsnummer
- **Richtungserkennung**
Über Doppelanordnung der Antennen möglich
- **Umwelttechnisch unkritisch**
Antennen integrierbar, Transponder im Tier
- **Geringe Lesereichweite**
Ist üblicherweise wenige Zentimeter, der Abstand Schieberkante zu Tier kann daher zu groß sein

Tierdetektion: „Nutztier - RFIDs“



- **Vereinzelung**
Durch eindeutige Tieridentifikationsnummer
- **Richtungserkennung**
Über Doppelanordnung der Antennen möglich
- **Umwelttechnisch unkritisch**
Antennen integrierbar
- **Ausreichende Lesereichweite**
Üblicherweise bis zu 0,5 m
- **Verlust des Transponders**
Sender können verloren/beschädigt werden.
- **Verletzungsgefahr für Tiere**
Z.B. durch Hängenbleiben oder Ausreißen

Neuentwicklung im Rahmen einer BMWi Projektförderung

ZooPASS

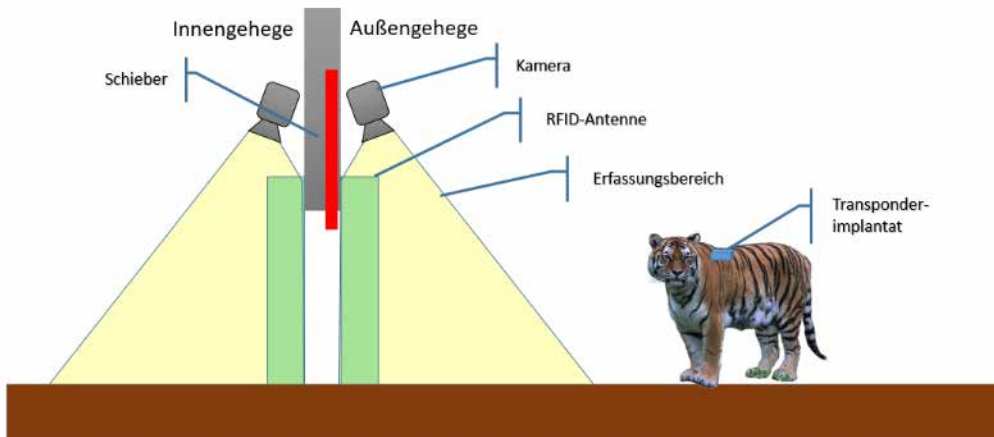
Zoo Personnel and Animal Safety System

„Automatisierte Erkennung des Aufenthaltsortes von Tieren in Tiergehegen der Sicherheitsstufe 3 (z. B. Menschenaffen oder Großkatzen)“



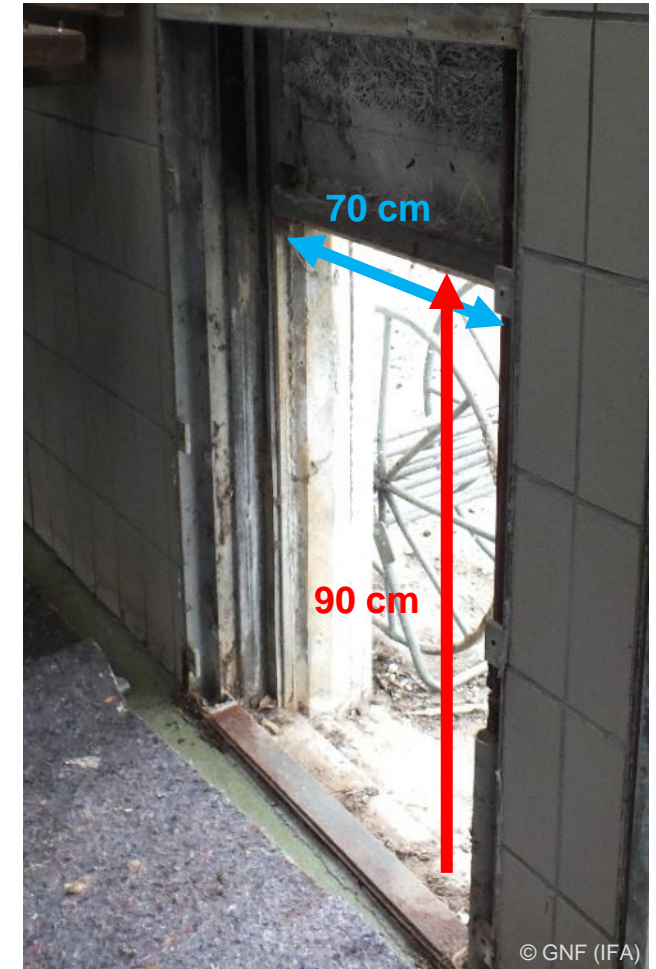
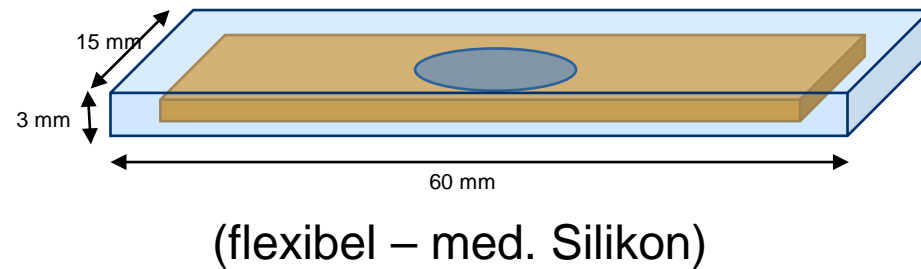
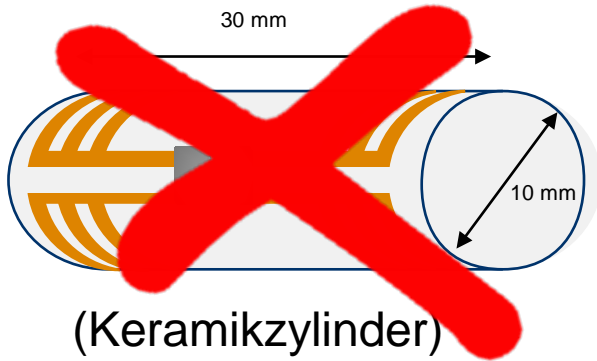
Technology
Arts Sciences
TH Köln

unterstützt durch :



RFID System

- Neuentwicklung eines implantierbaren Transponders
- Antennengeometrie und Antennenanordnung am Tierdurchgang

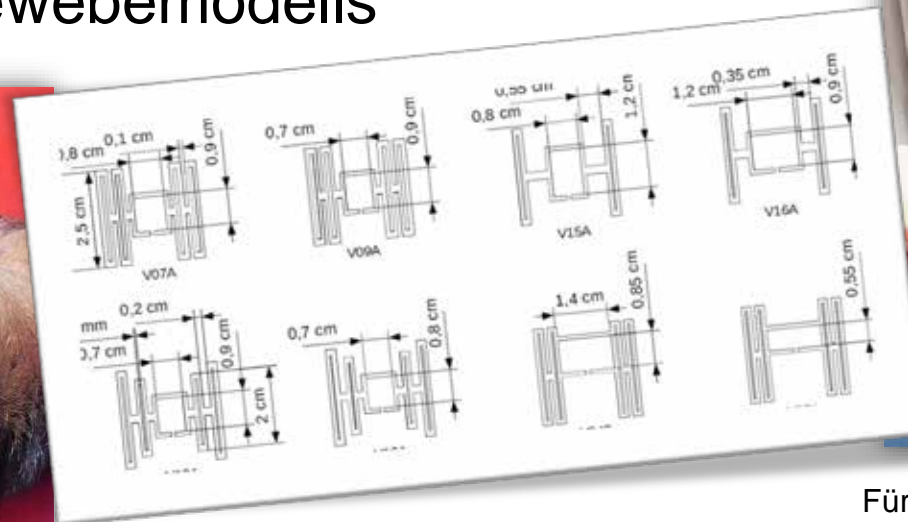


Untersuchungen der Transponder mit Hilfe von Futterziegen*

- Ermittlung der Lesereichweiten und der Antennenform des RFID Tags
- Ermittlung der dielektrischen Eigenschaften des Tiergewebes (Haut, Fett, Muskulatur) zur Erstellung eines Gewebemodells

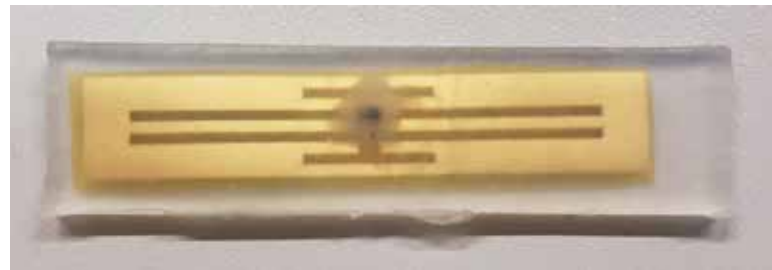
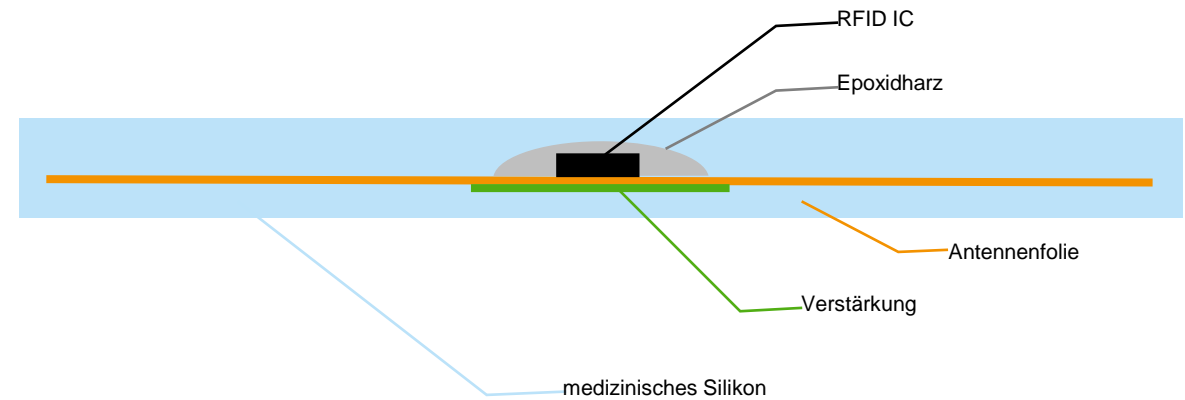


Für die Untersuchung wurden weder lebende Tiere verwendet noch wurden Tiere für die Untersuchung getötet.



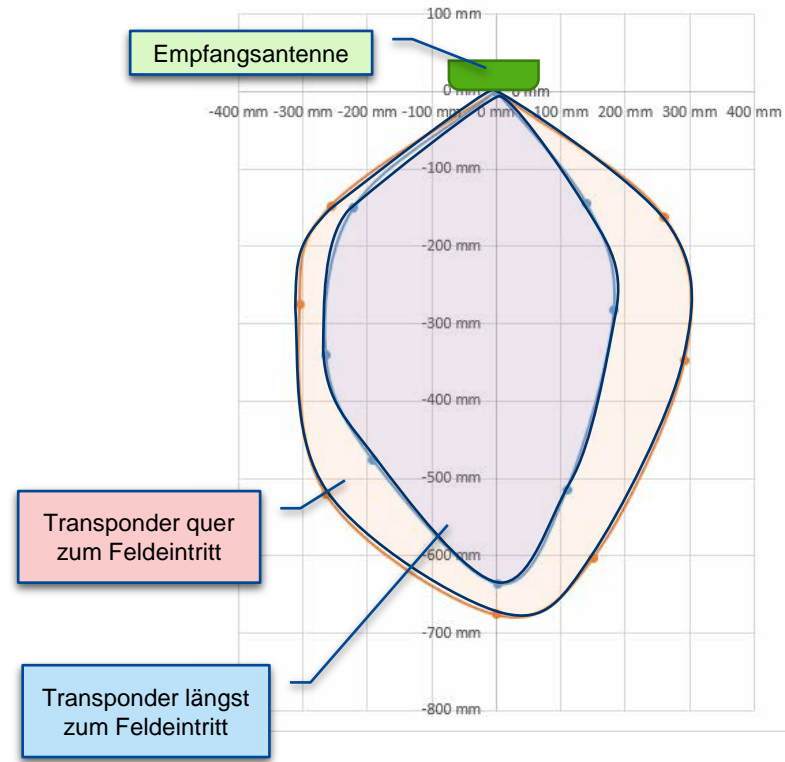
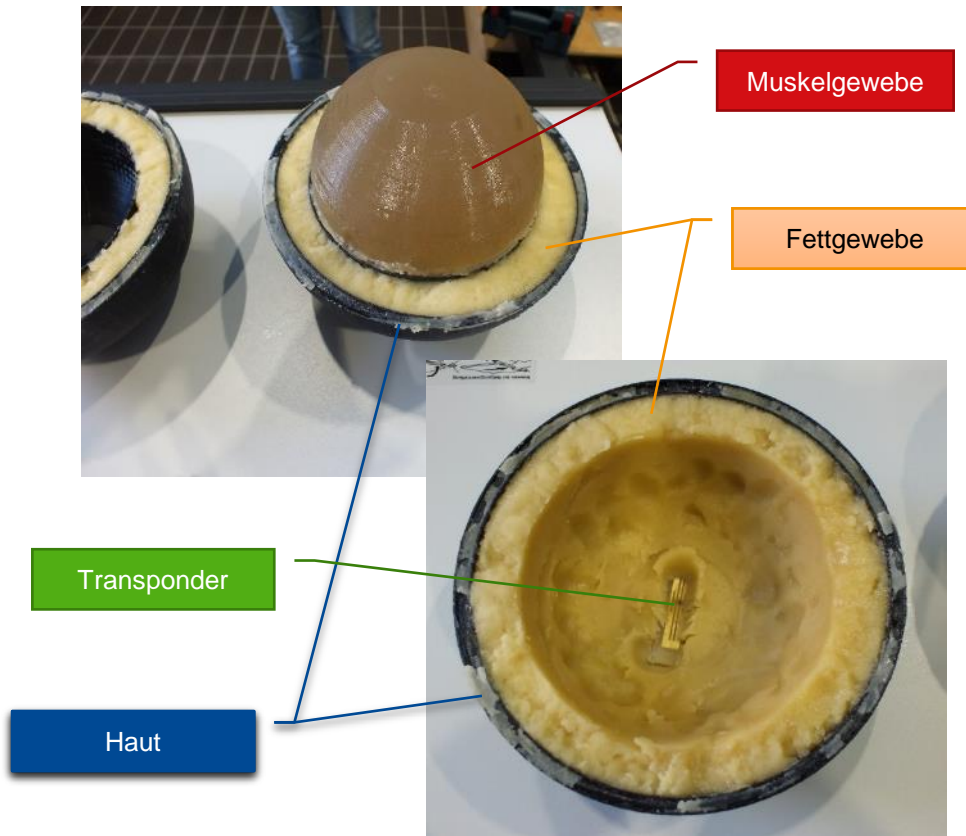
Transponder

- Größe: 59 mm x 14 mm x 2 mm
- Flexibel (passt sich dem Körper an)
- Arbeitet im 868 MHz Frequenzband
- Bestückte Antenne wird in medizinischem Silikon vergossen (Aushärtung etwa 10 Minuten bei 150 °C)



Detektionsversuche mit Gewebemodell

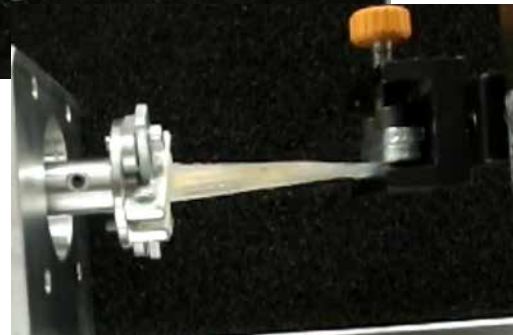
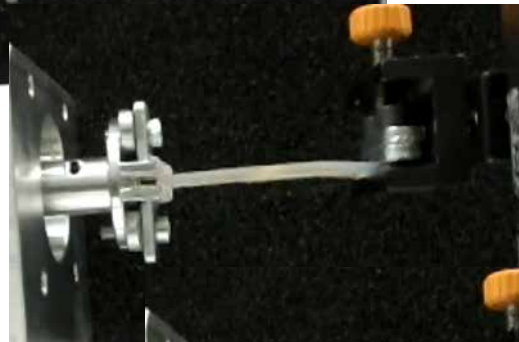
Einfluss von Entfernung und Orientierung zum Lesegerät



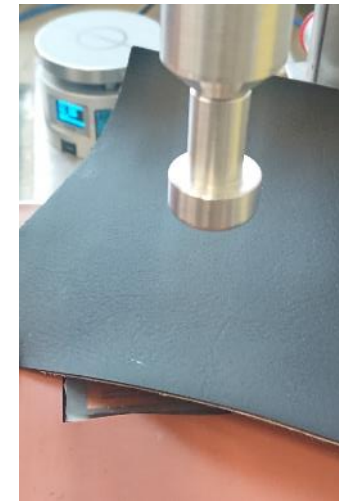
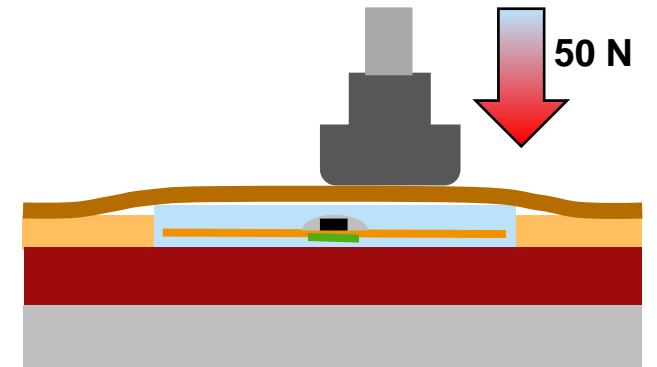
Untersuchung der mechanischen Festigkeit des Transponders



Biegung ($\pm 30^\circ$)



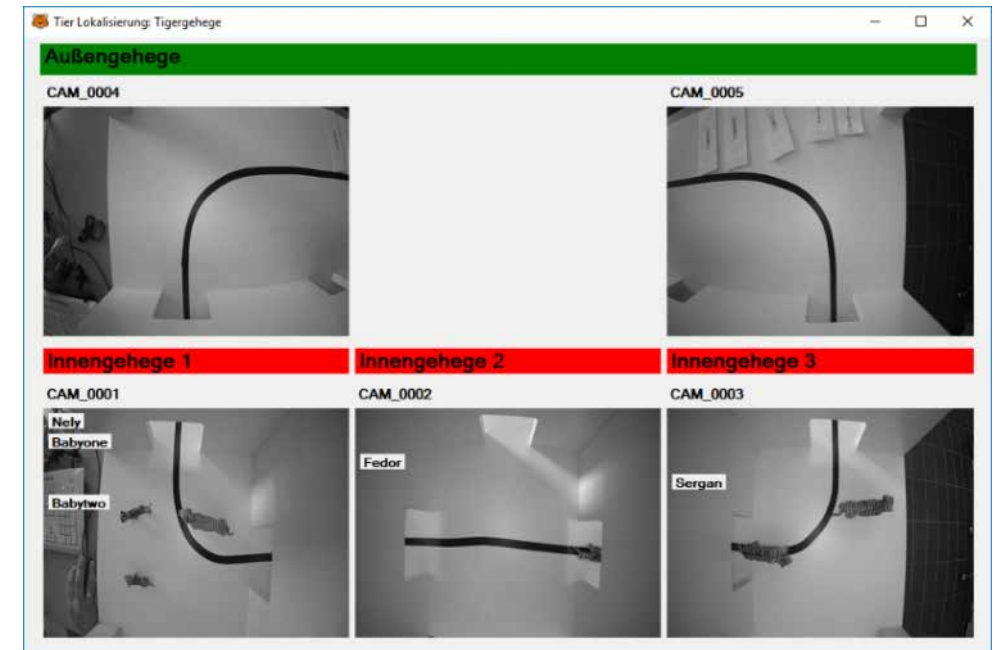
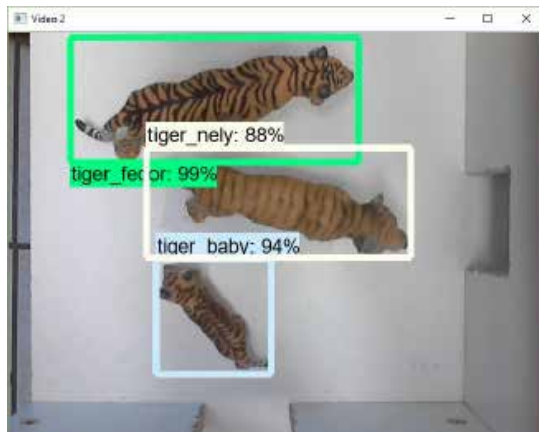
Verdrehung ($\pm 30^\circ$)



Druck (50 N)

Kamerabasierte Durchgangserkennung

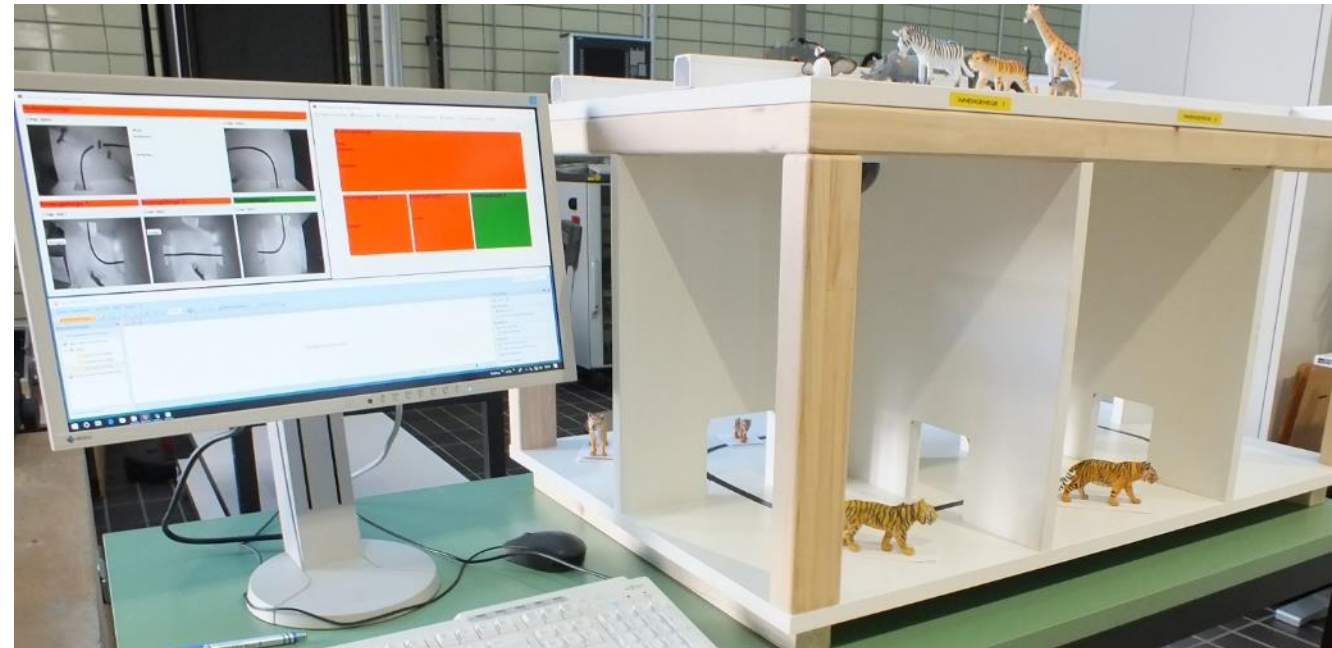
- Über den Schiebern platzierte Kameras erfassen die Tiere im Bereich der Durchgänge
- Auswertesoftware identifiziert die einzelnen Tiere und ordnet sie den entsprechenden Gehegen zu



Untersuchung der Detektionsfähigkeit

Um die Eignung eines solchen Detektionssystems zu untersuchen, wurde anhand eines Demomodells ein Tiergehege mit einem Außengehege und drei Innengehegen nachgestellt.

- Mit Kameras werden die einzelnen Gehegebereiche überwacht
- Fünf verschiedene Tigermodelle wurden eingelernt
- Weitere Tiermodelle wurden verwendet, um zu überprüfen, ob Fehlidentifikationen auftreten



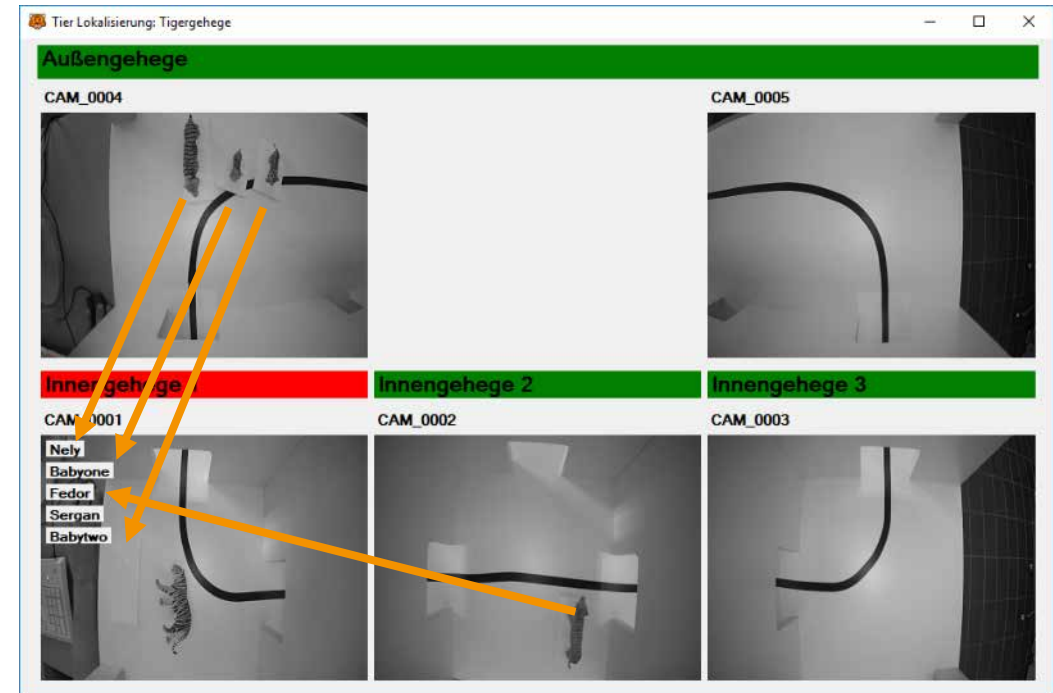
Fehlerkennung von Tieren

Bei der Untersuchung sind Falschidentifikationen von Tieren festgestellt worden:

- Eingelernte Tiger wurden auch als andere eingelernte Tiger identifiziert
- Nicht eingelernte Tiere wie z.B. Zebra, Giraffe, oder Löwe wurden ebenfalls als Tiger identifiziert

Solche Fehlerkennung können dazu führen, dass es zu falschen Freigaben von Gehegebereichen kommen.

Ein Tiger wird in einem Gehege vermutet, in dem er sich gar nicht befindet, und das Gehege, in dem er sich tatsächlich aufhält, wird als „FREI“ geführt.

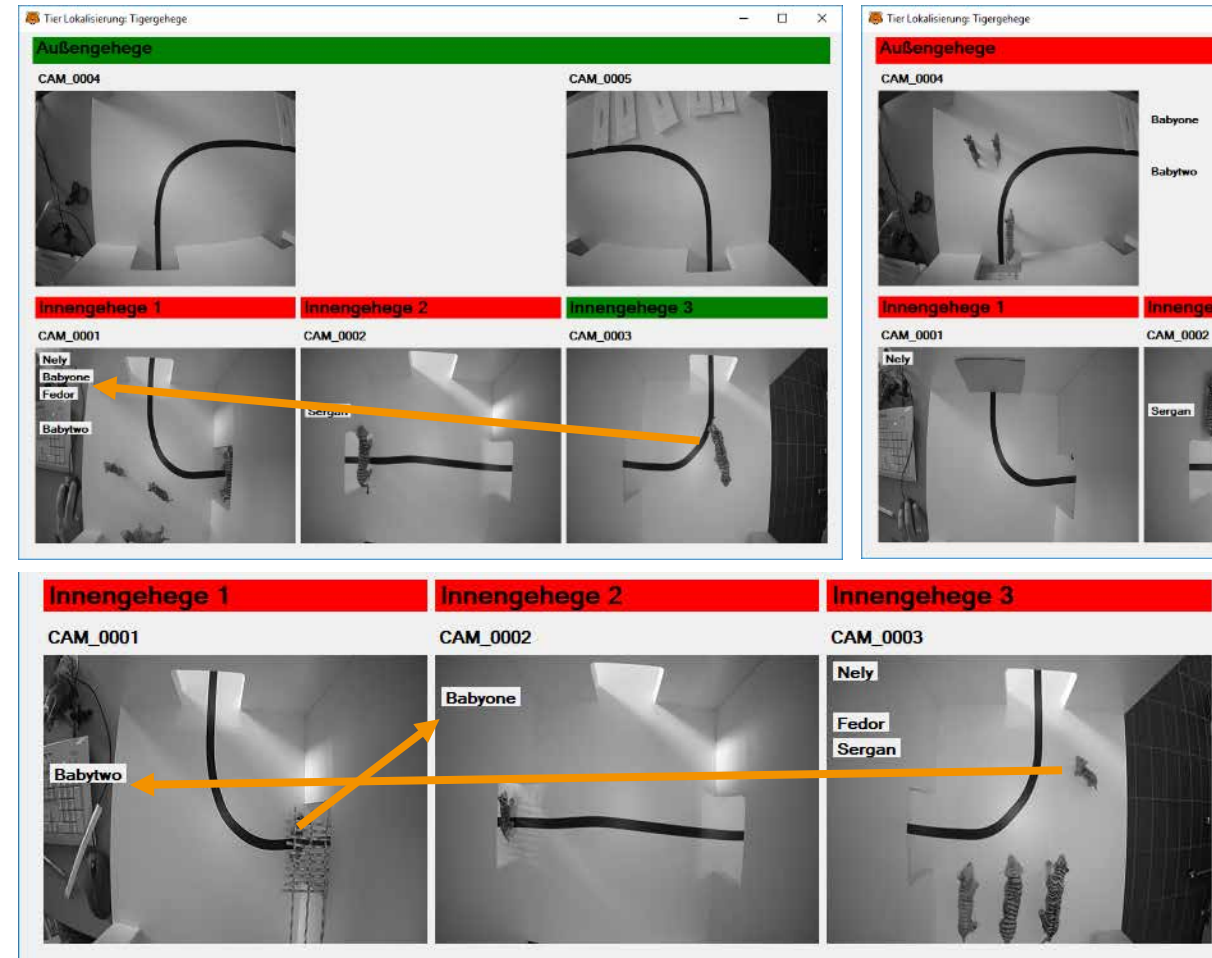


Zuordnung im Bereich der Durchgänge

Tiere, die im Bereich der Durchgänge positioniert werden, werden teilweise dem benachbarten Gehege zugeordnet.

- Gehegewechsel ist vollzogen (Schieber könnte geschlossen werden), aber Tiger wird noch in altem Gehege geführt
- Gehegewechsel fand noch nicht statt, (Tiger steht noch vor dem Schieber), wird aber schon im anderen Gehege geführt

Verstärkt wird dies, wenn z.B. eine Sichtbehinderung einer Kamera (z.B. durch Vegetation oder Gitter) besteht.



Gleichzeitiger Gehegewechsel

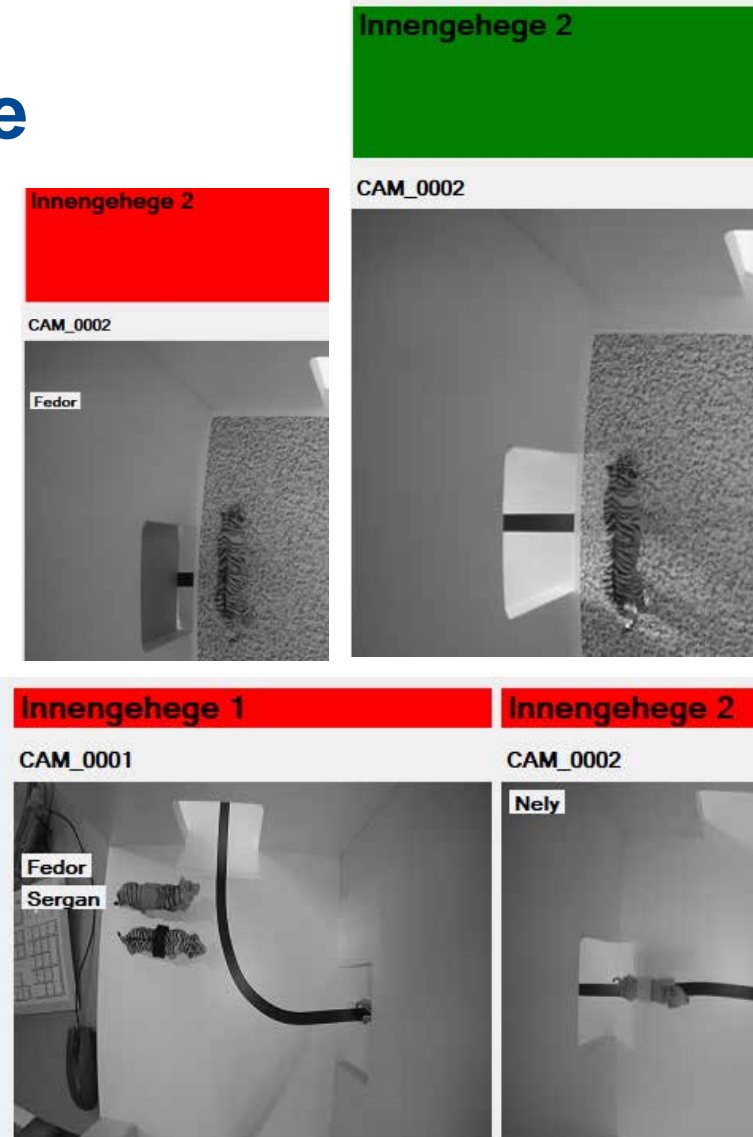
Passieren zwei Tiere gleichzeitig einen Durchgang (gleiche Richtung oder auch entgegengesetzt), müssen beide Tiere eindeutig erkannt und entsprechend zugeordnet werden.

- Beim gleichzeitigen Gehegewechsel zweier gleichgroßer Tiere sowie bei gegenseitigem Wechsel erfolgt eine korrekte Zuordnung
- Beim gleichzeitigen Gehegewechsel zweier unterschiedlich großer Tiere kann es zu Fehlerkennungen kommen; befindet sich das Jungtier sehr nah am Elterntier, wird es mitunter erst erkannt, wenn es sich vom Elterntier entfernt



Hintergrundeinfluss/Verschmutzung der Tiere

- Das Einlernen der Tiere erfolgte vor neutralen Hintergründen. Befindet sich das Tier vor strukturierten Hintergründen, kann es vorkommen, dass die Tiere nicht mehr erkannt werden. Schattenwurf verstärkt diese Problematik noch.
- Da die Identifikation anhand der Fellzeichnung geschieht, ist davon auszugehen, dass sich eine Verschmutzung des Fells auf die Detektion auswirkt. Bei den Versuchen wurden ca. 20 % des Tierfells „verschmutzt“. Die Tiere wurden zwar weiterhin erkannt, jedoch wurde nicht untersucht, bei wieviel Prozent verschmutzter Oberfläche die Erkennung aussetzt.



Probetrieb – kamerabasierte Tierdetektion

Das kamerabasierte Detektionssystem wurde im Ziegengehege des Allwetterzoos Münster aufgebaut.

Zur Verifizierung der optischen Erfassung wurden den Ziegen Halsbänder mit Transpondern angelegt und der Durchgang mit Transponderlesegeräten ausgerüstet.

Die Auswertung des Probetriebes bestätigt die bei Laborversuchen aufgetretenen Schwierigkeiten bei der Detektion der Tiere.



Ausblick

Kamerabasierte Tierdetektion

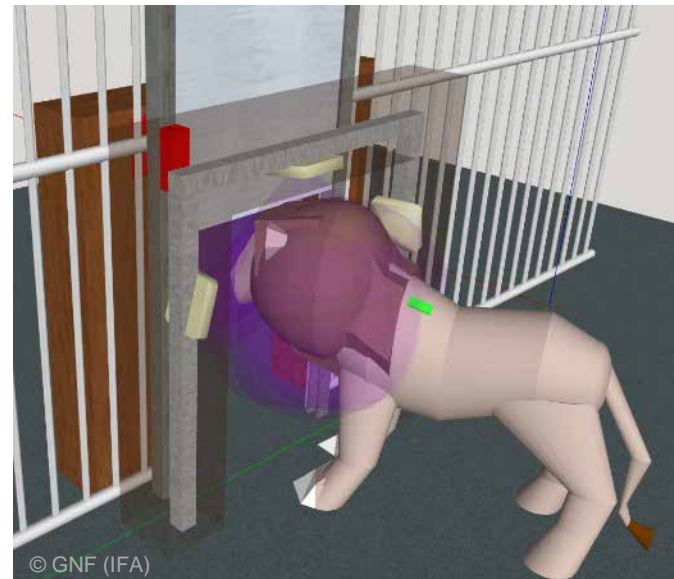
Weiterentwicklung der Auswertesoftware, um Fehlerkennungen zukünftig zu verhindern

- Verbesserung des Detektionsverhaltens durch umfangreicheres Einlernen
- Implementierung fehlervermeidender Maßnahmen
- Implementierung von Plausibilitätsprüfungen
- Implementierung von Diagnosefunktionalitäten
- Ergänzung einer Schnittstelle zu einem Schließsystem

RFID Tierdetektion

Untersuchung des Detektionsvermögens an Schieberdurchgang (geplanter Laborversuch)

- Aufbau eines realen Schiebers mit Tierdetektionssystem im IFA Labor
- Untersuchung der Detektionssicherheit mit Gewebemodell
- Einfluss der Gehegeeinfassung (Mauer, Gitter, Zaun)



RFID Tierdetektion

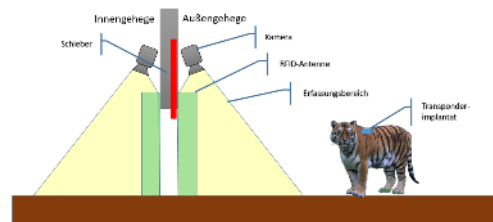
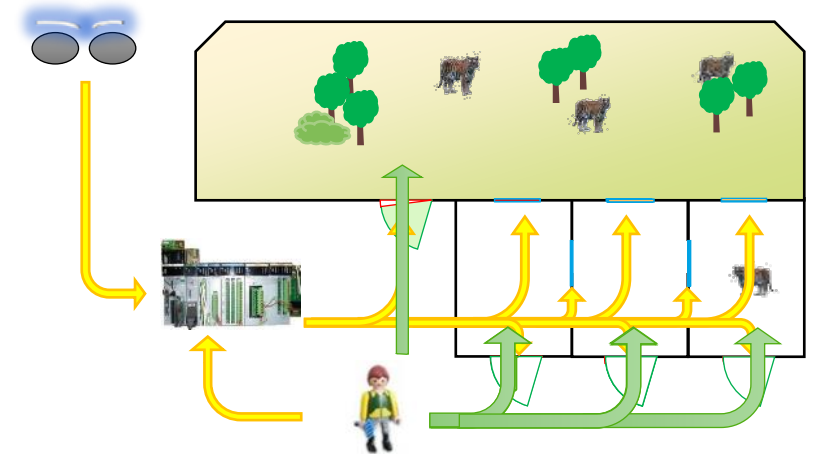
Probetrieb in Zoogehege

- Implantation des Transponders in ein Tier
Geplant ist, dass der Transponder bis zum Tod des Tieres im Tier verbleibt
- Medizinische Überwachung der Operationsstelle und des Implantats
- Anbringung von RFID Lesegeräten an einem oder mehreren Tierdurchgängen
- Überwachung der Durchgänge mit Kameras
Erfassung der Szenen, wenn sich Tiere im Bereich der Durchgänge aufhalten
- Untersuchung, ob es zu Fehlauslösungen bzw. Fehlzählungen kommt

Mustergehege

Nachrüstung eines Zoogeheges mit den erprobten Konzepten

- Nachrüstung der Schieber und Gehegetüren mit einem Verriegelungssystem
- Einbau eines Tierdetektionssystems





IFA

Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Vielen Dank für Ihr Interesse!

Georg Nischalke-Fehn

Tel.: 030/ 13001-3537

E-Mail: georg.nischalke-fehn@dguv.de

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Alte Heerstr. 111

53757 Sankt Augustin

