

Zwischenbericht

# Projekt Tierwohl-KI

18. Juli 2023

Mitwirkende: Maximilian Norz, Sabine Faller, Prof. Dr. Christian Beecks

Kontakt:

Maximilian Norz

m.norz@elanyo.com

+49 160 9985 8648

Projektträger:

Tierwohl-KI UG (haftungsbeschränkt)

Rotebühlstr. 63

70178 Stuttgart

# Inhaltsverzeichnis

---

Inhaltsverzeichnis .....	1
Einleitung .....	2
Automatischer Zutriebsprozess zur Betäubungsanlage .....	3
Tierschutzverletzungen Tierschutzabweichungen entlang des Zutriebsprozesses.....	4
Tierfluss.....	4
Mensch-Tier-Interaktion.....	4
Betreten des automatischen Zutriebs.....	5
Tiere im Zutrieb bei längerem Stillstand .....	5
Anlagebedingte Parameter.....	5
Anzahl Schweine pro Zutriebsabschnitt und Gondel.....	6
Vorgehensweise im Projekt .....	7
Einsatz von maschinellen Lernverfahren .....	8
Zusammenfassung.....	11

# Einleitung

---

Die zentrale Idee des Projekts Tierwohl-KI besteht in der Erkennung von Tierschutzabweichungen in Schlachthöfen mit modernen Methoden des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz. Basierend auf einer datenschutzrechtlich konformen Aufzeichnung, Bearbeitung und Auswertung von bild- und videobasierten Daten sollen Situationen, in denen konkrete Tierschutzabweichungen vorliegen könnten, automatisiert erkannt und den Tierschutzbeauftragten zur Beurteilung vorgelegt werden. Die Tierschutzbeauftragten und Prozessverantwortlichen können dank dieser Informationen Maßnahmen treffen, um Tierschutzabweichungen zukünftig zu verhindern, beispielsweise durch Schulungen der am Prozess beteiligten Personen oder durch Änderungen der Prozesse.

Die Relevanz dieses Themas wird deutlich, wenn man die Anzahl der jährlich geschlachteten Tiere in Deutschland betrachtet. Im Jahr 2020 wurden hierzulande etwa 700 Millionen Geflügel, 53 Millionen Schweine, drei Millionen Rinder, eine Million Schafe sowie deutlich kleinere Mengen an Ziegen und Pferden geschlachtet.<sup>1</sup> Dass der Tierschutz dabei nicht immer eingehalten wird, bezeugen Skandalberichte mit heimlich aufgezeichnetem Bildmaterial von Schlachtprozessen, zum Beispiel die Berichte der Soko Tierschutz. Deshalb ist es für Schlachtbetriebe, die den Tierschutz ernst nehmen, wichtig, neben den klassischen betrieblichen und amtlichen Kontrollmechanismen moderne KI-Methoden zur Überwachung der Schlachtung einzusetzen.

Die Schlachtung ist ein komplexer Prozess. Sie umfasst mehrere Stationen – Anlieferung, Unterbringung, Zutrieb, Betäubung, Entblutung – und unterscheidet sich von Tier zu Tier sowie von Methode zu Methode (insbesondere von Betäubungsmethode zu Betäubungsmethode). Im Rahmen des Projekts Tierwohl-KI fokussieren wir uns deshalb auf einen speziellen Teilabschnitt: auf die potenziellen Abweichungen von Tierschutzvorgaben beim automatischen Zutrieb von Schweinen zu einer CO<sub>2</sub>-Betäubungsanlage. Die im Rahmen des Projekts entwickelten KI-Methoden werden beim Süddeutschen Schweinefleischzentrum Ulm (SFZU) eingesetzt, um die dortige Schlachtung von Schweinen zu überwachen.

Neben dem Süddeutschen Schweinefleischzentrum Ulm und dem Veterinäramt der Stadt Ulm sind ebenfalls das Fraunhofer FIT und die elanyo GmbH an dem Projekt Tierwohl-KI, welches durch das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg unterstützt wird, beteiligt.

---

<sup>1</sup> [https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Tiere-Tierische-Erzeugung/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Tiere-Tierische-Erzeugung/_inhalt.html), zuletzt aufgerufen am 14.02.2021.

## Automatischer Zutriebsprozess zur Betäubungsanlage

---

Wenn Schweine der Schlachtung zugeführt werden, müssen sie vom Wartestall zur Betäubung getrieben werden. Dies erfolgt vor einer CO<sub>2</sub>-Betäubungsanlage in der Regel immer gruppenweise durch einen automatischen Zutrieb. Hierbei werden die Schweine mittels hinterherlaufender Treibschilder zum selbständigen Vorwärtsgen animiert. Die Gruppenabtrennung und Einteilung der Gruppengröße für die Gondel der Betäubungsanlage erfolgt mittels seitlichen Schiebetoren. Der Ablauf des automatischen Zutriebs wird immer durch einen Mitarbeiter beaufsichtigt und durch diesen teilweise auch manuell gesteuert (z.B. für die Einteilung der Gruppengröße). Der Zutriebsprozess zur Betäubungsanlage am SFZU wird zum aktuellen Zeitpunkt bereits durch den Einsatz moderner Videotechnologie überwacht. Mehrere Videokameras zeichnen das Geschehen beim automatischen Zutrieb in der Schweineschlachtung auf und bieten somit die Möglichkeit, Videomaterial stichprobenartig hinsichtlich möglicher Tierschutzabweichungen zu betrachten. Dazu werden die Aufzeichnungen stichprobenartig (etwa 20 Minuten pro Tag) von einem Tierschutzbeauftragten betrachtet und überprüft, ob die rechtlichen und betrieblichen Tierschutzvorgaben eingehalten werden.

Die Tierschutzvorgaben sind in den Standardarbeitsanweisungen festgelegt. Hierzu fließen folgende Vorgaben mit ein: Gesetzliche Vorgaben nach Tierschutzgesetz (TierSchG), VO (EG) Nr. 1099/2009 und Tierschutzschlachtverordnung (TierSchlV) sowie Empfehlungen aus Handbüchern und Leitfäden, Kundenanforderungen und unternehmensinterne Vorgaben zum Tierschutz bei der Schlachtung. Eine Abweichung von den geltenden Tierschutzvorgaben entspricht somit einer Abweichung von den Standardarbeitsanweisungen.

Ein Beispiel für eine Abweichung von den Tierschutzvorgaben wäre ein zu starkes Einwirken eines Mitarbeiters<sup>2</sup> mit einem Treibpaddel auf ein oder mehrere Schweine, um die Schweine zum Weitergehen anzutreiben. Die Komplexität dieser Abweichung wird deutlich, wenn man die Intensität der Einwirkung betrachtet. Sind leichte Berührungen beim Zutrieb durchaus erlaubt, stellen stärkere Einwirkungen eine Abweichung von den Tierschutzvorgaben dar. Ab welcher Intensität eine solche Abweichung jedoch vorliegt, ist bislang nur subjektiv messbar und muss im Rahmen des Projekts Tierwohl-KI algorithmisch zugänglich gemacht werden. Weitere Abweichungen wären beispielsweise die Überschreitung der maximal zulässigen Anzahl von Tieren in jedem Zutriebsabschnitt oder unstimmmige technische Anlageneinstellungen im automatischen Zutrieb.

---

<sup>2</sup> Hier und im Folgenden sind bei männlichen Personenbezeichnungen sowohl Frauen als auch Männer gemeint.

# Tierschutzabweichungen entlang des Zutriebsprozesses

---

Im Rahmen des Projekts Tierwohl-KI sollen Abweichungen von Tierschutzvorgaben in dem Zutriebsprozess zur Betäubungsanlage mit KI-basierten Methoden und hochauflösender Videotechnologie erkannt werden. Grundlegend dafür ist eine Beschreibung der aus Sicht des Tierschutzes relevant eingestuften Situationen, die in diesem Kapitel nachfolgend beschrieben werden.

## Tierfluss

---

Der Tierfluss beschreibt das Verhalten der Schweine im Zutriebsprozess. Es kann vorkommen, dass einzelne Schweine oder eine Gruppe von Schweinen ein Weitergehen verweigern. Dies lässt sich anhand des Stehens, Sitzens oder Liegenbleibens eines Schweins erkennen. Wenn keine Störung des Allgemeinbefindens oder eine gesundheitliche Beeinträchtigung vorliegt, sollte der Mitarbeiter durch Entschleunigung von Zeit- und Treibdruck und angepasstes Treiben die Schweine zum Weitergehen animieren.

Schweine mit besonderem Betreuungsbedarf, bei denen eine Störung des Allgemeinbefindens oder gesundheitliche Beeinträchtigungen vorliegen, beispielsweise feststellbar durch Lahmheit oder Kreislaufprobleme, dürfen nicht ohne Weiteres in den automatischen Zutrieb getrieben werden. Sollten solche Schweine in den automatischen Zutrieb gelangen, ist dies eine Abweichung von Tierschutzvorgaben. In dieser Situation ist zu prüfen, ob der Mitarbeiter entsprechend reagiert – die Zutriebsanlage ist ggf. Anzuhalten; das betroffene Schwein wird von der Gruppe separiert, darf im Zweifelsfall nicht weitergetrieben werden, wird an Ort und Stelle betäubt und entblutet, um weiteres Leid zu vermeiden. Derartige Situationen sind in der Regel Einzelfälle, bei denen über die Videosequenz beurteilt werden muss, ob angemessen reagiert wurde oder eine Abweichung von Tierschutzvorgaben vorliegt.

## Mensch-Tier-Interaktion

---

Mensch-Tier-Interaktionen treten fortwährend auf, um den Tierfluss und auch das Wohl der Schweine mit besonderem Betreuungsbedarf sicherzustellen. Diese Art von Interaktion wird sehr häufig durch akustisches Treiben realisiert oder ggf. in Form eines leichten Treibpaddelinsatzes. Wie bereits oben erwähnt unterliegt die beobachtbare Intensität des Treibpaddelinsatzes häufig der subjektiven Wahrnehmung, sodass Abweichungen von Tierschutzvorgaben durch den Tierschutzbeauftragten entschieden werden.

Während leichter Treibpaddelinsatz tierschutzkonform ist, liegt bei einem massiven Treibpaddelinsatz, beobachtbar durch heftiges Schlagen auf das Schwein, beim falschen Einsatz des Treibpaddels, beispielsweise durch Verwendung der Grifffläche zum Einwirken auf das Schwein, oder

bei der Verwendung anderer, nicht zugelassener Gegenstände, wie beispielsweise eines Stocks oder der Hochdrucklanze, eine Abweichung von Tierschutzvorgaben vor. Ein weiteres Beispiel für eine tierschutzwidrige Handlung ist das direkte Einwirken eines Mitarbeiters auf sensible Stellen am Schwein. Hierzu zählt unter anderem das Schlagen auf das Gesicht des Schweines, das Ziehen oder Drehen an Ohren und dem Schwanz oder das Einwirken auf die Augen des Schweines.

### **Betreten des automatischen Zutriebs**

---

Der Zutriebsprozess besitzt einen hohen Automatisierungsgrad und wird fortwährend durch Mitarbeiter des Schlachtbetriebs überwacht. Die Schweine durchlaufen dabei den vorgegebenen Weg vom Stall bis zur Betäubungsanlage und werden dabei u.a. auch durch Treibschilder und Schiebetore unterstützt. Aufgrund von technischen Wartungen, wie beispielsweise dem Überprüfen und Schmieren von beweglichen Teilen an den Treibschildern, deren Nachjustierungen und allgemeinen Reparaturarbeiten, sowie Reinigungsvorgängen, als häufiges Beispiel sei hier die Bodenreinigung mittels Hochdrucklanze genannt, kommt es in regelmäßigen Abständen zum Stillstand der Anlage und damit zum Betreten des automatischen Zutriebs durch Mitarbeiter. Ein solcher technisch oder reinigungsbedingter Stillstand der Anlage stellt keine Abweichung von Tierschutzvorgaben dar. Eine Abweichung der Tierschutzvorgaben kann jedoch dann vorliegen, wenn das Betreten des Zutriebs bei stillstehender Anlage durch eine tierbedingte Situation ausgelöst wird, wie beispielsweise im Falle einer Begutachtung eines Schweins aufgrund besonderem Betreuungsbedarf oder einer vorgezogenen Schlachtung. Die damit verbundene Mensch-Tier-Interaktion (vgl. vorangegangenen Abschnitt) birgt ein erhöhtes Risiko für Abweichungen von Tierschutzvorgaben und erfordert daher besonderer Beachtung.

### **Tiere im Zutrieb bei längerem Stillstand**

---

Bei einem längeren Stillstand der Anlage über einen Zeitraum von mehr als 10 Minuten besteht die Möglichkeit einer Abweichung von Tierschutzvorgaben durch im Zutrieb verbleibende Tiere. Der automatische Zutrieb ist nicht für längere Aufenthalte vorgesehen, da es dort u.a keine Wasserversorgung für die Schweine gibt. Werden die Tiere nicht zurück in den Stall getrieben, so ist häufig ein Abliegen der Schweine zu beobachten.

### **Anlagensteuerung**

---

Wie bereits zuvor erwähnt erfolgt der Zutriebsprozess vom Wartestall bis zur CO<sub>2</sub>-Betäubung über eine automatische Zutriebsanlage. Mittels hinterherlaufender Treibschilder werden die Schweine zum selbständigen Vorwärtsgang animiert. Diese Treibschilder werden beim SFZU für die horizontale Bewegung hydraulisch und für die vertikale Bewegung pneumatisch gesteuert. Die

Treibschilder laufen i.d.R. im Automatikbetrieb und stoppen ihre Bewegung bei einem definierten Gegendruck durch Schweine. Seitliche Schiebetore dienen zur Gruppenabtrennung und zur Einteilung der Gruppengröße für die Gondel der Betäubungsanlage. Diese Schiebetore werden beim SFZU teils pneumatisch bzw. teils hydraulisch betrieben und durch einen Mitarbeiter größtenteils manuell gesteuert.

Bei einer Fehleinstellung der Anlagensteuerung oder bei falschem manuellem Steuern der Anlage kann es dazu kommen, dass zu großer Treibdruck auf die Schweine ausgeübt wird oder Verklebungsfahr besteht. Derartige Vorfälle stellen eine potentielle Abweichung von Tierschutzvorgaben dar und sollen identifiziert werden.

### **Anzahl Schweine pro Zutriebsabschnitt und Gondel**

---

Die maximal zulässige Anzahl der Schweine im Zutriebsabschnitt und in der Gondel der Betäubungsanlage ergibt sich über das Platzangebot, welches laut Tierschutzvorgaben notwendig ist. Überschreitet die Anzahl der Schweine im Zutriebsabschnitt oder der Gondel die Anzahl von 10 beziehungsweise 5 Schweine, so ist dies im automatischen Zutrieb des SFZU eine Abweichung von Tierschutzvorgaben.

## Vorgehensweise im Projekt

---

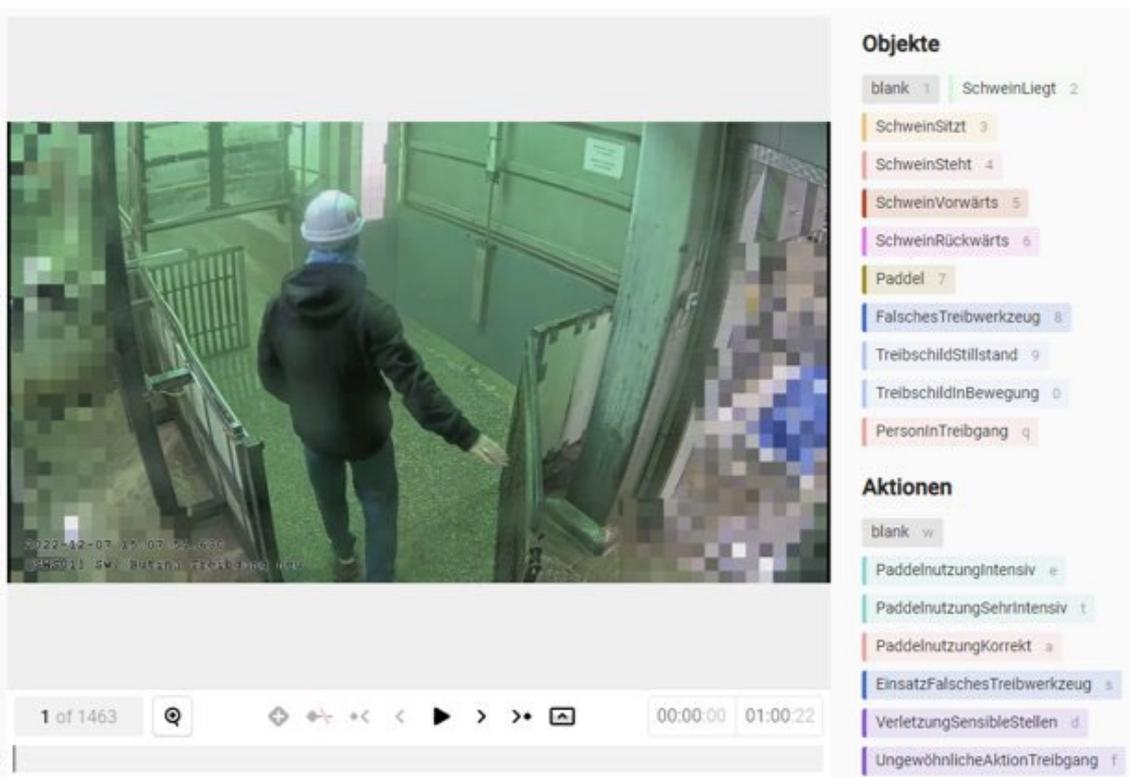
Um die im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Situationen, in denen Tierschutzabweichungen auftreten, mit Hilfe von KI-basierten Methoden zu erfassen, wird der in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasste Ablauf umgesetzt.

Schritt	Aktion
1.	Datenaufzeichnung <ul style="list-style-type: none"><li>Anonymisierte Aufzeichnung prozessrelevanter Daten mittels Videokameras und optionalen Audioaufzeichnungen</li></ul>
2.	Datenanalyse <ul style="list-style-type: none"><li>Methoden des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz werden auf den aufgezeichneten Daten angewendet, um tierschutzrelevante Situationen automatisiert zu erkennen und vorzuselektieren.</li></ul>
3.	Entscheidungsfindung <ul style="list-style-type: none"><li>Die Tierschutzbeauftragten begutachten das vorselektierte Material und entscheiden, ob es sich tatsächlich um eine Abweichung von Tierschutzvorgaben handelt.</li></ul>
4.	Weitere Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"><li>Die Tierschutzbeauftragten haben so einen repräsentativen Überblick zu potenziell tierschutzrelevanten Situationen über die gesamte Schlachtzeit. Damit können die Risiken besser bewertet und entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung der Abweichung von Tierschutzvorgaben unmittelbar ergriffen werden. Beispielsweise über Schulungen der Mitarbeiter, Änderungen der Anlageneinstellungen des Zutriebs, Anpassungen der Umweltbedingungen im automatischen Zutrieb. Zudem kann zuverlässiger und durchgängig nachgewiesen werden, dass Tierschutzvorgaben in diesem Bereich eingehalten werden.</li></ul>

# Einsatz von maschinellen Lernverfahren

Die Analyse der Videodaten erfolgt mittels Methoden des maschinellen Lernens, um auf Basis der vorliegenden Daten ML-Modelle zu trainieren und diese über einen längeren Zeitraum hinweg anzupassen. Bei diesem überwachten Ansatz ist die Qualität der zugrundeliegenden Daten entscheidend. Diese müssen durch Tierschutzbeauftragte und Mitarbeiter des SFZU entsprechend der oben aufgeführten Situationen in aus Tierschutzsicht auffälliges und unauffälliges Verhalten klassifiziert werden.

Dabei kommt die Open-Source Softwarelösung LabelStudio zum Einsatz, um unterschiedliche Objekte und Aktionen zu markieren, die dann für das initiale Trainieren und Adaptieren der ML-Modelle verwendet werden können. Wie in der nachfolgenden Abbildung zu erkennen, wird anhand von Objekten beispielsweise zwischen sitzenden und stehenden Schweinen unterschieden und auch die Vorwärts- und Rückwärtsbewegung der Schweine annotiert. Weitere Aktionen wie die intensive Nutzung des Treibpaddels oder allgemein ungewöhnliche Aktionen im Treibgang werden mit annotiert. Die Liste der in der Abbildung erkennbaren Labels ist vorläufig und wird im Laufe des Projekts weiter angepasst.



Um die unterschiedlichen Tierschutzabweichungen entlang des Zutriebsprozesses zu erkennen, werden unterschiedliche Methoden des maschinellen Lernens entwickelt, im laufenden Betrieb des SFZU untersucht und hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit bewertet. Eine Beschreibung der zu erkennenden Situationen sowie der Methodik ist in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Situation	Methodik	Details
-----------	----------	---------

Zählen von Schweinen	Objekterkennung	<p>Identifikation einzelner Schweine bzw. Automatisierte Zählung der Schweine mit Deep Learning</p> <p>J. Kim et al.: EmbeddedPigCount: Pig Counting with Video Object Detection and Tracking on an Embedded Board, Sensors, 2022, <a href="https://doi.org/10.3390/s22072689">https://doi.org/10.3390/s22072689</a></p> <p>M. Tian et al.: Automated pig counting using deep learning, Computers and Electronics in Agriculture, 2019, <a href="https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.05.049">https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.05.049</a></p>
Verhalten von Schweinen	Objekterkennung	<p>Erkennung der Verhaltensweise einzelner Schweine mittels Yolo</p> <p>S. Sivamanti et al.: Optimized HED- YOLO algorithm for posture detection of pigs, International Journal for Research Trends and Innovation, 2021.</p> <p>H. Ji et al.: Automatic Position Detection and Posture Recognition of Grouped Pigs Based on Deep Learning, Agriculture, 2022, <a href="https://doi.org/10.3390/agriculture12091314">https://doi.org/10.3390/agriculture12091314</a></p>
Intensive Paddelnutzung	Objektverfolgung	<p>Erkennung und Verfolgung der Paddelbewegung sowie Approximation der Geschwindigkeit basierend auf Merkmalsextraktion und regionenbasierter Segmentierung mittels Bounding Boxes</p> <p>P. K. Sarker and Md. J. Uddin: Speed Determination of a Moving object from a Video Sequence using Bounding Box Approach and Region Based Segmentation, International Journal of Engineering Research &amp; Technology, 2014, doi: 10.17577/IJERTV3IS20537</p>

Falsches Treibwerkzeug	Anomalie Erkennung	Erkennung von unbekanntem Gegenständen, d.h. Anomalien, durch AutoEncoder  B. Ramachandra et al.: A Survey of Single-Scene Video Anomaly Detection, arXiv, 2020, <a href="https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.0599">https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.0599</a>
Verletzung von Schweinen	Aktionserkennung	Erkennung von unsachgemäßer Mensch-Tier Interaktion, beispielsweise an sensiblen Stellen der Schweine, mit Temporal Segment Networks  L. Wang et al.: Temporal Segment Networks for Action Recognition in Videos, IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2019, <a href="https://doi.org/10.1109/TPAMI.2018.2868668">https://doi.org/10.1109/TPAMI.2018.2868668</a>

## Zusammenfassung

---

Die Erkennung von Tierschutzabweichungen in Schlachthöfen, basierend auf modernen Methoden des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz, ist die zentrale Idee dieses Projekts. Dazu werden im SFZU Bild- und Videodaten datenschutzkonform aufgezeichnet, bearbeitet, analysiert und ausgewertet. Damit können Maßnahmen getroffen werden, um zukünftige Tierschutzabweichungen zu verhindern.

In diesem ersten Zwischenbericht werden die Tierschutzabweichungen entlang des Zutriebsprozesses und die in diesem Projekt umgesetzte Vorgehensweise sowie die zugrunde liegenden maschinellen Lernverfahren beschrieben.