

# Cow Body Scan

Schriftenreihe des LfULG, Heft 1/2024



# Entwicklung der 3D-Bildanalyse zur Vermessung von Milchkühen und Vernetzung mit dem Herdenmanagementprogramm

Uwe Dorsch, Dorsch Softwareentwicklung Oberdürenbach  
Peter Schneider und Sebastian Schäfer, Schneider Elektronik GmbH & Co.KG Großharthau  
Dirk Leuschke und Peter Paschold, Data Service Paretz GmbH  
Franziska Deißing, Dr. Ralf Fischer und Dr. Steffen Pache

Im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft



Projektträger Bundesanstalt  
für Landwirtschaft und Ernährung

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
1.1	Aufgabenstellung .....	5
1.2	Voraussetzungen für die Durchführung des Vorhabens.....	5
1.3	Planung und Ablauf des Vorhabens.....	6
1.4	Wissenschaftlicher und technischer Stand .....	8
1.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	9
<b>2</b>	<b>Federführende Projektbearbeitung durch Dorsch Software</b> .....	<b>11</b>
2.1	Planung und Ablauf des Vorhabens.....	11
2.2	Wissenschaftlicher und technischer Stand .....	11
2.3	Erzielte Ergebnisse.....	12
2.4	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	16
2.5	Verwertbarkeit des Ergebnisses .....	16
<b>3</b>	<b>Federführende Projektbearbeitung durch Schneider Elektronik</b> .....	<b>17</b>
3.1	Planung und Ablauf des Vorhabens.....	17
3.2	Erzielte Ergebnisse .....	17
3.3	Verwertbarkeit des Ergebnisses .....	21
3.4	Ergebnisdiskussion .....	21
<b>4</b>	<b>Federführende Projektbearbeitung durch Data Service Paretz</b> .....	<b>22</b>
4.1	Planung und Ablauf des Vorhabens.....	22
4.2	Wissenschaftlicher und technischer Stand .....	22
4.3	Erzielte Ergebnisse .....	23
4.4	Ergebnisdiskussion .....	27
4.5	Präsentationen des CBS-Systems.....	28
4.6	Verwertung der Ergebnisse des CBS-Systems .....	28
4.7	Weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf .....	29
<b>5</b>	<b>Federführende Projektbearbeitung durch das LfULG</b> .....	<b>30</b>
5.1	Erzielte Ergebnisse .....	30
5.2	Ergebnisdiskussion .....	35
5.3	Ergebnispräsentation .....	39
5.4	Weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf .....	39
5.5	Wissenschaftliche Verwertung und Anschlussfähigkeit.....	40
<b>6</b>	<b>Erreichte Projektergebnisse</b> .....	<b>41</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>42</b>

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Software zur Parameterkontrolle.....	13
Abbildung 2: CAD-Konstruktion des CBS-Sensorgehäuses.....	17
Abbildung 3: CBS-Sensorgehäuse der 2./3. ....	18
Abbildung 4: Installierter CBS-Sensor über dem Laufgang .....	19
Abbildung 5: Installierter Touch-Bildschirm.....	19
Abbildung 6: CAD-Konstruktion des Erfassungsbereichs des CBS-Sensors.....	20
Abbildung 7: Prinzip der mehrschichtigen Datenbankumgebung des CBS-Systems.....	23
Abbildung 11: Körpermaße.....	25
Abbildung 12: Darstellung Verlauf CCS Einzeltierdaten Vor-Nachmittag.....	26
Abbildung 13: Datenanalyse zu ccs und BCS-Note nach Edmonsens et al. (1989) eines Einzeltieres in Köllitsch.....	33
Abbildung 14: Datenanalyse zu CS und KBH eines Einzeltieres in Köllitsch.....	34
Abbildung 15: Einzeltierdarstellung zu den cbs-Parametern für die Kuh mit Stallnummer 113 .....	36
Abbildung 16: 3D-Gangprofil einer Kuh ohne motorische Störung.....	37
Abbildung 17: 3D-Gangprofil einer Kuh mit motorischer Störung.....	37

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Zwischen den Projektpartnern definierte Arbeitspakete.....	7
Tabelle 2: Zur Projektsteuerung durchgeführte Projektmeetings und Telefonkonferenzen.....	8

# 1 Einleitung

## 1.1 Aufgabenstellung

Im Rahmen des 2013 abgeschlossenen Verbundprojektes On-Farm-Recording "Breeding" (Fischer u.a. 2014) wurde auf der Basis eines neuartigen, hochauflösenden IR-Sensors ein Verfahren zur automatischen, dreidimensionalen Vermessung sich bewegender Milchkühe entwickelt und unter dem Namen optiCOW auf der EURO Tier 2012 erstmals präsentiert.

In einer Machbarkeitsstudie konnte aufgezeigt werden, dass mit diesem neuen Verfahren eine objektive Schätzung der Körperkondition und die Beschreibung der Fettmobilisationsdynamik von Milchkühen ohne zusätzlichen personellen Aufwand möglich ist. In einem Feldversuch mit zwei Milchviehanlagen wurde optiCOW als autarkes Verfahren zur Konditionsbestimmung erprobt.

Am Ende dieses Forschungsprojektes wurde deutlich, dass für die effektive Verwertung der Entwicklungsergebnisse der Sensor zwingend in die datentechnische Infrastruktur des betrieblichen Herdenmanagements einzubinden ist.

Das im Vorprojekt erprobte Funktionsmuster optiCOW auf dem Technologiereifegrad 5 zeigte das Potential, unter Einbindung eines Systemanbieters für Herdenmanagementsoftware zu einem eigenständigen, marktreifen Sensorsystem entwickelt werden zu können.

Unter Federführung des Knowhow-Trägers von optiCOW, Hölscher + Leuschner GmbH & Co. KG Emsbüren (HL-Agrar), wurde mit Dorsch-Softwareentwicklung Oberdürenbach (Dorsch-Software), Data Service Paretz GmbH (DSP) und dem Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) ein Konsortium begründet, welches sich die Aufgabe stellte, in dem hier zu berichtenden Verbundvorhaben ein Sensorensystem zur Vermessung und Bewertung von Milchkühen mittels 3D-Bildanalyse unter dem Akronym CowBodyScan (CBS) möglichst bis zum Technologiereifegrad 8 zu entwickeln.

Ziel des Verbundvorhabens war die Weiterentwicklung des optiCOW-Sensors zu einem eigenständigen, marktfähigen Produkt für die automatische, berührungslose Konditionsbestimmung von Rindern mit einer nach ADIS / ADED standardisierten Schnittstelle zum Herdenmanagementprogramm HERDE von DSP, sowie einer geeigneten Auswertungsoberfläche zur Entscheidungsunterstützung des Herdenmanagers. Darüber hinaus sollte die Funktionalität des Sensorsystems dahingehend erweitert werden, dass über den 3D-Sensor gleichzeitig das Gewicht des Tieres bestimmt, reale Körpermaße erhoben und krankhafte Motorik erkannt werden können.

## 1.2 Voraussetzungen für die Durchführung des Vorhabens

Maßgeblich für die Einreichung der Projektskizze Cow Body Scan sind die Vorarbeiten im Verbundprojekt On-Farm-Recording "Breeding" mit der erfolgreichen Konzipierung des optiCOW-Sensors zur Schätzung der Körperkondition von Milchkühen. Im Rahmen dieses Vorgängerprojektes konnten sich die Projektpartner ein spezifisches Fachwissen für die 3D-Bildverarbeitung aneignen und mit neuester Sensortechnik erste hochauflösende 3D-Modelle von Körperpartien sich bewegender Milchkühe für die Schätzung der Körperkondition produzieren. Die dort erarbeitete Technologie erlaubt den Verbundpartnern die Erschließung der automatischen 3D-Bildanalyse für die Milchviehhaltung.

Im Speziellen sind hier die Vorleistungen von HL-Agrar im Bereich Sensortechnik, Gerätebau, Hardware und IT-Infrastruktur, von Dorsch-Software im Bereich der 3D-Datenanalyse, Algorithmierung und Parametrisierung sowie des LfULG im Bereich des Versuchswesens, der wissenschaftlichen Bewertung und der fachlichen Begleitung in der Praxis zu erwähnen.

DSP kann auf sein langjähriges und spezifisches Knowhow im Bereich der Datenverarbeitung, Visualisierung und Entscheidungsunterstützung für ein umfassendes Herdenmanagement in der Rinder- und Schafhaltung verweisen.

Nach dem Ausscheiden von HL-Agrar aus dem Konsortium auf Grund einer Umstrukturierung des Unternehmens übernahm Schneider Elektronik GmbH & Co.KG Großharthau (SE) Teile der Aufgabenpakete von HL-Agrar. Einige Aufgabenpakete von HL-Agrar wurden von Dorsch Software übernommen.

Die am Verbundvorhaben beteiligten Partner bringen sich im Besonderen durch ihre Expertise im landwirtschaftlichen Anlagenbau und der Fertigung von robusten PC-Systemen für die Landwirtschaft zum einen, zum anderen durch sehr spezifisches Knowhow der Algorithmierung von 3D-Bilddaten und 3D-Modellierung zur Tierklassifizierung, zum dritten als Systemhaus für Datenverarbeitung in der Rinderhaltung mit langjähriger Projektierungserfahrung sowie letztlich mit ihrer wissenschaftlichen Kompetenz zur Versuchsbetreuung, statistischen Auswertung, Ergebniskommentierung und zum Wissenstransfer im Bereich von Precision Dairy Farming ein.

Alle Projektpartner haben ein Interesse an einer zielführenden Entwicklung des CBS-Sensorsystems bis zur Marktreife, mit einer Projektlaufzeit von nur 24 Monaten. Das Ausscheiden von HL-Agrar, die Aufnahme von Schneider Elektronik ins Konsortium, personelle Umplanungen bei DSP Agrosoft und die zwischenzeitliche Erkrankung des Projektkoordinators machte die Verlängerung der Projektlaufzeit auf 36 Monate unumgänglich.

Zudem wurde das Thema „Tieridentifikation“ zu Projektbeginn als gelöst betrachtet und nicht als eigenständiges Arbeitspaket identifiziert. Die Nutzung der auf den Milchviehbetrieben vorhandenen, meist unterschiedlichen, elektronischen Tieridentifikationssysteme, i.d.R. nicht standardisierte Techniken der Melktechnikanbieter, stellte das Konsortium vor unerwartete Herausforderungen. Während der Projektlaufzeit wurde deutlich, dass die in der Praxis vorgefundene, elektronische Tieridentifikation nicht über klar definierte Schnittstellen für das CBS-System genutzt werden konnte. Die sehr unterschiedliche Reader-Technik bereitete in jedem individuellen Testbetrieb sehr unterschiedliche Probleme, da manche existierenden Systeme nicht mit der ursprünglich geplanten AGRIDENT Reader-Technik harmonierten. Die Tests und Entwicklungen von Individuallösungen zur Tieridentifikation wurden größtenteils von Dorsch Software durchgeführt.

### **1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens**

Die komplexe Aufgabenstellung in dem Verbundprojekt wurde ursprünglich auf siebzehn, später nach Ausscheiden von HL-Agrar auf achtzehn Arbeitspakete verteilt und je nach Fachkunde der Projektpartner bearbeitet. (Tabelle 1) Die Federführung, die fachlichen Inhalte der Arbeitspakete und die notwendige Unterstützung durch die Projektpartner wurden in der gemeinsamen Vorhabenbeschreibung dargestellt. Die Planung und Verwaltung der dafür erforderlichen Ressourcen erfolgte eigenverantwortlich von den Projektpartnern. Dies erforderte eine enge Koordination der Projektbearbeitung zwischen den Verbundpartnern.

**Tabelle 1: Zwischen den Projektpartnern definierte Arbeitspakete**

AP-Nr.	Bezeichnung	Federführung
0	Anpassung optiCOW-Software	Dorsch Software
1	3D-Parameterauswahl	LfULG
2	3D-Methodenevaluierung	LfULG
3	3D-Pflichtenheft	LfULG
4	3D-Sensortechnik	HL-Agrar
5	3D-Hardware und Gehäusebau	Schneider Elektronik
6	3D-Algorithmen	Dorsch Software
7	3D-Modellierung	Dorsch Software
8	3D-Tiermerkmale	Dorsch Software
9	3D-Datenvernetzung Informationsverarbeitung	DSP Agrosoft
10	3D-Visualisierung 23.01.2020	DSP Agrosoft
11	3D-Merkmalinterpretation 22.04.2020	DSP Agrosoft
12	3D-Entscheidungsunterstützung	DSP Agrosoft
13	CBS-Produktbeschreibung	Schneider Elektronik
14	3D-Versuchswesen	LfULG
15	3D-wissenschaftliche Bewertung	LfULG
16	Tieridentifikation	Schneider Elektronik
17	Berichtswesen	LfULG

Das in der gemeinsamen Vorhabenbeschreibung abgestimmte Balkendiagramm bildete die Grundlage für die Zeit- und Ressourcenplanung. In halbjährlichen Projektmeetings und zusätzlichen Telefonkonferenzen wurde der Projektfortschritt mit den Projektpartnern diskutiert sowie notwendige Änderungen zur ursprünglichen Planung beschlossen.

Veränderungen in der Unternehmensführung haben den Projektpartner HL -Agrar dazu bewegt, das Konsortium um das Verbundprojekt CowBodyScan zu verlassen. Die im Februar 2018 getroffene Entscheidung war ein gravierender Einschnitt in die Projektsteuerung und für das verbleibende Konsortium bestehend aus DSP, DS und LfULG eine kritische Situation. Auf der Suche nach einem neuen Projektpartner konnte im Frühjahr 2018 die Schneider Elektronik GmbH & Co.KG Großharthau (SE) gewonnen werden, die Arbeitspakete von HL-Agrar zu übernehmen. Jedoch bedurfte es noch weiterer neun Monate, bevor SE mit einem eigenen Zuwendungsbescheid in das Projektkonsortium aufgenommen werden konnte.

Mit dem Ausscheiden von HL-Agrar wurde die Projektkoordination auf das LfULG, Dr. Steffen Pache übertragen. Im Folgenden war eine Sachstandsaufnahme zu den von HL -Agrar verantworteten Arbeitspaketen und die Übernahmen durch den neuen Projektpartner SE zu verhandeln. Mit der Überarbeitung der Vorhabenbeschreibung im Juli 2018 wurden inhaltliche und zeitliche Defizite in der Ressourcenausstattung deutlich. Der markierte FuE-Aufwand bei der Tieridentifikation musste in einem zusätzlichen Arbeitspaket geplant und von SE federführend übernommen werden. Mit der Antragstellung auf Projektförderung von SE im Juli 2018 erfolgte gleichzeitig die Beantragung einer kostenneutralen Verlängerung der Projektlaufzeit um vier Monate bis zum 31.08.2019.

Herausforderungen der Projektbearbeitung im Vorfeld der EURO Tier 2018 und unvorhersehbare Schwierigkeiten bei der Projektsteuerung führten zu weiteren Verzögerungen, so dass erst zum 31.01.2019 die wesentliche Erweiterung des Projektkonsortiums um SE und die Verlängerung der Projektlaufzeit beschieden wurden. Eine intensive, juristische Bearbeitung der Änderung der Kooperationsvereinbarung zur Aufnahme des neuen Verbundpartners SE führte zu einer weiteren wesentlichen Verzögerung der Projektbearbeitung aufgrund der Ausgabensperre beim LfULG. Ein 2. Antrag auf Projektverlängerung bis zum 30.04.2020 wurde am 19.08.2019 bewilligt.

Die im Mai 2017 gestarteten Verbundpartner waren optimistisch, innerhalb von 24 Monaten die Entwicklungsziele für das CBS-System realisieren zu können. Das Ausscheiden des Leadpartners HL-Agrar, die Suche und Einbindung des neuen Projektpartners SE, die Schwierigkeiten bei der Projektsteuerung, die Ausgabensperre und nicht zuletzt der Wechsel von Projektmitarbeitern bei DSP und beim LfULG führten zu einer kostenneutralen Verlängerung der Projektlaufzeit auf 36 Monate. Zur Projektsteuerung wurden elf Projektmeetings und elf Telefonkonferenzen jeweils mit allen Projektpartnern vom LfULG organisiert (Tabelle 2)

**Tabelle 2: Zur Projektsteuerung durchgeführte Projektmeetings und Telefonkonferenzen**

Lfd. Nr.	Telefonkonferenz	Projektmeeting	
1	10.05.2017	15.06.2017	Bonn, Institut für Landtechnik
2	30.08.2017	17.10.2017	Dresden – Klotzsche, LfULG
3	20.03.2018	14.12.2017	Dresden, DSP Agrosoft
4	20.09.2018	28.02.2018	Emsbüren, HL-Agrar
5	21.12.2018	27.03.2018	Weinsheim, FNS Milch GbR
6	04.02.2019	28.03.2018	Fleringen, Hotel Schoos
7	13.03.2019	10.04.2018	Köllitsch, LfULG
8	13.06.2019	24.07.2018	Dresden, DSP Agrosoft
9	19.12.2019	27.10.2018	Dresden, DSP Agrosoft
10	23.01.2020	13.11.2018	Hannover, EURO Tier
11	22.04.2020	18.11.2019	Dresden, DSP Agrosoft

Je nach Aufgabenstellung aus den Arbeitspaketen wurden vom LfULG weitere gemeinsame Termine mit einzelnen Projektpartnern in den Versuchsbetrieben sowie auf Veranstaltungen und Messen wahrgenommen.

#### 1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Im industriellen Produktionsumfeld als auch in der Fahrzeugtechnik haben sich 3D-Sensoren zur automatischen Bildanalyse von Objekten am Markt etabliert. Auch in der Nutztierhaltung werden erste 3D-Sensoren zur Steuerung von Roboterarmen genutzt. In diesen Anwendungsfällen sind die 3D-Sensoren i.d.R. Bestandteile von Werkzeugmaschinen oder Konsumgütern mit einer entsprechenden Zweckbestimmung.

Aus dem Bereich der Agrarforschung sind aktuelle Arbeiten zur Nutzung von 3D-Kameras zur Schätzung der Körperkondition bekannt (Krukowski 2009; Salau u.a. 2011; Wendl 2011; Pache u.a. 2013). Diese Forschungsgruppen nutzten TOF-Kameras zur Analyse segmentierter Einzelbilder und schätzten die Körperkondition am 3D-Modell des hinteren Kuhrückens zwischen Schwanzansatz und Hüfte. In einer jüngeren Arbeit von Dieckmann (2019) wurden neue Ansätze zur Bewertung von Gesundheitsparametern bei Milchkühen mittels 3D-Sensorik untersucht. Bei den genannten Veröffentlichungen handelt es sich um Forschungsarbeiten.



Eigene Entwicklungen zur automatischen Schätzung der Körperkondition von Milchkühen im Rahmen des o.g. Verbundprojekt On-Farm-Recording (Breeding) unterscheiden sich in der verwendeten 3D-Sensortechnik und in der Art der Bildverarbeitung. Ein erstes im Stall erprobtes Funktionsmuster wurde unter dem Produktnamen optiCOW von der Firma Hölscher+Leuschner GmbH & Co. KG auf der EURO Tier 2012 vorgestellt und prämiert.

Aufbauend auf den Entwicklungsergebnissen von optiCOW sehen sich die Verbundpartner in der Lage, mit neu auf den Markt kommenden 3D-Sensoren das Erscheinungsbild von Milchkühen permanent und automatisch in hoher Frequenz zu analysieren und neben der Körperkonditionsschätzung, charakteristische Merkmale für die physiologische und produktionstechnische Steuerung anzubieten.

Die aus den 3D-Bildinformationen generierbare Merkmalsbreite und -dichte erfordert eine zweckmäßige Datenverarbeitung und Vernetzung mit vorhandenen Tier- und Betriebsdaten. Das komplexe Herdenmanagementprogramm HERDE von DSP visualisiert dem Milcherzeuger, Tierarzt oder Berater die betriebliche Leistungsentwicklung der Herde als auch Einzeltiere auf Grundlage produktionstechnischer Kennzahlen und unterbreitet wissensbasierte Entscheidungsvorschläge. Die geplanten neuen Merkmale zum Erscheinungsbild der Milchkuh und deren Veränderung ergänzen zweckmäßig das Informationsspektrum für die Entscheidungsfindung in der Prozesssteuerung der Milchviehhaltung.

Das LfULG war maßgeblich bei der Entwicklung des optiCOW - Sensors beteiligt und stellt im geplanten CBS-Projekt die wissenschaftliche, objektive Bewertung der Ergebnisse sicher.

Herr Dorsch war in der finalen Phase des On-Farm-Recording (Breeding) Projektes involviert und ist mit der 3D-Sensortechnik und den statistischen Methoden der Bildanalyse vertraut.

Im Rahmen einer aktuellen patentanwaltlichen Recherche bestehender Schutzrechte zur automatischen Vermessung der Körperkondition von Milchkühen mit 3D Bildverarbeitung wurde die Patentanmeldung EP2173158(A1) von GEA WestfaliaSurge GmbH gefunden. Diese Patentanmeldung wurde im Einspruchsverfahren widerrufen. Die Beschwerdefrist ist am 17.08.2016 abgelaufen. Mit der Aufgabe der o.g. Patentanmeldung bestehen keine weiteren Schutzrechte Dritter, die das beantragte Projekt tangieren.

Auf der EURO Tier 2014 stellte DeLaval International AB ihre Eigenentwicklung einer BCS Kamera vor. Die Markteinführung begann im Herbst 2015 in Deutschland, eingebunden im Herdenmanagementsystem DelPro 5.x.

## **1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Das LfULG ist aktiv mit verschiedensten agrarwissenschaftlichen Einrichtungen (Landesforschung, Hochschulen und Universitäten) vernetzt. Darüber hinaus sind einige Wissenschaftler aufgrund ihrer einschlägigen Fachkunde in nationalen Gremien der DLG und KTBL berufen. Ebenso ist das LfULG an verschiedenen Forschungsprojekten beteiligt.

Hauptsächlich wurde mit den Projektpartnern zusammengearbeitet. Die Einbindung Dritter in die Projektbearbeitung war während der gesamten Projektlaufzeit nicht erforderlich. Um eine stabile Tiererkennung in den Testbetrieben zu ermöglichen, wurden Konsultationen mit Impulsa AG, Boumatic Robotics GmbH Deutschland und Agrident GmbH aufgenommen.

Neben dem LVG Köllitsch wurden folgende Betriebe in die Versuchsdurchführung aufgenommen:

- **FNS Milch GbR,**  
Ooser Straße 30, 54568 Gerolstein
- **Budissa Agrarprodukte,**  
Preititz/Kleinbautzen GmbH, Malschwitzer Straße 18, 02694 Malschwitz / OT Preititz
- **Agrargenossenschaft Frankena eG,**  
Frankenaer Hauptstraße 5, 03253 Doberlug-Kirchhain / OT Frankena
- **Gut Gröbers Heinz Rohmann & Mark Rohmann GbR,**  
Gottenzer Str. 3 OT Osmünde, 06184 Kabelsketal

## 2 Federführende Projektbearbeitung durch Dorsch Software

### 2.1 Planung und Ablauf des Vorhabens

In der ursprünglichen Planung waren für Dorsch Software folgende Arbeitspakete vorgesehen:

- **AP0:** Bestehender optiCOW-Sensor und Software anpassen
- **AP6:** 3D-Algorithmen
- **AP7:** 3D-Modellierung
- **AP8:** 3D-Tiermerkmale

Durch das Ausscheiden von HL-Agrar kamen teilweise Aufgaben aus folgenden Aufgabenpaketen hinzu:

- **AP4:** 3D-Sensortechnik
- **AP5:** 3D-Hardware und Gehäusebau

Das Aufgabenfeld Tieridentifikation, das zuvor nicht spezifiziert wurde, musste auch von Dorsch Software bearbeitet werden.

- **AP16:** Tieridentifikation

### 2.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Zu Projektbeginn gab es einen funktionierenden Prototyp eines Sensors, zur objektiven Schätzung des BodyConditionScore nach Edmons et.al (1989). Noch im ersten Projektjahr wurde die Hardware zur Erfassung der 3D Daten vom Markt genommen. Deshalb musste eine neue Hardware bzw. ein neuer 3DSensor gesucht werden. Die verwendete Software war zu weiten Teilen noch in Matlab implementiert, diese Software muss für ein kommerzielles Produkt jedoch in C++ neu implementiert werden.

Unter anderem wurde folgende Fachliteratur verwendet:

- Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1. und 2 / Lothar Papula.  
<http://d-nb.info/1159786844>
- Curves and Surfaces for Computer Graphics / David Salomon  
<http://d-nb.info/1008419680>
- Grundlagen der geometrischen Datenverarbeitung / von Josef Hoschek und Dieter Lasser  
<http://d-nb.info/921047177>
- The NURBS book / Les Piegl ; Wayne Tiller  
<http://d-nb.info/948762381>
- Einführung in TensorFlow : Deep-Learning-Systeme programmieren, trainieren, skalieren und deployen / Tom Hope, Yehezkel S. Resheff, Itay Lieder  
<http://d-nb.info/1160036462>

## 2.3 Erzielte Ergebnisse

### AP0: Bestehender optiCOW-Sensor und Software anpassen

- Vorhandene Matlab Software 1:1 umsetzen in C++
- Datenschnittstelle zu DSP definieren und implementieren
- Ersten Prototyp mit Anbindung optiCOW an DSP schaffen
- Testsystem in Köllitsch in Betrieb nehmen und aktuelle Testreihen mit neuem Sensor erfassen und validieren.

Alle definierten Teilaufgaben des AP0 wurden erfolgreich realisiert.

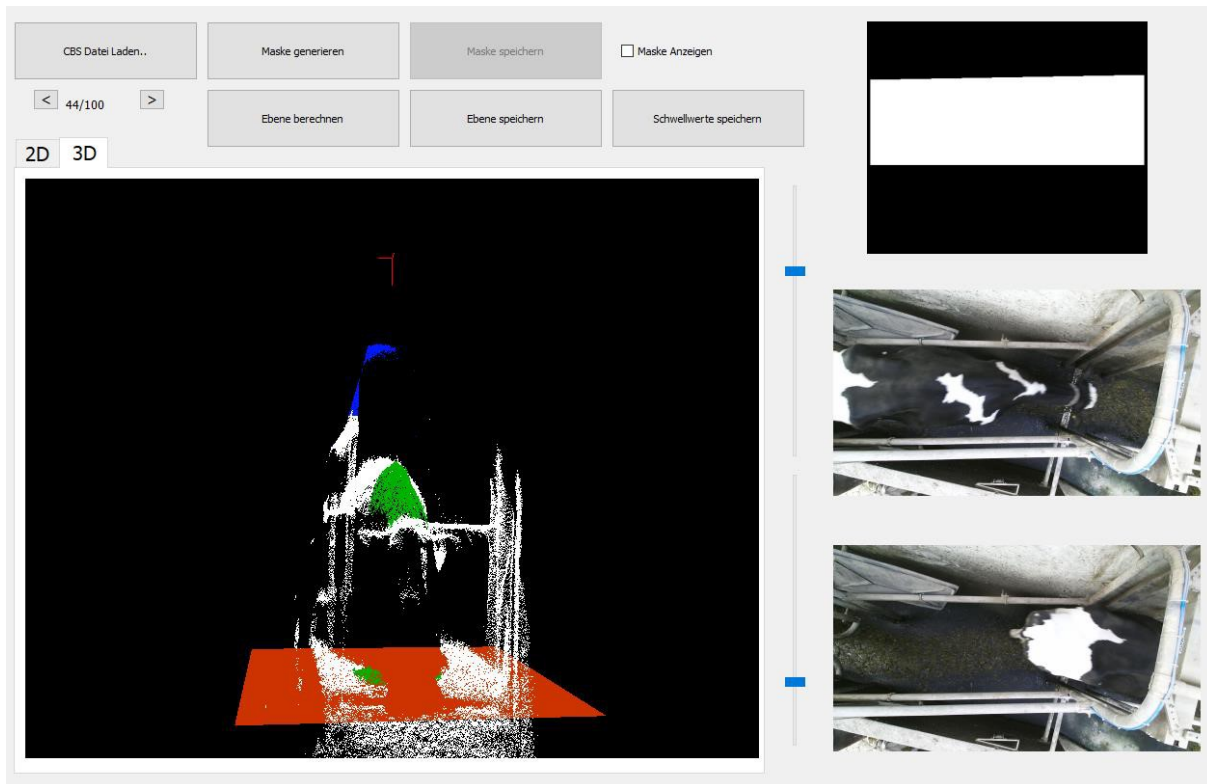
### AP4: 3D-Sensortechnik

- Recherche der 3D-Sensorentwicklung und Eignungsprüfung für das CBS-System.  
Hierzu prüfte Dorsch Software weitere 3D Sensoren auf ihre Tauglichkeit, sobald diese verfügbar waren oder deren Existenz bekannt wurde. Dazu zählte die Asus Xtion2, IFMO3X100, IFMO3D301 und die Intel RealSense D435. Dorsch Software beschaffte jeweils eine dieser 3D Kameras und testete diese für die vom Konsortium definierten Aufgabenstellungen. Keine der Kameras erwies sich als tauglich.
- Adaption der für Momentaufnahmen konzipierte 3D-Sensorik an die Belange einer „Bewegungs-Ablauf-Analyse“ Im Rahmen des Projekts wurde ein eigenes Datenformat und eine geeignete Komprimierung implementiert, um die große Datenmenge in angemessener Form zu speichern und somit Bewegungen aufzuzeichnen.
- Konzipierung von neuen Komprimierungsalgorithmen für 3D-Video-Sequenzen. Hierzu wurde von Dorsch Software ein geeignetes Verfahren gefunden und in die Algorithmen der 3D-Bildanalyse implementiert.
- Entwicklung, Erprobung und Feldtests der ausgewählten 3D-Sensorik für das CBS-System.  
Die gewählte 3D Sensorik wurde unter unterschiedlichsten Bedingungen getestet und als brauchbare Übergangslösung für die Aufgabenstellung im CBS-Projekt gemeinsam mit den Projektpartnern beurteilt.

### AP5: 3D-Hardware und Gehäusebau

- Zusammenschalten mehrerer Sensoren zur Aufnahme längerer Bewegungsstrecken  
Da das Sichtfeld der Kinect für die ersten Ganganalysen einen genügend langen Laufweg erfassen konnte, bestand die Überlegung, mehrere 3D Sensoren in Reihe zu synchronisieren. Auf Grund des Hardware-Wechsels wurde diese Aufgabe nicht mehr angegangen (Abbildung 1).

Entwicklung von Tools zur Kalibrierung der 3D-Sensoren zur objektiven, vergleichbaren Datenanalyse. Für das Einrichten und Kontrollieren der 3D Sensoren wurde eine Testapplikation entwickelt, die den Benutzer bei der Einrichtung unterstützt.



**Abbildung 1: Software zur Parameterkontrolle**

### AP6: 3D-Algorithmen

- Abhängig von der verwendeten Sensortechnik (Gesichtsfeld des Sensors, Auflösung, Bildwiederholungsrate, etc.) sind unterschiedliche Algorithmen zur Umrechnung der Sensorwerte in reale Koordinatenwerte des beobachteten Raumes zu implementieren. Dieser Schritt ist gelungen und darüber hinaus eine sensorunabhängige Repräsentation der 3D Punktwolke implementiert worden. Bei einem zukünftigen Sensorwechsel ist der Aufwand somit sehr gering.
- Für die Bewegungsanalyse ist die Vernetzung mehrerer 3D Sensoren geplant. Diese Aufgabe war nicht nötig, da das Sichtfeld mit der neuen Hardware groß genug wurde.
- Damit wurde die Transformation der jeweiligen Informationen der Einzelsensoren in ein resultierendes Gesamtszenarium entbehrlich.
- Für das Erfassen von einer oder mehreren Kühen im Gesamtszenario sind Algorithmen für das Verfolgen und Separieren von Individuen zu erarbeiten. Wegen des überschaubaren Szenarios beschränkt sich die Aufgabe auf das Tracken eines Tieres.

Ebenso war die Ausarbeitung von Zeitreihenanalysen markanter Punkte für die Bewegungsanalyse geplant. Dieser Aufgabenbereich war so nicht zu bearbeiten, da die Bewegungsanalyse über das Stadium des Experimentierens nicht hinausgekommen ist.

## AP7: 3D-Modellierung

Aus dem über die 3D-Algorithmen erzeugten Gesamtszenarium und den hieraus separierten Individuen, muss die zu jedem Individuum gehörende Messpunkt-Wolke auf ein idealisiertes Kuhmodell übertragen und so parametrisiert werden, das eine vollumfängliche Charakterisierung der Kuh möglich wird. Dieser Ansatz wurde verworfen, da die Modellierung über markante Passpunkte sich als ausreichend erwies.

- Auf empirische Versuche mit verschiedensten Modellen und der jeweiligen Bewertung des Informationsumfangs wurde aus Ressourcengründen bei der Versuchsdurchführung unter standardisierten Bedingungen verzichtet.
- Die Bildung eines 3D-Freiformkörpers für Kühe, mittels dessen mathematischer Formel durch einfache Parameteranpassung jede Kuh näherungsweise abgebildet werden kann, wurde nach den Erkenntnissen aus der vorangegangenen empirischen Untersuchung im Konsortium diskutiert und abgewählt.
- Erarbeitung des mathematisch/statistischen Modells zur Berechnung des Gewichtes und realer Körpermaße aus den 3D-Freiform-Parametern. Auf die Bestimmung des Gewichtes wurde wegen des unverhältnismäßigen Aufwands zur Erfassung der Referenzgewichte verzichtet.
- Entwicklung eines Algorithmus zur Analyse rhythmischer, zeitlichen Veränderung markanter Punkte hinsichtlich „gesunder“ oder „krankhafter“ Motorik. Hierzu wurde ein Überblick über die zur Verfügung stehenden Methoden erarbeitet und einige Lösungsansätze für die Unterscheidung krank/gesund identifiziert. Die Implementierung im Projekt ist aus Zeitgründen nicht gelungen, jedoch für die nahe Zukunft auf Grund hoher Nachfrage geplant. Der aktuelle Lösungsansatz scheint durch Einfachheit und Nachvollziehbarkeit vielversprechend.
- Datenkomprimierung und Datenvisualisierung zur „online-fähigen“ Betrachtung der 3D-Sequenzen bzw. 3D-Modelle. Umfangreiche Datenbestände wurden über die Projektlaufzeit und darüber hinaus gesammelt. Diese Daten ermöglichen auch die nachträgliche Betrachtung und Auswertung mit bestehenden und neu zu implementierenden Algorithmen, um das Projekt auch nach Projektende weiter zum Erfolg zu führen.

## AP8: 3D-Tiermerkmale

- In Verbindung mit der AP1 und AP2 Definition merkmalsbestimmenden Parameter.  
In Abstimmung mit dem LfULG wurden Punkte in der 3D Punktwolke den Tiermerkmalen zugeordnet und Algorithmen zur sicheren Erkennung implementiert.
- Clusteranalyse aller 3D-Modelle einer Kuh-Herde zur Bildung „mathematischer“ Merkmalsgruppen, d.h. Gruppen von Kühen gleicher mathematischer Charakteristika.  
Hierzu wurden verhältnismäßig kleine Testreihen von ca. 350 Probanden gemacht, um die Vergleichbarkeit ähnlich geschätzter Tiere zu beurteilen. Hierzu stellte das LfULG einige ausgesuchte Tiere gegenüber. Ein Ergebnis war hier, dass Tiere über BCS 4,5 nicht klassifiziert werden können, da der Algorithmus hier keine Ergebnisse liefert.
- Interpretation der gefundenen Merkmalsgruppen und Bestimmung herkömmlicher Merkmale wie Gewicht, Gewichtsveränderung, Körpermaße oder der Körperhöhe. Auf Gewichtserfassung und Gewichtsveränderung wurde verzichtet, Körpermaße incl. Kreuzbeinhöhe wurden vom LfULG mit realen manuellen Messungen abgeglichen.

## **AP16: Tier-Identifikation**

Die Tieridentifikation stellte sich schnell als ein zentrales Problemfeld dar, welches zu Projektbeginn nicht absehbar war. Die Herausforderungen waren auf jedem einzelnen Testbetrieb sehr spezifisch und führten zu sehr individuellen Speziallösungen.

In Köllitsch gestaltete sich die Tiererkennung als problemlos, wie es aus dem Vorgängerprojekt zu erwarten war. Die vorhandenen Ohrmarken wurden zuverlässig gelesen.

Schon beim ersten Testbetrieb FNS Milch GmbH gab es Probleme mit der neu installierten Agrident Tiererkennung. Die Ursache konnte auf die Stromversorgung zurückgeführt werden. Da aber für die Nutzung der Agrident Reader alle Tiere des Bestandes mit zusätzlichen RFID's am Halsband hätten markiert werden müssen und die nötigen Aufwände die Kapazitäten überfordert hätten, entschied man sich, die bestehende Boumatic Tiererkennung einzubinden. Diese musste aufwändig auf der bestehenden und uralten Hardware angezapft und dann per TCP/IP an das CBS-System durchgereicht werden. Dies gelang aber zügig und zuverlässig. Da dies jedoch auf Hardware der FNS Milch GmbH implementiert wurde, ist die Kontrolle und Wartung hier aufwändig.

Auf dem folgenden Betrieb Frankena verursachte die RFID Technik von Agrident beim ersten Test massive Störungen bei der existierenden Melktechnik. Deshalb entschied man sich auch hier die bestehende Tiererkennung anzuzapfen. Hierzu stimmte ich mich mit Impulsa ab und implementierte die neue Schnittstelle.

Beim ersten Test kam es wieder zu massiven Störungen, die jedoch nicht auf die Anbindung der neuen Schnittstelle zurückzuführen war, da es reichte, nur den Rechner ausgeschaltet an das Stromnetz zu hängen, um diese Probleme zu bekommen. Es war wohl auch ein Problem mit dem Netzteil. Die Probleme waren jedoch so gravierend beim Landwirt, das von einem weiteren Versuch abgesehen wurde und die Versuchsanlage zurückgebaut wurde.

Der nächste Testbetrieb war der Betrieb Kleinbautzen. Hier wurde wieder versucht mit der Agrident Readertechnik die Tiere zu erkennen. Es wurden keine Ohrmarken verwendet, sondern 300 Tiere mit Fußbändern markiert. Jedoch stellte sich heraus, dass die Leserate dieser Bänder sehr schlecht war. Hinzu kamen noch Randbedingungen, die die geordnete Erkennung als schwierig gestalteten. Die Kühe wurden meist dicht gedrängt in Gruppen durchgetrieben, dies hatte auch eher wenig Informationsgehalt für Ganganalyse und Konditionsschätzung, da die Tiere den Kopf auf dem Hinterteil der vorhergehenden Kuh hatten.

Für die weitere Entwicklung wurde daraus die Lehre gezogen, auf eine eigene separate Tiererkennung (nicht Agrident) zu setzen, die unabhängig vom Melktechnikhersteller beim Kunden ist.

Zusätzlich wurde die Kommunikation mit dem Herdenmanagementprogramm vollständig implementiert. Hierzu wurden auch Testprogramme geschrieben und Dauertests durchgeführt.

## **2.4 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit**

Die geleistete Arbeit war zwingend für die Erreichung der Projektziele notwendig. Die umfangreichen Anstrengungen, um eine passende 3D Hardware zu finden, waren nötig da die Qualität der 3D Daten von entscheidender Wichtigkeit sind, um gute Schätzungen auf diesen Daten machen zu können.

Die sehr umfangreichen und nicht immer erfolgreichen Bemühungen, eine stabile Tieridentifikation zu erhalten, waren von essenzieller Notwendigkeit, da nur eindeutig zugeordnete Tiere im System gespeichert werden und mit Daten des Herdenmanagements verknüpft werden können. Wenn die Aufgaben in der Tiererkennung und 3D Technik nicht sauber funktionieren, sind alle anderen Anstrengungen wertlos.

## **2.5 Verwertbarkeit des Ergebnisses**

Das Projekt hat für Dorsch Software sehr interessante Möglichkeiten eröffnet.

Über das Kuhprojekt hinaus konnten viele Aspekte der Modellierung der 3D Daten direkt auf Anwendungen für Schweine übertragen werden. Diese werden zukünftig in Zusammenarbeit mit HL -Agrar zu neuen Produkten für die Schweinehaltung weiterentwickelt. Die erarbeitete Hardwarebasis für CowBodyScan ist eine gute Grundlage um die Software um weitere Merkmale zu erweitern und für Landwirte Mehrwert zu generieren. Die Lahmheitserkennung ist hier der nächste Baustein, der CowBodyScan dann zukünftig zum Erfolg führen könnte.

Die Arbeit mit den Landwirten und dem LfULG eröffneten sehr viele Themenfelder, bei denen ich mir eine automatisierte Lösung vorstellen könnte. Mit den über das Projekt entstanden Kontakten werden sich zukünftig sicherlich noch neue Projekte realisieren lassen.



## 3 Federführende Projektbearbeitung durch Schneider Elektronik

### 3.1 Planung und Ablauf des Vorhabens

Aus den Erfahrungen des vorangegangenen Projektes On-Farm-Recording (Breeding) wurde deutlich, dass der Entwicklung, Konstruktion, Testung und Erprobung von stalltauglichen 3D-Sensorgehäusen, Prozessrechnern und Netzwerkkomponenten für die Anbindung an die Tieridentifikation und das betriebliche Herdenmanagementsystem eine besondere Aufmerksamkeit eingeräumt werden muß. Ebenso rückten Fragen der Haltbarkeit, Langlebigkeit, Installations- und Wartungsfreundlichkeit sowie einfache, flexible Einordnung des CBS-Sensorsystems in vorhandene Prozessabläufe und baulichen Gegebenheiten in den Fokus der Arbeitspakete von HL-Agrar bzw. später von Schneider Elektronik. Da sich Lösungskonzepte der beiden Projektpartner im Ansatz unterschieden, war nach dem Ausscheiden von HL-Agrar im März 2018 eine Überplanung der von Schneider Elektronik federführenden Arbeitspakete inklusiv des zusätzlichen Arbeitspaketes Tieridentifikation notwendig. Federführend bearbeitete Schneider Elektronik folgende Pakete selbstständig bzw. in enger Kooperation mit Dorsch Hardware, DSP und dem LfULG:

- Sensortechnik
- Hardware und Gehäusebau
- Datenvernetzung, Informationsverarbeitung und Produktbeschreibung
- Versuchsdurchführung
- Tieridentifikation

### 3.2 Erzielten Ergebnisse

#### AP5: 3D-Hardware und Gehäusebau

Im Rahmen des „AP5: 3D-Hardware und Gehäusebau“ wurde ein stallumgebungstaugliches CBS-Sensorgehäuse mit integrierter Rechentechnik vollständig neu entworfen und so konstruiert, das die Dichtigkeit und Unempfindlichkeit gegenüber Schwallwasser und Schadgaseinflüssen erreicht sowie eine unkomplizierte, einfache Reinigung des Sensors ermöglicht wird. Der CBS Sensor ist so konstruiert, dass ein oder mehrere CBS Sensoren über den Laufgang am Zielort montiert werden können. Das Zusammenschalten mehrerer Sensoren zur Aufnahme längerer Bewegungsstrecken ist somit hardwaretechnisch problemlos möglich.

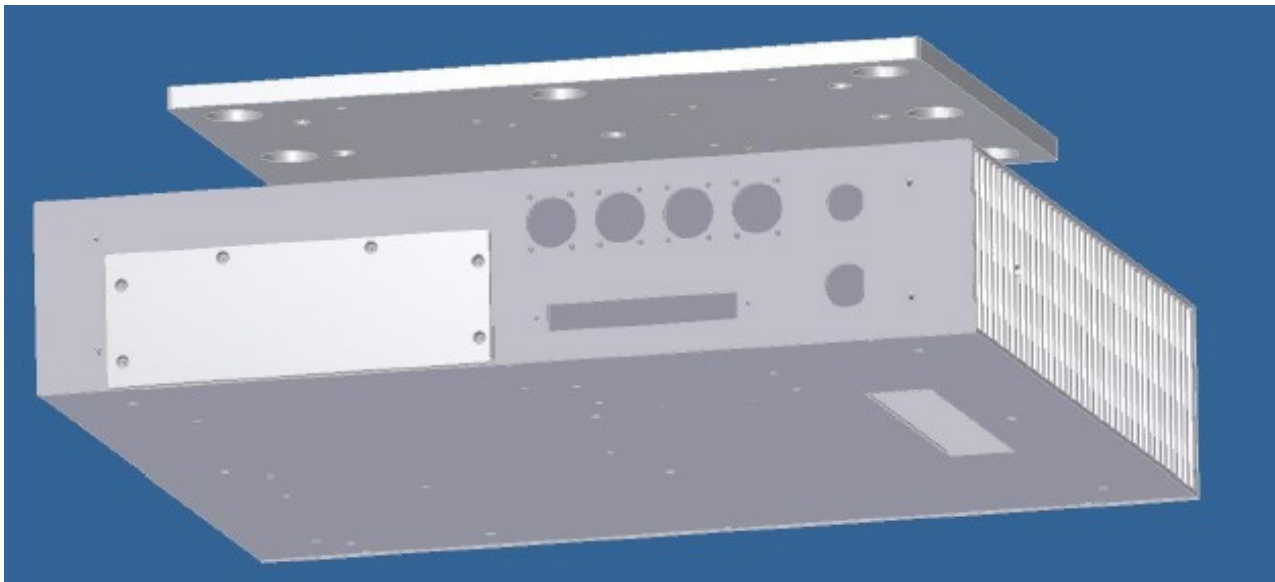


Abbildung 2: CAD-Konstruktion des CBS-Sensorgehäuses

Die für die Software-Algorithmen Entwicklung notwendige Zwischenspeicherung der anfallenden Datensätze aus den Feldversuchen wurde über eine auswechselbare Festplatte realisiert. Weitere Schnittstellen zum Anschluss peripherer Geräte (Antennenanlage zur Tieridentifikation, Bildschirm, Netzwerk) wurden an der Konstruktion vorgesehen. Auf Basis der vorgestellten (Abbildung 2) Konstruktion umfasste die Fertigung insgesamt 8 Geräte unterschiedlicher hardwarebedingter Generationen für die Feldversuche:

### 1.Generation:

Aufbau und Installation eines CBS-Sensors zur Evaluierung im LVG Köllitsch. Hierbei wurden die vorhergehenden Labormessungen hinsichtlich der Gehäuse-Dichtigkeit erfolgreich verifiziert. Es zeigte sich, dass die verwendete Rechentechnik hinsichtlich der Rechenleistung für den Dauerbetrieb nicht ausreichend war. Dieser Aspekt wurde für die Fertigung weiterer Geräte für die anstehenden Feldversuche mithilfe der 2. Generation deutlich verbessert.

### 2.Generation:

Aufbau und Installation von weiteren 5 CBS-Sensoren der zweiten Generation (Abbildung 3) für die Feldversuche in den verschiedenen Versuchsbetrieben und zur Algorithmenentwicklung (Köllitsch im Austausch für die erste Generation, Kleinbautzen, Frankena, FNS Milch GmbH) sowie ein Demo-/ und Entwicklungssystem für DSP. Die zweite Generation zeigte, dass es aus wartungs- und messtechnischen Gründen notwendig ist, einzelne Module, wie z.B. die 3D-Kamera, an- und abschaltbar zu gestalten sowie eine automatische Ausfallerkennung des Systems zu implementieren, um den reibungslosen Dauerbetrieb für ein marktreifes Produkt zu gewährleisten. Diese Aspekte wurden für die nachfolgende 3. Generation berücksichtigt.

### 3.Generation:

Die zu verwendende Hardware wurde im Rahmen des Projektes definiert und zielt auf die Marktreife des Produktes ab. Eine Fertigungslinie wurde vorbereitend errichtet. Service-, Wartungs- und Management-Tools wurden softwaretechnisch entwickelt, installiert und eingerichtet. Bis zum Projektabschluss wurden zwei CBS Sensoren der 3. Generation für die „FNS Milch GmbH“ (im Austausch zur 2. Generation) sowie für die „Gut Gröbers“ aufgebaut (Abbildung 4), vor Ort installiert und erfolgreich dauerhaft in Betrieb genommen wurde.



**Abbildung 3: CBS-Sensorgehäuse der 2./3.**

Für die Qualitätssicherung des jeweils zu verwendeten 3D-Kamerasensors wurde in enger Abstimmung mit Dorsch Software erfolgreich ein Tool zur Kalibrierung der 3D-Sensoren zur objektiven, vergleichbaren Datenanalyse entwickelt und eingesetzt.



**Abbildung 4: Installierter CBS-Sensor über dem Laufgang**

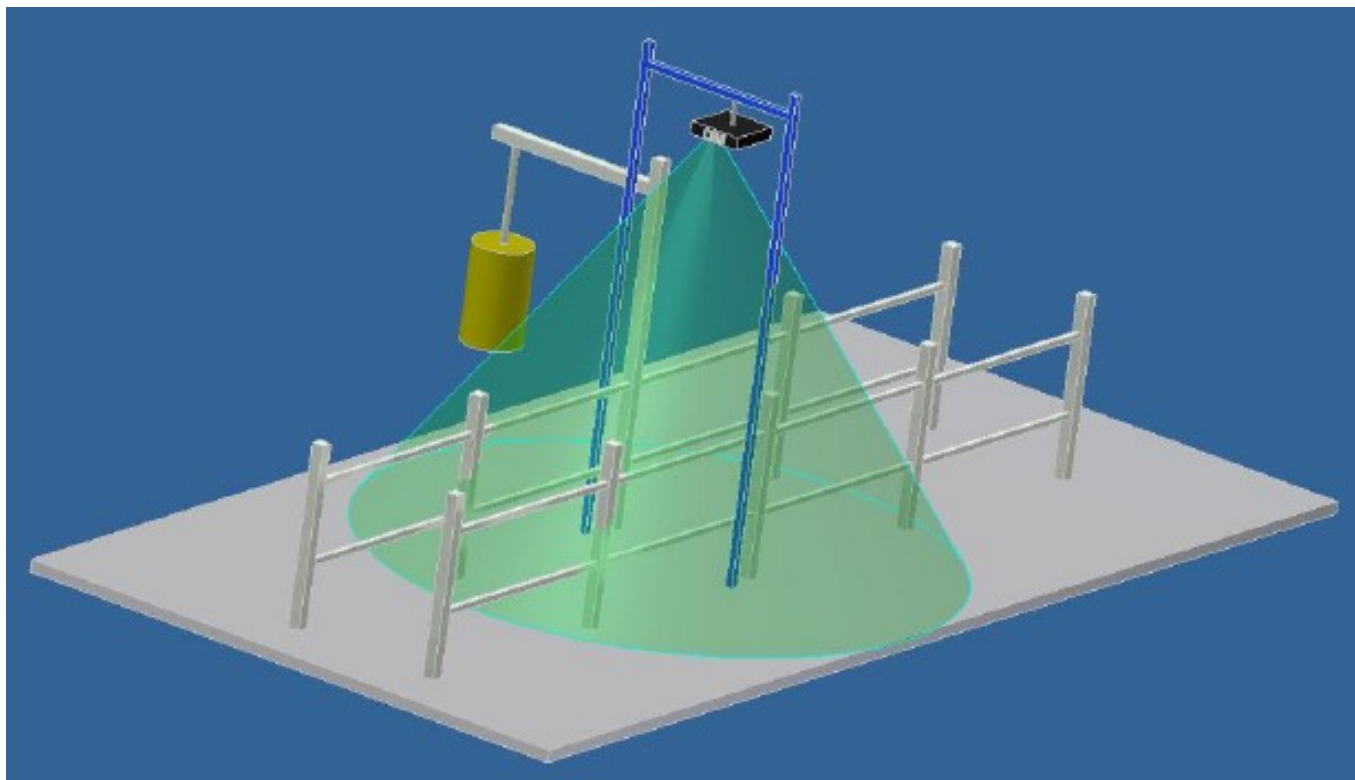
Die Versuchsbetriebe Kleinbautzen, Frankena, „FNS Milch GmbH“ und „Gut Gröbers“ wurden mit eigens entwickelten und konstruierten Touch-Bildschirmen (Abbildung 5) ausgestattet, um erweiterte Steuerungs- und Servicemöglichkeiten vor Ort bereitzustellen. Dieser wurde ebenso hinsichtlich der Dichtigkeit für den Einsatz in der rauen Stallumgebung konzipiert und konstruiert.



**Abbildung 5: Installierter Touch-Bildschirm**

### AP 13: CBS-Produktbeschreibung

Die CBS-Produktbeschreibung wurde auf die 3. Generation übernommen und in enger Abstimmung mit DSP fertiggestellt. Dafür wurde eine CAD-Konstruktion erstellt, um den Erfassungsbereich des CBS-Sensor im Rahmen der Systeminstallation zu visualisieren (Abbildung 6). Die Produktbeschreibung wird für die Endkunden, Service und Vertrieb als Download auf der DSP Website sowie als Druckwerk zur Verfügung gestellt.



**Abbildung 6: CAD-Konstruktion des Erfassungsbereichs des CBS-Sensors**

### AP16: Tieridentifikation

Mit der Bearbeitung des Projektes etablierte sich eine vorher unbeachtete Problematik. Voraussetzung für die Zuordnung der CBS Sensor-Messdaten ist die elektronische Tieridentifikation. In jedem Betrieb bestehen andere Rahmenbedingungen. In manchen Fällen muss ein vorhandenes System mit dem CBS-System kombiniert, in anderen diese Technologie neu erschlossen und in den Stall integriert werden. Der Zeitaufwand für die Integration der elektronischen Tieridentifikation als Voraussetzung konnte vor Beginn des Projektes nicht abgeschätzt werden.

Extrem problematisch stellte sich die Nutzung der betrieblich elektronischen Tierkennzeichen heraus.

Bei Projektende ist aber auch hier eine zukunftssichere und universelle Lösung zur elektronischen Tieridentifikation gefunden worden, die mittels UHF-Transponder technisch gelöst wird und eine nahezu hundertprozentige Erkennungsrate gewährleistet und somit die Zuordnung der CBS-Sensor-Messdaten einwandfrei ermöglicht.

### 3.3 Verwertbarkeit des Ergebnisses

Mittels der dritten hardwaretechnischen Entwicklungsgeneration des CBS-Sensors wurde die Grundlage für die Markteinführung im Jahr 2021 gelegt. Aus hardwaretechnischer Sicht ist somit eine ausfallsichere und stabile Überwachung von Tieren in verschiedensten Stallanlagen möglich. Eine Gerätefertigungslinie wurde bei Schneider Elektronik aufgebaut. Ebenso wurden eine CBS-Produktbeschreibung für Endkunden, Service und Vertrieb fertiggestellt sowie Service- und Wartungstools softwaretechnisch entwickelt bzw. lizenztechnisch erworben. Bereits im Januar 2021 lieferte Schneider Elektronik die ersten 5 Geräte (CBS-Sensoren & Touch-Bildschirmen) dem Projekt- und Vertriebspartner DSP zur Installation und Einbindung in das Herdenmanagementsystem "Herdeplus" beim Endkunden aus.

Schneider Elektronik unterstützte durch die Bereitstellung der jeweils neusten CBS-Hardware die Präsentation des Verbundprojektes auf Messen und Veranstaltungen:

- Ausstellung, Lange Nacht der Wissenschaften auf dem Grünen Forum in Dresden-Pillnitz, 23.06.2018
- Ausstellung, DLG Special "Digital Animal Farming" auf der EuroTier in Hannover vom 13. - 16.11.2018
- Ausstellung auf der Internationalen Grünen Woche in Berlin vom 18. - 27.01.2019
- Ausstellung auf der Agra in Leipzig vom 25.04.-28.04.2019
- Ausstellung zur Lange Nacht der Wissenschaften auf dem Grünen Forum in Dresden-Pillnitz am 14.06.2019

### 3.4 Ergebnisdiskussion

Mittels der dritten hardwaretechnischen Entwicklungsgeneration des CBS-Sensors wurde die Grundlage für die Markteinführung im Jahr 2021 gelegt. Von dieser neuesten dritten Generation sind bisher zwei Geräte in den Versuchsbetrieben „FNS Milch GmbH“ und „Gut Gröbers“ inklusive zusätzlich installierter Touch-Bildschirme zur erweiterten Steuerungs- und Servicemöglichkeit im dauerhaften Einsatz. Von Schneider Elektronik wurde eine CBS-Produktbeschreibung für Endkunden fertiggestellt. Neben der Fertigungslinie für CBS-Sensoren hat Schneider Elektronik den Service und die Wartung beim Endkunden ausgebaut.

Im Zuge der Geräteentwicklung wurde vor allem deutlich, dass es aus wartungstechnischen und messtechnischen Gründen notwendig ist eine automatische Ausfallerkennung des Systems zu implementieren, um den reibungslosen Dauerbetrieb für ein marktreifes Produkt zu gewährleisten. Dies wurde erfolgreich umgesetzt.

Für die Qualitätssicherung des jeweils zu verwendeten 3D-Kamerasensors wurde in enger Abstimmung mit Dorsch Software ein Tool zur objektiven, vergleichbaren 3D-Sensor Datenanalyse entwickelt und erfolgreich im Praxiseinsatz implementiert.

Zu Projektende ist durch das Konsortium eine zukunftssichere und universelle Lösung zur elektronischen Tieridentifikation gefunden worden, die mittels UHF-Transponder technisch gelöst ist und eine nahezu hundertprozentige Erkennungsrate gewährleistet und somit die Zuordnung der CBS-Sensor-Messdaten einwandfrei ermöglicht. Zu keiner Lösung führte die eingangs geplante Sicherstellung der Tieridentifikation mit der Agrident Readertechnik in den Praxisbetrieben. Als Grund dafür sind die sehr melktechnikaffinen Lösungen einer elektronischen Tiererkennung in den Testbetrieben, die nicht mit der Agrident Readertechnik harmonisiert werden konnte außer im LVG Köllitsch.

## 4 Federführende Projektbearbeitung durch Data Service Paretz

### 4.1 Planung und Ablauf des Vorhabens

Maßgeblich für die Weiterentwicklung des optiCOW-Sensors aus dem FuE-Projekt on-Farm-Recording @Breeding) zur Praxisreife war die professionelle Einbindung des innovativen Ansatzes einer automatischen 3D-Bildanalyse in vorhandene Herdenmanagement-Software für die Entscheidungsunterstützung des Tierpflegers im Milchviehhaltung.

Diesen wesentlichen Part der Entwicklungsarbeit übernahm DSP mit dem Ziel, das CBS-System an das Herdenmanagementprogramm HERDE anzubinden. Dabei kann DSP auf ein langjähriges und spezifisches Know-How im Bereich der Datenverarbeitung, Visualisierung und Entscheidungsunterstützung in der Rinder- und Schafhaltung verweisen. Die Herdenmanagement-Software hat in den neuen Bundesländern eine hohe Marktdurchdringung von über 80 % der Milchviehbetriebe und konnte sich inzwischen auch in den alten Bundesländern gut am Markt platzieren.

Im Verbundprojekt hat DSP federführend folgende Arbeitspakete übernommen:

- AP9 - 3D-Datenvernetzung Informationsverarbeitung
- AP10 - 3D-Visualisierung
- AP11 - 3D-Merkmalinterpretation
- AP12- SD-Entscheidungsunterstützung

Darüber hinaus erfolgte über die gesamte Projektlaufzeit und insbesondere für die aufgebauten Demonstrationssysteme CowBody Scan eine integrierte Zusammenarbeit mit den anderen Projektpartnern Dorsch Software, Schneider Elektronik und dem LfULG

Nach Projektende übernimmt DSP gemeinsam mit Dorsch Software und Schneider Elektronik die Aufgaben der Vermarktung, Kundenbetreuung und Produktpflege.

### 4.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Im Projekt on-Farm-Recording (Breeding) wurden wesentliche wissenschaftlich-technische Grundlagen für den erfolgreichen Einsatz der 3D-Bildanalyse bei sich bewegenden Rindern geschaffen. Mit diesem Lösungsansatz wurde ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber anderen FuE-Projekten bzw. der BCS-Kamera von Del-aval erzielt.

Mit dem KnowHow von DSP sah sich das Konsortium in der Lage, Verarbeitung, Komprimierung und Visualisierung von 3D-Bildinformationen sich bewegender Rinder sowie die Datenvernetzung mit produktionstechnischen Parametern für eine wissensbasierte Entscheidungsunterstützung des Herdenmanagers als Komplettsystem zu entwickeln.

### 4.3 Erzielte Ergebnisse

Zielparameter des CBS-Systems sind die tägliche, berührungslose Schätzung der Körperkondition (CCS), die biometrische Körpervermessung zur Beurteilung des Wachstums (CS) und die tägliche Beurteilung der Gangarten (CMS) sich frei bewogender Rinder.

Die Parameter werden automatisch aus 3D-Bildinformationen gewonnen. Die enorme Datenmenge des 3D-Sensors werden dabei in einer speziell entwickelten Datenbankumgebung gespeichert, komprimiert, plausibilisiert und als Echtzeitinformationen mit Alarmwerten für eine evtl. Torsteuerung oder Kennzeichnung an HERDE über eine standardisierte Schnittstelle (ADIS) übergeben. Im Herdenmanagementprogramm erfolgt die Analyse der CBS-Parameter sowie eine wissensbasierte Entscheidungsunterstützung des Herdenmanagers durch die Verknüpfung mit den in HERDE vorhandenen betriebs- und produktionstechnischen Parametern. Hierfür wurde ein mehrschichtiges Datenbankmodell entwickelt (Abbildung 7).

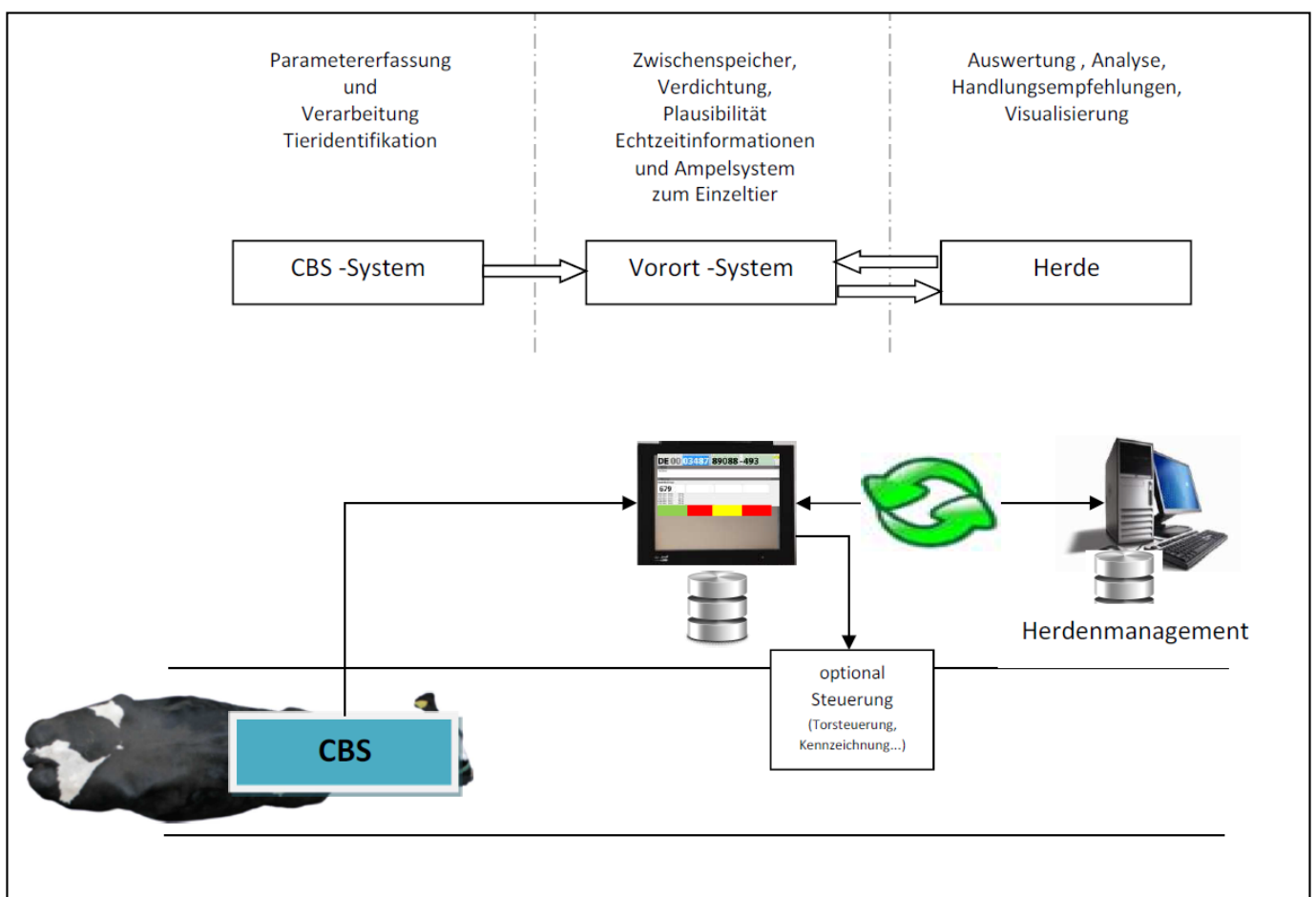


Abbildung 7: Prinzip der mehrschichtigen Datenbankumgebung des CBS-Systems

### AP9: 3D-Datenvernetzung / Informationsverarbeitung

- Entwicklung einer Datenbankumgebung mit einem CBS-Vorortsystem
- über Exportdateien können Bestandsdaten aus dem Programm HERDEplus an das Vorortsystem übertragen werden
- Daten des CBS - System werden permanent auf dem Vorortsystem gespeichert, ausgewertet und für das Einzeltier dargestellt
- Das Vorortsystem übernimmt die gesamte Kommunikation zwischen CBS -System und HERDE. Der Datenaustausch zu HERDE erfolgt über eine standardisierte Schnittstelle (ADIS)
- Tiererkennung funktioniert – Antwortzeiten verbessert
- Abgesetztes Tiererkennungsprogramm für neu etablierte Technik CattleData erfolgreich abgeschlossen und Integration in das Herdenmanagement HERDEplus
- Anwendungssoftware (HERDEcbs) kann sowohl auf dem Sensor autark laufen als auch als Analysesoftware auf dem Landwirts-PC
- Verbesserung der Kommunikation der Softwareanwendungen untereinander

### AP10: 3D-Visualisierung

- alle Parameter können im Vorortsystem angezeigt werden
- in der CBS-Kommunikationsdarstellung erscheint das Tier, was gerade unter den Sensor tritt (Abbildung 8)

CBS-Kommunikation

**Tiererkennung 5451033    14.11.2019    07:28:58    Job 2648**

**Alarmliste**

**Tier gefunden!**

Tiernummer	Stallnummer	Geburt	Alter	Ges.	Rasse	Laktation
DE 00 14054 51033	72	31.01.2017	3/9/13	w	SBT	1

**Antwort Sensor Job 2648**

CCS		CMS	
3,36	3,05		

Tiernummer	Stallnummer	Geburt	Alter	Ges.	Rasse	Laktation
DE 00 14054 51033	72	31.01.2017	3/9/13	w	SBT	1

letzte Kalbung	Lakt-tage	letzte Besamung	Lakt.-phase	vor. Kalbung	Q	S
18.05.2019	180	15.08.2019	II		81	12

**HSA: 155    KBHA: 152    HRL: 40    MRL: 92**

gefunden: **321**    ignoriert: **3**

▼

⏻

Abbildung 8: Kommunikationsdarstellung



■ Körpermaße (CS) und Konditionsentwicklung (CCS) auf den ersten Blick (Abbildung 9)

steigt unbedenklich	steigt bedenklich	Stagnation	sinkt unbedenklich	sinkt bedenklich

Abbildung 9: Visualisierung der Parameterentwicklung aus dem gleitendem Mittelwert

■ tabellarische oder graphische Darstellung der Konditions- und Wachstumsentwicklung im Einzeltier-Tool (Abbildung 10) und (Abbildung 11)

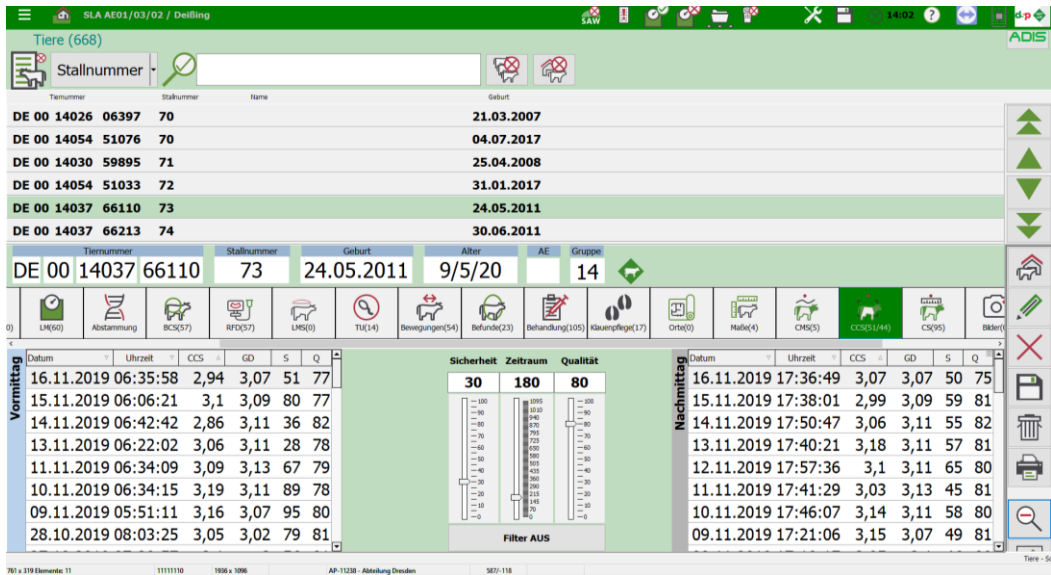


Abbildung 10: Tabelle CCS Einzeltierdaten Vor-/ Nachmittag

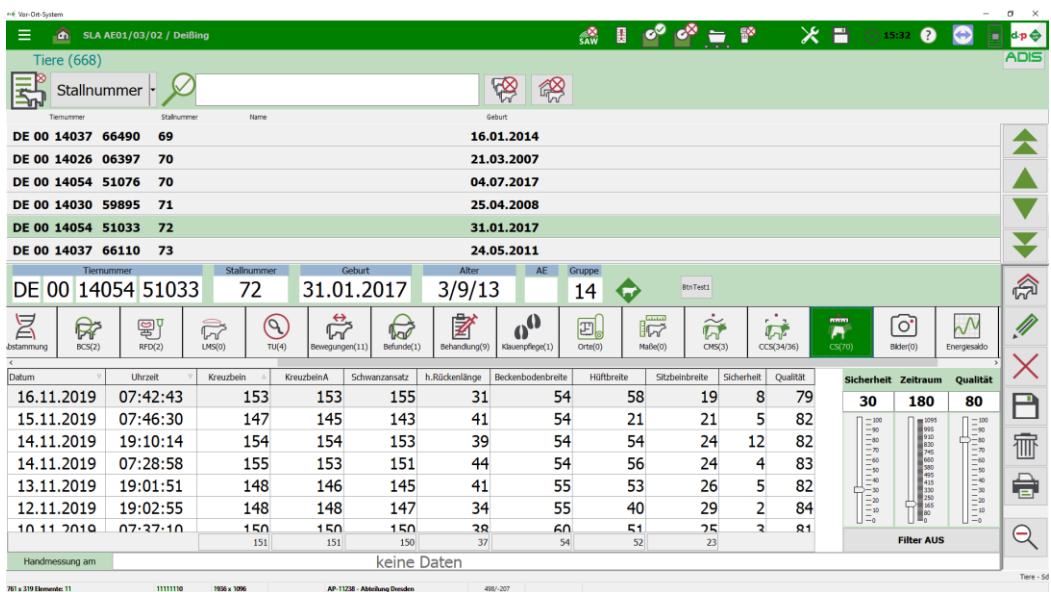
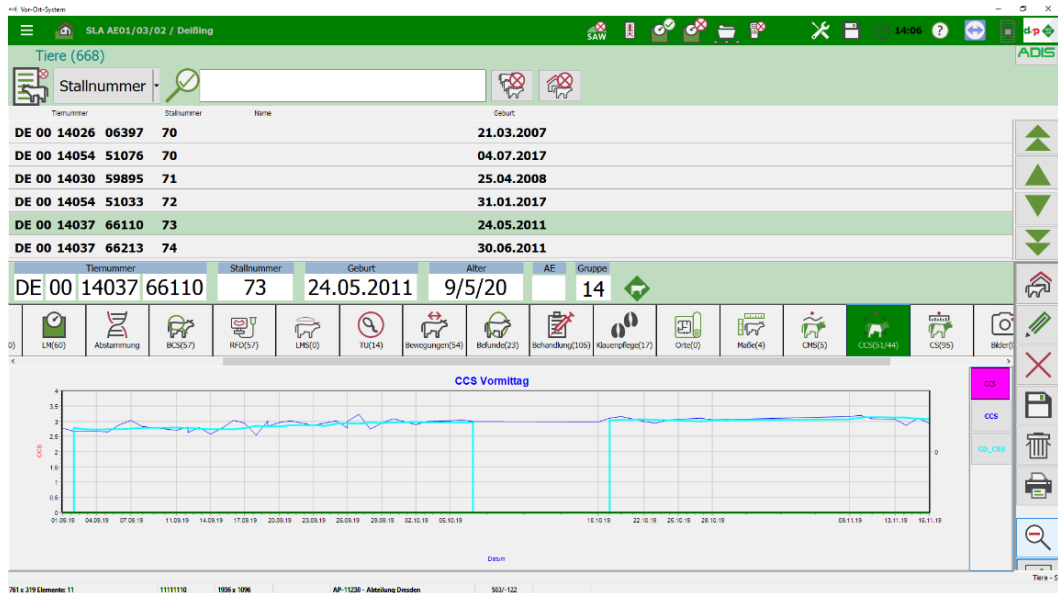


Abbildung 11: Körpermaße

- Alarmlisten zur visuellen Erfassung von abweichenden Tieren in der Entwicklung
- Entwicklung von Trendkurven und Darstellung im Liniendiagramm für das einzelne Tier (Abbildung 12)



**Abbildung 12: Darstellung Verlauf CCS Einzeltierdaten Vor-Nachmittag**

### AP11: 3D-Merkmalinterpretation

*Literaturrecherche und Auswertung eigener Daten zur Entwicklung von Modellen für einzelne Tiere*

- CCS: Laktationsstadium, Alter, Leistung, Laktationskurve, Erstbesamungszeitpunkt
- CS: Alter
- CMS: über KLAUE dokumentierte Behandlungen, Alter und Abweichungen vom tierindividuellen Normalmodell werden detektiert

*Parametrisierung für betriebliche Berechnung verschiedene Werte:*

- Nachmittag-Gemelk (NM) zu folgenden Vormittag-Gemelk (VM),
- Nachmittag-Gemelk (NM) zu vorherigen Trend des Nachmittag-Gemelk (vTNM),
- Vormittag-Gemelk (VM) zu Nachmittag-Gemelk (NM) am gleichen Tag,
- Vormittag-Gemelk (VM) zu vorherigen Trend des Vormittag-Gemelk (vTVM),
- Trend (wahrscheinliche Richtung)
- gleitender Durchschnitt (gD) für VM bzw. für NM (wahlweise) über 7Tage
- Sicherheit (S von 0 - 100 Punkte) in Abhängigkeit von Lichteinfluss bzw. Kuh zu schnell im Sensorbereich
- Qualität (Q von 0 - 100 Punkte) in Abhängigkeit der Sensorverschmutzung

### AP12: 3D-Entscheidungsunterstützung

- Tiere, die auf Alarmlisten erscheinen, sollen mit 2 möglichen Handlungsempfehlungen für die wöchentliche Arbeitsplanung vorgeschlagen werden können
- Livedarstellung der Tierwerte am Messort

## Zusammenfassend wurden folgende Ziele erreicht

- Cow condition score: sichere, regelmäßige Erhebung der 3D-Konditionsdaten und deren Verwertung in Form von Trendauswertungen verschiedener linearer Betrachtungen und Visualisierungen.
- Cow size: regelmäßige Erhebung von fünf 3D-Körpermaßen (Schwanzansatzhöhe, Kreuzbeinhöhe, Hüftbreite, hintere Rückenlänge, Beckenbodenbreite)
- Tiererkennung cattleData in CowBodyScan integriert, damit wurde ein Komplettsystem geschaffen, welches sich in größeren Milchviehbetrieben mit einem zentralen Melksystem leicht integrieren kann.
- Sicherheits- und Qualitätsparameter für die optische Erkennung integriert, um das individuelle Tierverhalten (Stehen bleiben, Abkoten und Urinieren) im Sensorbereich besser abzubilden. Die Verschmutzung des Sensors wird ebenso erfasst und entsprechende Hinweise zur Beseitigung ausgegeben.
- Die betrieblichen Voraussetzungen wurden durch die Praxisbetriebe präzisiert und resultierten in einer verbesserten Anforderungsliste, um bauliche und betriebsorganisatorische Maßnahmen vor dem Einsatz des Sensors abzuschätzen, damit die Ergebnisse den Erwartungen entsprechen.
- Die Darstellung der Daten direkt am Standort des Sensors wurde eingeführt, um die Ergebnisse an Ort und Stelle sofort anzuzeigen, was die Akzeptanz der objektiven Messung erhöht.

## 4.4 Ergebnisdiskussion

Die manuelle Körperkonditionsbeurteilung mit Einschätzung der Lahmheit ist nur konsequent durchgeführt ein gutes Werkzeug, um das Tierwohl von Rindern, im speziellen von Milchkühen zu erkennen. Dies erfordert einen hohen Personalaufwand und ist durch eine möglich subjektive Betrachtung nicht immer vergleichbar. Die Anwesenheit von Personal verhindert zudem das natürliche Verhalten der Kuh und erschwert somit das Feststellen von Abweichungen im Gangbild.

Nur durch die Nutzung von entsprechender Sensortechnik (CowBodyScan) kann der Anwender die künftigen Herausforderungen bezüglich einer wirtschaftlichen und tiergerechten Rinderhaltung erfüllen. Durch die geleistete Entwicklung werden die Problemtiere beim Feststellen von Abweichungen dem Anwender rechtzeitig auf Alarmlisten zur Überprüfung vorgestellt und dieser kann daraufhin die notwendigen Schritte zur Lösung des Problems einleiten.

Die durchgeführten Entwicklungsarbeiten bilden dafür eine notwendige Voraussetzung für den Einsatz und die Nutzung des CBS-Systems im täglichen Herdenmanagement.

Tierwohl und Tiergesundheit sind mit den gesellschaftlichen Ansprüchen an die Milchviehhaltung im zunehmenden Maß der Kritik der Verbraucher ausgesetzt. So wird unter anderem beobachtet, dass Unternehmen mit Tierzahlen über 100 Kühen unterstellt wird, diese nicht mehr ausreichend beobachten zu können, um eventuell aufkommende Tiergesundheitsprobleme festzustellen. Die mit schlechtem Tierwohl einhergehenden ökonomischen Verluste und die daraus resultierende gesellschaftliche Kritik können nur durch Erfassung der relevanten Tiergesundheitsdaten entkräftet werden.

Durch die Entwicklung des CowBodyScan, auf der Basis einer non-invasiven, optischen, automatischen Tierbeobachtung ist es möglich die Tierbeobachtung zu automatisieren, die Körperkondition einzuschätzen und bei tierindividuellen Abweichungen über das Herdenmanagementsystem die Tiere aufzuzeigen, die eine genauere Betrachtung erfordern. Die objektive Einschätzung von Körperpunkten ist mit den subjektiven Betrachtungen gleichzusetzen, wenn gleich das Niveau der Ergebnisse diese nicht exakt wiedergeben können, da durch Bewegung und Interaktion der Tiere keine ideale und statische Messposition

erreicht werden kann. Aber die hohe Frequenz der Messungen (täglich mehrfach) bieten gute Möglichkeiten zum Einsatz der Statistik und zu Trendberechnungen. In Verbindung mit dem eingesetzten betrieblichen Managementsystem wird sowohl den Tierhaltern als auch den Tierärzten und Beratern ein wirkungsvolles Werkzeug zur Früherkennung von Abweichungen von Körperkondition an die Hand gegeben. Dadurch können krankheitsbedingte Ausfälle schneller und besser erkannt und die ökonomischen Schäden vertretbar gehalten werden. Die Aussicht auf die Abweichung im Gangbild ist und bleibt der Hauptaspekt der Anwendung und wird auch nach Projektende weiterbearbeitet.

Am Markt befindet sich die Firma DeLaval, die eine patentierte Körperkonditionsbewertung (BCS-Kamera) für ihre eigene Herdenmanagementanwendung anbietet. Die methodische Abgrenzung zu dem bekannten Patent sehen wir in der „on-fly“ Messung und der Berechnung anderer Tiermerkmale wie cow condition score (CCS), cow size (CS) oder cow movement score (CMS). Die unabhängige Veröffentlichung einer Dissertation der HU Berlin über Lahmheitserkennung mit 3D-Kamera bestätigt die Herangehensweise des CBS-Sensors.

#### **4.5 Präsentationen des CBS-Systems**

Der Projektfortschritt zu dem CBS-System wurde auf nachfolgend genannten Ausstellungen der Öffentlichkeit präsentiert.

- Ausstellung, Lange Nacht der Wissenschaften Grünes Forum Pillnitz, 23.06.18
- Anmeldung zum Innovation Award (EuroTier 2018)
- Ausstellung, DLG Special Digital Animal Farming auf der EURO Tier Hannover vom 13. - 16.11.2018
- Ausstellung auf der Internationalen Grünen Woche in BMEL-Halle vom 18. - 27.01.2019
- Ausstellung auf der Agra in Leipzig vom 25.04.-28.04.2019
- Ausstellung zur Lange Nacht der Wissenschaften auf dem Grünen Forum in Dresden-Pillnitz am 14.06.2019

Weiterhin wurde über das Produkt auf dem Internetportal der DSP-Agrosoft GmbH über den Sach- und Entwicklungsstand informiert. Auf regionalen und internationalen Veranstaltungen und Messen wurde das CBS-System vorgeführt und beworben.

Im Rahmen der EuroTier 2018 wurde CowBodyScan mit dem Innovations-Award in Silber und dem Animal Welfare Award in Gold ausgezeichnet. Die Auszeichnungen sind Ausdruck einer hohen Wertschätzung der Projektierungslösung und zeigt sogleich auch den Bedarf und die Notwendigkeit an einer Weiterentwicklung dieses Produktes.

#### **4.6 Verwertung der Ergebnisse des CBS-Systems**

Eine Weiterführung der Arbeiten wird nach Ende der Projektlaufzeit noch erforderlich sein und soll durch die privatwirtschaftlichen Unternehmen Dorsch Software, Schneider Elektronik GmbH und Data Service Paretz GmbH fortgeführt werden. Durch eine enge Zusammenarbeit mit der Firma CattleData GmbH soll die verwendete Technik noch besser integriert werden. Die daraus entstehenden Synergieeffekte haben für den Landwirt den Vorteil die bestehende Brunst- und Gesundheitsüberwachung mit den Auswertungen zur Tiergesundheit in Herdenmanagement-programmen HERDEplus und CowBodyScan zu nutzen. Dadurch ergibt sich ein zukunftsweisender Ausbau des Dienstleistungs- bzw. Produktportfolios der dsp-Agrosoft GmbH.

Die im Zusammenhang mit dem Fördervorhaben realisierten Weiterentwicklungen in den übrigen Softwaresystemen der dsp-Agrosoft GmbH haben deren Qualität und Aussagekraft entscheidend mit verbessert. Sie bilden wesentliche Alleinstellungsmerkmale und unterstützen die Vermarktung und die Kundenbindung. Sie werden in hohem Maße mit dazu beitragen, die Marktführerschaft der dsp-Agrosoft GmbH auf dem Gebiet des Herdenmanagements in Deutschland zu sichern und auszubauen.

#### **4.7 Weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf**

Die Aussage zum Lebendgewicht konnten entgegen der Antragsstellung nicht realisiert werden, da die erhobenen Körperpunkte und -maße nicht genügend Informationen bereitstellen, um die notwendige Körpertiefe, die mit zunehmenden Alter größer wird, zu messen. Literaturwerte und Daten der vorgenommenen Messreihen waren aufgrund von zu großer Streuung nicht zu verwertbar.

Es wurde viel Zeit mit der Problemfindung bei der zuverlässigen Tiererkennung verbraucht, die schlussendlich unter Nutzung einer am Markt befindlichen Tiererkennung der Firma CattleData GmbH zur gewünschten Lösung führte. Innerhalb der Projektlaufzeit konnte diese Tiererkennung jedoch nur außerhalb des CowBodyScan-Systems getestet werden.

Die Arbeiten zur tierindividuellen Ganganalyse konnten nicht abgeschlossen werden, weil es dafür eines hohen Maßes an Messreihen vieler einzelner Tiere bedarf. Auf Grund der vorher beschriebenen Probleme (störungsfrei arbeitende Tiererkennung) fehlten diese Voraussetzungen. Die aussichtsreiche Nutzung der CattleData Tiererkennung wird nach Projektende dieses Problem eliminieren und ausreichend Datenmaterial zur Verfügung stellen. Alle Projektpartner werden gemeinsam an der Umsetzung weiterarbeiten. Die Koordination der Aufgaben übernimmt die Data Service Paretz GmbH. Für die notwendige wissenschaftliche Auswertung wird der Kooperationspartner LfULG im Rahmen seiner Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Die Vereinigten Informationssysteme Tier (VIT) hat seine Bereitschaft erklärt, neben allen angeschlossenen Zuchtverbänden aktiv mitzuwirken.

## 5 Federführende Projektbearbeitung durch das LfULG

### 5.1 Erzielte Ergebnisse

Eine besondere Herausforderung für das LfULG entstand durch das Ausscheiden des Leadpartners Hölcher + Leuschner-Agrar aus dem Konsortium zum Juni 2018. Nach intensiver Abwägung der verbleibenden Projektpartner über den weiteren Projektverlauf wurde Schneider Elektronik GmbH & Co.KG als Projektpartner für die noch offenen Arbeitspakete von HL-Agrar gefunden. Die Projektkoordination wurde dem LfULG übertragen. Der Wechsel der Projektpartner führte zu zeitlich unerwarteten Verzögerungen in der Projektbearbeitung und der zweimaligen, kostenneutralen Verlängerung der Projektlaufzeit bis zum 30.04.2020.

Im Verbundprojekt wurde für die Erreichung der Zielstellung dem LfULG in folgenden Arbeitspaketen zugeordnet:

**AP01:** 3D-Parameterauswahl

**AP02:** 3D-Methodenevaluierung

**AP03:** 3D-Pflichtenheft

**AP14:** 3D-Versuchswesen

**AP15:** 3D-wissenschaftliche Bewertung

**AP17:** Berichtswesen

Nachfolgend wird zu den geplanten und erzielten Teilaufgaben in den Arbeitspaketen berichtet:

#### **Ergebnisse AP01: 3D-Parameterauswahl**

Nach intensiver Markt- und Literaturrecherche wurden zu Projektbeginn die priorisierten Tiermerkmale (Körperkondition, Körpermaße, Gewicht und Gangart) für eine Erfassung auf der Grundlage von 3D-Tiermodellen diskutiert. Insbesondere der hohe Erfassungsaufwand der Körperkondition nach Edmonson et al. (1989) und des Locomotion Score nach Sprecher et al. (1997) bewog das Konsortium, mit dem im Vorprojekt entwickelten optiCOW-Sensor ein alternatives Produkt zur Unterstützung des Herdenmanagements in der Milchviehhaltung zu schaffen.

Die gesetzten Entwicklungsziele für die Tiermerkmale Körperkondition, Körpermaße, Gewicht und Gangart wurden neu rangiert. Neben der täglichen, berührungslosen Schätzung der Körperkondition rückte die Beurteilung der Gangart sich frei bewegender Rinder in der Bearbeitungspriorität nach oben. Andererseits wurde die tägliche, berührungslose Schätzung des Lebendgewichtes in der Rangfolge nach unten rangiert, da in absehbarer Zeit die Wiegetechnik zur genauen Erfassung des Lebendgewichtes noch nicht abgelöst werden wird. Als neues Tiermerkmal wurde auf dem Meeting am 15.06.2017 die tägliche Beurteilung der Pansenfüllung diskutiert.

Die gewählten Parameter, die durch die dreidimensionale Messung erfasst werden sollten, wurden durch das LfULG benannt. Die Namen sollten dann auch für das marktreife Produkt übernommen werden. Die tägliche Kondition wird somit durch den Cow Condition Score (ccs), das Gangbild durch den Cow Movement Score (cms) und die Körpergröße durch den Parameter Cow Size (cs) beschrieben. Mit der Parameterbenennung ccs, cms und cs wird deutlich gemacht, dass sich die Methode zur Parameterschätzung auf eine algorithmierte 3D-Bildanalyse bezieht und sich von anderen subjektiven bzw. metrischen Methoden vergleichbarer Parameter unterscheidet.

Durch die Diskussion zur Priorisierung wurde deutlich, dass für die Schätzung der neuen Tiermerkmale die technische Entwicklung der 3D-Sensoren für den Einsatzzweck der 3D-Modellierung recherchiert werden muss, um geeignete Sensortechnik zu finden. Diese Recherche konnte aus zeitlich Gründen nur parallel zur Erprobung erfolgen.

### **Ergebnisse AP2: 3D-Methodenevaluierung**

Für die Evaluierung der drei priorisierten Parameter (ccs, cms, cs) konnten etablierte Gesundheitsparameter aus der Tierhaltung verwendet werden. Dabei stellten sich drei Problemstellungen in den Vordergrund. Die Erhebung visueller Parameter und Messwerte, die einen hohen Personal- und Arbeitsaufwand forderte, die zuverlässige Messung der 3D-Parameter ohne Störungen des Betriebsablaufes und Einschränkungen für die Tiere sowie die Evaluierung gemessener Parameter mit Daten aus subjektiven Bewertungen.

Für jeden Parameter wurde eine eigene Methode festgelegt und im Pflichtenheft niedergeschrieben. Die Bearbeitung der Methoden oblag der Projektmitarbeiterin. Die Erhebung der visuellen Parameter bedarf Schätzererfahrung, die durch ein intensives Training angeeignet werden konnte. Dieser Zeitaufwand musste im Projektverlauf eingeplant werden. Methode zur Schätzung des Body Condition Score nach Edmonson et al. (1989) diente als Orientierung für die Algorithmen-Entwicklung des CowCondition Scores (ccs) und wurde für die System-Evaluierung genutzt. Zusätzlich wurde die Entwicklung der Rückenfettdicke nach Staufenberg (1997) und das Gewicht mit einer Waage gemessen. Diese Parameter sollten zusätzlich als objektive Messwerte für die Evaluierung des ccs genutzt werden. Für die Entwicklung und Bewertung des Cow Movement Scores (cms) wurden Bewegungsdaten nach Sprecher et al. (1997) erhoben. Da sich das Verhalten der Kühe in Anwesenheit eines Bewerter verändert, wurden verschiedene Lösungen zur Aufzeichnung eines Gangbildes getestet. Die regelmäßige manuelle Vermessung mittels Teleskopmessstab, Bandmaß, Messzirkel und Zollstock lieferte die Körpermaße zur Evaluierung der Cow Size. Schwanzansatz-, Kreuzbein-, Widerristhöhe, schräge Rumpflänge, Hüft-, Schulterbreite, Brust-, Flankentiefe, hintere Rückenlänge, mittlere Rückenlänge, Halslänge, Brustumfang, Hals-, Kamm-, Beckenboden- sowie die Sitzbeinbreite wurden regelmäßig erhoben, um diese bei möglicher 3D-Vermessung zur Auswertung zu nutzen. Die Dokumentation der Daten erfolgte in einer Datenbank, die Schnittstellen zum Herdenmanagementprogramm HERDEplus (dsp) und dem CBS-System hat. Dadurch war es möglich, die erhobenen Parameter nicht nur mit den Sensordaten zu verknüpfen, sondern auch mit den Gesundheitsdaten der Probanden. Die Entwicklung der Methodik war ein dynamischer Prozess über den gesamten Projektzeitraum. Sie wurde stetig aktualisiert und optimiert.

### **Ergebnisse AP3: 3D-Pflichtenheft**

Im Pflichtenheft wurden wesentliche Arbeitsschritte und -ziele sowie die Verwertung der Ergebnisse fixiert. Die Projektziele wurden hierbei festgeschrieben. Die weiteren Inhaltspunkte des Pflichtenheftes mit der Marktanalyse, potenziellen Anwendungen eines CBS-Systems, der Parameterdefinition, der Fixierung der landwirtschaftlichen und gerätetechnischen Produktspezifikationen sowie der Festlegung der zu erfassenden Merkmale. Weitere Schwerpunkte dienen der Organisation der Datenaggregation und Festlegungen zu den Vergleichs- und Referenzwerten. Insgesamt wurden diese im Projektverlauf immer wieder angepasst und aktualisiert.

## **Ergebnisse AP14: 3D-Versuchswesen**

Das Versuchswesen wurde in zwei Etappen durchgeführt. Im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch konnten Exaktversuche realisiert werden, da die Herde nicht ausschließlich für die Produktion genutzt wird sondern auch für Ausbildung und Forschung. Hierbei konnten alle notwendigen Parameter regelmäßig erhoben werden. Ebenfalls erfolgte hier die technische Anpassung des CBS-Systems. Durch die Durchführung der Exaktversuche konnten wichtige Erfahrungen für die Einrichtung der Feldversuche gesammelt werden, die in den Praxisbetrieben erfolgte.

Folgende Betriebe wurden in die Feldversuchsdurchführung aufgenommen:

- FNS Milch GbR  
mit ca. 350 laktierenden Kühen und einem Boumatic Fischgräten-Melkstand
- Budissa Agrarprodukte Preiütz/Kleinbautzen GmbH  
mit ca. 1.800 laktierenden Kühen und einem DeLaval Karussell-Melkstand
- Agrargenossenschaft Frankena eG  
mit ca. 400 laktierenden Kühen und einem Impulsa Karussell-Melkstand
- Gut Gröbers GbR  
mit ca. 650 laktierenden Kühen und einem DairyMaster Karussell-Melkstand

In diesen Betrieben wurden die Versuchsanlagen unter Praxisbedingungen getestet, deren technische Kompatibilität beobachtet sowie die tierphysiologischen Merkmale nach Standardmethoden durch das Team der wissenschaftlichen Mitarbeiter des LfULG erfasst und für die biostatistische Auswertung bzw. Evaluierung des CBS-Systems aufbereitet.

Durch die Erweiterung der Versuchsbasis mussten sich die Projektpartner neuen, unvorhersehbaren Fragestellungen der Systemintegration in die sehr heterogene Praxis der Milchviehhaltung stellen. Eine Aufgabe war es, die unterschiedlichen Tieridentifikationssysteme und die visuelle Ausgabesoftware sowie die Datenbanksoftware zu koppeln, um einen flüssigen Datentransfer zu schaffen. Der Aufwand hierfür war sehr unterschiedlich in den Betrieben und konnte vorher nicht genau kalkuliert werden. Die automatisierte Tieridentifikation entwickelte sich zur Kernproblematik und konnte bis zum Projektende in der Agrargenossenschaft Frankena eG gar nicht und in der Budissa Agrarprodukte Preiütz/Kleinbautzen GmbH nur zum Teil gelöst werden.

Erst im Gut Gröbers fand sich mit dem vorhandenen CattleData-System eine zuverlässige Lösung der elektronischen Identifikation von sich im CBS-Sensorbereich frei bewegenden Kühen.

## **Ergebnisse AP15: 3D-wissenschaftliche Bewertung**

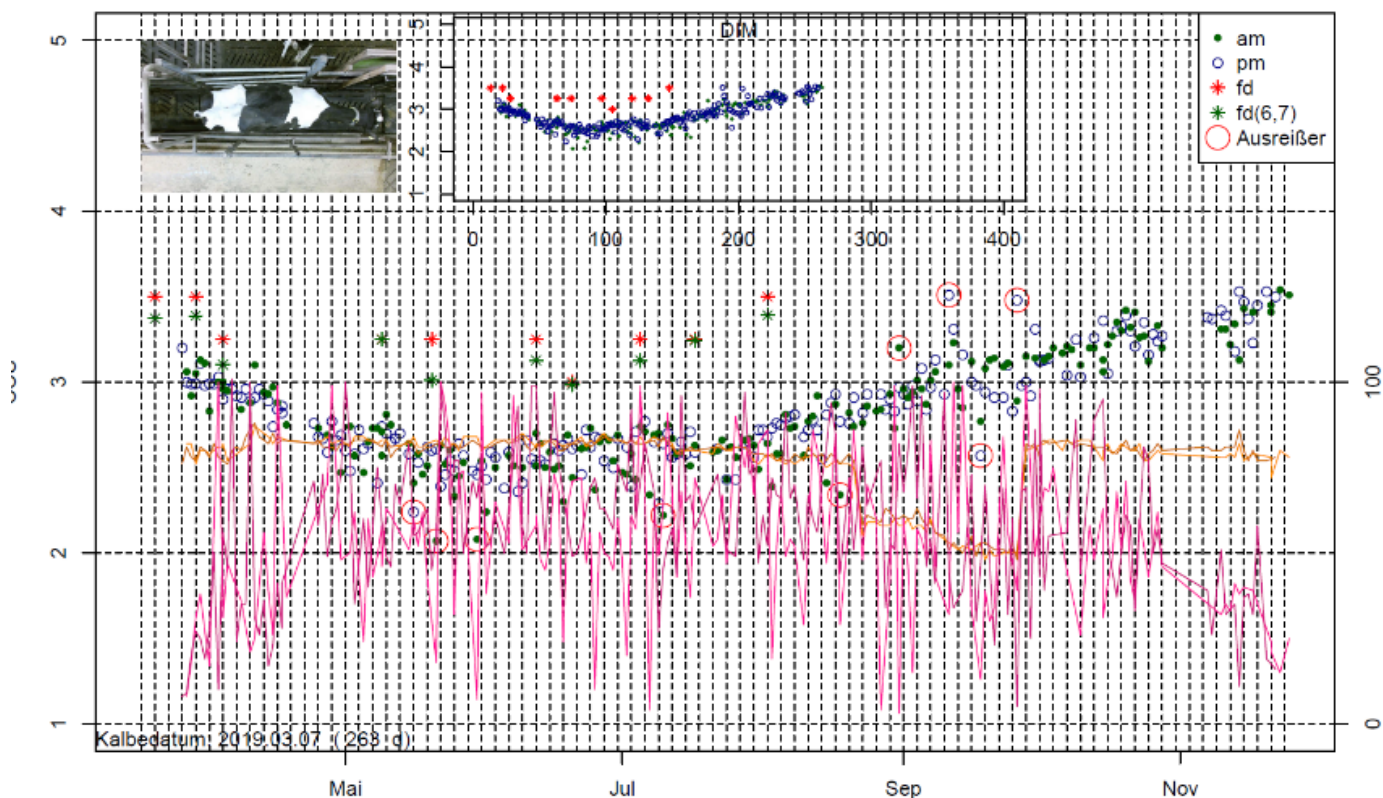
Über den gesamten Projektzeitraum erfolgte fortlaufend eine Aufbereitung der vom CBS-Sensorsystem bereitgestellten Parameter für ccs und cs. Hierbei wurde eine statistische Analyse der Merkmalsverläufe am Einzeltier durchgeführt. In der Abbildung 13 und Abbildung 14 sind hier zwei Verläufe der erhobenen Parameter ccs und cs inklusive der Sicherheit (S) und der durch die Sensorverschmutzung beeinflussten Qualität (Q) jeder aufgezeichneten Parameterschätzung beispielhaft dargestellt.

Für die Bewertung der Merkmalsverläufe in der Lernstichprobe wurde ein Verfahren zur Datenaufbereitung entwickelt, wo zunächst alle im sachlichen Bezug zum Zielparameter (ccs oder cs) stehende Informationen auf Einzeltier-Ebene geplottet werden konnten. So enthalten die Plotts neben dem aus den 3D-Modellen



berechneten ccs-Parameterverlauf (die jeweiligen Schätzwerte nach dem Vormittag- [am] bzw. Nachmittag-Gemelk [pm]) die nach Edmonsens et al. (1989), subjektiv geschätzten BCS-Referenzwerte [fd bzw. fd(6,7)], den Verlauf der Rohdatenqualität [Q] mit Hinweis auf die Sensorwartung, den Verlauf der Rohdatensicherheit [S] in Abhängigkeit der Anzahl auswertbarer Bilder in der Messesequenz, die biografischen Daten des Einzeltieres aus HERDE plus (letzte Kalbung, Tage in Milch usw.) sowie ein RGB-Bild der Rückenpartie des im Sensorbereich vermessenen Tieres.

Unter Berücksichtigung der Qualitätskriterien Q (gelb / ocker Linien getrennt für am und pm) und S (rosa / rote Kurve getrennt für am und pm) wurden die Rohdaten auf dem Vorort-System (vgl. Abbildung 7) markiert und je nach Grenzwerteinstellung von der Merkmalschätzung ausgeschlossen.



**Abbildung 13: Datenanalyse zu ccs und BCS-Note nach Edmonsens et al. (1989) eines Einzeltieres in Köllitsch**

Ein gutes Schätzergebnis aus der 3D-Bilddaten wird erzielt, wenn Q und S einen Wert von mindestens 60 % erreichten. So ist in Abbildung 13 ein allmählicher Abfall der gelb/ocker Linie ab August 2019 zu beobachten. Mit einer Gerätewartung Ende September verbesserte sich die Bildqualität schlagartig. Deutlich schwieriger war die Behandlung des Qualitätskriterium S - Rohdatensicherheit in Abhängigkeit der Anzahl auswertbarer Bilder in der Messesequenz. Der unruhige Kurvenverlauf, getrennt für das Vormittag-Gemelk (rosa Linie) und für das Nachmittag-Gemelk (rote Linie), ist im Wesentlichen durch die tierindividuelle Ablaufgeschwindigkeit im Sensorbereich beeinflusst. Je nach Einbauhöhe des CBS-Sensorsystems ergibt sich eine Laufstrecke von ca. 4 m. Bei einer sich freibewegenden Kuh (ca. 1 - 2 m/s) ist mit einer Messesequenz von 3 bis 1,5 Sekunden zu rechnen. Bei einer maximalen Bildrate des Sensors von bis zu 60 Hz wären ca. 100 auswertbarer 3D-Bilder ein guter Erwartungswert. Dieser S-Wert wird neben dem Tierverhalten und den Betriebsabläufen (aktiver Rücktrieb durch den Tierpfleger) von den Umgebungsbedingungen wie Streulichteinfall und Reflexionen im Messkegel sowie Wasserdampf und Temperatur beeinflusst. Bei näherer Betrachtung der beiden rosa / roten

Kurvenverläufe konnten die vorgenannten Einflußfaktoren erklärt werden. Aus der Fülle der gesammelten S-Werte wurde ein empirischer Grenzwert von >20 auswertbaren 3D-Bildern für eine robuste Parameterschätzung angenommen.

Die Algorithmmierung der Parameterschätzung sowie Qualitätskontrolle für eine sofortige Visualisierung erfolgt am Vorort-System (vgl. Abbildung 8). Im Weiteren werden die geschätzten Parameter einer Plausibilisierung und einem Ausreißertest unterzogen, bevor die 3D-Merkmale ccs oder cs an das Herdenmanagementsystem HERDE plus übergeben werden. In Abb. 13 sind die mittels Ausreißertest erkannten ccs-Schätzer eingekreist.

Für das gleiche Tier und den gleichen Zeitraum kann der Plott in Abbildung 14 für den Parameter Kreuzbeinhöhe (KBH) interpretiert werden.

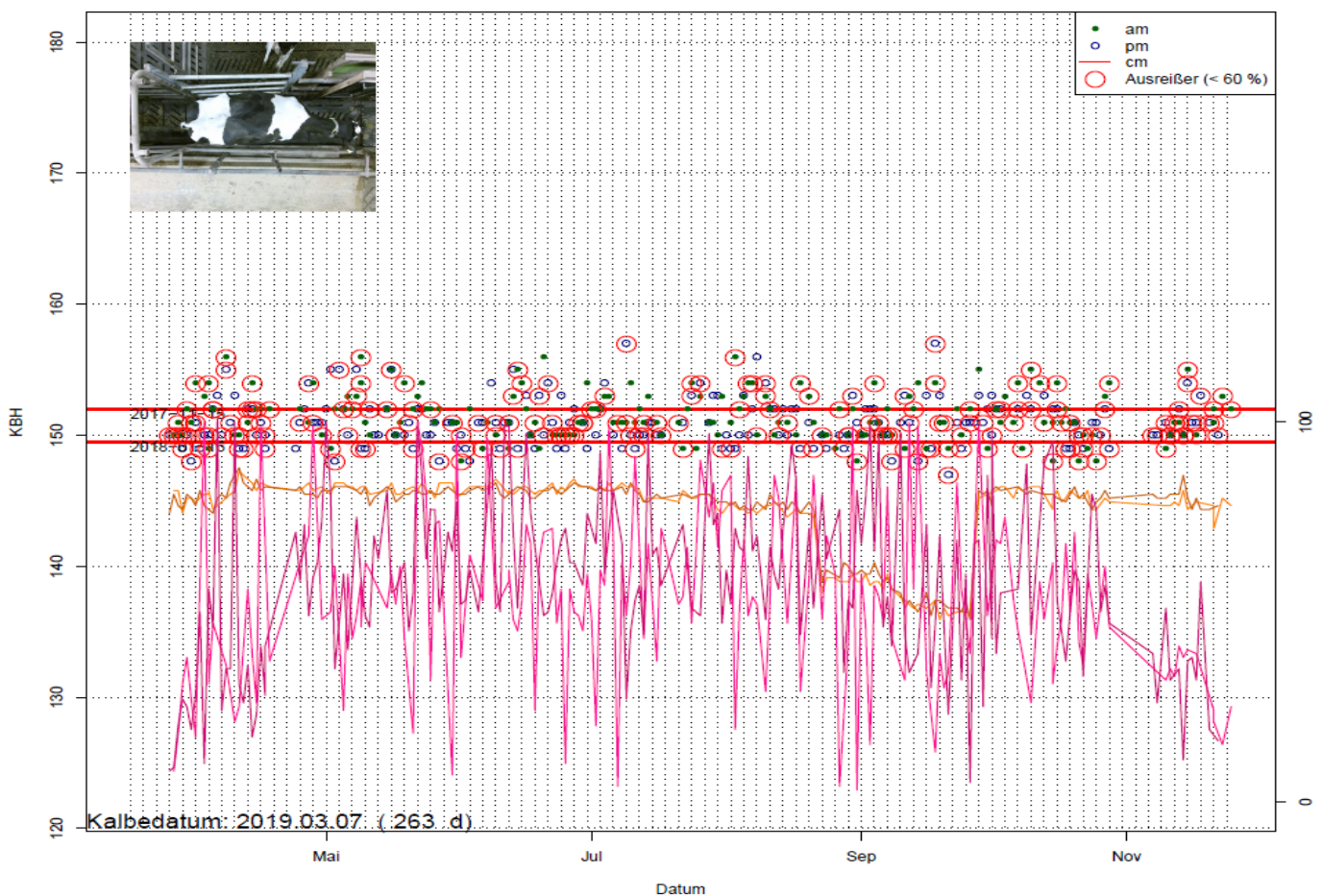


Abbildung 14: Datenanalyse zu CS und KBH eines Einzeltieres in Köllitsch

### Ergebnisse AP17: Berichtswesen

Das Berichtswesen, aber auch der transparente Wissenstransfer oblag dem LfULG. Während der Projektlaufzeit wurden von den Projektmitarbeitern aktiv die erzielten Erkenntnisse und Ergebnisse über verschiedene Kanäle publiziert.

### **Präsentationen:**

- „Vorstellung Verbundprojekt Cow Body Scan“, Fachbeirat Tierische Erzeugung, Nossen, 07.09.2018
- „Mit 3D-Bildanalyse-Sensoren Milchkühe besser auf die Kalbung vorbereiten“, DLG Forum EuroTier 2018, Hannover, 14.11.2018
- „Mit Sensorik, Robotik und wissensbasierten Assistenzsystemen Milchviehbetriebe effizienter managen“, DLG Forum EuroTier 2018, Hannover, 15.11.2018
- „Erhebung und Nutzung von Kennzahlen zum Bewegungsprofil“, Fachforum Tierhaltung & Tiergesundheit, Leipzig, 12.12.2018

### **Schulungen:**

- BCS Workshop im LVG Köllitsch, Bildungstag Fachschule Freiberg-Zug, 22.11.18
- BCS Workshop im LVG Köllitsch, Rinderseminar Berufsakademie Dresden, 28.11.18

### **Messen und Ausstellungen:**

- Ausstellung, Lange Nacht der Wissenschaften Grünes Forum Pillnitz, 23.06.18
- Ausstellung, EuroTier 2018 vom 13. – 16.11.2018 im DLG Special „Digital Animal Farming“
- Ausstellung auf der Internationalen Grünen Woche in BMEL-Halle vom 18. -27.01.2019
- Ausstellung auf der agra in Leipzig vom 25.04.-28.04.2019

Ausstellung zur Lange Nacht der Wissenschaften auf dem Grünen Forum in Dresden-Pillnitz am 14.06.2019

## **5.2 Ergebnisdiskussion**

Zunächst ist es im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch schnell gelungen, 3D-Sensortechnik an die Stallumwelt anzupassen und eine regelmäßige berührungslose Datenerhebung zu ermöglichen. Die cbs-Sensoranlage, bestehend aus einem speziell konfigurierten IPC (Mappit) mit 3D-Sensor und RGB-Kamera (Microsoft Kinect 2), Netzwerkanbindung zum Herdenmanagementprogramm (HERDEplus), Vorort-System mit Monitor zur Gerätesteuerung sowie einer elektronischen Tieridentifikation (Agrident). Die Anlage ist direkt über dem Laufgang in 3,30 m Höhe und 1 m vor der elektronischen Tiererkennung montiert. Als Messbereich dient der Nachtrieb über eine Strecke von ca. 4 m, den die Kühe nacheinander, barrierefrei durchlaufen. Der gesamte Milchkuhbestand ist mit elektronischen Ohrmarken gekennzeichnet, die mittels Agrident-Reader im Messbereich ausgelesen werden.

Von jeder, durch den Messbereich laufenden Kuh, werden automatisch 3D-Modelle erstellt, definierte Körperpunkte markiert und durch Algorithmen mehrere Parameter zur Körperkondition, zum Gangbild und zu den Körpermaßen ermittelt. Aus den Ausgabewerten werden die neu definierten Merkmale „Cow Condition Score“ (ccs), „Cow Movement Score“ (cms) und „Cow Size“ (cs) berechnet, am Vorort-System dargestellt und über eine online-Schnittstelle werden die ccs, cms und cs Parameter an das Herdenmanagementsystem HERDEplus übergeben. Dort erfolgt die Auswertung der tierindividuellen Verlaufskurven für die einzelnen Parameter. Das Tool detektiert Abweichungen vom individuellen Erwartungswert und generiert Alarmwerte zur Entscheidungsunterstützung. Bei vorhandener Selektionstechnik können die auffälligen Tiere direkt zur Behandlung bereitgestellt werden. Alarmlisten mit lahmen Tieren können über die Managementsoftware KlauPad direkt an den Klauenpfleger weitergeleitet werden. Weiterhin wurde eine Darstellung der Daten des Sensors direkt am Standort realisiert, um die Ergebnisse an Ort und Stelle sofort anzuzeigen, was die Akzeptanz der objektiven Messung erhöht. Die betrieblichen Voraussetzungen wur-

den durch die Praxisbetriebe präzisiert und resultierten in einer verbesserten Anforderungsliste, um bauliche und betriebsorganisatorische Maßnahmen vor dem Einsatz des Sensors abzuschätzen, damit die Ergebnisse der CBS-Anlage den Erwartungen der Praktiker entsprechen.

Das Merkmal „Cow Condition Score“ (ccs) beschreibt die tägliche Entwicklung der Körperkondition der vom CBS-Sensor gescannten Milchkühe. In dem 3D-Kuh-Modell (Dorsch 2018) wird ein Viereck markiert, dessen Eckpunkte aus dem Schwanzansatz, den Hüfthöckern und dem Dornfortsatz des letzten Brustwirbels gebildet wird. Für die Ermittlung der subkutanen Fettauflagen in dem markierten Gebiet wird der Wölbungsgrad der Körperregionen in verschiedenen Ebenen ermittelt und mittels stochastischen Methoden zu dem Merkmal ccs verrechnet. Die Methode zur Schätzung des Body Condition Score nach Edmonson et al. (1989) diente als Orientierung für die Algorithmen-Entwicklung und wird für die System-Evaluierung genutzt. Nach einer Qualitätsprüfung des ccs-Parameters im Vorort-System erfolgt die Übernahme in die Datenbank HERDEplus. Unter Berücksichtigung der ccs-Daten der Vortage, der Laktationsnummer, Melktage, Milchleistung und des Reproduktionsstatus wird ein tierindividuelles Modell für den SOLL- und IST-Verlauf der Körperkondition berechnet. Verlässt der IST-Verlauf den Toleranzbereich, werden vom System Alarminformationen ausgegeben. In der Einzeltierdarstellung unter HERDEplus (Abbildung 15) wird dem Landwirt mithilfe eines Pfeiles die Entwicklung dargestellt. Die Hintergrundfarbe Grün bedeutet, dass die Kuh sich in ihrem individuellen, normalen Lebendmasse-Energie-Zyklus nach Staufenbiel (1992) befindet. Bei einer Unter- oder Überschreitung des Toleranzbereiches wäre der Pfeil von Gelb bis Rot unterlegt.

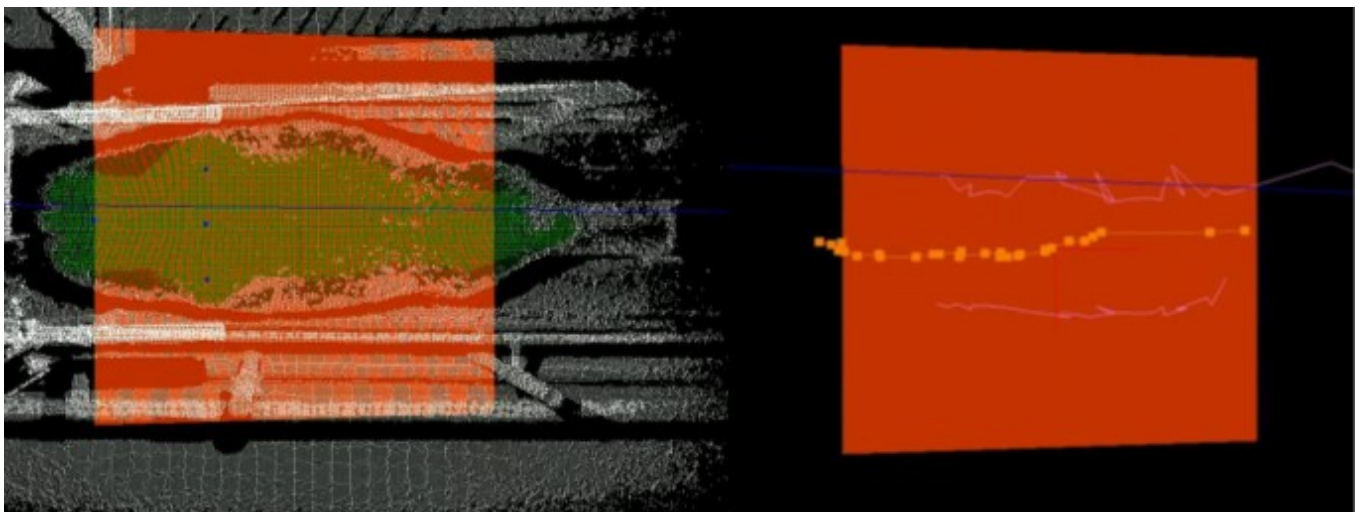


Abbildung 15: Einzeltierdarstellung zu den cbs-Parametern für die Kuh mit Stallnummer 113 (© HERDEplus)

Weiter Auswertungstools wie beispielsweise graphische Darstellung oder Gruppenübersicht sind für den Tierhalter im Herdenmanagementprogramm HERDEplus frei wählbar.

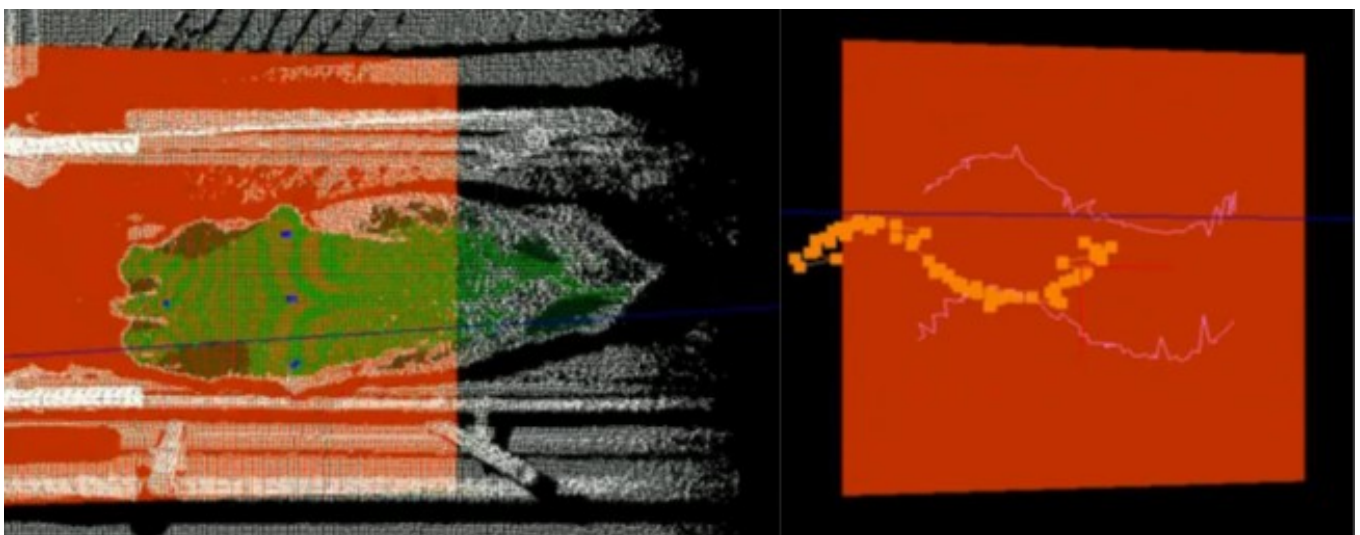
Für die Gangbildanalyse werden Hüfthöcker, Schwanzansatz, Kreuzbein und Widerrist markiert. Das Merkmal „Cow Movement Score“ ist ein Parameter, der die Bewegung dieser fünf markierten Körperpunkte im dreidimensionalen Raum erfasst, mathematische Funktionsparameter schätzt, die Abweichungen zu den vorangegangenen Schätzungen ermittelt und zu einem cms-Zähler zusammenfasst.

Die Abbildung 16 zeigt auf der linken Seite die markierten Körperpunkte und die idealisierte Rückenlinie. Die Verfolgung der Spur der ausgewählten Körperpunkte im dreidimensionalen Raum ist auf der rechten Seite der Abbildung 16 dargestellt. In diesem Beispiel ist die Kuh unauffällig und wird einen cms-Zähler von 0 erhalten (z.B. in der Abbildung 15 bei Kuh 113).



**Abbildung 16: 3D-Gangprofil einer Kuh ohne motorische Störung (© DORSCH SOFTWARE)**

Invers dazu ist das Tier mit motorischer Störung in der Abbildung 17. Die Kuh durchläuft die Messstrecke sehr langsam und mit stark entlastendem schwankendem Gang. Diese Kuh würde einen cms-Wert  $>10$  erhalten, was einem Locomotion Score nach SPRECHER et al. (1997) von „4“ entspricht.



**Abbildung 17: 3D-Gangprofil einer Kuh mit motorischer Störung (© DORSCH SOFTWARE)**

Diese visuelle, objektive Methode ist Grundlage für die Evaluierung unter Berücksichtigung der regelmäßig erhobenen Klauenbefunde. Bei der Erstellung von Alarmlisten werden Informationen zur aktuellen Klauengesundheit und Behandlungshistorie des Einzeltieres berücksichtigt. Für die Weiterbearbeitung des cms konnten in dem Projekt viele Erfahrungen gesammelt werden. Es bedarf weiterer Anpassungen in Hard- und Software. Die aufkommenden Herausforderungen, die sich mit dem Projektverlauf ergaben, konnten mit den vorhandenen Ressourcen an Zeit und Mitteln nicht bewältigt werden.

In dem 3D-Abbild der Kühe können noch weitere Körperpunkte gefunden, markiert und vermessen werden. Der Parameter cow size umfasst sechs verschiedene Körpermaße. Die Daten werden ebenfalls an das Herdenmanagementprogramm übergeben und der Tierhalter erhält Informationen über Kreuzbein- und Schwanzansatzhöhe, Rücken- und Beckenlänge, Hüft- und Beckenbodenbreite.

Ein Nebenergebnis wurde in der Problemstellung „elektronische Tieridentifikation“ erzielt. Es gelang, die Tiererkennung von CattleData in CowBodyScan zu integrieren. Damit wurde ein Komplettsystem geschaffen, welches sich in größeren Milchviehbetrieben mit einem zentralen Melksystem leicht integrieren lässt.

Weiterhin ergab sich in der Projektbearbeitung ein Nebenergebnis für die Bewertung von ausgegebenen Sensordaten. Es wurden Sicherheits- und Qualitätsparameter für die optische Erkennung integriert, um das individuelle Tierverhalten (Stehenbleiben, Abkoten und Urinieren) im Sensorbereich besser abzubilden. Die Verschmutzung des Sensors wird ebenso erfasst und entsprechende Hinweise zur Beseitigung ausgegeben.

Aus den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des LfULG kann folgende Zusammenfassung und Bewertung für die landwirtschaftliche Praxis abgeleitet werden.

- Durch die Entwicklung des CowBodyScan, auf der Basis einer non-invasiven, optischen, automatischen Tierbeobachtung, ist es möglich, die Tierbeobachtung zu automatisieren, die Körperkondition einzuschätzen und bei tierindividuellen Abweichungen über das Herdenmanagementsystem die relevanten Tiere aufzuzeigen, die eine genauere Betrachtung erfordern.
- Die objektive Einschätzung von Körperpunkten ist mit den subjektiven Betrachtungen gleichzusetzen, wenn gleich das Niveau der Ergebnisse diese nicht exakt wiedergeben können, da durch Bewegung und Interaktion der Tiere keine ideale und statische Messposition erreicht werden kann. Aber die hohe Frequenz der Messungen (täglich mehrfach) bieten gute Möglichkeiten zum Einsatz der Statistik und zu Trendberechnungen.
- In Verbindung mit dem eingesetzten betrieblichen Managementsystem wird sowohl den Tierhaltern als auch den Tierärzten und Beratern ein wirkungsvolles Werkzeug zur Früherkennung von Abweichungen von Körperkondition an die Hand gegeben. Dadurch können krankheitsbedingte Ausfälle schneller und besser erkannt und die ökonomischen Schäden vertretbar gehalten werden.
- Die Aussicht auf die Erkennung von Abweichungen im Gangbild ist und bleibt der Hauptaspekt der 3D-Bildanalyse mit dem CBS-System und wird auch nach Projektende weiterbearbeitet.

## 5.3 Ergebnispräsentation

### Vortrags- und Poster-Präsentation auf Tagungen:

- „Mit 3D-Bildanalyse-Sensoren Milchkühe besser auf die Kalbung vorbereiten“, Vortrag, DLG Forum EuroTier 2018, Hannover, 14.11.2018
- „Mit Sensorik, Robotik und wissensbasierten Assistenzsystemen Milchviehbetriebe effizienter managen“, Vortrag DLG Forum EuroTier 2018, Hannover, 15.11.2018
- „Erhebung und Nutzung von Kennzahlen zum Bewegungsprofil“, Vortrag, Fachforum Tierhaltung & Tiergesundheit, Leipzig, 12.12.2018
- „3D image analysis system for scanning body condition, body measurements and gait in dairy cows“, Poster, 12th International Conference on Lameness in Ruminants, 11-14.03.2019 in Asakusa Japan
- „3D-Kamera erkennt Kondition und Bewegung“, Top Agrar online, 24.10.2018

Die Teststellung des Sensors bleibt im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch erhalten und ist einer Besichtigung bzw. weiterer Nutzung zugänglich.

Darüber hinaus können aktuelle Informationen zur Weiterentwicklung des CBS-Systems auf der Homepage der dsp-Agrosoft GmbH nachgelesen sowie die nächsten Termine einer Produktpräsentation auf regionalen und internationalen Messen recherchiert werden.

### 5.4 Weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Die Aussage zum Lebendgewicht konnte entgegen der Antragsstellung nicht realisiert werden, da die erhobenen Körperpunkte und -maße nicht genügend Informationen bereitstellen, um die notwendige Körpertiefe, die mit zunehmendem Alter größer wird, zu messen. Literaturwerte und Daten der vorgenommenen Messreihen waren aufgrund von zu großer Streuung nicht verwertbar.

Es wurde viel Zeit mit der Problemfindung bei der zuverlässigen Tiererkennung verbraucht, die schlussendlich unter Nutzung einer am Markt befindlichen Tiererkennung der Firma CattleData GmbH zur gewünschten Lösung führte. Innerhalb der Projektlaufzeit konnte diese Tiererkennung jedoch nur außerhalb des CowBodyScan-Systems getestet werden.

Die Arbeiten zur tierindividuellen Ganganalyse konnten nicht abgeschlossen werden, weil es dafür eines hohen Maßes an Messreihen vieler einzelner Tiere bedarf. Auf Grund der vorher beschriebenen Probleme (störungsfrei arbeitende Tiererkennung) fehlten diese Voraussetzungen. Die aussichtsreiche Nutzung der CattleData Tiererkennung wird nach Projektende dieses Problem eliminieren und ausreichend Datenmaterial zur Verfügung stellen. Alle Projektpartner werden gemeinsam an der Umsetzung weiterarbeiten. Die Koordination der Aufgaben übernimmt die Data Service Paretz GmbH. Für die notwendige wissenschaftliche Auswertung wird der Kooperationspartner LfULG im Rahmen seiner Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Die Vereinigten Informationssysteme Tier (VIT) hat seine Bereitschaft erklärt, neben allen angeschlossenen Zuchtverbänden aktiv mitzuwirken.

## 5.5 Wissenschaftliche Verwertung und Anschlussfähigkeit

Die im Rahmen des Projekts „Cow Body Scan“ durch Dorsch Software entwickelten Algorithmen zur 3D-Bildanalyse eines sich freibewegenden Rindes in einem entsprechend konfektionierten Sensorraum sind Grundlage für die Weiterentwicklung des CBS-Systems.

Sobald in Zukunft Landwirte weitere Tiermerkmale oder Kennwerte wie z.B. Lahmheitsgrad und Pansenfüllung fokussieren und diese Merkmale über geeignete bildgebende Sensoren erfasst werden können, gilt es diese neuen Parameter mathematisch zu beschreiben und so zu verarbeiten, dass sie dem Landwirt relativ einfach zur Entscheidungsunterstützung zugänglich werden. Für diesen Weg, der Information vom Sensor bis zum für den Landwirt nutzbaren Parameter, ist auch künftig ein enges Zusammenarbeiten aller Projektpartner zu empfehlen.

Die Besonderheit des „CowBody Scan“ Projekts ist, dass die Erweiterung des Informationsspektrums aus dem CBS-Sensor ohne weitere Hardwareaufrüstung möglich wird. Welche Information noch erfasst werden können, ist aktuell noch nicht absehbar.

Die erfassbaren Daten könnten noch weitere ungeahnte Möglichkeiten asservieren. Der dreidimensionale, sich bewegende Körper ist schon jetzt mit den getesteten Sensoren hochauflösend erfassbar und bietet somit eine ideale Grundlage für Weiterentwicklungen von Softwareupdates mit neuen Features für den Landwirt.

„Cow Body Scan“ wird von Dorsch Software als Türöffner beurteilt, um dem Landwirt auch später neue Produkte zum Nutzen von Mensch und Tier anzubieten. Die Hemmschwelle wird kleiner, da das Austesten ohne Hardwarekosten oder bauliche Veränderungen erfolgen kann.

Die Verwertung aus dem Projekt ist zum aktuellen Stand, auf Grund der vorangegangenen Verzögerungen nur beim CowConditionScore-Wert möglich. Die Verwertung der verschiedenen CowSize-Werten ist nur bei abschließender Validierung realisierbar. Zuchtverbände haben Interesse diese Werte für die Zuchtwertschätzung zu nutzen. Eine Marktdurchdringung ist dafür jedoch erforderlich. In Folge der Verzögerung durch die intensive Prüfung der Rechtsabteilung konnte die Verwertung des CMS-Wert (Ganganalyse) nicht mit dem Projektende realisiert werden.

In den Praxisbetrieben haben die Probleme der Erkennung- und Funktionssicherheit bei der elektronischen Tiererkennung unvorhersehbare Entwicklungsressourcen gebunden. Die Einbindung einer neuen Schnittstelle (CattleData) in das CBS-System gibt die Möglichkeit ein autarkes, sicheres Gesamtpaket am Markt zu etablieren.

Am LfULG ordnet sich das „Cow Body Scan“ Projekt in die lang- und mittelfristige Planung der Fachaufgaben, speziell in die Themenfelder „Präzise Milchproduktion“ und „Automatisierung“ ein. Aus der gemeinsamen Bearbeitung des Vorhabens werden Synergieeffekte zu anderen bzw. zu anschließenden Projekten erwartet. Des Weiteren erwartet das LfULG eine Vertiefung der Zusammenarbeit in wissenschaftlichen Netzwerken und beim Wissenstransfer im Agrarbereich.

Die Ergebnisse aus dem CBS-Projekt werden in die Bearbeitung des Experimentierfeldes „CattleHub“ und in den Themenverbund „Digitale Landwirtschaft“ am LfULG einfließen

Die Erfassung von weiteren Gesundheitsdaten, wie Lahmheitsgrad und Pansenfüllung, sowie der Körpermaße durch ein 3D-System stellt ein Alleinstellungsmerkmal am Markt dar.



## **6 Erreichte Projektergebnisse**

Im Rahmen des Projekts ist es gelungen, die berührungslose, automatisierte Erfassung der Körperkondition von Kühen über die gewählte Sensortechnik zu realisieren. Die Schnittstellen für die Anbindung an das Herdenmanagementsystem wurden vollständig implementiert.

Die größte Herausforderung stellte die Integration des Systems an die sehr individuellen Gegebenheiten in den Versuchsbetrieben dar. Das Thema Tiererkennung wurde anfangs unterschätzt. Bei Projektende ist aber auch hier eine zukunftssichere und universelle Lösung gefunden worden.

Der Aufgabenbereich Gangbildanalyse ist nicht abschließend fertiggestellt worden, aber auch hier wird das Projekt weitergeführt und die erarbeiteten Lösungsansätze weiterverfolgt.

## Literaturverzeichnis

- DIECKMANN, S.(2019): Entwicklung eines Bildverarbeitungssystems zur Überwachung des Locomotion Scoring in Milchviehbetrieben.- Diss. an der Lebenswissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin  
edoc-Server Startseite (hu-berlin.de)
- EDMONSEN, A.J., LEAN, I.J., WEAVER, L.D., FARVER, T., WEBSTER, G. (1989): A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows.- Journal of Dairy Science, Vol. 72, S 68 - 78 - Elsevier Verlag  
A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows - ScienceDirect
- FISCHER, R., HÖLTJE, C., FRANK, F., HÖLSCHER, R., LEHMANN, J. (2014): Entwicklung und Nutzung neuer On-Farm-Verfahren zur Leistungsprüfung auf Gesundheitsstabilität und Fruchtbarkeit beim Deutschen Holstein Kurztitel: On-Farm-Recording (Breeding).- FuE-Projekt, FKZ 2813503108 - FISA - Forschungsinformationssystem Agrar und Ernährung (fisaonline.de)
- HOPE, T., RESHEFF, Y. S., LIEDER, I. (2018): Einführung in TensorFlow : Deep-Learning-Systeme programmieren, trainieren, skalieren und deployen. - O'Reilly-Verlag Heidelberg  
<http://d-nb.info/1160036462>
- HOSCHEK, J., LASSER, D. (1992): Grundlagen der geometrischen Datenverarbeitung. - Teubner-Verlag Stuttgart  
<http://d-nb.info/921047177>
- KRUKOWSKI, M. (2009): Automatic Determination of Body Condition Score of Dairy Cows from 3D Images.- M.sc. Royal Institute of Technology, ISSN-1653-5715  
[www.csc.kth.se](http://www.csc.kth.se)
- PACHE, ST., HÖLSCHER, R., STEINHÖFEL, I., FISCHER, R. (2013): Automatische Vermessung von Milchkühen mit 3D-Bildverarbeitungstechnik.- 11. Tagung Bau, Technik, Umwelt vom 24.-26.09.2013 in Vechta; Vortrag - KTBL Darmstadt, ISBN 978-3-941583-80-1
- PAPULA, L. (2018): Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1 und 2. - Springer Verlag Berlin, <http://d-nb.info/1159786844>
- PIEGL, L. A., TILLER, W. (1997): The NURBS book. - Springer-Verlag Berlin, <http://d-nb.info/948762381>
- SALAU, J., JUNG, W., HAAS, J. H., THALLER, G. (2011): Automatische Überwachung der Körperkondition bei Milchkühen. - 10. Tagung Bau, Technik, Umwelt vom 27.-29.09.2011 in Kiel; Posterbeitrag  
10. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2011 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung - Tagung vom 27.-29. September 2011 in Kiel | KTBL
- SALOMON, D. (2010): Curves and Surfaces for Computer Graphics. - Springer-Verlag Berlin  
<http://d-nb.info/1008419680>
- SPRECHER, D.J., HOSTETLER, D.E., KANEENE, J.B. (1997): A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance.- Theriogenology, Vol. 47, S 1179 - 1187  
Elsevier Verlag - A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance - ScienceDirect
- SPRINGER, A., SCHÖNROCK, K., NIESWAND, E., POHLKAMP, M., FRANCKE, H. (2010): Patent EP2173158(A1) - Device and a method for providing information about animals when walking through an animal passage. - Espacenet - Bibliographic data
- STAUFENBIEL, R. (1992): Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes - Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettdicke.- Mh. Vet.-Med. 47 (1992), 467-474
- STAUFENBIEL, R. (1997): Konditionsbeurteilung von Milchkühen mit Hilfe der sonographischen Rückenfettdickenmessung.- Prakt. Tierarzt coll. vet. XXVII, S. 87-92
- WENDL, G. (2011): Entwicklungstendenzen in der Haltungstechnik für die Milchviehhaltung. - Landtechnisch-bauliche Jahrestagung am 25.10.2011 in Grub; S. 23 - 42, Tierhaltung in Bayern

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und  
Geologie (LfULG)  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
Telefon: + 49 351 2612-0; Telefax: + 49 351 2612-1099  
E- Mail: Poststelle.LfULG@smekul.sachsen.de  
www.lfulg.sachsen.de

**Autor:**

Uwe Dorsch, Dorsch Softwareentwicklung,  
56651 Oberdürenbach  
Peter Schneider und Sebastian Schäfer, Schneider  
Elektronik GmbH & Co.KG, 01909 Großharthau  
Dirk Leuschke und Peter Paschold, Data Service Paretz  
GmbH, 14669 Ketzin  
Franziska Deißing, Dr. Ralf Fischer, Dr. Steffen Pache  
Abteilung 7/Referat 71 und 74; Am Park 3; 04886 Köllitsch  
Telefon: + 49 34222 462110; Telefax: + 49 34222 462698  
E-Mail: Steffen.Pache@smekul.sachsen.de  
Franziska.Deissing@smekul.sachsen.de

**Redaktion:**

Franziska Deißing und Dr. Steffen Pache  
Abteilung 7/Referat 71 und 74  
Am Park 3; 04886 Köllitsch  
Telefon: + 49 34222 462110; Telefax: + 49 34222 462698  
E-Mail: Franziska.Deissing@smekul.sachsen.de  
Steffen.Pache@smekul.sachsen.de

**Redaktionsschluss:**

07.11.2023

**ISSN:**

1867-2868

**Hinweis:**

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung,  
kann aber als PDF-Datei heruntergeladen werden unter  
<https://publikationen.sachsen.de>.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staats-  
regierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflich-  
tung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie  
darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder  
Helfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.  
Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere  
die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informations-  
ständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder  
Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel.  
Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwen-  
dung bei der Wahlwerbung.

*Täglich für  
ein gutes Leben.*

[www.lfulg.sachsen.de](http://www.lfulg.sachsen.de)