

HappyMoo

Avec le soutien de la
 **Wallonie**

Interreg 
 North-West Europe
 HappyMoo
 European Regional Development Fund

Fortschritte beim Projekt HappyMoo

Die Arbeiten im HappyMoo Projekt sind im Jahr 2021 entschieden vorangekommen. CONVIS war konkret an mehreren Referenzprobenkampagnen beteiligt und hat sich parallel zusätzlich in mehreren Fachbereichen gewinnbringend eingebracht. Dazu zählten «daily check», Ökonomik vom Tierwohl sowie die lokale Interpretation und Weiterverarbeitung der Ergebnisse. Das Projekt läuft 2022 weiter und auch wenn noch viele Arbeitsfelder nicht abgeschlossen sind, konnten erste konkrete Resultate nun im Herbst letzten Jahres bei der EAAP (European Federation of Animal Science) Tagung im schweizerischen Davos vorgestellt werden. Hier nun auszugsweise ein aktualisierter Überblick zu dem Projekt.



Romain
Reding

Zunächst ist zu erwähnen, dass CONVIS sich an den projektübergreifenden Entwicklungen zu dem sogenannten «daily check» beteiligt. Dabei geht es um eine langfristige perfekte Abstimmung unseres Milch Analysegerätes zu dem OptiMIR / HappyMoo Mastergerät, das im belgischen Gembloux beim CRA-W stationiert ist. Ziel ist es, Abweichungen der Ergebnisse zum Mastergerät möglichst zu minimieren. Diese Aktivitäten werden von der EMR Organisation (European Milk Recording, www.milkrecording.eu) koordiniert. Dazu werden derzeit im drei monatigen Rhythmus täglich von vier verschiedenen Milchtypen (verschiedene Fettgehalte sowie laktosefreie Milch) potentielle und unvorhergesehene Spektralabweichungen getestet.

Die eigentlichen Entwicklungen zur Spektralmodellierung von neuen Tierwohl Biomarkern gliedern sich nach den drei Themengebieten Stresstatus, Gesundheitsstatus und dem Hungerstatus.

Stresstatus

Im Bereich des chronischen Tierstresses hat man sich zunächst auf die zwei Parameter Fruktosamine (Blut) und Cortisol (Haare) als die derzeit bestmöglichen in Frage kommenden Parameter festgelegt, weil hier die Laboranalytik klar definiert ist und die Entnahme der Referenzproben auch keine wesentlichen neuen Probleme bereitet. Die Cortisol Konzentration wird beispielsweise in diesem Fall relativ

einfach mit einem ELISA Test Kit bestimmt, was dann aber auch im Vergleich zu High Tech Labortechnik auch einen gewissen Einfluss auf eine höhere Detektionsgrenze hat. CONVIS hat in diesem Bereich bis dato 40 Referenzproben aus drei Herden zur Verfügung gestellt, die in Gembloux labortechnisch ausgewertet wurden. Erste Resultate von Feldversuchen aus mehreren HappyMoo relevanten Zwischenuntersuchungen aus diesem Bereich von Partnern aus Belgien (CRA-W Gembloux); Deutschland (LKV Baden-Württemberg) und Luxemburg (CONVIS) liegen nun vor.

Zunächst wurden in Belgien drei andere Biomarker zusammen mit der Cortisol-Konzentration bei einer normalen Herde getestet. Dazu wurde eine kleine Anzahl von Kühen aus einer Herde zyklisch für eine kurze Periode von der Stammherde in einen anderen Stall in Überbelegungsbedingungen gebracht und gleichzeitig wurden stressfördernde Geräusche ausgestrahlt. Währenddessen blieben die restlichen Kühe der Kontrolle im ursprünglichen Stall. Die

Stressgruppe unterschied sich vor allem durch eine niedrigere Herzfrequenz mit einer größeren Heterogenität, geringerem Wiederkauen, mehr beobachteten Kopfstößen und dann eben höheren Konzentrationen von Cortisol in den Haaren und Fruktosaminen im Blut. Keine Unterschiede wurden hingegen im Bereich Milchleistung, Körpergewicht, BCS (Body condition score), Cortisol im Speichel, Blutglukose, Beta-Endorphin, Thyroxin und Leukozytenprofil festgestellt. Allerdings waren kurzfristige Milchverluste bei der Stressgruppe stärker ausgeprägt, sie blieben aber ohne signifikante Relevanz auf die Milchleistung.

In Deutschland beim LKV Baden-Württemberg (BW) wurde in Zusammenarbeit mit dem Agrarstandort der University of Jendouba in Tunesien Hitzestress analysiert. Die Tunesier haben in den letzten Jahren eine Reihe relevanter Kompetenzen im Bereich Hitzestress gesammelt und im Zusammenhang mit dem Klimawandel analysiert. Beim LKV BW wurden diesbezügliche Reaktionen auf das MIR Bild der Milch nachgewiesen. Bei den HappyMoo relevanten Untersuchungen zu diesem Bereich wird Tierstress mit dem Temperatur Humidity Index (THI) in Verbindung gebracht. Der THI Index errechnet sich auf Basis von Temperatur- und Luftfeuchtedaten

von Wetterstationen. MLP Daten (Liter, Fett, Eiweiß und ein Pool von Fettsäuren) sowie Rohspektren vom Zeitraum 2012 bis 2019 aus Baden-Württemberg wurden mit THI Werten zusammengeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass die Milchkühe während der Sommerperiode Hitzestress ausgesetzt waren und die Unterschiede zu eher thermoneutraleren Bedingungen wurden durch Reaktionen von spezifischen Sequenzen der Wellenlängen vom Spektrum klar und deutlich nachgewiesen. Die THI Werte lagen dabei im Durchschnitt bei ca. 50 und bei 49, 64 und 37 für den Herbst, Frühling beziehungsweise Winter. Diese mittleren THI Werte aus Baden-Württemberg konnten mit einem Kontrolldatenpool von Luxemburger Wetterstationen, die seitens CONVIS aufbereitet wurden, gleichgestellt werden. Wichtige Fragestellung bleibt aber weiterhin der Umgang mit den absoluten Spitzentemperaturen, die in unseren Gegenden oft nur stundenweise vorkommen und dann aber theoretisch kurzfristig zu sehr hohen THI Werte führen können. Zudem wurde in aktuellen Studien im Zusammenhang von Fettsäuren und Futterspiegel gezeigt, dass es gerade diese absoluten Temperaturspitzen sind, die Management Maßnahmen seitens der Praxis einläuten und somit die Kühe z.B. vermehrt im Schatten im Stall als auf der Weide gehalten werden. Für die Zukunft darf man deshalb gespannt sein, ob diese Daten auch bei einer large scale Anwendung mit Cortisol korrelieren und welche Rolle die oft parallel mitlaufenden Futterumstellungen spielen. Die Entwicklungen bieten auch eine optimale Möglichkeit, rückwirkend Auswirkungen von baulichen Massnahmen zu mehr Tierwohl (Platzangebot, Lichtsituation) im large scale zu Bewerten. Leider konnte diese Untersuchung zur derzeitigen Projektphase noch nicht durchgeführt werden.

Abb. 1: Bei den HappyMoo Entwicklungen eingesetzte statistische Modelle

- GAM:** *Generalized Additive Model*
- PLS:** *Partial Least Regression*
- PLS-DA:** *Partial least squares-discriminant analysis*
- SIM-PLS:** *Subspace Identification Methods Partial Least Regression*
- OSCORES-PLS:** *orthogonal scores PLS*
- PCR:** *Principal Component Regression*
- CPPLS:** *Canonical Correlation Partial Least Regression*
- GLMNET:** *Lasso and Elastic-Net Regularized Generalized Linear Model (Lasso & Ridge)*
- SVR:** *Support Vector Regression*
- BLUP:** *Best linear unbiased Prediction*
- WLS:** *Weighted least squares*
- FIXED EFFECTS MODEL
- RANDOM EFFECTS MODEL

Abb. 2: Bei den HappyMoo Entwicklungen eingesetzte Datenaufbereitung und Test Tool's aus dem Bereich Statistik und «machine learning»

- RANDOM FOREST:** *Ensemble learning method for classification and regression*
- SMOTE:** *Synthetic Minority Over Sampling Technic*
- ADA BOOST:** *Adaptive Boosting, statistical classification meta-Algorithm*
- GRID SEARCH CROSS VALIDATION:** *Hyperparameter optimization of choosing a set of optimal hyperparameter for a learning algorithm with cross validation to estimate this generalization performance*
- SNELL'S SCORE METHODE:** *Determining numerical scores for subjectively defined categories, assuming the underlying measurements followed a logistics distribution*
- REML:** *Restricted Maximum Likelihood Algorithm*
- MTP:** *Multiple Trait Prediction (Bayesian Polpulation Based Priors)*
- ML-MTP:** *Machine Learning Moment Tensor Potential*
- MVR:** *Mean-variance regularization non-parametric method for joint adaptive mean-variance regularization and variance stabilization of high-dimensional data*
- REML:** *Restricted Maximum Likelihood*
- ANN:** *Artificial Neural Network*
- DNN.MLP:** *Deep neural network multi layered perceptions (machine learning)*
- GRADIENT BOOSTING:** *machine learning technique used in regression and classification*
- NIPALS:** *Non Linear Iterative Partial Least Squares*
- FEATURE SELECTION :** *automatical or manual selection of features which contribute most to a prediction variable or output of interest.*

Gesundheitsstatus

Zu diesem Bereich laufen derzeit Untersuchungen zu den drei direkten Parametern NA-Gase (N-Acetyl-Beta-D-Glucoseaminidase), LDH (Laktatdehydrogenase) und Hapoglobine, sowie dann zu dem Spezialgebiet Lahmheit und Klauengesundheit. Hierzu wurden von CONVIS weit mehr als 100 Referenzproben aus verschiedenen Herden und zu verschiedenen Jahreszeiten (Sommer und Winter) zur Verfügung gestellt. Die labortechnischen Untersuchungen dieser

Referenzproben wurden insbesondere bei unseren französischen MLP Kollegen von Seenorest im französischen Maroeuil (Pas-de-Calais) sowie der Firma Bio-X diagnostics S.A. im belgischen Rochefort durchgeführt. Parallel wird auch an einer weiteren Verbesserung der schon entwickelten Vorhersagegleichung zu dem Entzündungsparameter Lactoferrin gearbeitet.

Weiterhin wurde während der letzten Monate sehr viel in den Bereichen Klauengesundheit und Lahmheit gearbeitet. Zunächst ist hier zu erwähnen, dass schon seit Jahren in diesem Bereich praktisch erfolglos Spektral Modellierungsversuche gestartet wurden. Das soll sich nun aber ändern, da ganz neuartige IT-Techniken nun bis dato noch nie getestete neue Entwicklungspotentiale ermöglichen. Im Zusammenhang HappyMoo wurden nun erneut wirklich viele Kompetenzen auf internationaler Ebene mit dem Ziel gebündelt, die meist bestens bekannten Probleme zu lösen und die potentiellen Entwicklungen entscheidend voranzubringen. Eines der größten Probleme war historisch immer, international optimal harmonisierte Datensätze zwecks Bewertung der Lahmheit (z.B. ICAR-Skala 1-5) und über das Vorhandensein von Klauenläsionen zu erstellen. Diese sogenannten Klauenpflegedaten werden direkt von Aufzeichnungen seitens Spezialisten aus dem Bereich Klauenpflege zur Verfügung gestellt, die das aber in jedem Land oder sogar ganz lokal zumindest für die Huf läsionen oft sehr individuell durchführen. Es gibt keinen goldenen Standard zu dieser Thematik. Zunächst wurden also verschiedenen Szenarien zwecks Harmonisierung dieser Grunddaten durchgeführt.

Ein weiteres Problem war natürlich stets die unharmonische Verteilung von gesunden und ungesunden Kühen aus einer gegebenen Population von Referenzdaten. Bei der Klauen- und Lahmheitsthematik sind diese Verhältnisse leider sehr ungünstig, weil in den Datensätzen oft überwiegend kranke Tiere vorkommen, und somit müssen zwecks Erreichung von einem besseren Gleichgewicht zwischen den verschiedenen Gruppen diese Daten entsprechend umgeformt und anpassend neu klassiert werden. In diesem Fall wurde dazu z.B. mit der Synthetic Minority Over Sampling Technik (SMOTE) gearbeitet. Anschließend werden Spektraldaten, die von Tieren mit entsprechenden Krankheitsbildern stammen, von der 1.060

Punkte umfassenden Wellenlänge in ein 53 x 20 Pixels «spectral grayscale image» transformiert. Dies erlaubt es dann, mit Hilfe verschiedener Techniken aus dem ganz neuen Bereich des maschinellen Lernens,

im Speziellen aber dem «deep learning», entsprechende Modelle zu entwickeln.

Bei ersten Feldversuchen wurde dann auch deutlich, dass die im Vorfeld durchgeführte

Abb. 3: Der Temperatur Humidity Index (THI) gilt seit 1990 als eine relativ einfach zu verstehende Kennzahl zwecks Bewertung von potentiellm Tierstress (Quelle: www.veterinaryhandbook.com.au)

		Relative Luftfeuchte (%)															
F	°C	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
77	25,0	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
78	25,6	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	77	78
79	26,1	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	77	77	78	78	79
80	26,7	71	71	72	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	79	80
81	27,2	71	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	78	79	80	80	81
82	27,8	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81	81	82
83	28,3	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	80	80	81	82	82	83
84	28,9	73	74	75	75	76	77	77	78	79	80	80	81	82	83	83	84
85	29,4	74	74	75	76	77	77	78	79	80	80	81	82	83	83	84	85
86	30,0	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
87	30,6	75	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	85	86	87
88	31,1	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88
89	31,7	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89
90	32,2	77	78	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90
91	32,8	77	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91
92	33,3	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
93	33,9	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
94	34,4	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
95	35,0	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	35,6	80	81	82	83	84	85	86	88	89	90	91	92	93	94	95	96
97	36,1	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	92	93	94	95	96	97
98	36,7	81	82	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	96	97	98
99	37,2	82	83	84	85	86	88	89	90	91	92	93	94	96	97	98	99
100	37,8	82	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95	96	98	99	100
101	38,3	83	84	85	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97	99	100	101
102	38,9	84	85	86	87	89	90	91	92	93	95	96	97	98	100	101	102
103	39,4	84	85	87	88	89	90	92	93	94	95	97	98	99	100	102	103
104	40,0	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	98	99	100	101	103	104
105	40,6	85	87	88	89	91	92	93	95	96	97	98	100	101	102	104	105
106	41,1	86	87	89	90	91	93	94	95	97	98	99	101	102	103	105	106
107	41,7	87	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100	102	103	104	106	107
108	42,2	87	89	90	91	93	94	95	97	98	100	101	102	104	105	107	108
109	42,8	88	89	91	92	93	95	96	98	99	100	102	103	105	106	108	109
110	43,3	88	90	91	93	94	96	97	98	100	101	103	104	106	107	109	110
111	43,9	89	90	92	93	95	96	98	99	101	102	104	105	107	108	110	111

kein Stress
leichter Stress
schwerer Stress
sehr schwerer Stress
tote Tiere

Anpassung der Datensätze auf allen hier beschriebenen Ebenen einen wichtigen Einfluss auf das spätere Vorkommen von falsch positiven Resultaten hat. Nicht zuletzt auch die Problematik, in welchem Grad die Hufpfleger die letzte Kleinigkeit als Klauenproblem schriftlich festhalten, kann dann später bei der Modellierung einen wesentlichen Einfluss haben und zu Problemen führen.

Hungerstatus

Der dritte Bereich beschäftigt sich mit dem Thema Hungergefühl der Tiere. Die Entwicklungen konzentrieren sich hierzu auf die Parameter BCS, Körpergewicht, Energiebilanz der Futterration (MJ NEL), Trockensubstanz (TS)-Aufnahme, Futtereffizienz sowie Bildanalytik mittels Pansenkamera. Aus fachlicher Sicht werden spürbar zunehmend in diesem Bereich bis dato selten eingesetzte statistische Modelle aus den Bereichen Mathematik und Polyengineering getestet und auch im Multiplexverfahren kombiniert eingesetzt. So liegt für den Bereich der Energiebilanz in der Zwischenzeit auch erstmalig ein HappyMoo spezifisches Modell vor, was auf der deutschen MJ NEL Einheit basiert. Es handelt sich dabei um ein multiplexiertes CPPLS_GLMNET Modell das zusätzlich mit dem Ansatz vom Legendre Polynom aufbereitet wurde. Laut aktuellem Projektstand wurden dann auch schon theoretische Feldversuche im Bereich TS-Aufnahme und Futtereffizienz durchgeführt, wobei die Futtereffizienz derzeit deutlich besser in puncto Genauigkeit abschneidet als die TS-Aufnahme.

Bei einem agro-spezifischen Seminar mit Tierärzten zu dem Themengebiet Hungerstatus wurde dann auch festgehalten, dass es für diesen Bereich wohl sehr wichtig ist, die Erwartungen der Praktiker (Tierärzte und Landwirte) in Feldversuchen mit einzubeziehen und zu testen. Es geht dabei unter anderem darum, für diese Thematik bei Herden und/oder Einzeltieren für alle vorkommenden Levels

und Spannweiten vom Hungerstatus Grenz- und Richtwerte z.B. als Funktion vom Laktationsstadium festzulegen. Denn ein eventuell gemessener Hungerstatus zu Laktationsbeginn kann beispielsweise als nicht atypisch bewertet werden und muss dann tierwohltechnisch auch richtig interpretiert werden.

Abb. 4: Boxplot Darstellung der 12 monatlichen Durchschnittswerte vom abgeleiteten THI-Index der Jahre 2019, 2020 und 2021 von der Wetterstation (ASTA) in Useldange. Deutlich zu erkennen die günstigere Situation vom Jahr 2021 im Vergleich zu den Jahren 2020 und 2019, wo es im Schnitt doch deutlich wärmer war. Die monatlichen Durchschnittswerte liegen allerdings auch für die Extremjahre 2019 und 2020 immer unter der Stressschwelle von THI 72

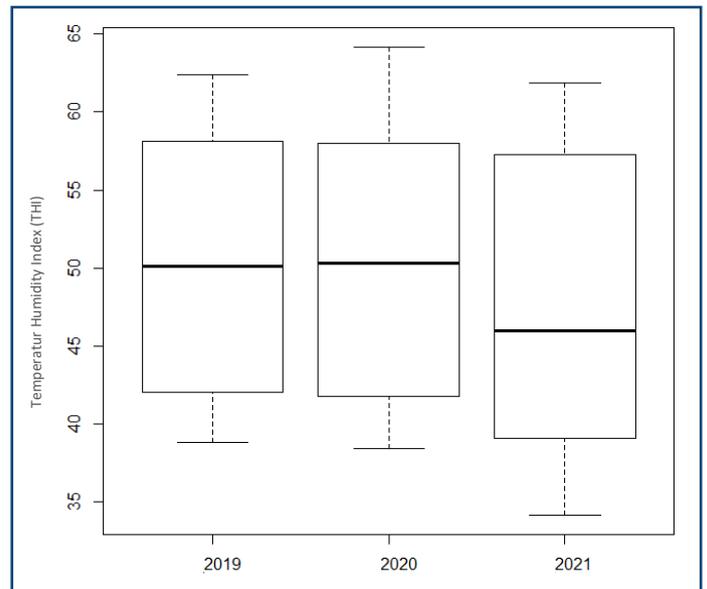
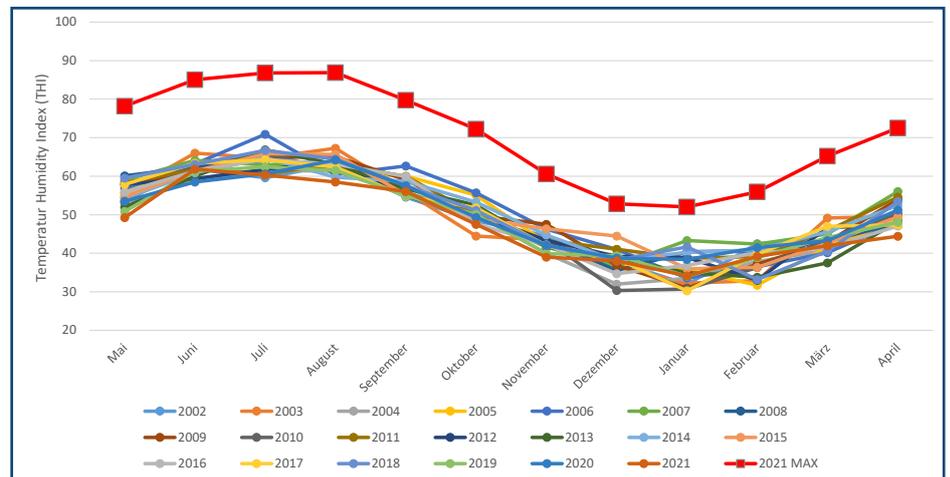


Abb. 5: Jahreszyklische Darstellung der durchschnittlichen THI Werte der letzten 20 Jahre im Vergleich mit den theoretischen maximal Werten von 2021, errechnet aus der jeweiligen monatlichen maximal gemessenen Temperatur und der durchschnittlichen relativen Luftfeuchte der Wetterstation (ASTA) in Useldange. Eine der zentralen Fragen der Zukunft wird es sein, ob und inwiefern ein nur stundenweise an einigen Tagen im Sommer vorkommender THI Wert nahe der 90 den Tierstress wirklich beeinflussen kann.



Bei der rezenten Tagung der EAAP (European Federation of Animal Science) im Herbst 2021 wurden erste HappyMoo Resultate vorgestellt

Vorläufiges Fazit

Beim HappyMoo Projekt werden derzeit neue Maßstäbe im Bereich MIR-Spektralmodellierung gesetzt. Viele neue leistungsfähige Methoden aus den Bereichen Statistik und dem Bereich «machine learning» werden getestet und im Endeffekt sollte man neben den zurückbehaltenen Entwicklungen auch der Generaldokumentation von den restlichen, im Versuchsstadium verbliebenen, Entwicklungen genügend Zeit schenken.

Aus Sicht von CONVIS bedeuten die neuen «deep learning» und Multiplexing-Modellierungsansätze unter anderem auch eine zunehmende Komplexität bei der späteren Umsetzung im IT-Bereich. Genau zu diesem Themenkomplex arbeitet eine HappyMoo spezifische IT-Gruppe derzeit potentielle Lösungen im Bereich der WEB API's (Application Programming Interface) aus. Diese

Entwicklungen sollen in den nächsten Monaten im Rahmen von Spezialseminaren getestet werden.

Weiterhin soll das Testen und Validieren der Entwicklungen mittels «theoretischen» Feldversuchen ausgebaut werden, die auf älteren schon bestehenden Datensätzen basieren. Die Notwendigkeit hierzu hat sich verdeutlicht, da sich beim Testen der Modelle von einigen dieser neuen Biomarker herausgestellt hat, dass sie trotz guter Gütebewertungen mit den klassischen Parametern RMSE (root mean square error) oder RPD (ratio of performance deviation) nicht die zu erwartende Genauigkeit in der Praxis zeigten. Die Anzahl «theoretischer» Feldversuche wird also logischerweise zunehmen müssen und das Arbeiten an dieser Stelle mit alten Datensätzen erlaubt es dann doch deutliche Kostenvorteile zu erreichen.