

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 105 (2014)
Heft: 7

Artikel: La solution Anemon pour des vaches connectées
Autor: Brielmann, Claude
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-856264>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

La solution Anemon pour des vaches connectées

Un système performant pour la détection électronique des chaleurs bovines

La détection des chaleurs bovines est un facteur important pour la rentabilité d'un élevage de vaches laitières. Le système Anemon développé par la start-up du même nom et la Haute école spécialisée bernoise apporte plusieurs solutions innovantes. D'abord une détection basée sur deux paramètres, la température de l'animal et son activité, ensuite l'utilisation du réseau mobile pour envoyer des SMS d'alarme depuis l'animal et, finalement, la possibilité d'analyser plus finement ces informations sur un serveur Web.

Claude Brielmann

Alain, un agriculteur jurassien, boit le café avec ses collègues lorsque son téléphone lui annonce un SMS. Un de ses amis lui demande: «C'est ta femme qui te cherche?». Alain sort son téléphone portable de sa poche: «Non, c'est Marguerite, ma vache, qui est en chaleur». Stupéfaits, ses amis demandent des explications qu'Alain, un des premiers utilisateurs du système Anemon, se fait un plaisir de leur donner...

Les enjeux économiques de la détection des chaleurs bovines

La production quotidienne d'une vache laitière augmente durant les quelques semaines après la mise bas, puis diminue lentement selon une courbe appelée «courbe de lactation». La **figure 1** représente une telle courbe stylisée. Les maxima se situent entre 20 et 60 litres/jour.

Pour maintenir une production moyenne élevée, la vache devrait idéalement avoir un veau tous les 12 mois, période comprenant 3 mois de repos et 9 mois de gestation. Il faut donc inséminer la vache 3 mois après un vêlage. Mais, après la période de repos, l'éleveur ne connaît pas encore très bien les nouveaux cycles de sa vache et des chaleurs non détectées retardent la prochaine insémination de 21 jours, le cycle hormonal des bovins. Ce retard diminue la production laitière moyenne. Cette diminution, ainsi que des frais d'insémination inutiles occasionnent des pertes estimées à 500 CHF par cycle perdu.

Par l'observation régulière de ses animaux, l'éleveur peut déceler quelques indices: une vache en chaleur est plus agitée (en stabulation libre l'activité augmente de 400% [1]), plus agressive et se laisse monter par les autres vaches. À cela s'ajoutent des critères physiologiques observables, tels que la couleur de la vulve. Mais ces observations demandent du temps et une certaine proximité avec le troupeau. En effet, une étude scientifique menée à la Haute école suisse d'agronomie a montré qu'il faut consacrer en moyenne 3 fois 10 minutes par jour pour atteindre 80% de détection de chaleurs [2]. Un autre aspect est la tendance à la diminution des symptômes de chaleurs en raison des traitements médicaux et hormonaux appliqués au bétail.

Le néophyte serait tenté de proposer de revenir au bon vieux taureau. Mais cette pratique présente plusieurs inconvénients. Le premier et le plus important est que tout le troupeau finit par descendre du même géniteur. Si le patrimoine génétique de ce taureau n'est pas excellent, la production de lait de l'exploitation sera moins élevée. D'autres inconvénients comme la dangerosité des taureaux et leurs coûts d'entretien sont des facteurs dissuasifs.

Notons également que les chaleurs se produisent aussi fréquemment la nuit que le jour et que le délai optimal entre le début des chaleurs et l'insémination est de 9 à 18 heures [2], comme illustré dans la **figure 2**.

Les méthodes de détection des chaleurs

Pour toutes ces raisons, les agriculteurs sont intéressés à des outils d'aide à la détection de chaleurs. Une première étude de marché menée par la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL), l'un des départements de la Haute école spécialisée bernoise (HESB), a montré que 50% des agriculteurs sont intéressés par de tels moyens et privilégient l'alarme par SMS. L'étude a aussi montré que la plupart des pâturages sont couverts par un réseau mobile.

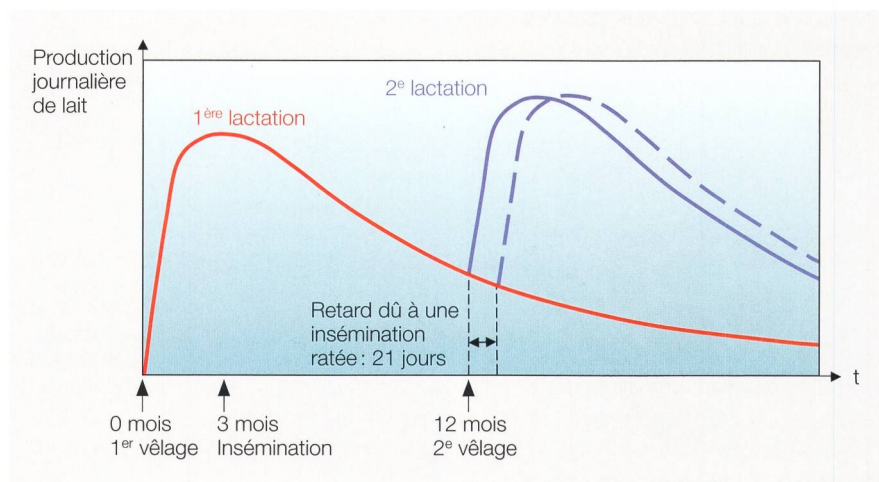


Figure 1 Courbe de lactation.

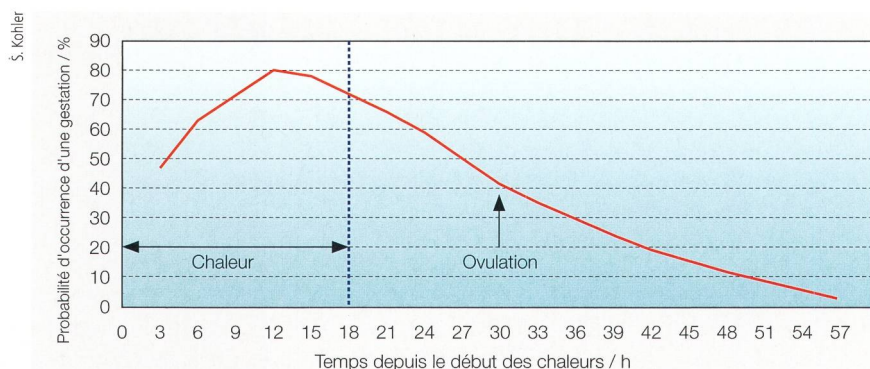


Figure 2 Taux de gestation en fonction du moment de l'insémination.

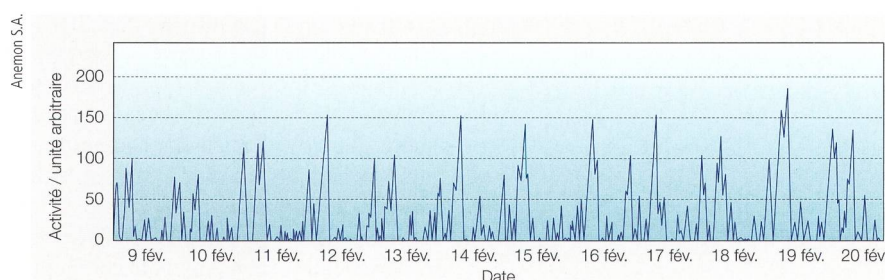


Figure 3 Périodicité de l'activité d'une vache.

Différentes méthodes de détection ont été développées depuis une vingtaine d'années, par exemple les capsules de colorant collées au bas du dos qui éclatent quand la vache se laisse monter, les détecteurs de chevauchement électro-

niques, la vidéosurveillance ou les pédomètres fixés à une patte qui comptent le nombre de pas. La détection de chaleurs a d'ailleurs fait l'objet de nombreux brevets et publications.

Les principaux paramètres physiologiques permettant de détecter les chaleurs de manière fiable sont :

- une augmentation du taux de certaines hormones ;
- une augmentation de la température corporelle de 0,5 degré en moyenne ;

- une augmentation de l'activité ;
- une augmentation de la viscosité vaginale.

L'analyse hormonale reste, quant à elle, coûteuse et peu précise dans le temps et ne se pratique aujourd'hui que dans les installations de traite automatique.

La solution Anemon

La solution retenue par un groupe de quatre professeurs de la HESB consiste à combiner la température corporelle et l'activité physique comme suggéré dans [3].

Après quelques travaux d'étudiants entre 2006 et 2007, les travaux de recherche ont commencé en 2008 par un projet interdisciplinaire d'une année financé par la HESB et effectué en étroite collaboration par une équipe de la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires à Zollikofen et une équipe en électronique du département Technique et Informatique de la HESB. L'objectif était de développer un système de mesure de la température corporelle qui soit autonome et assez fiable et d'effectuer des mesures dans des conditions réelles de vie des animaux. Les mesures seront archivées sur un serveur de données.

N'ayant pas trouvé de partenaire industriel intéressé par ce projet, les quatre professeurs ont décidé de créer une start-up pour continuer les travaux de recherche de 2009 à 2011 avec un financement de la CTI (Commission pour la technologie et l'innovation) et de la Promotion économique bernoise,

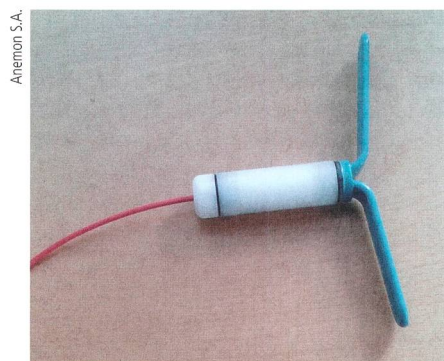


Figure 4 Le capteur de température intravaginal.



Figure 5 Le transmetteur Anebox fixé au collier et le port USB étanche.



Figure 6 Vue synoptique du système Anemon.

Transmetteur

No. transmetteur: 999036

No. capteur: 1

Langue pour SMS: French

Portable 1: +41793606626 ☒

Portable 2: ☐

Animal (dans Anebox): Juliette

Animal (choisi): Juliette

Montant disponible: 21.31

Tension batterie transmetteur [V]: 4.134

Horloge du transmetteur: mar., 18 mars 2014 10:12:28 +0100

Capteur

Tension batterie [V]: 2.75

Température [°C]: 36.97

Cette operation peut durer jusqu'à 60 secondes.

Période

Nom de la période: 20140318-Juliette

Anemon S.A.

Figure 7 L'applet de configuration d'AneWeb.

ainsi que l'aide de plusieurs assistants ingénieurs en technique ou en agronomie.

Mesure de l'activité

L'activité physique de la vache peut être mesurée par un accéléromètre, composant électronique utilisant la technologie MEMS (Microelectromechanical systems) et très répandu actuellement. Ces composants ont une très faible consommation énergétique et peuvent détecter en continu des dépassements d'un seuil donné. Les données de l'accéléromètre sont fortement comprimées avant d'être traitées par un algorithme non linéaire mis au point sur la base de mesures en continu des trois composantes a_x , a_y et a_z de l'accélération.

L'activité d'une vache est plus ou moins périodique, comme le montre la **figure 3**, avec une période d'environ 24 heures. L'algorithme de détection doit donc comparer des périodes équivalentes et ne déclencher une alarme que si la variation entre ces deux périodes est importante. À noter que la valeur numérique de l'activité (axe vertical) est une grandeur propre au système Anemon.

Mesure de la température

La température corporelle est plus difficile à mesurer. Elle se situe pour un animal sain entre 37,5°C et 39°C avec des fluctuations quotidiennes d'environ $\pm 0,5^\circ\text{C}$ selon le mode de vie de la vache. La mesure nécessite une précision relative d'un dixième de degré.

Trois méthodes ont été expérimentées :

- la mesure sous-cutanée à proximité d'une veine du cou ;
- la mesure tympanique ;
- la mesure intravaginale.

La mesure sous-cutanée nécessite une petite incision pour placer un « tag » qui doit être retiré après l'abattage de l'animal, ce qui est un inconvénient

assez conséquent. Des tags passifs avec un lecteur RFID intégré dans le collier ont été utilisés dans un premier temps. Comme la puissance disponible sur le collier est faible, l'atténuation du signal à travers la peau était un problème important.

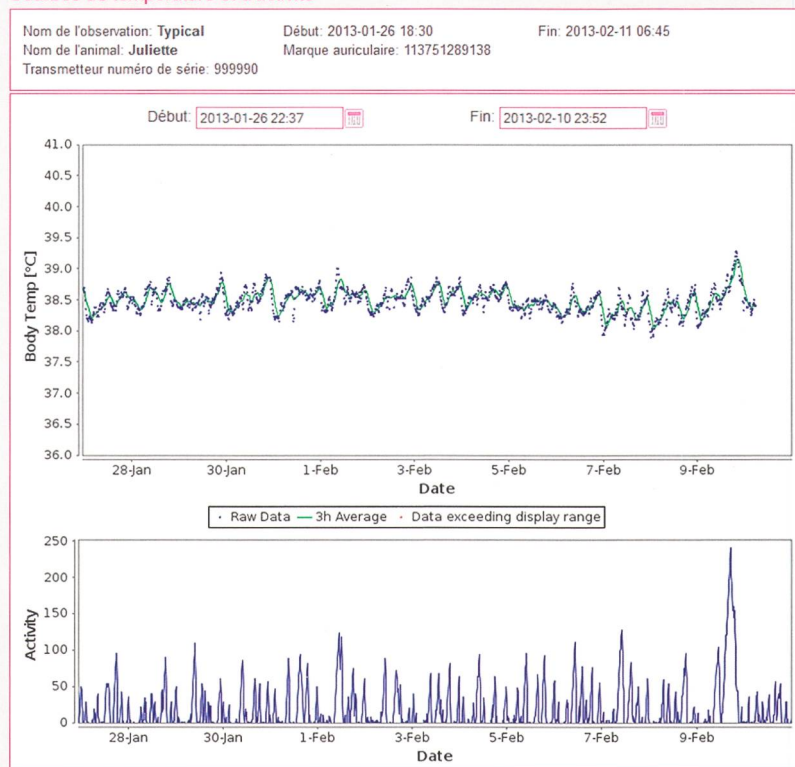
La mesure tympanique consiste à placer un capteur infrarouge le plus près possible du tympan. Une étude détaillée a montré que le canal auditif est long, présente un coude d'environ 90 degrés et un diamètre minimal de 3 à 4 mm rendant l'implantation d'un capteur assez délicate. Si le capteur n'est pas placé à une profondeur suffisante, il est trop influencé par la température ambiante.

C'est finalement la méthode intravaginale qui a donné les meilleurs résultats et qui a été retenue pour le développement d'un capteur de température sans fil. Avec cette méthode, la pose et le retrait du capteur sont simples et peuvent être effectués par l'agriculteur, une condition importante pour minimiser les coûts d'utilisation.

Le capteur intravaginal

Le capteur (**figure 4**) a une forme en « T » avec deux ailes qui se resserrent pour l'introduction dans le vagin au moyen d'un applicateur ad hoc. Les agri-

Courbes de température et d'activité



Anemon S.A.

Figure 8 AneWeb : courbes de température et d'activité avec chaleur le 9 février.

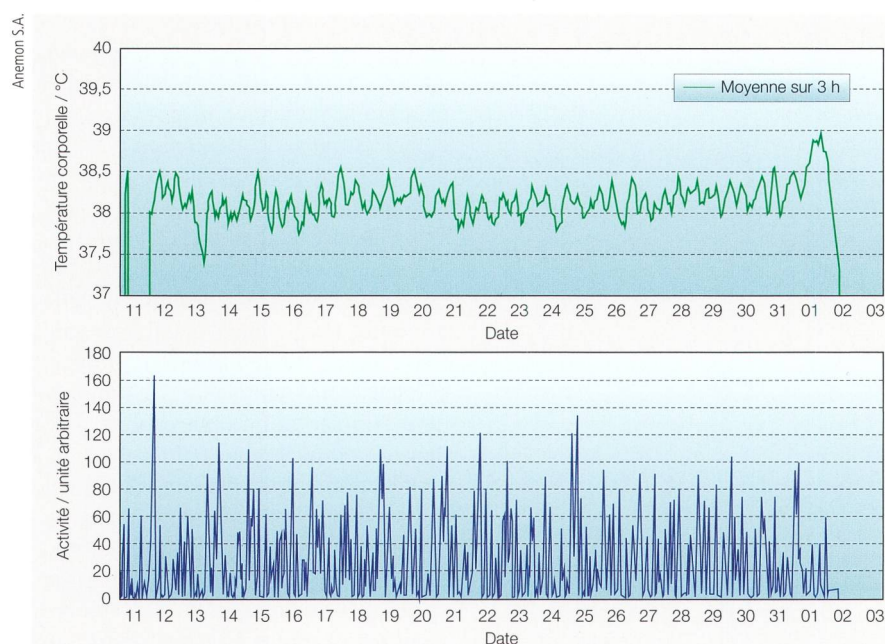


Figure 9 Augmentation de température sans augmentation d'activité.

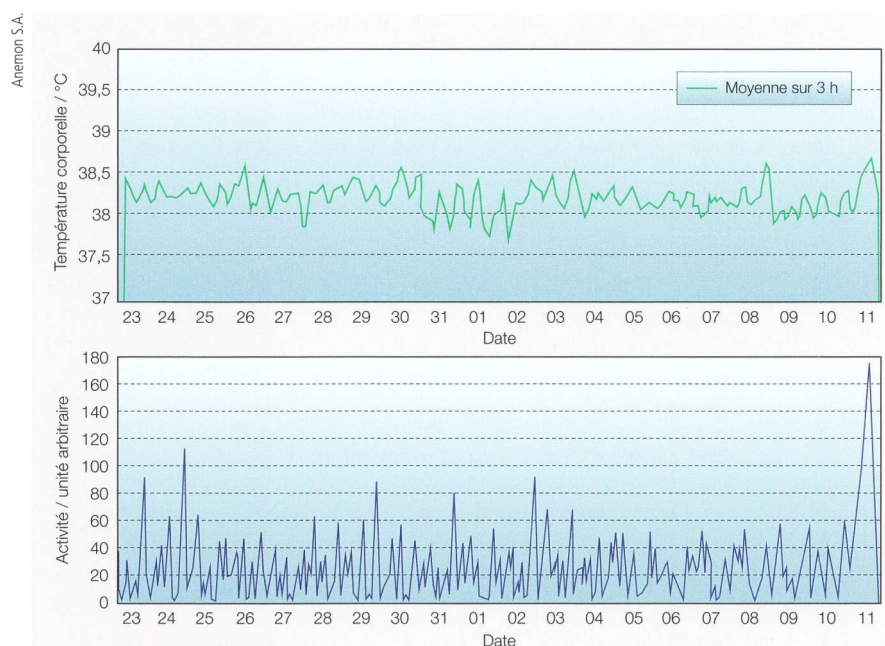


Figure 10 Forte augmentation d'activité sans grande augmentation de température.

culteurs connaissent bien cette technique qui est aussi utilisée pour des diffuseurs d'hormone. La flexibilité des ailes et le choix des matériaux sont des points critiques qui découlent d'un compromis expérimental entre un trop grand risque de perte du capteur (ailes trop flexibles) et un risque d'irritation interne du vagin (ailes trop rigides). Une demande de brevet pour le capteur et ses applications a d'ailleurs été déposée à l'Office européen des brevets (EP2446855).

Le capteur émet périodiquement la température mesurée au dixième de

degré et la tension de ses batteries sur une fréquence radio sans concession. Ces données sont cryptées. Pour diminuer la consommation, la période d'émission est diminuée si le capteur n'est pas dans le corps de l'animal.

Paramètre de qualité	Valeur	Signification
Exactitude	89,7 %	Le pourcentage de prédictions (détections) qui sont correctes
Sensibilité	87,5 %	Le pourcentage de prédictions positives parmi les cas réellement positifs
Spécificité	92,3 %	Le pourcentage de prédictions négatives parmi les cas réellement négatifs
Précision	93,3 %	Le pourcentage de prédictions positives qui sont correctes

Tableau 1 Performances du système.

Le fil rouge qui ressort partiellement de la vulve a deux fonctions : il sert d'antenne et permet d'extraire le capteur quand une chaleur a été détectée pour procéder à l'insémination. Le boîtier est naturellement complètement étanche et capable de fonctionner en immersion dans les différents liquides organiques produits par l'animal, en particulier dans l'urine.

Le transmetteur Anebox

Les données de température sont reçues et traitées par un appareil fixé au collier, appelé transmetteur (figure 5). Celui-ci possède un accéléromètre pour mesurer l'activité de l'animal. Il s'agit d'une activité globale puisqu'il mesure aussi bien les mouvements de tête que les mouvements du corps quand l'animal se déplace.

Les mesures de température et d'accélération sont traitées dans ce boîtier par un algorithme complexe qui tient compte de l'évolution de ces grandeurs sur plusieurs jours. Le transmetteur possède une carte SIM et un modem GPRS. Quand l'algorithme a détecté une chaleur, il envoie un SMS d'alarme à l'agriculteur. Les données sont de plus envoyées toutes les 6 heures au serveur AneWeb pour la production des graphiques et l'archivage. Le transmetteur envoie également des alarmes SMS en cas de fièvre, en cas de perte du capteur ou quand les batteries sont déchargées (figure 6).

Ce boîtier électronique doit aussi être très robuste et très simple d'utilisation. Il ne possède qu'un bouton « Start » et deux LED indiquant l'état du système (« Système occupé » et « État de charge de la batterie »). La configuration et la recharge de la batterie se font au moyen d'un PC par le port USB. La configuration en usine permet de modifier une vingtaine de paramètres, tels que l'adresse IP du serveur, les paramètres de l'opérateur mobile (SMS Center, le nom du point d'accès réseau APN), plusieurs seuils pour l'algorithme de détection, les deux numéros de téléphone pour les alarmes SMS, etc.

Type	Système de détection	Vérification	Interprétation
Vrai positif	Chaleur détectée	Chaleur confirmée	Chaleur avec alarme = alarme correcte
Vrai négatif	Pas de chaleur détectée	Pas de chaleur confirmée	Pas de chaleur et pas d'alarme = absence d'alarme correcte
Faux positif	Chaleur détectée	Pas de chaleur confirmée	Pas de chaleur mais alarme = fausse alarme
Faux négatif	Pas de chaleur détectée	Chaleur confirmée	Chaleur mais pas d'alarme = alarme manquée

Tableau 2 Classification des résultats.

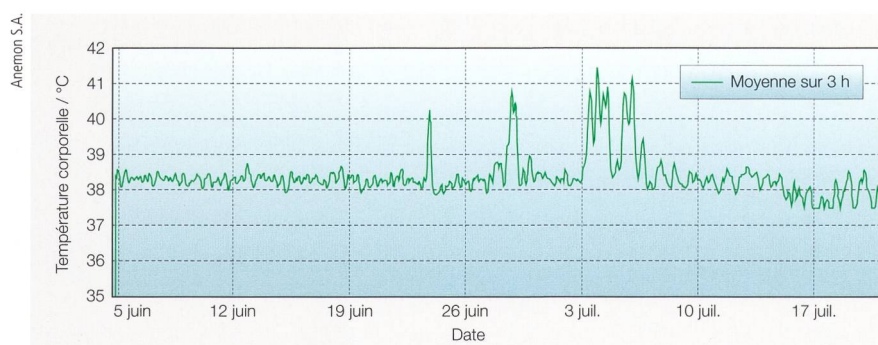


Figure 11 Plusieurs poussées de fièvre.

Le transmetteur accepte des cartes SIM à prépaiement ou avec abonnement. Pour les cartes à prépaiement, la commande USSD (Unstructured Supplementary Service Data) pour la demande de crédit (par exemple *130#) peut être définie lors de la configuration d'usine. Pour la Suisse, les systèmes sont vendus avec un abonnement refacturé 5 CHF/mois aux utilisateurs.

Le serveur AneWeb

L'agriculteur peut utiliser le système avec une configuration d'usine standard et une application Web simplifiée appelée «AneWeb Light» qui ne nécessite aucune installation sur son PC. Un simple navigateur Internet suffit, sur un PC ou une tablette, pour visualiser les courbes de température et d'activité.

Les exploitations plus importantes qui utilisent plusieurs systèmes Anemon pourront utiliser la plate-forme «AneWeb Full» qui permet en plus de reconfigurer un transmetteur, de contrôler l'état des batteries du capteur et du transmetteur, de vérifier le fonctionnement du capteur (figure 7), d'attribuer les mesures aux différentes vaches de l'exploitation et d'en gérer l'historique. Cette plateforme permet également de visualiser les courbes de température et d'activité (figure 8).

Résultats

Le système Anemon a été testé intensivement pendant une année dans six exploitations privées et deux centres de

formation cantonaux. Pendant les tests, le système a encore subi d'importantes améliorations. Les résultats obtenus sur la dernière série de tests comprenant 28 cas [4] sont résumés dans le tableau 1. La précision a dépassé les 90 %, l'objectif fixé pour mettre le produit sur le marché.

Tous les tests pris en compte ont été confirmés ou infirmés par un examen de l'agriculteur ou du vétérinaire. Les cas sont classés en quatre catégories, telles

que décrites dans le tableau 2. Pour ces statistiques, les périodes de plus de 7 jours sans chaleurs et sans alarmes ont été comptabilisées comme «vrai négatif».

À noter encore les observations suivantes : 57 % des alarmes sont dues à une augmentation de température, 30 % à une augmentation notable de l'activité et 13 % présentent clairement une augmentation de température et d'activité comme le cas de la figure 8. Les SMS d'alarme contiennent l'indication sur la cause de l'alarme : température, activité ou activité + température. Les figures 9 à 11 représentent quelques cas intéressants, commentés dans leurs légendes.

Conclusion

Après plusieurs années de travail et grâce aux compétences en agronomie, en électronique, en microtechnique et en informatique de deux départements de la HES bernoise, ainsi qu'au soutien économique de la Confédération et du Canton de Berne, un système performant de détection de chaleurs bovines a pu être développé, certifié CE, fabriqué et commercialisé en Suisse [5]. La prochaine étape est certainement commerciale et passe par la recherche de distributeurs et d'investisseurs, puis par le développement des marchés européens et américains.

La concurrence ne dort pas mais ce système offre quelques avantages par rapport à cette dernière, tels que la com-

Zusammenfassung

Vernetzung von Kühen mit dem Anemon-System

Ein leistungsfähiges elektronisches Brunsterkennungssystem für Kühe

Die Brunsterkennung ist ein wichtiger Rentabilitätsfaktor bei der Haltung von Milchkühen. Zur Optimierung der Milchproduktion müsste eine Kuh eigentlich 3 Monate nach dem Kalben erneut besamt werden. Jede Verzögerung bewirkt eine Reduzierung der durchschnittlichen Milchmenge. Diese Verringerung der Milchmenge sowie die Kosten für etwaige Fehlbesamungen (die Besamung müsste idealerweise 9 bis 18 Stunden nach Einsetzen der Brunst erfolgen) bringen Verluste von schätzungsweise 500 CHF für jeden unberücksichtigten Zyklus mit sich.

Das System Anemon, das als Gemeinschaftsprojekt des gleichnamigen Start-Up-Unternehmens und der Berner Fachhochschule entwickelt wurde, bietet mehrere innovative Lösungsansätze für eine zuverlässige Brunsterkennung: Erstens, eine Brunst-Detektion anhand der Parameter Körpertemperatur und Aktivität des Tieres. Zweitens, die Nutzung des Mobilfunknetzes mit einer am Tier angebrachten Transmittereinheit zum Versenden von SMS-Nachrichten. Und drittens die Möglichkeit, diese Daten über einen Internetserver detailliert zu analysieren. Das System wurde ein Jahr lang umfassend in sechs privaten landwirtschaftlichen Betrieben und zwei kantonalen Bildungszentren getestet. Die erzielten Ergebnisse wiesen eine Erkennungsquote (Prozentsatz der positiven und korrekt erkannten Fälle) von über 90 % auf. Diese Zielmarke hatte man sich als Voraussetzung für die Markteinführung des Produkts gesetzt. Im «Cloud»-Zeitalter könnte das System im weitesten Sinne sogar als Beitrag zum Internet der Dinge (IoT) betrachtet werden, da es die direkte Einbindung der Nutztiere vorsieht.

CHe

binaison de deux critères de détection et l'utilisation du réseau mobile pour une couverture quasi illimitée contrairement à plusieurs autres produits qui travaillent avec une station radio fixe. Cela permet d'envoyer des alarmes peu de temps après les premiers signes de chaleurs, ce qui laisse une bonne marge de manœuvre à l'agriculteur pour procéder à l'insémination. La demande de brevet déposée assure également une protection sur le marché européen.

Si elles en étaient conscientes, les vaches devraient d'ailleurs apprécier ce système car il permet de prolonger leur activité laitière et de retarder leur fin de carrière signifiant aussi dans ce domaine leur fin de vie.

À l'heure du «cloud», ce système apporte également une contribution à

l'Internet des objets au sens large en y intégrant les animaux d'élevage. Des géants de la communication mobile l'ont bien compris et offrent des possibilités intéressantes pour ce type d'application.

Références

- [1] Guy Lacerte : La détection des chaleurs et le moment de l'insémination. Symposium sur les bovins laitiers, CRAAQ Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec, Saint-Hyacinthe, Québec, 30 octobre 2003.
- [2] Samuel Kohler : Appréciation de l'aptitude à l'insémination. Schweizer Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen, 2003. Ce rapport peut être obtenu auprès de l'auteur.
- [3] U. Brehme, R. Brunsch : Measurement of animal data and their importance for herd management on dairy cow farms. Smart 2006, Fourth Workshop on Smart Sensors in Livestock Monitoring, 22-23 September 2006, Gargnano, Italy, pp. 59-60, 2006. http://vbn.aau.dk/files/14019469/Smart2006_Booklet_TBa.pdf.

- [4] C. Brielmann, S. Kohler : Évaluation du système de détection de chaleurs ANEMON. Rapport interne, Mai 2013. Ce rapport peut être obtenu auprès de l'auteur.
- [5] www.anemon-sa.ch

Informations sur l'auteur



Claude Brielmann a obtenu son diplôme d'ingénieur électricien de l'EPFL en 1977. Il a ensuite travaillé en astrophysique à l'Observatoire de Sauverny (GE), en R&D chez Autophon à Soleure, puis a été nommé professeur à l'École d'ingénieurs de Saint-Imier (BE) où il a contribué au développement d'un système de mesure pour la centrale photovoltaïque de Mont-Soleil. Professeur depuis 1999 à la Haute école Technique et Informatique de Bienne intégrée dans la HES bernoise, ses activités R&D s'orientent vers la télémétrie par les réseaux mobiles dans le domaine des véhicules et de l'agronomie. En 2008, il crée avec trois autres collègues la start-up Anemon S.A. dont il est le vice-président.

Anemon S.A., 2610 Saint-Imier,
claude.brielmann@anemon-sa.ch

Anzeige

«Der Kalibrationshelfer» Eurocheck CS2099



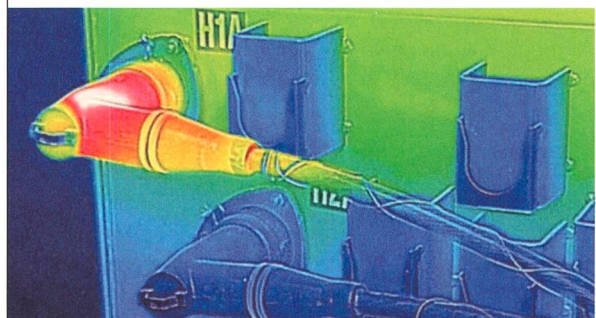
Stellt für die **Kontrolle** der
Messfunktionen von NIV-Testgeräten
die benötigten **Strom- und Spannungen** in
normierten, genauen Werten zur Verfügung

ELKO
SYSTEME AG

Messgeräte • Systeme • Anlagen
Zur Kontrolle und Optimierung des Verbrauches elektrischer Energie
Brüelstrasse 47 CH-4312 Magden Telefon 061-845 91 45 Telefax 061-845 91 40
E-Mail: elko@elko.ch Internet: www.elko.ch

Mit uns thermografieren Sie besser...

emitec industrial - Ihr Kompetenzzentrum für
Ihre heutige und zukünftige Infrarotkamera



- Grösste Auswahl von Flir Thermografiekameras
- Beratung und Support durch ausgewiesene Thermografen (EN ISO 9712)
- Eigenes Kalibrationslabor (für alle Marken)
- Eigenes Thermografie Schulungszentrum
- Zertifizierungskurse nach EN ISO 9712

Weitere Infos unter:
www.emitec.ch/flir

emitec
industrial

emitec messtechnik ag birkenstrasse 47 6343 rotkreuz
tel +41 (0)41 748 60 10 info@emitec.ch www.emitec.ch