Zeitschrift: Bulletin / Vereinigung der Schweizerischen Hochschuldozierenden = Association Suisse des Enseignant-e-s d'Université

Herausgeber: Vereinigung der Schweizerischen Hochschuldozierenden

Band: 41 (2015)

Heft: 1-2

Artikel: Vom Informationsgehalt der (An-)Ordnung

Autor: Stoffel, Michael

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-893984

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

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

Einsatz moderner Techniken in der Veterinärmedizin

Bilder in Forschung und Diagnostik – von Nanopartikeln bis zu Grosstieren und von der Grundlagenforschung bis zur Anwendung

Wie in vielen anderen Bereichen spielen auch in der Veterinärmedizin Bilder eine bedeutsame und zentrale Rolle. Sie sind als Informationsträger unverzichtbar, ermöglichen sie doch Einblicke und Erkenntnisse, die anders nicht zu gewinnen sind. Im Folgenden sollen deshalb moderne Methoden und Entwicklungen im Bereiche der Mikroskopie sowie der bildgebenden Verfahren angesprochen werden. So wurden in den letzten Jahren ungeahnte, faszinierende Techniken zur mikroskopischen Untersuchung biologischer Proben verfügbar, und ausgehend von Fortschritten in der Humanmedizin haben moderne bildgebende Verfahren auch Einzug in die Tiermedizin gehalten. Entsprechende Geräte kommen an der Vetsuisse-Fakultät in Forschung, Klinik und Lehre zum Einsatz.

Vom Informationsgehalt der (An-)Ordnung

Michael Stoffel*

Das Wesensmerkmal der anatomischen – oder besser gesagt: morphologischen – Betrachtungsweise ist die Beschäftigung mit den räumlichen Relationen zwischen verschiedenen strukturellen Elementen. Es geht vom Makroskopischen bis ins Molekulare um Lagebeziehungen zwischen Organen, Geweben, Zellen, Organellen oder Molekülen. Auch wenn eine globale Analyse der physikalisch-chemischen Zusammensetzung eines Organismus' oder Organs vieles über deren Eigenschaften auszusagen vermag, so bleibt dabei doch jene Dimension verborgen, die sich erst aus einem Verständnis der Beziehungen zwischen den verschiedenen Teilen erschliesst. Denn komplexe Strukturen lassen sich nicht durch Analyse einfacherer Teilstrukturen verstehen und auch nicht verlustfrei auf diese zurückführen. Ähnlich verhält es sich mit einem Text. Weder eine genaue Erfassung der Anzahl Wörter oder Zeichen noch die Ermittlung der Häufigkeit, mit welcher jeder Buchstabe des Alphabets vorkommt, gibt Aufschluss über die Textaussage. Diese kann nur entschlüsselt werden, sofern die Anordnung der einzelnen Elemente nicht wesentlich gestört ist. Auf dem Bestreben, die zugrunde liegenden Ordnungsprinzipien zu erfassen, beruht letztlich die Bedeutung der Bilder in der Morphologie. So ist es nachvollziehbar, dass gerade auch in den letzten Jahrzehnten ein enormer Einfallsreichtum in die Entwicklung neuer optischer Geräte investiert wurde, welche die Untersuchung struktureller Eigenschaften bis in die kleinsten Dimensionen ermöglichen.

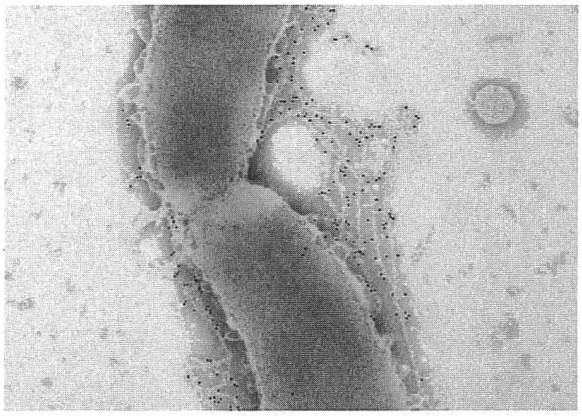

Abbildung 1. *Ultrastrukturelle Lokalisation (schwarze Punkte) immunogener Proteine eines Krankheitserregers an den Pili eines rekombinanten, apathogenen Impfstamms. (Aufnahme: Dr. Michael H. Stoffel, Abteilung Veterinär-Anatomie)*

Molekularbiologische Techniken erlauben seit einiger Zeit die Entwicklung rekombinanter Impfstoffe. Diese machen sich die Möglichkeit zunutze, harmlose Erreger zur Expression stark immunisierender Proteine von Pathogenen zu veranlassen und so Schutz vor den krankmachenden Keimen zu bieten. Um die Eignung eines rekombinanten Erregers als Impfstoff festzustellen, genügt es allerdings nicht nachzuweisen, dass das Gen erfolgreich eingebaut und die Proteine vom Wirtskeim synthetisiert werden. Vielmehr muss sichergestellt sein, dass die gewünschten Antigene dem Immunsystem auch an der Oberfläche der Impfkeime dargeboten werden. Zur grundsätzlichen Notwendigkeit der Expression an sich gesellt sich somit die Anforderung nach einer adäquaten Lokalisation – eine klassische morphologische Fragestellung, zu deren Beantwortung die Elektronenmikroskopie geeignete Bilder zu liefern vermag (Abb. 1).

Erstaunlicherweise ist es gelegentlich auch möglich, Bakterienspezies anhand phänotypischer Merkmale zu identifizieren – ähnlich wie wir dies von der Tierwelt her kennen. *Helicobacter pylori* ist ein Bakterium, welches seit 1983 als Verursacher von Magengeschwüren beim Menschen gilt. Eng verwandte Keime wurden aber auch bei Hunden und Katzen festgestellt.

*Prof. Dr. med. vet., Vetsuisse-Fakultät Bern, Abteilung Veterinär-Anatomie, *www.ita.unibe.ch*

Als Voraussetzung für die Klärung der Frage eines allfälligen Austauschs von Helicobacter-Arten zwischen Haustieren und Mensch mussten die verschiedenen Keime voneinander abgegrenzt werden können. Dabei erwies sich die Rasterelektronenmikroskopie als äusserst nützliche Technik, zeigen etliche Helicobacter-Arten doch spezifische morphologische Merkmale, anhand derer sie identifiziert werden können (Abb. 2).

Einen grossartigen Aufschwung hat in den letzten Jahren und Jahrzehnten die Lichtmikroskopie erlebt. Dies hängt in erster Linie mit den vielfältigen Möglichkeiten der Fluoreszenzmarkierung zusammen. Dadurch lassen sich die Beziehungen zwischen Struktur und Funktion besonders elegant untersuchen (Abb. 3). Von zunehmender Bedeutung ist dabei die quantitative Analyse von fluoreszenzbasierten Signalen unter Berücksichtigung von deren Lokalisation in Geweben und Zellen. Mit der *High Content Analyse* steht dafür eine leistungsfähige Technologie zu Verfügung (Abb. 4).

Betrieb, Wartung und Benutzung dieser Geräte sind ressourcenintensiv und setzen viel Wissen und Können voraus. Deshalb ist ein Grossteil der Geräte für die Hochleistungsmikroskopie in der fakultären Forschungsplattform des *Department of Clinical Research* gebündelt. So können Geräte und Expertise allen Forschenden, die an morphologischen Gesichtspunkten interessiert sind, zur Verfügung gestellt werden.

Die Forschungsplattform ist wiederum eingebunden in das *Microscopy Imaging Center* der Universität Bern (*www.mic.unibe.ch*). Dieser Verbund erschliesst auch der Vetsuisse-Fakultät unmittelbaren Zugang zu verschiedenen Geräten der neusten Generation. So ist es mittels fluoreszenzbasierter Lichtmikroskopie inzwischen möglich geworden, Strukturen dreidimensional darzustellen und sogar die klassische Auflösungsgrenze zu überwinden. Besondere Erwähnung verdient in diesem Zusammenhang die Technik der *stimulated emission depletion*, kurz STED-Mikroskopie, deren Entwicklung 2014 mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichnet wurde (Betzig, Hell, Moerner). Durch eine geschickte Kombination von Anregung und Unterdrückung der Lichtemission von Fluoreszenzfarbstoffen wird dabei das lichtoptische Auflösungsvermögen in den Bereich von einigen Nanometern (Millionstel eines Millimeters) verschoben (Abb. 5). Nicht minder faszinierend sind die Möglichkeiten der «Lichtscheibenmikroskopie», *Selective Plane Illumination Microscopy SPIM*, welche ebenfalls mit Fluoreszenzsignalen operiert. Sie ermöglicht die hochauflösende Untersuchung und dreidimensionale Rekon-

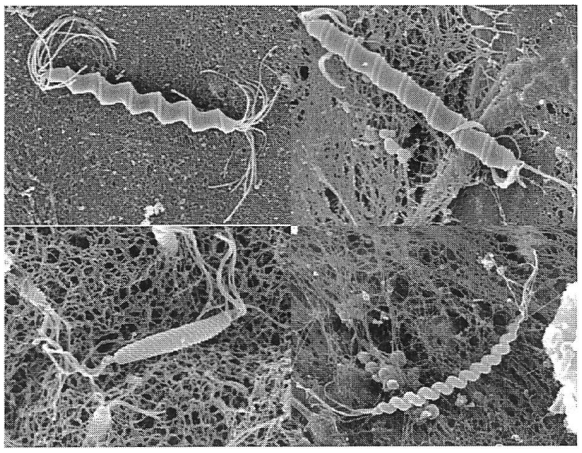

Abbildung 2. *Phänotypische Unterscheidung verschiedener Helicobacter-Spezies mittels Rasterelektronenmikroskopie (H. salomonis, H. felis, H. rappini, H. heilmannii). (Aufnahme: Dr. Michael H. Stoffel, Abteilung Veterinär-Anatomie)*
Die Bildweite entspricht ca. 8 µm.

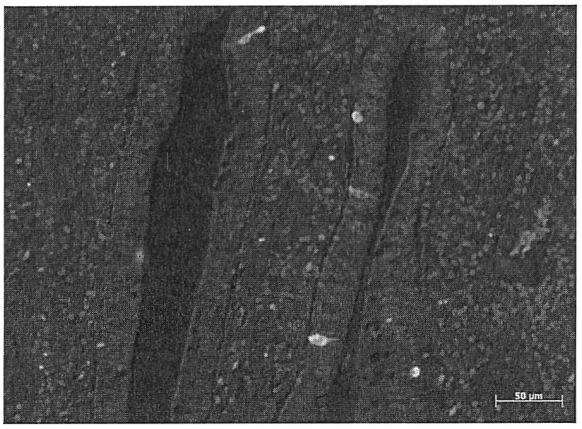

Abbildung 3 *(Farbe siehe Webversion). Lokalisation von Serotonin (grün) in den enterochromaffinen Epithelzellen des Hühnerdarmes. (Aufnahme: Dr. Kathrin Kühni, Abteilung Veterinär-Anatomie)*

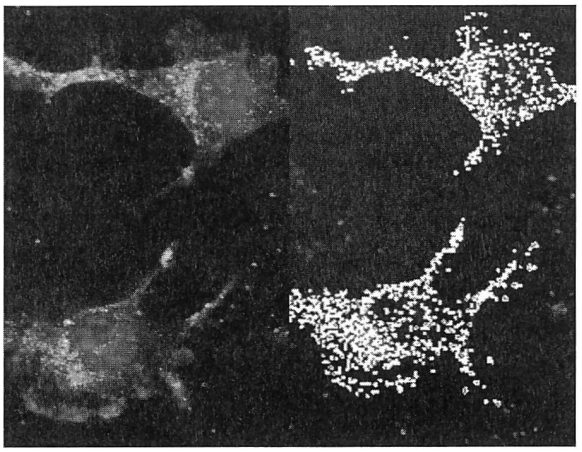

Abbildung 4 *(Farbe siehe Webversion). Quantitative Auswertung der Aufnahme von Gold-Nanopartikeln durch Zellen mittels High Content Analyse. (Aufnahme: Ana Stojiljkovic, Abteilung Veterinär-Anatomie)*
Die Bildweite entspricht ca. 70 µm.

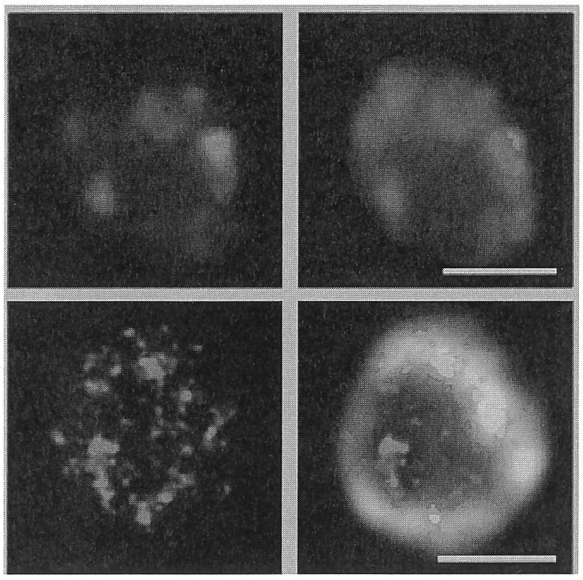

Abbildung 5 *(Farbe siehe Webversion).*
Lokalisation eines RNA-bindenden Proteins (rot) im Zellkern (blaugrün) im Vergleich zwischen konventioneller Epifluoreszenz (oben) und STED (unten).
(Aufnahme: Dr. Torsten Ochsenreiter, Institut für Zellbiologie)
Der Messbalken entspricht ca. 10 µm.

struktion von Organen oder gar lebender Organismen (Abb. 6). Hervorragend geeignet für die dreidimensionale Darstellung grösserer Objekte (Millimeter bis Zentimeter) ist zudem die *Optical Projection Tomography OPT.*

Die dreidimensionale Rekonstruktion subzellulärer Strukturen hat auch Einzug in die Elektronenmikroskopie gehalten. Dabei kommt in der Transmissionswiederum das Prinzip der Tomographie zur Anwen-

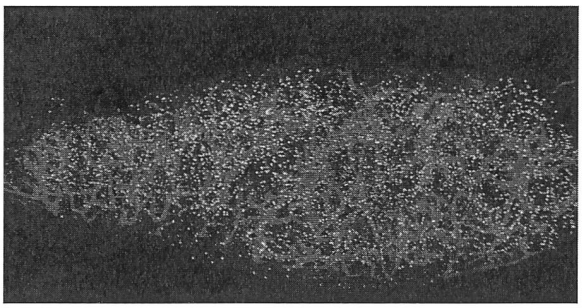

Abbildung 6 *(Farbe siehe Webversion). Darstellung eines Lymphknotens der Maus mittels SPIM. Blau: Postkapilläre Venolen (High endothelial venules), Grün und rot: unterschiedliche B-Lymphozyten.*
(Aufnahme: Dr. Jens Stein, Theodor-Kocher-Institut)

dung. Einen anderen Weg beschreitet hingegen die *Serial Block Face* Rasterelektronenmikroskopie. Bei dieser Technik wird eine Gewebeprobe direkt im Mikroskop scheibchenweise abgetragen und die entstandene Schnittfläche jeweils mit einem Elektronenstrahl abgetastet. Im Rahmen des *Microscopy Imaging Centers* steht als weitere Spitzentechnologie die Intravitalmikroskop zur Verfügung. Sie ermöglicht in Echtzeit die Beobachtung von Zell-Zell-Interaktionen oder Zellwanderungen in lebenden Organismen oder Zellkulturen.

Durch Bündelung der Kräfte und Nutzung gesamtuniversitärer Synergien steht den Mitarbeitenden der Vetsuisse-Fakultät somit die ganze Bandbreite an modernsten Mikroskopen zur Verfügung – eine wesentliche Voraussetzung für Spitzenforschung in den verschiedensten Disziplinen. ■

Bildgebende Verfahren in der Klinik – mehr als Röntgen

Johann Lang*, Daniela Gorgas, Christina Precht***, Patrick Kircher****, Henning Richter*******

Die Tage von konventionellem Röntgen und Ultraschall als einzigen Untersuchungsmethoden in der tiermedizinischen Radiologie sind vorbei. In den letzten Dekaden haben, mit zeitlicher Verzögerung gegenüber der Humanmedizin, moderne bildgebende Verfahren wie Computertomografie (CT) und Magnetresonanztomografie (MRT) Einzug in die Tiermedizin gehalten und eine neue Dimension der bildgebenden Diagnostik eröffnet. Pauschal gesprochen konnte die Sensitivität und Spezifität zur Erkennung und zum Ausschluss von Erkrankungen deutlich gesteigert werden. Dies trägt wesentlich zu einer präzisen Diagnosestellung bei, die ihrerseits die Grundlage für eine adäquate Therapie und Prognose bildet. Vorreiter in der Etablierung dieser neuen diagnostischen Methoden waren und sind die Universitäten, doch mittlerweile finden sie auch in privaten Tierkliniken Anwendung. Röntgen- und Ultraschalluntersuchungen sind die Eckpfeiler der bildgebenden Diagnostik, die Schnittbildtechnologien CT und MRT sind weiterführende Untersuchungen, die bei speziellen Indikationen eingesetzt werden und von Spezialisten durchgeführt und interpretiert werden sollten.

* Prof. Dr., ** Prof. Dr., *** Prof. Dr., Vetsuisse-Fakultät Bern,
www.vetsuisse.unibe.ch/dkv/content/uebertierartliche_abteilungen/radiologie
**** Prof. Dr., *****Dr., Vetsuisse-Fakultät Zürich, Departement für Kleintiere, Bildgebende Diagnostik
www.tierspital.uzh.ch/Kleintiere/BildgDiagnostik.html