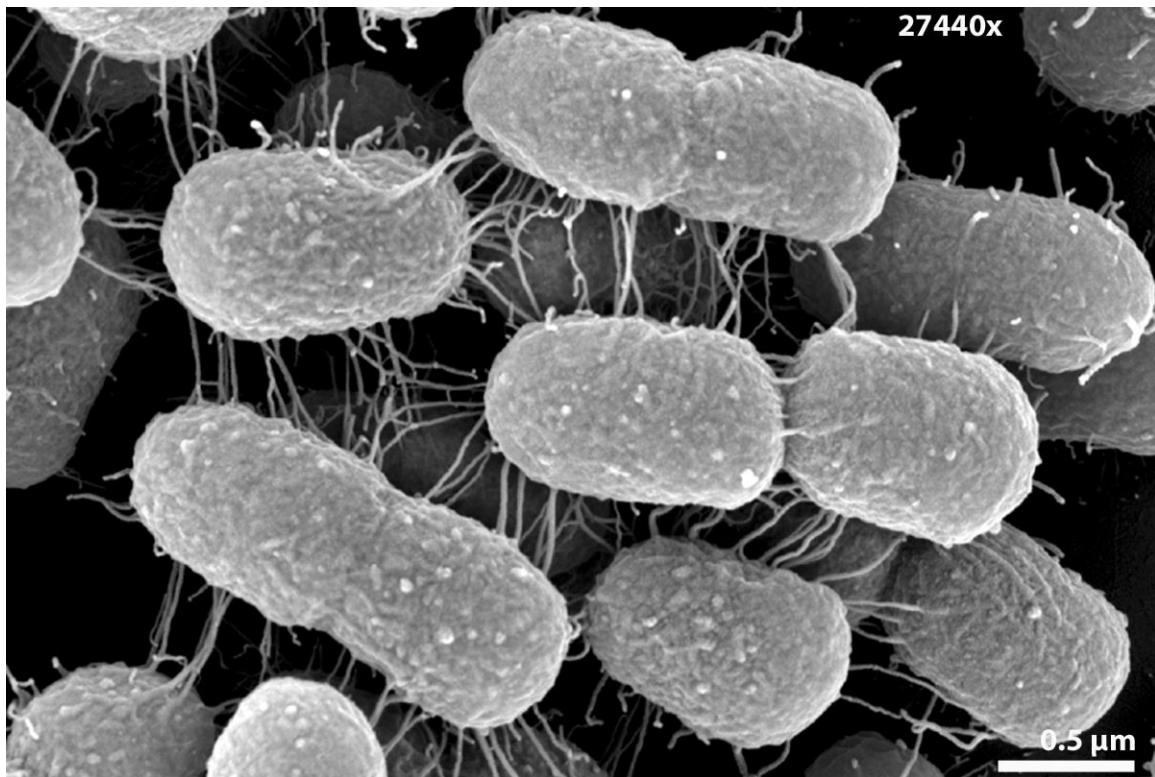
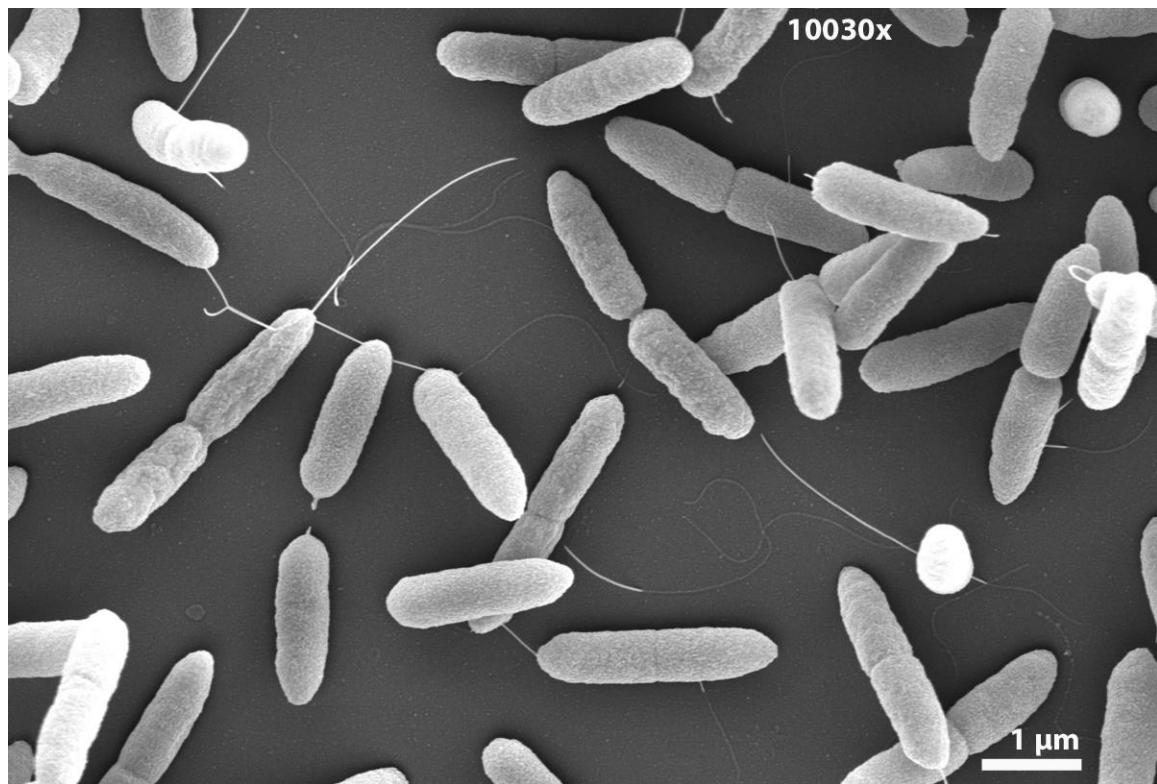


***Acinetobacter baumannii*** gehört zu den Gram-negativen Bakterien und ist ein humanpathogenes aerobes (mit Sauerstoff wachsendes) kurzes, stäbchenförmiges Bakterium. *A. baumannii* wird in letzter Zeit als der klassische opportunistische Keim im Krankenhaus angesehen, der besonders zu großen Ausbrüchen in Krankenhäusern beiträgt und so z.B. Intensivstationen über Wochen hinaus lahmlegen kann, da, bedingt durch die Antibiotikaresistenzen, eine Bekämpfung sehr, sehr schwierig geworden ist. Das Bakterium bevorzugt besonders die Beatmungspatienten in Intensivstationen zusammen mit *Serratia marcescens* und bewirkt eine ausgesprochen schwere Lungenentzündung. Zu den weiteren Krankheitsbildern zählen Sepsis, Wundinfektionen und Harnwegsinfektionen. Beachtenswert ist, dass schwere Wundinfektionen durch multiresistente *A. baumannii* erst seit 2003 an Soldaten, die im Irakkrieg beteiligt waren, beobachtet wurden.

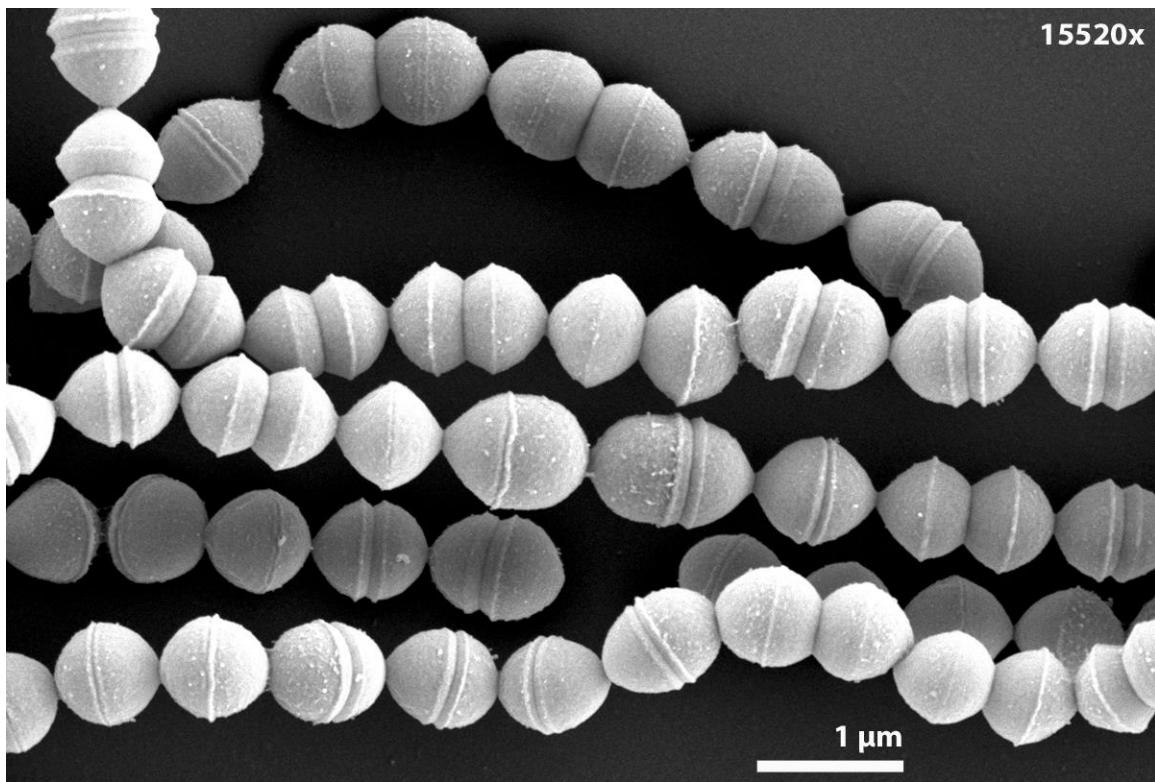
Mit der zunehmenden Antibiotikaresistenz bei vielen pathogenen Bakterien ist die Medizin vor eine große Aufgabe gestellt, wie man diese resistenten Keime bekämpfen kann. Angesichts der Tatsache, dass die großen Pharmaunternehmen kaum noch Geld in die Entwicklung von neuen Antibiotika investieren und kaum noch neue Antibiotika auf den Markt eingeführt werden, kommt der seit 100 Jahren praktizierten Phagetherapie eine möglicherweise wichtige Rolle in der Bekämpfung der multiresistenten pathogenen Bakterien zu.



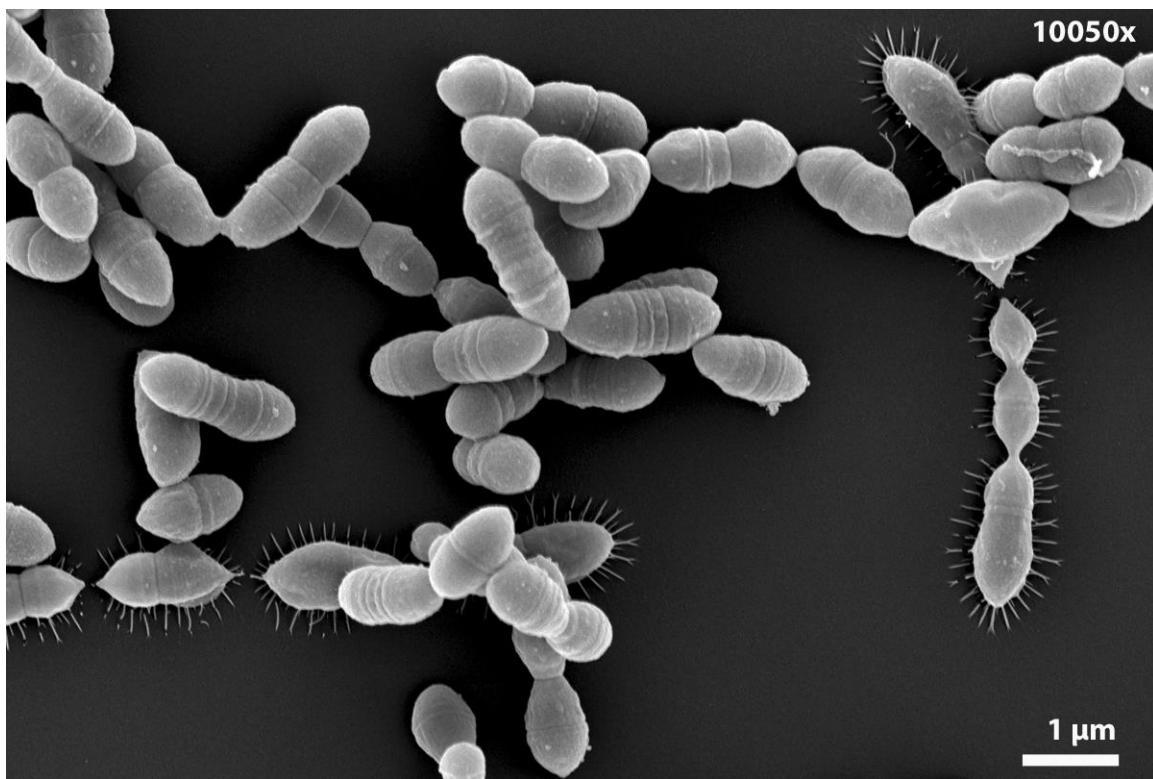
**Pseudomonas aeruginosa** (von lat. aerugo Grünspan) ist ein gramnegatives Stäbchen der Gattung *Pseudomonas*. Die Namensgebung bezieht sich dabei auf die blau-grüne Färbung des Eiters bei eitrigen Infektionskrankheiten hervorgerufen durch das gelbgrüne Pyocyaninpigment. Das Bakterium ist ein weitverbreiteter Boden- und Wasserkeim.. In der Hygiene gilt es daher als bedeutender Krankenhauskeim (nosokomialer Keim). Das stäbchenförmige Bakterium kann sich mit Geißeln fortbewegen. Auf der äußeren Zellmembran ist ein Exopolysaccharid (Alginat) wie eine Kapsel aufgelagert. Es schützt vor Phagozytose durch z.B. Makrophagen und Antikörpern und wirkt dem Transport aus dem Respirationstrakt entgegen und ist damit ursächlich für die schweren Mukoviszidosen, zystische Fibrose (CF) oder Pneumonien beim Mensch verantwortlich. Da *P. aeruginosa* ausgeprägte Antibiotikaresistenzen aufweist, ist der Keim nur sehr schwer zu bekämpfen. Gleichzeitig ist der Keim auch ein großes Problem in der Veterinärmedizin, wo er für zahlreiche Entzündungen und Abzesse bei Reptilien, Kühen, Pferden, Hunden und Geflügel verantwortlich ist.



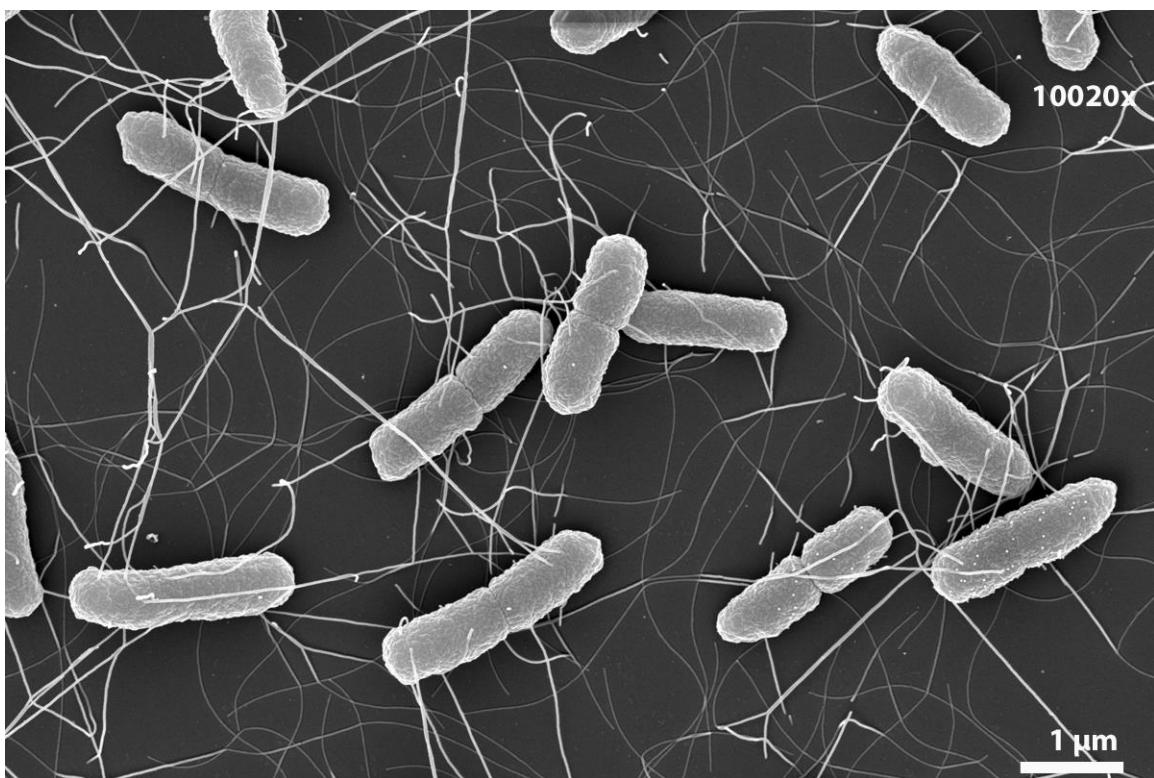
***Streptococcus pyogenes*** ist ein humanpathogenes Bakterium, welches ein weites Spektrum von Krankheiten auslösen kann, wie z.B. Angina, Erysipel, rheumatisches Herzfieber und die meist tödlich verlaufende nekrotisierende Fasciitis. Aus diesem Grund bekam das Bakterium auch den Namen „fleischfressendes Bakterium“. Nach einer Streptokokken-Infektion kann es immer wieder zu neuen Episoden der Krankheit kommen, man spricht von einem „Carrier-Status“. Eine Folgekrankheit der Streptokokkeninfektion stellt das rheumatische Fieber dar. Bestimmte Serotypen der Streptokokken binden und aggregieren Kollagen, welches überall in unserem Körper vorkommt. Diese aggregierte Form des Kollagen wird dann vom Körper als fremd erkannt und Antikörper dagegen hergestellt, wodurch es zu einer Autoimmunreaktion im Körper kommt.



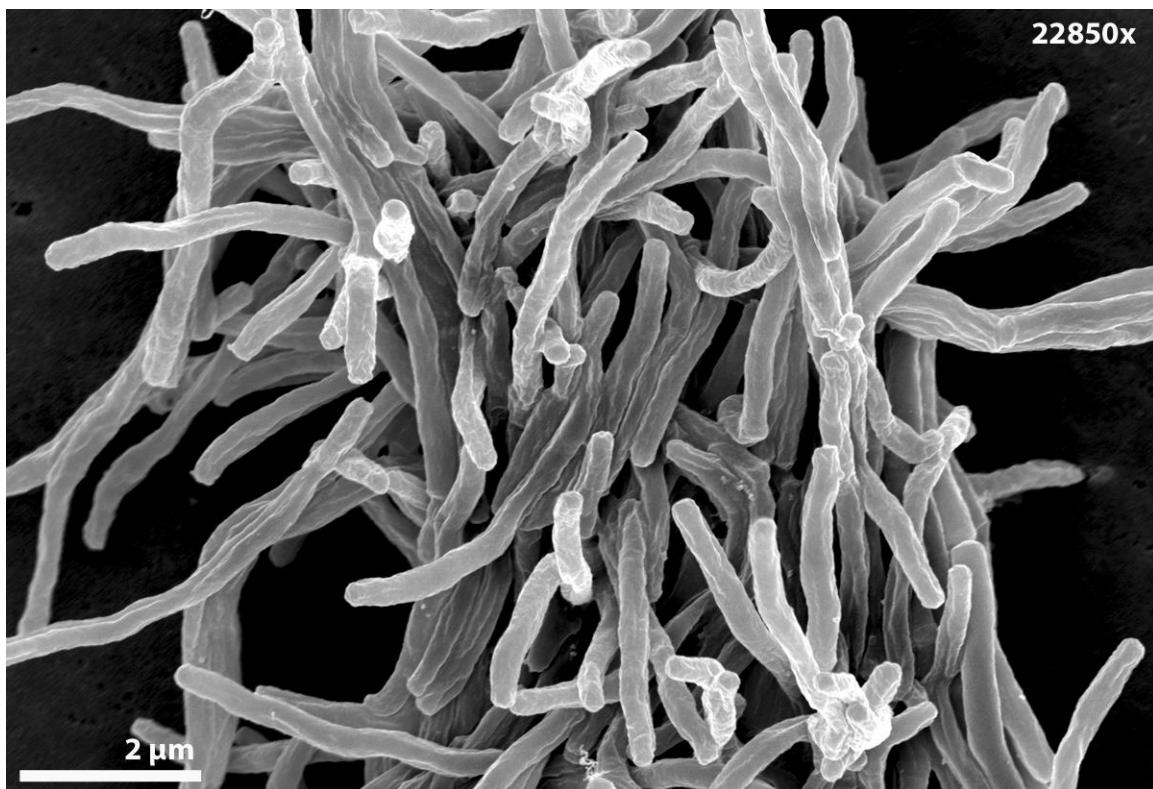
***Streptococcus pneumoniae*** ist Gram-positives human pathogenes Bakterium und ist der Hauptverursacher von Pneumonie, Meningitis, und Otitis media. Pathogene Stämme zeichnen sich durch den Besitz einer dicken Kapsel aus, die die Aufnahme von *S. pneumoniae* durch Immunzellen behindert oder ganz unterbindet (Schutz vor Phagozytose). Pneumokokken kommen beim Menschen, Affen, Ratten und anderen Nagetieren vor. In Deutschland kommen Antibiotika-resistente Stämme noch selten vor im Vergleich zu den südeuropäischen Ländern. Gegen Pneumokokken gibt es einen sogenannten Konjugat- Impfstoff mit Polysacchariden (Zuckern) gegen die am häufigsten vorkommenden Stämme. Die ständige Impfkommission empfiehlt eine Impfung für immunsuprimierte Patienten mit chronischen Lungen und Herzerkrankungen oder Diabetes mellitus oder für Personen die älter als 60 Jahre sind. Für Kinder bis 24 Monate wird die Impfung ebenfalls sehr empfohlen. Die rasterelektronenmikroskopische Abbildung zeigt die zusammengefallene Kapsel (Strukturen im Bild, die von den Bakterien zu den Seiten zeigen) von Pneumokokken, bedingt durch die Entwässerung für die Rasterelektronenmikroskopie.



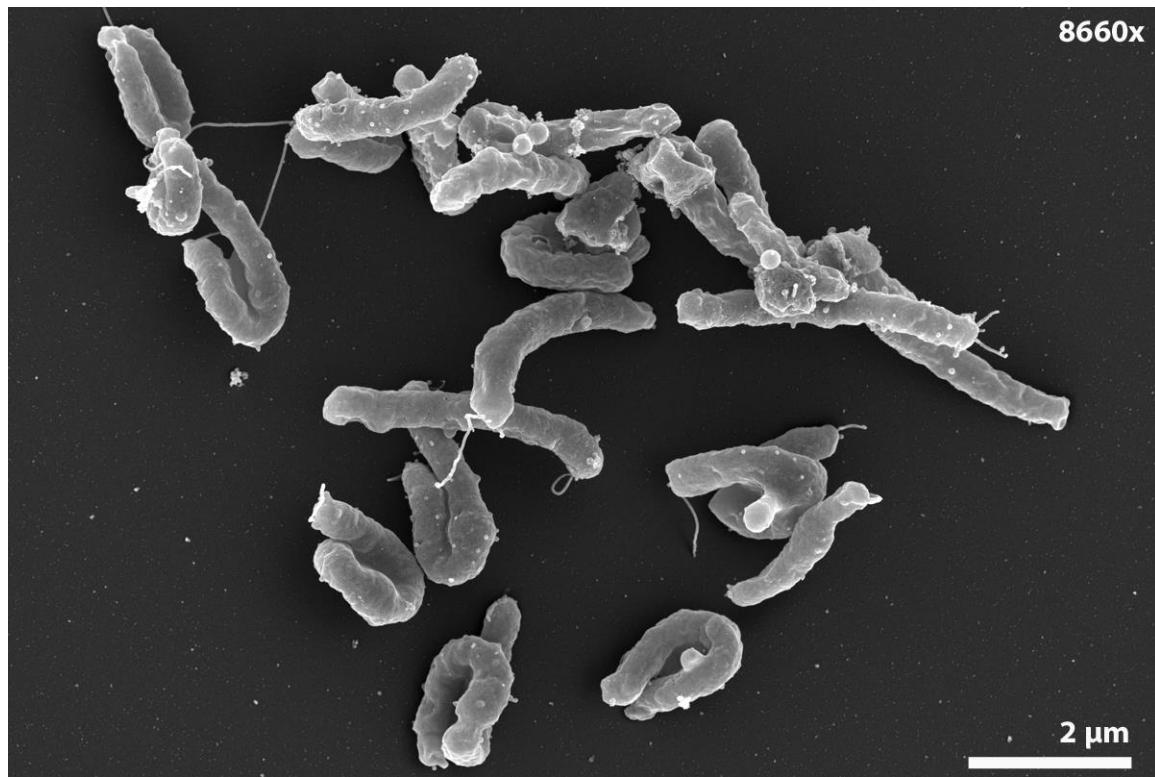
**Salmonella enterica** serovar **Typhimurium** ist berüchtigt für die Auslösung der menschlichen Gastroenteritis, hauptsächlich in der wärmeren Jahreszeit, wo die Bakterien z.B. gern in Softeis, nicht ausreichend gekühltem Kartoffelsalat mit Mayonnaise, Tiramisu, Geflügelfleisch oder ähnlichem vorkommen. Neben dem Menschen werden auch viele andere Säugetiere befallen. Das Bakterium gehört zu den am meisten nachgewiesenen Infektionskeimen in Deutschland. *Salmonella Typhimurium* kann sich im Temperaturbereich von 5–45 °C vermehren. Allerdings töten Temperaturen über 70 °C und gebräuchliche Desinfektionsmittel Salmonellen sehr schnell ab. Nach der Aufnahme der Keime durch verseuchte Nahrung passieren die Bakterien den Magen und invadieren in das Darmepithel, bevor sie in tiefere Schichten gelangen und sich dort vermehren und Symptome wie Fieber, Unterleibsschmerzen und vor allem Durchfall hervorrufen. *Salmonella Typhimurium* ist ein durch Geißeln sehr bewegliches Gram-negatives Bakterium. Die Geißeln sind peritrich, also um das gesamte Bakterium herum angeordnet. Wenn das Bakterium in Richtung eines Lockstoffes schwimmt, bilden die Geißeln eine Art Geißelbüschel und bewegen das Bakterium in Richtung des Lockstoffes.



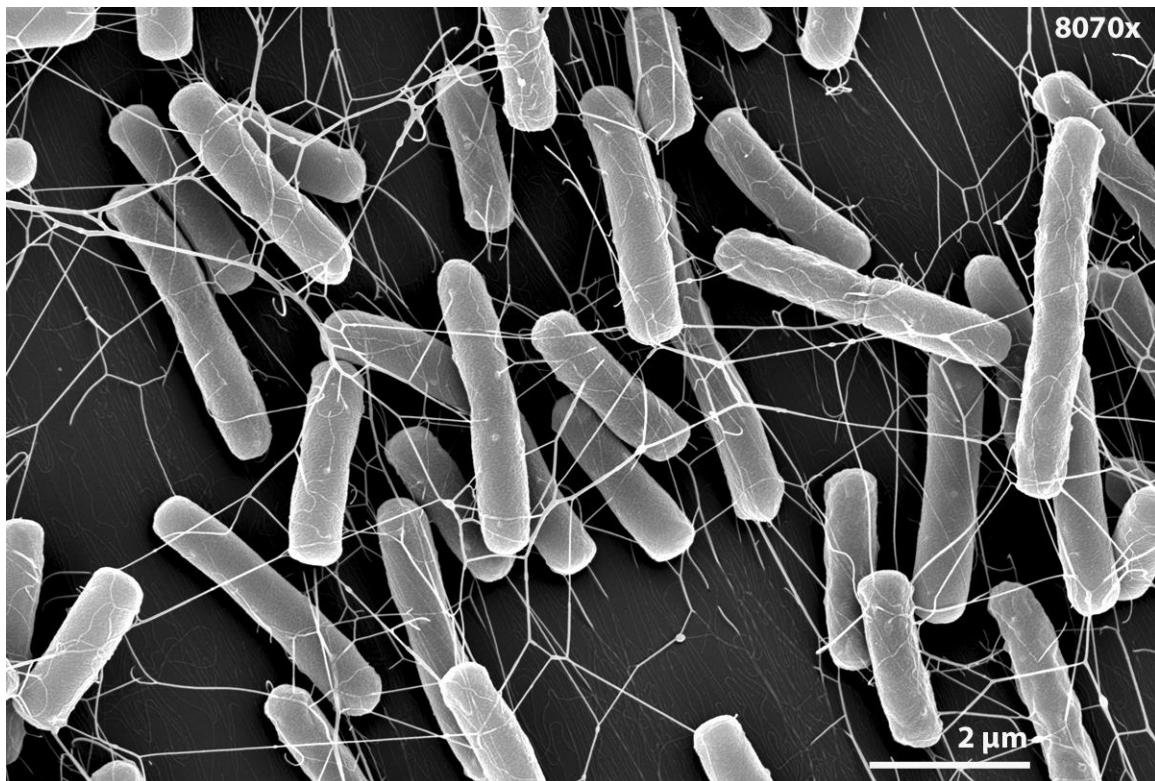
***Mycobacterium tuberculosis*** stellt das „Killerbakterium“ schlecht hin dar. Es wurde 1882 von Robert Koch beschrieben und ist der Verursacher der Tuberkulose, die weltweit wieder auf dem Vormarsch ist. Es zeichnet sich durch einen charakteristischen Aufbau der Zellwand mit dem Strukturelement Mykolsäure aus, welche die Antibiotikabehandlung erschwert. *M. tuberculosis* ist unbeweglich und wird hauptsächlich durch Tröpfchen-Infektion verbreitet (offene TB), seltener durch infizierte Kuhmilch. Man findet *M. tuberculosis* weltweit verbreitet mit besonderer Häufung in der Dritten Welt. Man geht davon aus, dass etwa jeder dritte Mensch als mit *M. tuberculosis* infiziert angesehen werden kann. Eine Antibiotikabehandlung ist sehr langandauernd, falls diese überhaupt ansetzt. Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme zeigt das typische Wachstumsverhalten, nämlich Wachstum in Klumpen, welche ebenfalls eine Erschwerung der Bekämpfung durch Antibiotika zeigt, da meist nur die äußeren Bakterien abgetötet werden. Jedoch werden die Bakterien im Inneren des Klumpens nicht abgetötet, da sie durch das Antibiotikum nicht erreicht werden.



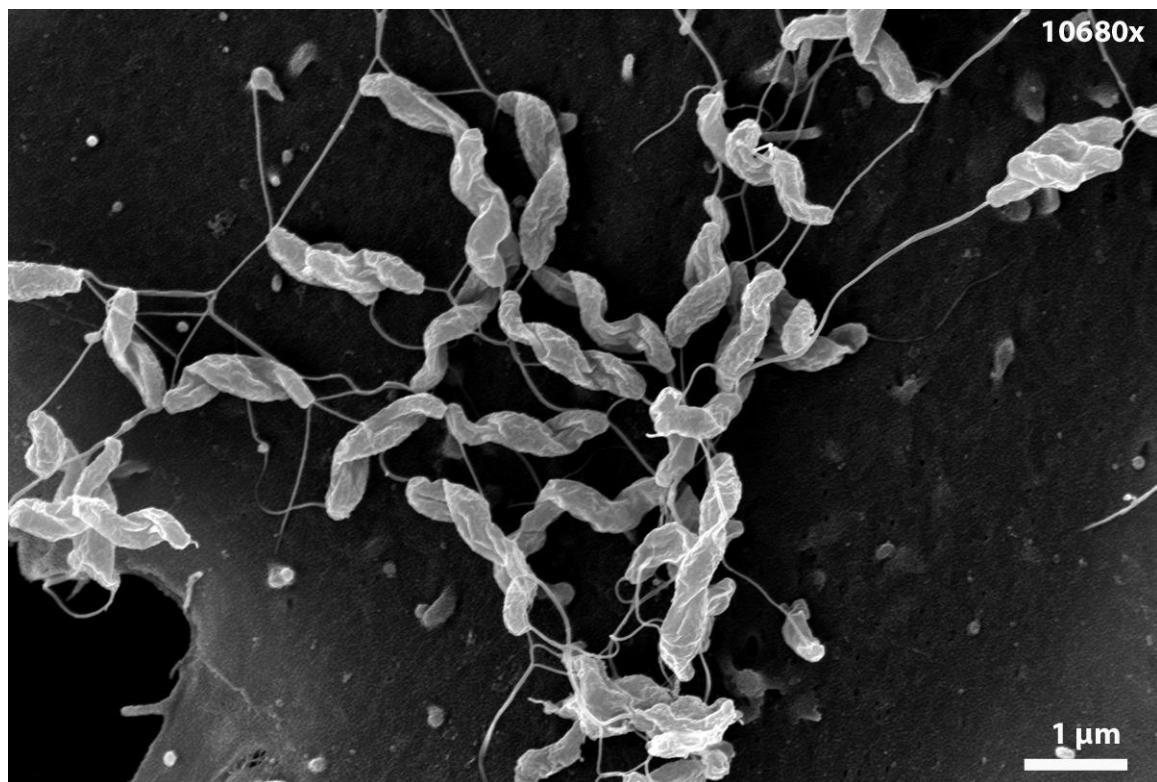
***Helicobacter pylori*** wurde von B. Marshall und J.R Warren (Perth, Australien) 1983 entdeckt. Sie konnten das Gram-negative Bakterium in der menschlichen Magenschleimhaut identifizieren. Dieser Befund wurde aber erst später wieder aufgegriffen und *H. pylori* steht heute weltweit als Erreger des Ulcus fest. Mit einer Prävalenz (Verbreitung) von etwa 50% ist die *H. pylori* Infektion eine der häufigsten bakteriellen Infektionen weltweit. In Deutschland schätzt man, dass etwa 33 Millionen Menschen Träger von *H. pylori* sind, von denen etwa 10-20% ein sogenanntes peptisches Geschwür im Magen entwickeln. Heute ist bekannt, dass *H. pylori* für viele Magenerkrankungen wie Magengeschwüre, Zwölffingerdarmgeschwüre, B-Typ Gastritis und bei einer chronischen Infektion mit *H. pylori* sogar Auslöser für Magenkarzinome (Magenkrebs) ist. *H. pylori* ist auch in einem ganz anderen Zusammenhang zu einiger Berühmtheit gelangt, da man durch den Vergleich des Bakteriengenoms die Ausbreitung von *H. pylori* zurückverfolgen konnte. Da der Mensch der hauptsächliche Träger von *H. pylori* ist, konnte man so die menschlichen Wanderbewegungen der letzten 60000 Jahre zurückverfolgen.



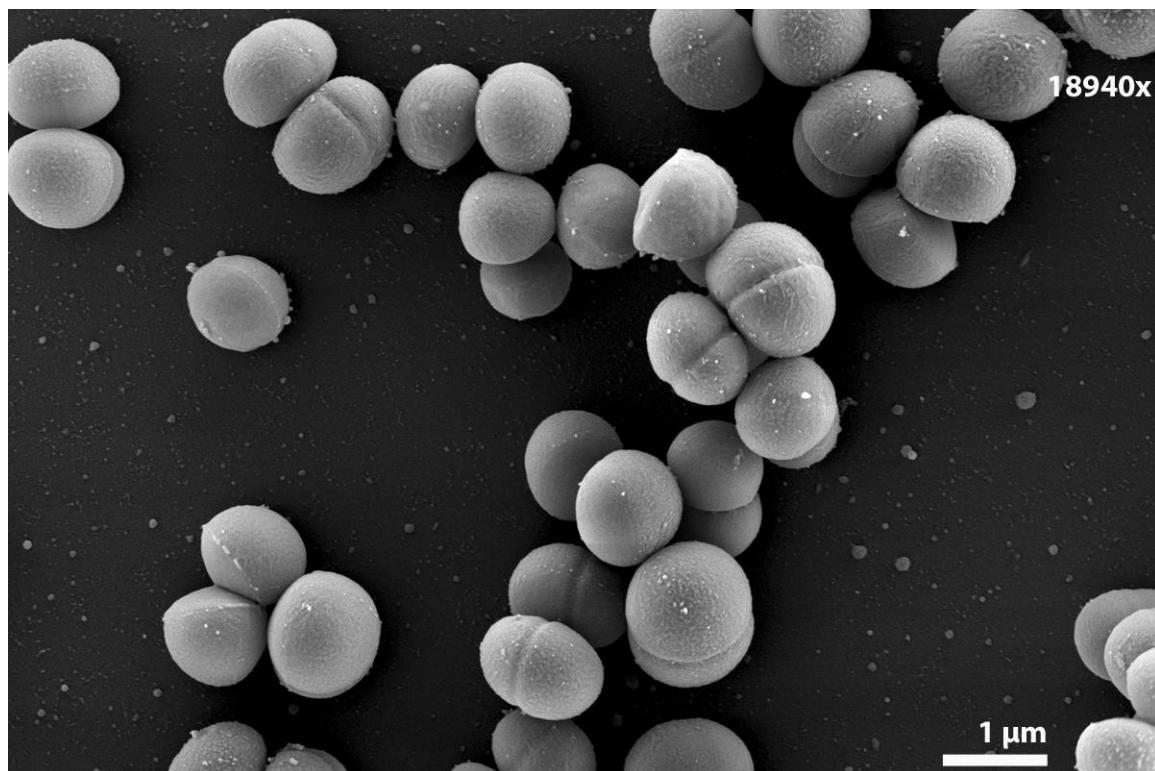
***Clostridioides difficile*** ist einer der häufigsten nosokomialen Krankenhauskeime. *C. difficile* ist ein anaerobes, also ohne Sauerstoff wachsendes Bakterium, welches Sporen zum Überleben ausbilden kann. Gerade diese Sporenbildung macht es sehr schwer *C. difficile* im Krankenhaus unter Kontrolle zu halten, da bakterielle Sporen extrem resistent sind. Normalerweise besiedelt *C. difficile* den menschlichen Darm ohne ein Krankheitsbild auszulösen. Wird z. B. durch Antibiotikaeinnahme die natürliche Darmflora verändert, kann es zu einer starken Vermehrung von *C. difficile* kommen. Durch die Bildung von Giften (Toxinen) kann es dann zu lebensbedrohenden Durchfallerkrankungen kommen. *C. difficile* ist ein markantes Beispiel für die weltweite Ausbreitung eines nosokomialen Keimes in den Krankenhäusern, da man vor etwa 15 Jahren nur vereinzelt Krankheitsbilder, die durch *C. difficile* verursacht wurden, diagnostiziert hat. Im Bild erkennt man, dass *C. difficile* viele Geißeln (Flagellen) besitzt (dünnen fädigen Strukturen, die um die Bakterien zu erkennen sind), die zur Fortbewegung des Bakteriums dienen.



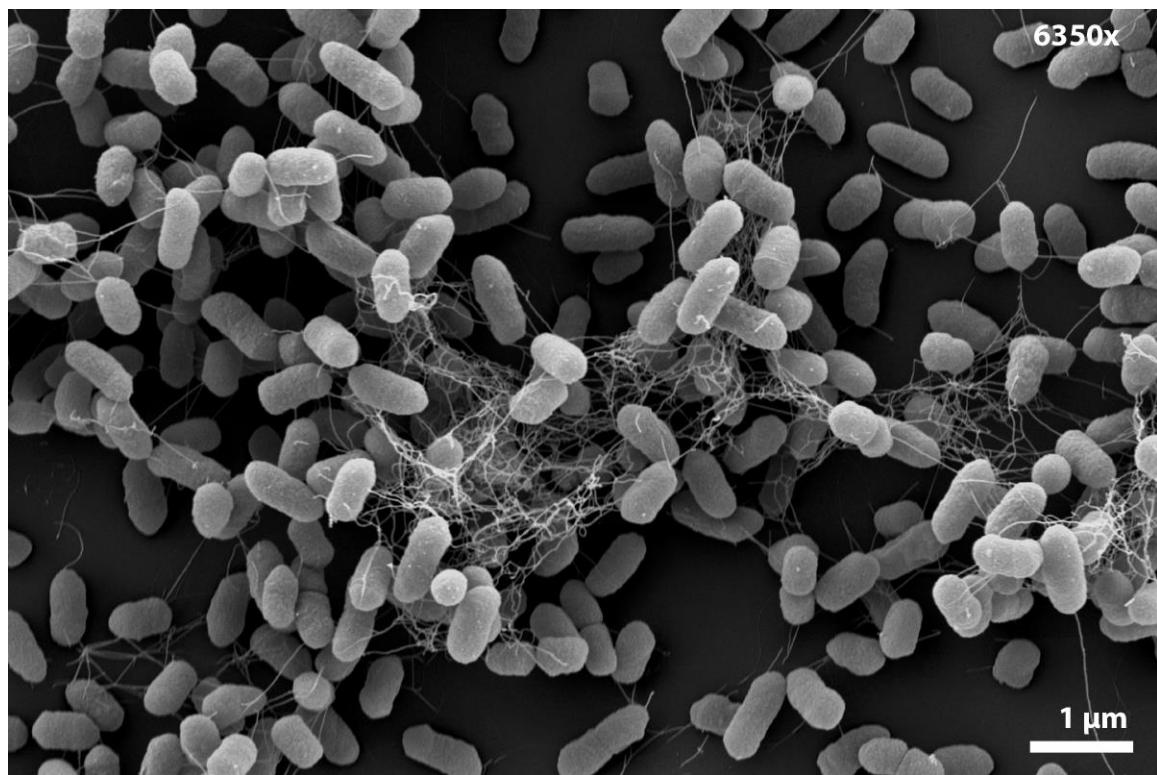
**Campylobacter jejuni** ist ein Gram-negativer bakterieller Erreger der charakteristischer Weise eine spiral- oder S-förmige Gestalt aufweist. Infektionen durch *C. jejuni* sind weltweit verbreitet und treten vermehrt in den warmen Jahreszeiten auf. Kinder unter 5 Jahren und junge Erwachsene zwischen 20 und 29 Jahren sind in Deutschland besonders häufig von einer Erkrankung betroffen. Die *Campylobacter*-Enteritis stellt mit 60.000 - 70.000 übermittelten Fällen pro Jahr (80 - 90 Erkrankungen pro 100.000 Einwohner) die häufigste bakterielle meldepflichtige Krankheit in Deutschland vor Salmonellen-Erkrankungen dar. *Campylobacter* Spezies sind in der Natur ubiquitär verbreitet und kolonisieren ein breites Spektrum von Tieren. Besonders gefährlich ist *Campylobacter* auf Geflügel wenn keine ausreichende Hygiene in der Küche gewährleistet ist. Leider können die Bakterien auch bei niederen Temperaturen im Kühlschrank auf oder in Lebensmitteln überleben. Infektionen erfolgen fast ausschließlich durch Lebensmittel besonders durch Hühnerfleisch. Weiterhin werden vermehrt Krankheitsausbrüche in Deutschland durch den Verzehr von nicht pasteurisierter Milch (Rohmilch), aber auch von rohem oder unzureichend durcherhitztem Fleisch verursacht. Frisches Hähnchenfleisch ist häufig mit *C. jejuni* verseucht!



**Staphylococcus aureus** besiedelt etwa 25-30% aller Menschen, dabei lösen die Bakterien im Allgemeinen meist keine Erkrankungen aus. Erst bei geschwächtem Immunsystem kommt es zur Ausbildung von Krankheiten, die vielfältig sein können wie Furunkel, Endocarditis, Lungenentzündungen, Sepsis und toxisches Schocksyndrom. In Krankenhäusern stellen die Antibiotika-resistenten *S. aureus*, besonders die MRSA Stämme (Methycillin-resistenten *S. aureus*), ein schwerwiegendes Hygieneproblem dar. Auffallend sind die großen Unterschiede in der Häufigkeit von MRSA zwischen verschiedenen Staaten mit etwa gleicher Struktur des Gesundheitswesens. Während in den skandinavischen Ländern der Anteil von MRSA unter den *S. aureus*-Stämmen gering ist, liegt er in den Niederlanden bei ca. 3 % und beträgt in Deutschland etwa 25-30 %. In den südeuropäischen Ländern, den USA sowie in vielen asiatischen Ländern (Japan) liegen die Werte sogar bei 30-70 %.



Bakterien der Gattung **Enterobacter** stellen eine Gruppe von fakultativ anaeroben gramnegativen Stäbchenbakterien der Familie der Enterobacteriaceae dar. Die Bakterien sind meist durch Geißeln beweglich und gehören zur normalen menschlichen Darmflora. Nur wenige Arten können Krankheiten verursachen wie *E. aerogenes*, *E. cloacae* und besonders *E. sakazakii* (nach neuer Nomenklatur *Cronobacter sakazakii*), die Harnwegsinfektionen, Atemwegsentzündungen und besonders Hirnhautentzündungen hervorrufen. Die genannten krankheits-verursachenden Arten könnten in Zukunft problematisch werden, da für Enterobacteriaceae hohe Antibiotikaresistenzen bekannt sind, siehe die ESBL (Extended-Spectrum-Betalaktamasen) Problematik. Solche Erreger sind resistent gegen Penicilline und Cephalosporin Antibiotika. Die Aufnahme zeigt die typische stäbchenförmige Morphologie und die Geißeln (fäidige Strukturen im Bild), die zur Bewegung der Bakterien dienen.



***Listeria monocytogenes*** ist ein ubiquitär vorkommendes Gram-positives Bakterium im Boden, welches aber auch Infektionskrankheiten hervorrufen kann, die Listeriose genannt wird. Die Aufnahme der Bakterien mit nachfolgender Infektion erfolgt durch kontaminierte Nahrung, vor allem durch Rohmilchprodukte, insbesondere durch nicht erhitzten Rohmilchkäse, wie auch Fleisch-, Fisch-, und Salatprodukte (gekühlte verpackte Salate). Besonderes Risiko tragen immungeschwächte Personen und Schwangere, da der Fötus schwer geschädigt werden kann. Die rasterelektronenmikroskopische Aufnahme zeigt die typische stäbchenförmige Form des humanpathogenen Bakteriums *Listeria monocytogenes* EGD.

