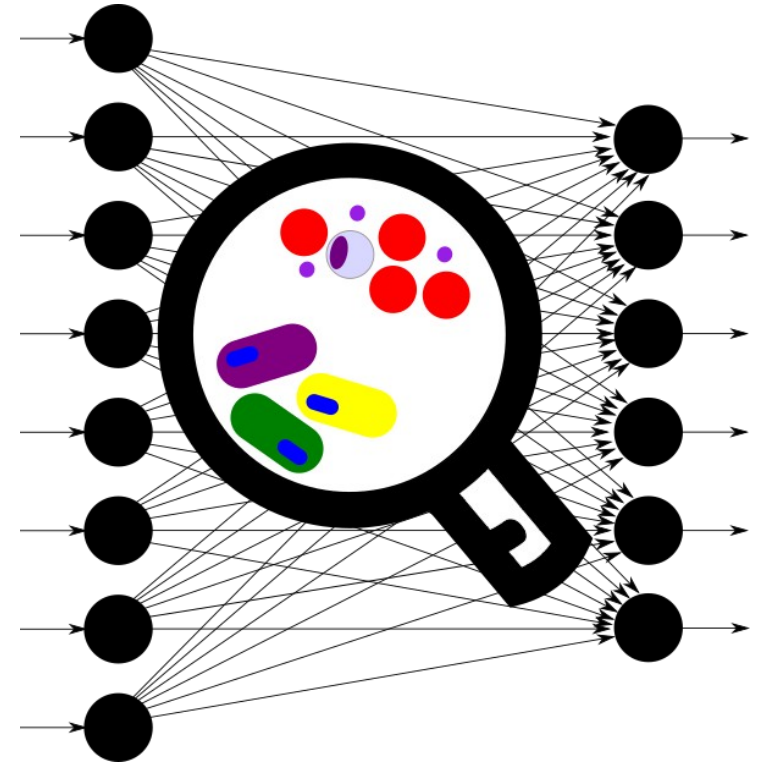
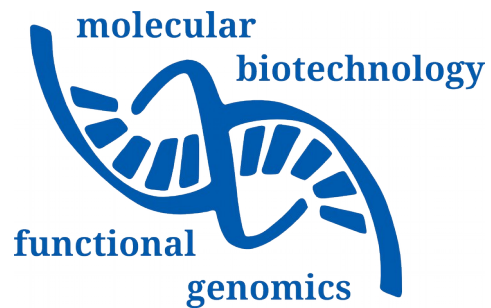


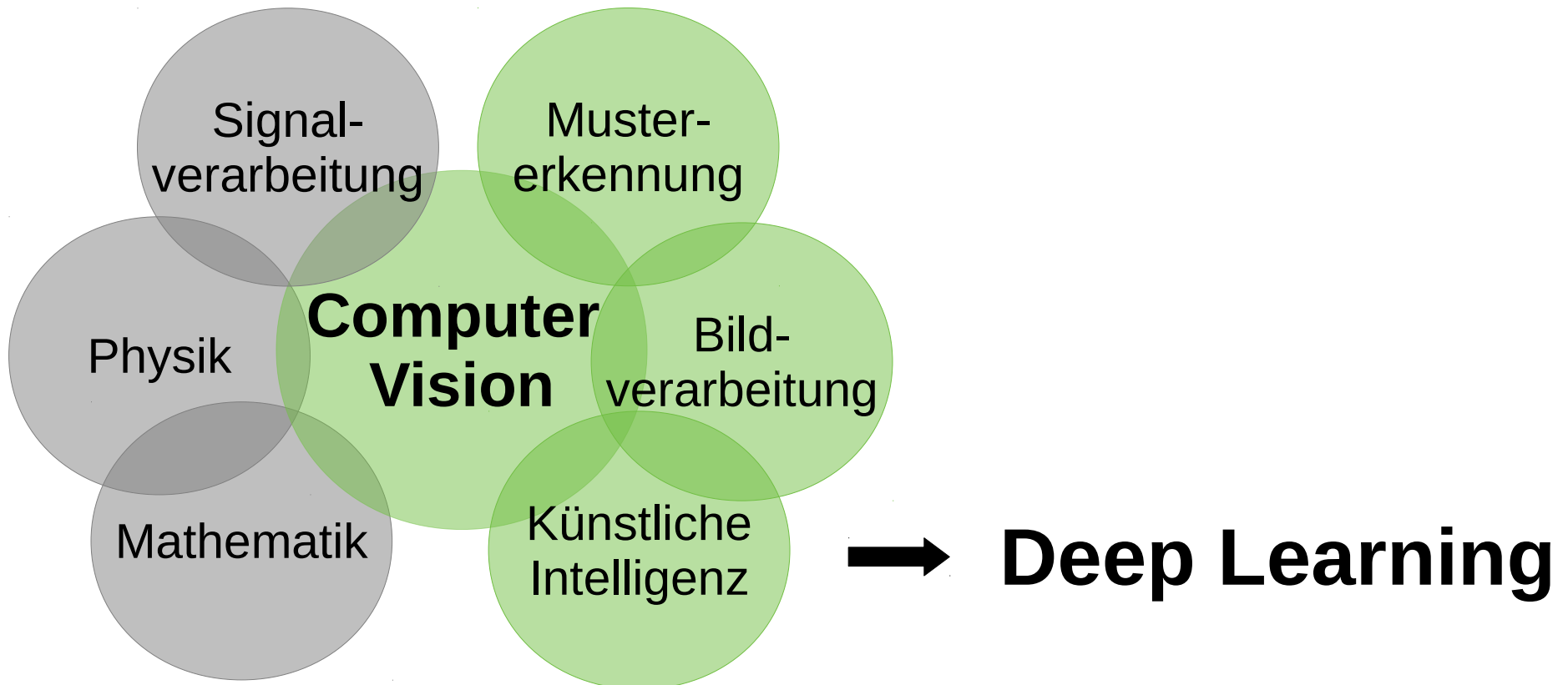
Deep Learning für die mikroskopische Bildanalyse

Juliane Pfeil
Prof. Dr. Marcus Frohme



Was ist Computer Vision / maschinelles Sehen?

- Methoden: Erfassung, Verarbeitung, Analyse von Bildern/Videos
- Automatisierung von Aufgaben, die normalerweise nur mithilfe menschlicher Augen vollbracht werden können



angepasst nach <http://maxembedded.com/2012/12/basic-concepts-of-computer-vision/>

Konventionelle Ansätze vs. Deep Learning

Konventionelle Ansätze

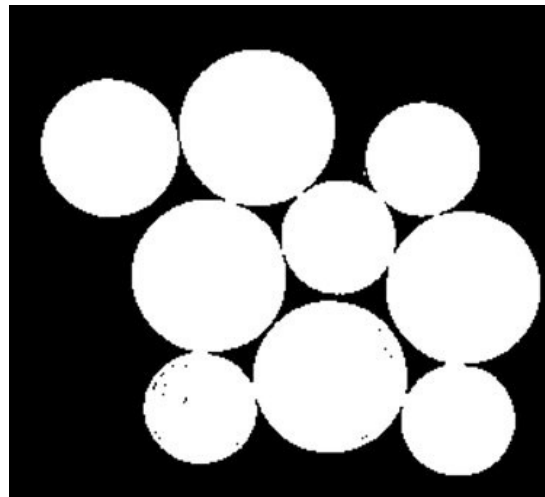
- Erkennen von Regelmäßigkeiten, typischen Eigenschaften
- stark abhängig von der Erfahrung des Analysten



Wieviele Münzen sind zu sehen?



Glättung



Thresholding

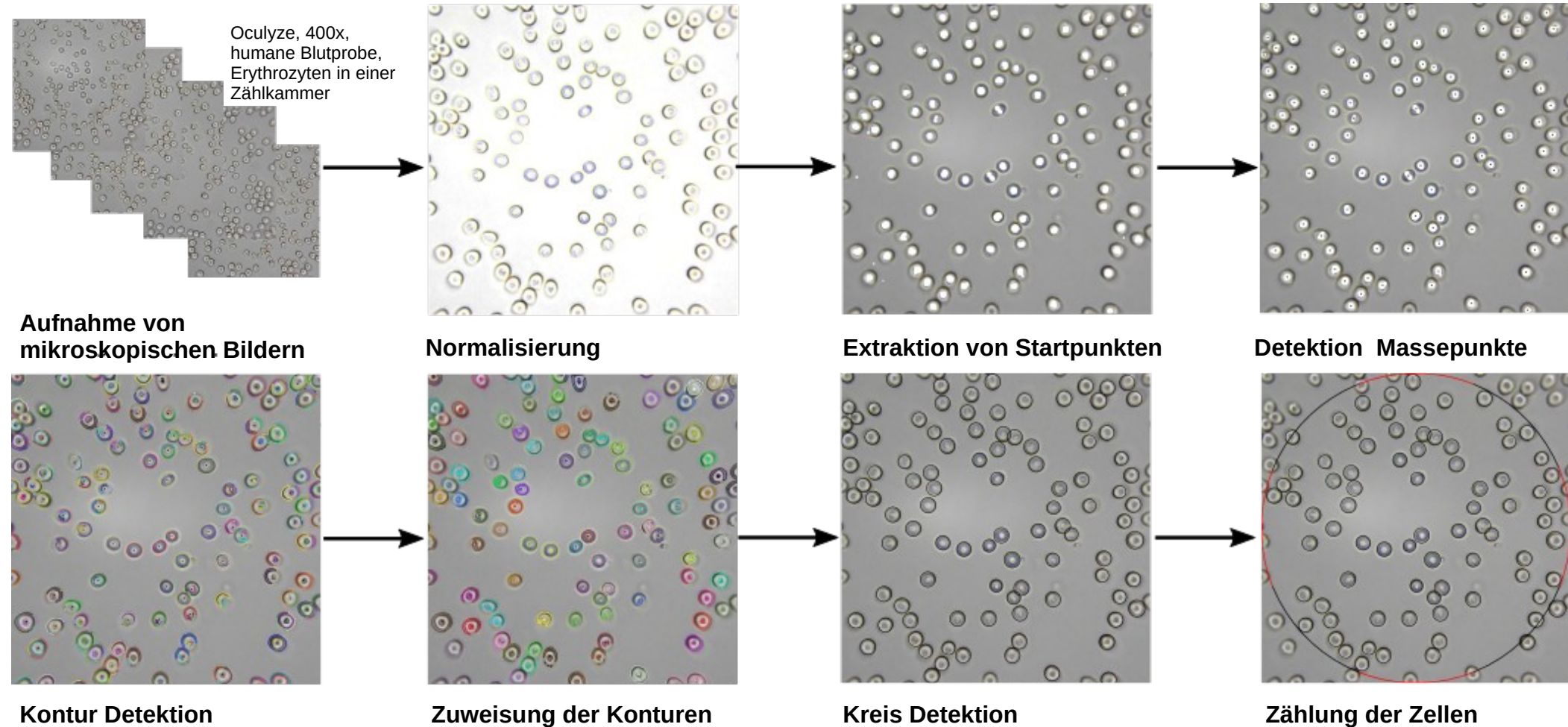


Kanten- und Kreisdetektion

<https://www.pyimagesearch.com/2015/11/02/watershed-opencv/>

Konventionelle Ansätze: Zählung von Erythrozyten

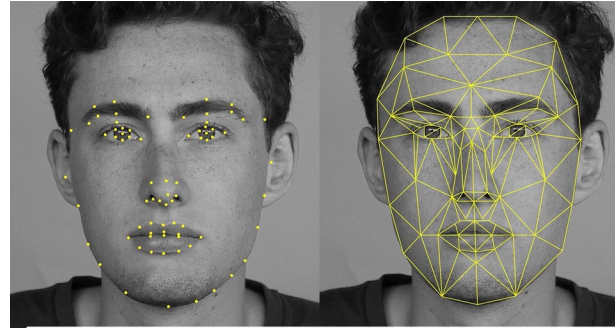
Oculyze, 400x,
humane Blutprobe,
Erythrozyten in einer
Zählkammer



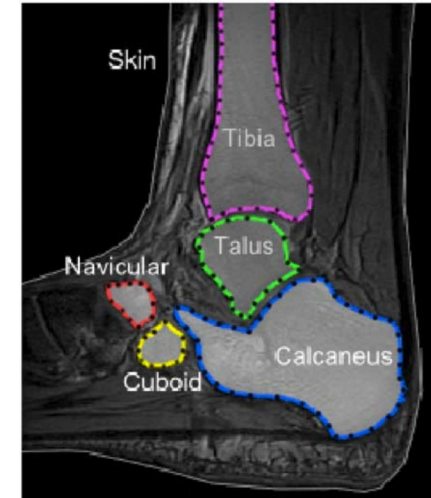
Konventionelle Ansätze vs. Deep Learning

Deep Learning

- automatisierte Erkennung von Regeln / typischen Eigenschaften
- große Datenmengen
- immense Rechenleistung
- Anwendungen: autonomes Fahren, Gesichtserkennung, medizinische Bildgebung (Röntgen, CT, MRT), Objektdetektion



<https://hackernoon.com/building-a-facial-recognition-pipeline-with-deep-learning-in-tensorflow-66e7645015b8>



<http://crcv.ucf.edu/people/faculty/Bagci/research.php>

mite	container ship	motor scooter	leopard																				
<table border="1"> <tr><td>mite</td></tr> <tr><td>black widow</td></tr> <tr><td>cockroach</td></tr> <tr><td>tick</td></tr> <tr><td>starfish</td></tr> </table>	mite	black widow	cockroach	tick	starfish	<table border="1"> <tr><td>lifeboat</td></tr> <tr><td>amphibian</td></tr> <tr><td>fireboat</td></tr> <tr><td>drilling platform</td></tr> </table>	lifeboat	amphibian	fireboat	drilling platform	<table border="1"> <tr><td>go-kart</td></tr> <tr><td>moped</td></tr> <tr><td>bumper car</td></tr> <tr><td>golfcart</td></tr> </table>	go-kart	moped	bumper car	golfcart	<table border="1"> <tr><td>jaguar</td></tr> <tr><td>cheetah</td></tr> <tr><td>snow leopard</td></tr> <tr><td>Egyptian cat</td></tr> </table>	jaguar	cheetah	snow leopard	Egyptian cat			
mite																							
black widow																							
cockroach																							
tick																							
starfish																							
lifeboat																							
amphibian																							
fireboat																							
drilling platform																							
go-kart																							
moped																							
bumper car																							
golfcart																							
jaguar																							
cheetah																							
snow leopard																							
Egyptian cat																							
grille	mushroom	cherry	Madagascar cat																				
<table border="1"> <tr><td>convertible</td></tr> <tr><td>grille</td></tr> <tr><td>pickup</td></tr> <tr><td>beach wagon</td></tr> <tr><td>fire engine</td></tr> </table>	convertible	grille	pickup	beach wagon	fire engine	<table border="1"> <tr><td>agaric</td></tr> <tr><td>mushroom</td></tr> <tr><td>jelly fungus</td></tr> <tr><td>gill fungus</td></tr> <tr><td>dead-man's-fingers</td></tr> </table>	agaric	mushroom	jelly fungus	gill fungus	dead-man's-fingers	<table border="1"> <tr><td>dalmatian</td></tr> <tr><td>grape</td></tr> <tr><td>elderberry</td></tr> <tr><td>ffordshire bullterrier</td></tr> <tr><td>currant</td></tr> </table>	dalmatian	grape	elderberry	ffordshire bullterrier	currant	<table border="1"> <tr><td>squirrel monkey</td></tr> <tr><td>spider monkey</td></tr> <tr><td>titi</td></tr> <tr><td>indri</td></tr> <tr><td>howler monkey</td></tr> </table>	squirrel monkey	spider monkey	titi	indri	howler monkey
convertible																							
grille																							
pickup																							
beach wagon																							
fire engine																							
agaric																							
mushroom																							
jelly fungus																							
gill fungus																							
dead-man's-fingers																							
dalmatian																							
grape																							
elderberry																							
ffordshire bullterrier																							
currant																							
squirrel monkey																							
spider monkey																							
titi																							
indri																							
howler monkey																							

<https://chaosmail.github.io/deeplearning/2016/10/22/intro-to-deep-learning-for-computer-vision/>

Wie funktioniert Deep Learning?

- **Bild-/Objektklassifikation**



- **große Datenmengen**

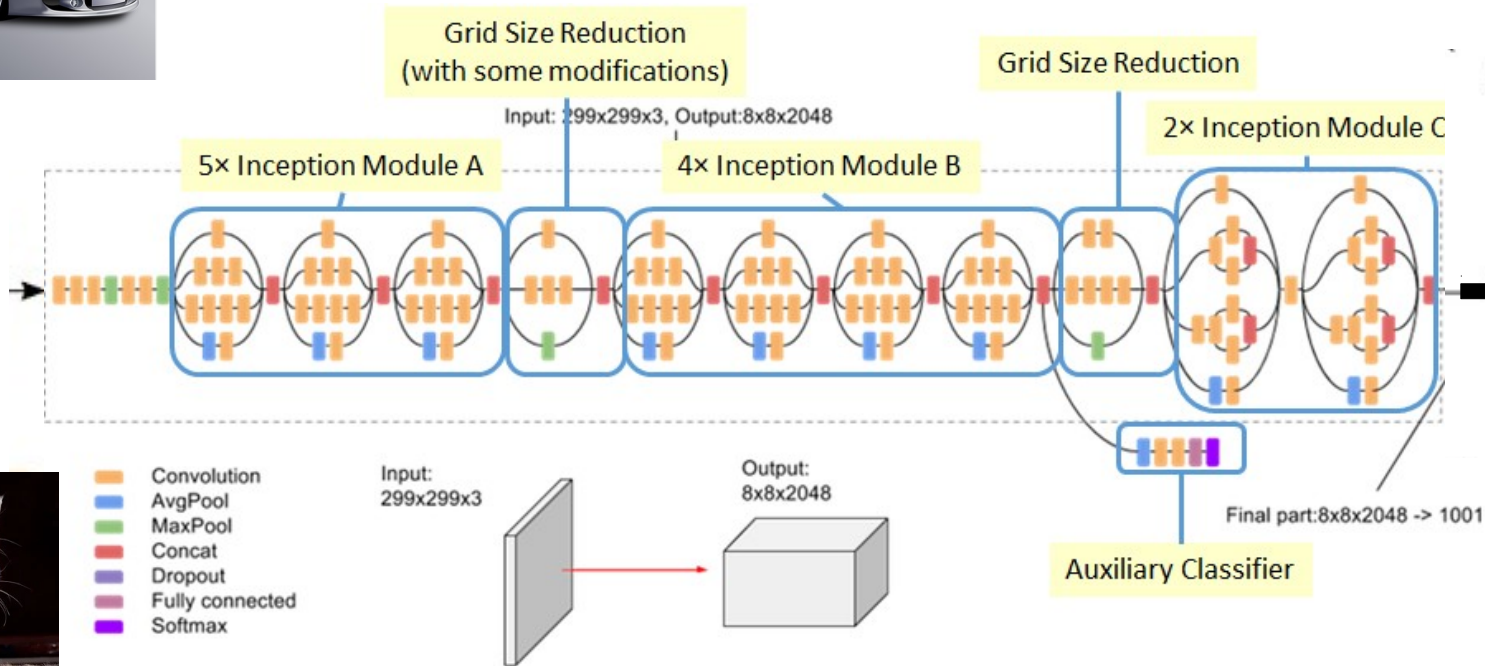
- Datenbank ImageNet enthält ca. 14 Mio. Bilder
- 20.000 Kategorien (Erdbeere, Flugzeug, Pferd etc.)

- **immense Rechenleistung**

- Training dauert mehrere Tage
- leistungsfähige GPU's



Wie funktioniert Deep Learning?



Nr. Klasse/ Name

- 0 Flugzeug
- 1 Auto
- 2 Vogel
- 3 Katze
- 4 Hirsch
- 5 Hund
- 6 Frosch
- 7 Pferd
- 8 Schiff
- 9 LKW

angepasst nach <https://medium.com/@sh.tsang/review-inception-v3-1st-runner-up-image-classification-in-ilsrv-2015-17915421f77c> und <https://software.intel.com/content/www/us/en/develop/articles/inception-v3-deep-convolutional-architecture-for-classifying-acute-myeloidlymphoblastic.html>

Deep Learning Ansätze

verschiedene Komplexitätsstufen

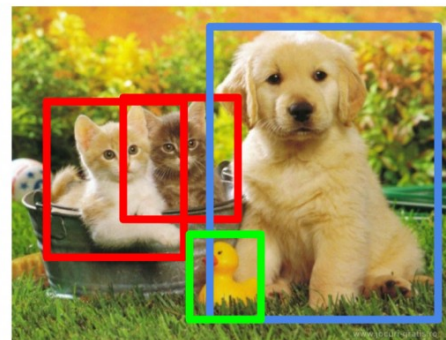
- Bild-/Objektklassifikation
- Objektdetektion
- Instanz-Segmentierung



Katze



Katze



Katze, Hund, Ente



Katze, Hund, Ente

ein Objekt

viele Objekte

<https://medium.com/datadriveninvestor/deep-learning-for-image-segmentation-d10d19131113>

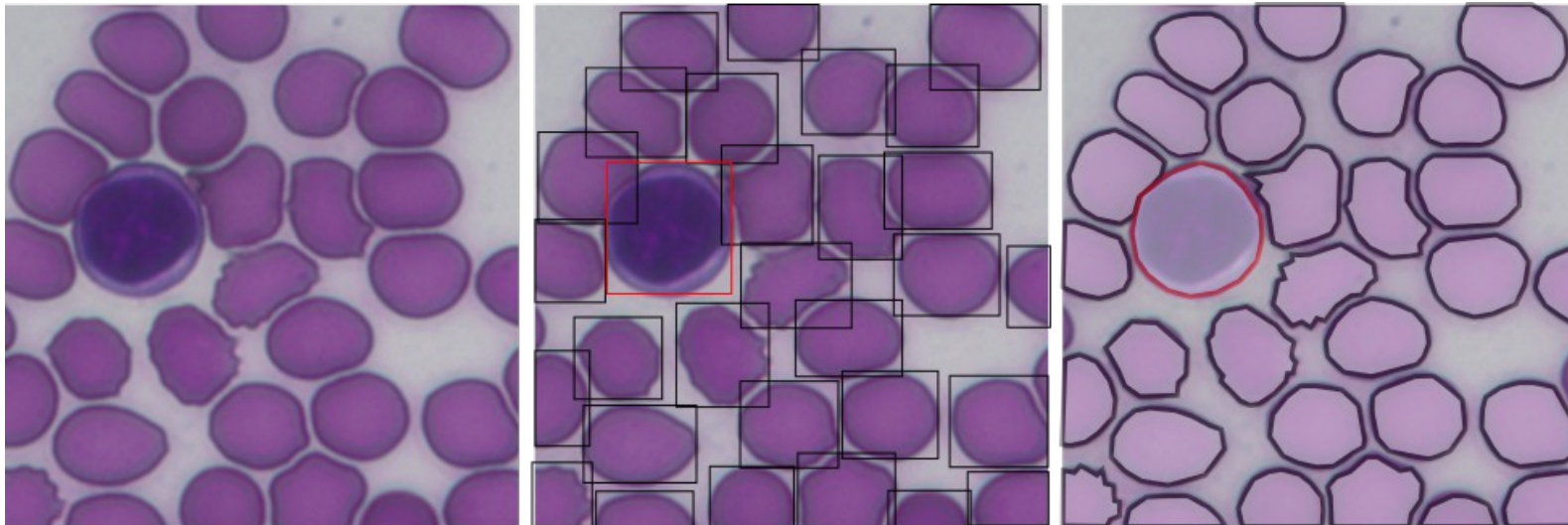
Deep Learning Ansätze

verschiedene Komplexitätsstufen

- Bild-/Objektklassifikation
- Objektdetektion
- Instanz-Segmentierung

Problem Mikroskopie

- Datenbanken sind oftmals nicht vorhanden



Klassifikation: Blutprobe

Objektdetektion: weiße u. rote Blutzellen

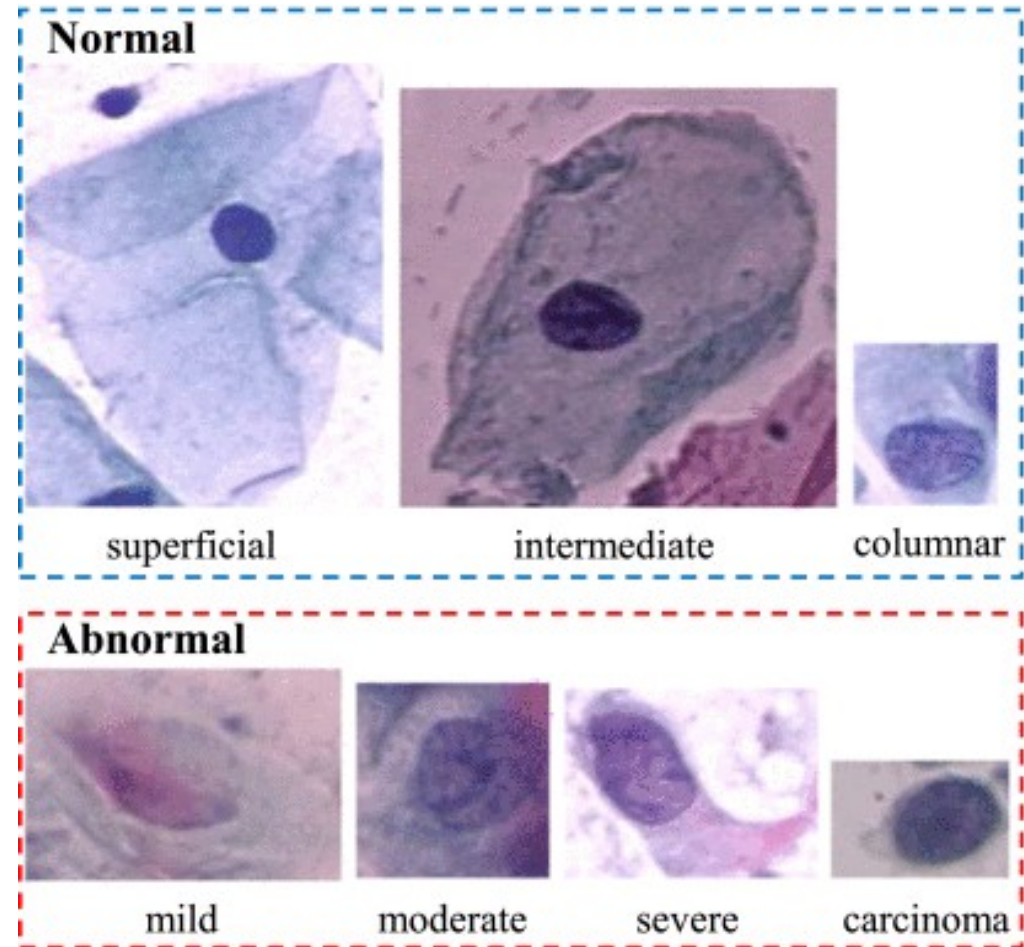
Instanz-Segmentierung

Gefärbte Blutprobe bei 400facher Vergrößerung, aufgenommen mit einem Labormikroskop (Keyence BZ 9000)

Deep Learning Applikationen in der Mikroskopie

Histologie

- Klassifikation von Zellen



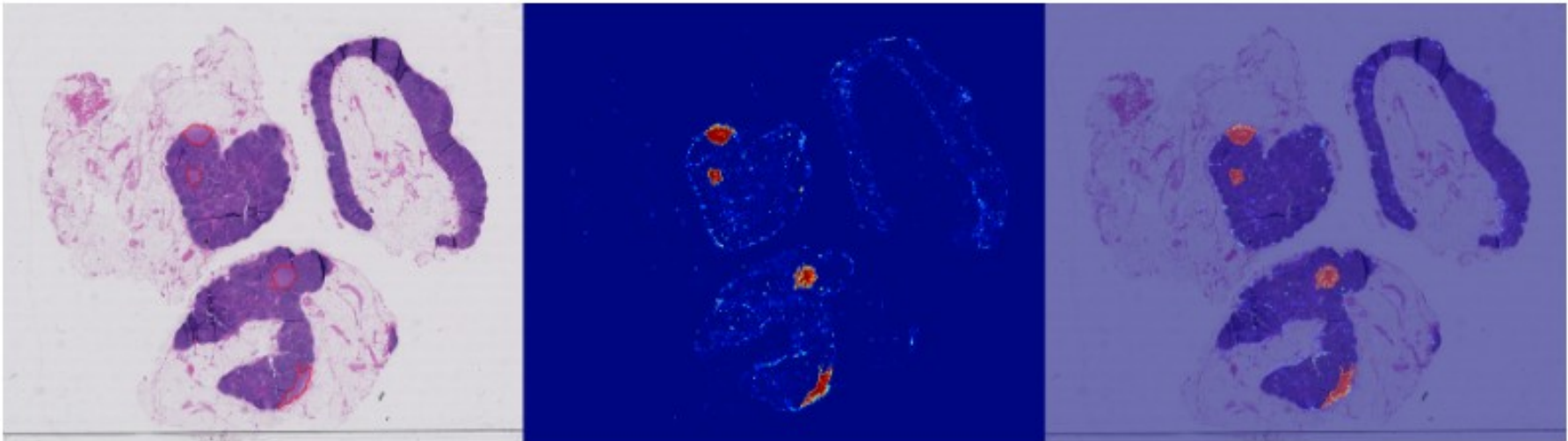
Zellen der Gebärmutter Schleimhaut

Zhang L, Lu L, Nogues I, Summers RM, Liu S, Yao J. DeepPap: deep convolutional networks for cervical cell classification. IEEE journal of biomedical and health informatics. 2017 May 19;21(6):1633-43.

Deep Learning Applikationen in der Mikroskopie

Histologie

- Untersuchung von Gewebeschnitten
- Klassifikation von Bildausschnitten



Tumorprobe

segmentierte, entartete Zellen

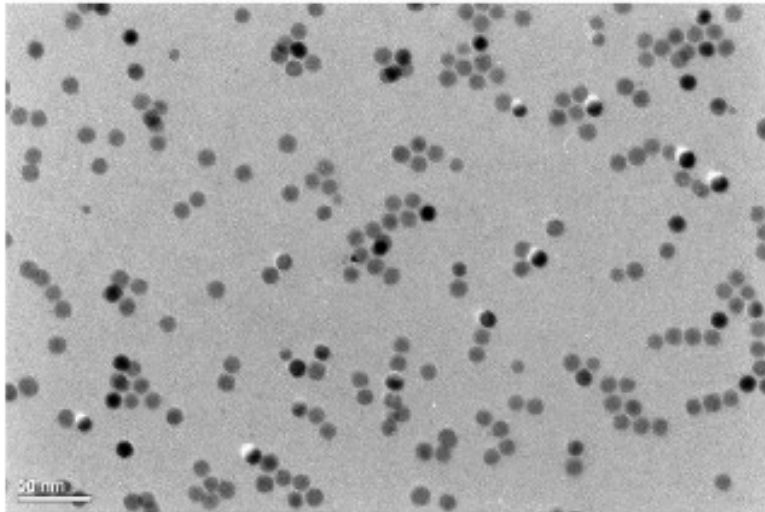
Lokalisation der Tumorzellen

Wang D, Khosla A, Gargeya R, Irshad H, Beck AH. Deep learning for identifying metastatic breast cancer. arXiv preprint arXiv:1606.05718. 2016 Jun 18.

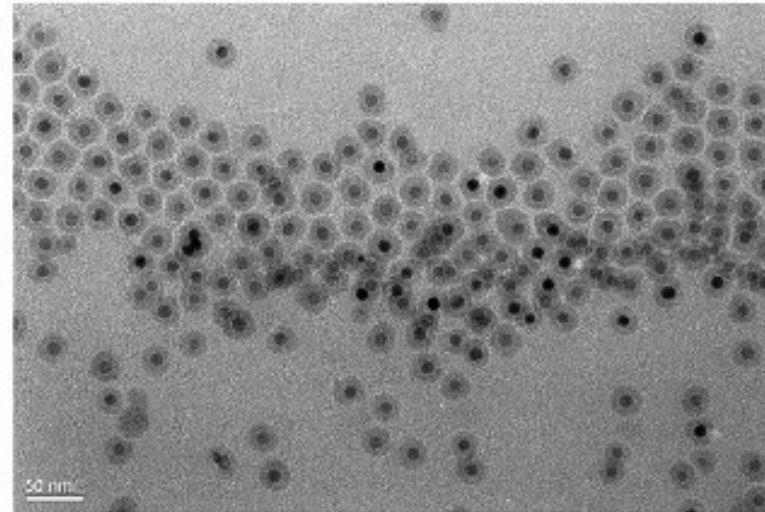
Deep Learning Applikationen in der Mikroskopie

Materialwissenschaften

- Segmentierung von Nanopartikeln via Elektronenmikroskopie
- z. B. Eisenoxid-Nanopartikel: Einsatz in der Krebstherapie



Fe₃O₄-Nanopartikel



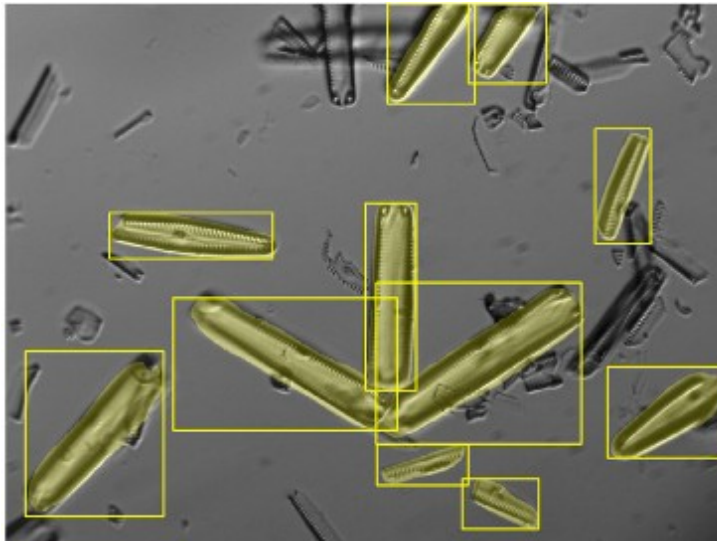
Siliciumdioxid SiO₂-beschichtete Fe₃O₄-Nanopartikel

Oktay AB, Gurses A. Automatic detection, localization and segmentation of nano-particles with deep learning in microscopy images. Micron. 2019 May 1;120:113-9.

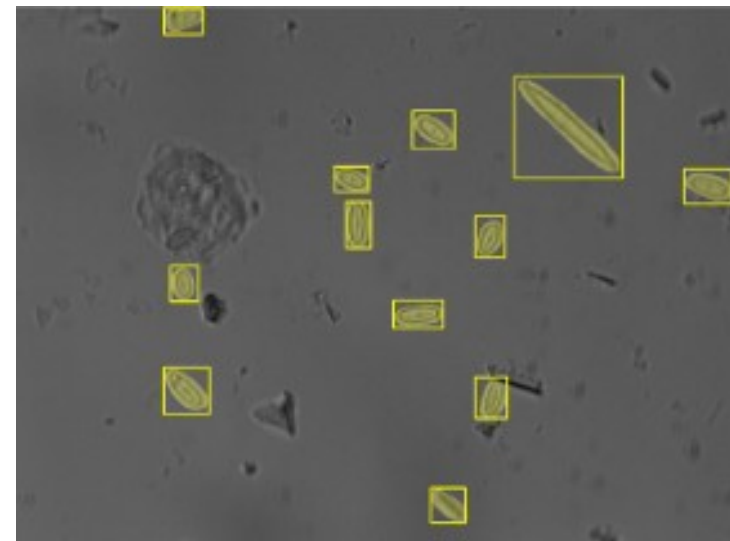
Deep Learning Applikationen in der Mikroskopie

Wasserqualität

- Instanz-Segmentierung von Algenzellen
- Klassifikation verschiedener Arten



Segmentierung überlappender Instanzen



Unterscheidung verschiedener Arten

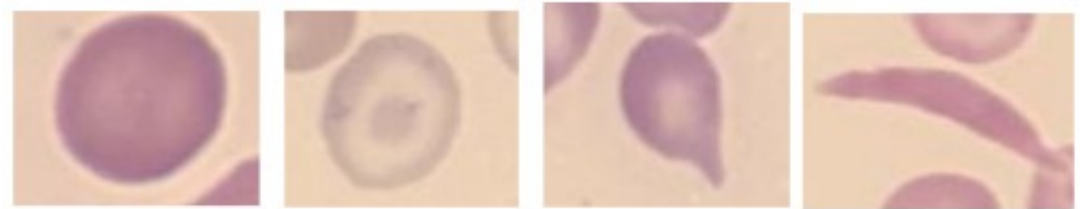
Ruiz-Santaquiteria J, Bueno G, Deniz O, Vallez N, Cristobal G. Semantic versus instance segmentation in microscopic algae detection. Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2020 Jan 1;87:103271.

Deep Learning Applikationen in der Mikroskopie

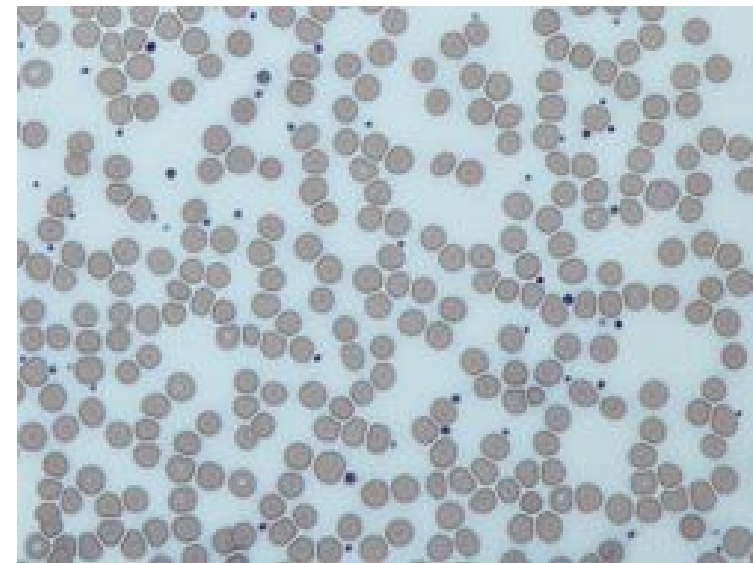
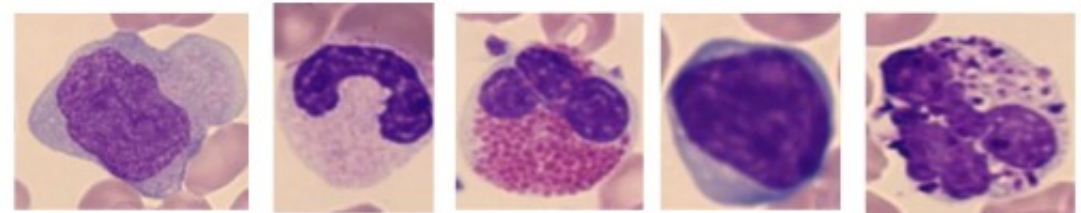
Hämatologie: Blutbild

- Erythrozyten
- Leukozyten
- Thrombozyten

- Anzahl/Größe
- Klassifikation



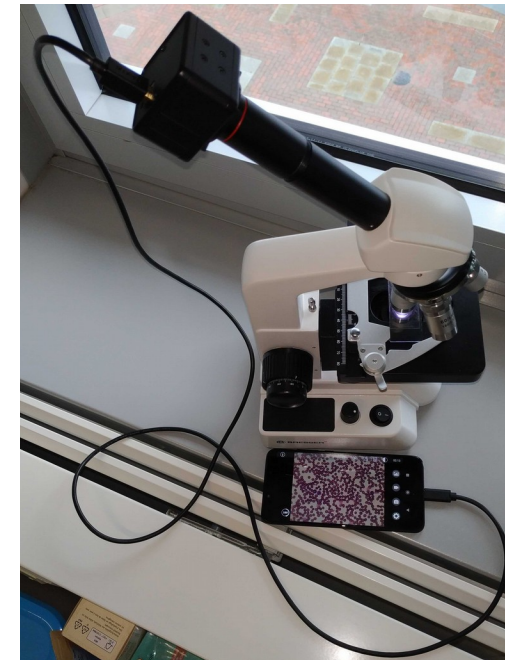
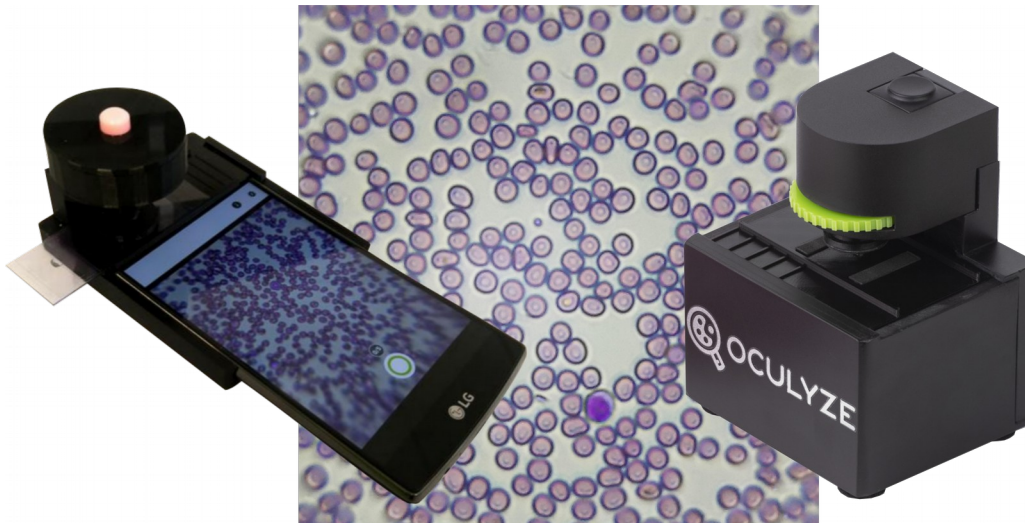
<http://www.cellavision.com/en/cellavision-cellatlas>



<https://en.wikipedia.org/wiki/Platelet>

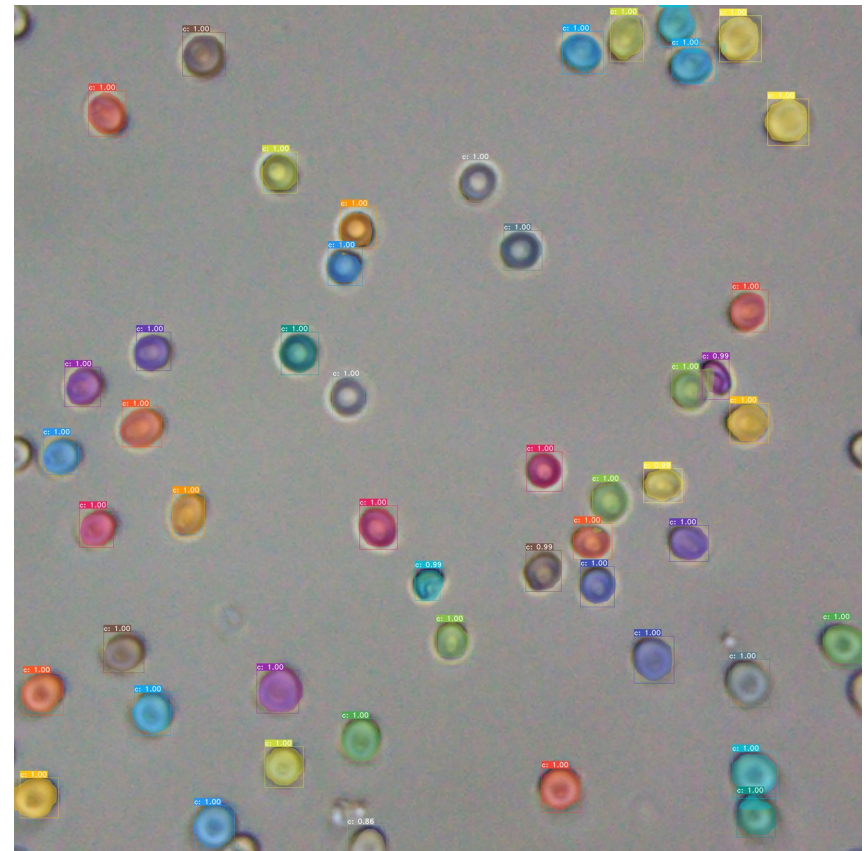
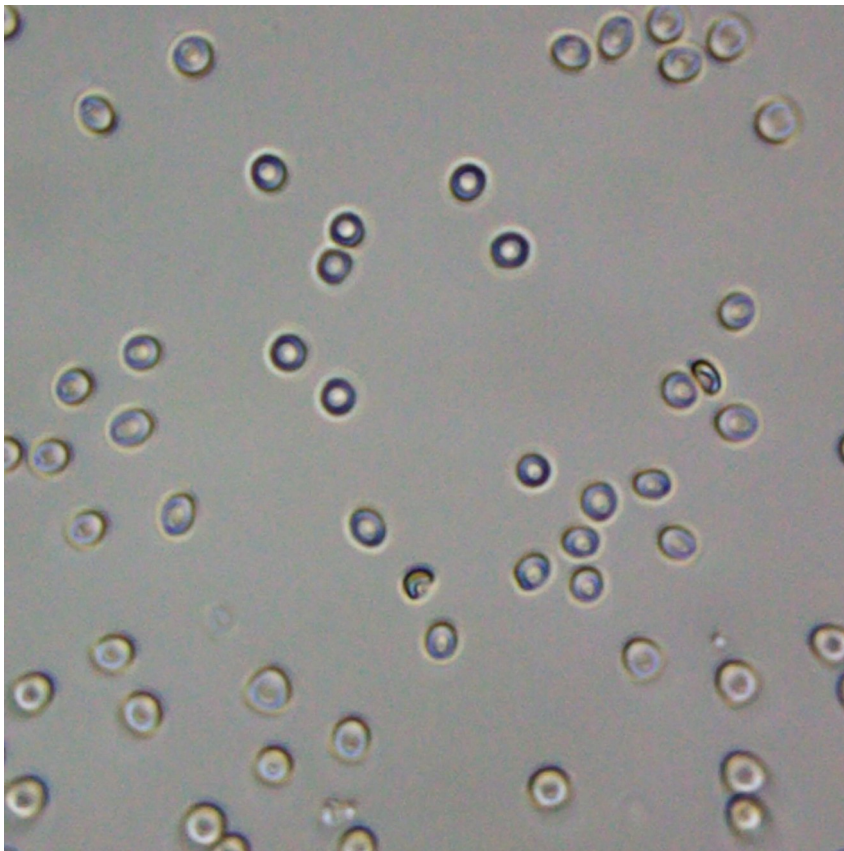
Mobile Mikroskopie

- Kooperationsprojekt zwischen der TH Wildau u. der Firma Oculyze GmbH
- Bildqualität und Vergrößerung begrenzt



Mobile Mikroskopie: Deep Learning

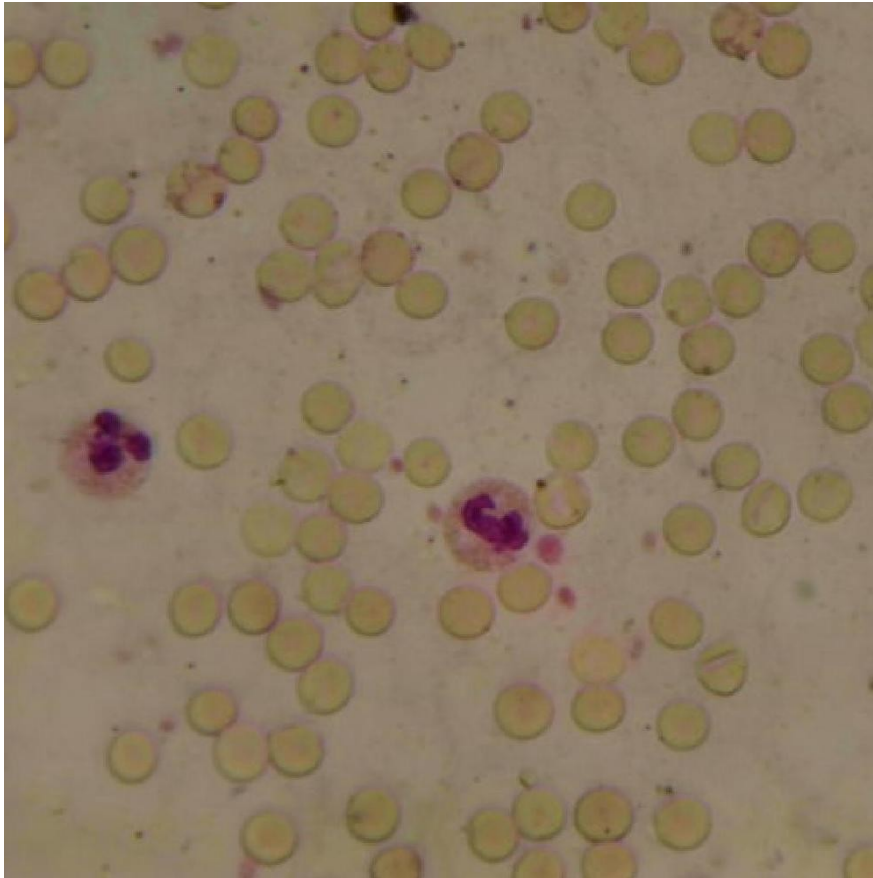
- Instanz-Segmentierung zur Zählung der Erythrozyten



Oculyze, 400x, humane Blutprobe, Erythrozyten in einer Zählkammer

Mobile Mikroskopie: Deep Learning

- Instanz-Segmentierung zur Analyse aller Blutzellen

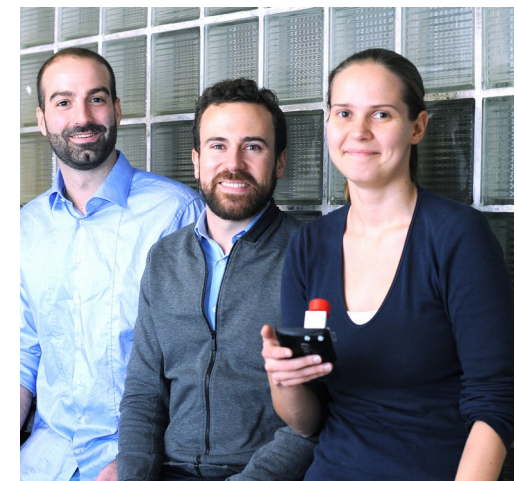


Oculyze, 600x, humane Blutprobe, gefärbt mit Testsimplets von Waldeck

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Vielen Dank bei der Abteilung Molekulare Biotechnology und Funktionelle Genomik der TH Wildau und dem Team von Oculyze.

Insbesondere danke ich meinen Betreuern
Prof. Dr. Marcus Frohme
Dr. Katja Schulze



gefördert vom



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung