

nen und hochtechnisierten Großbetrieben könnte weiterwachsen. Hieraus könnten Risiken für die Ernährung der lokalen Bevölkerung resultieren, da kleinbäuerliche Betriebe vor allem in Ländern des globalen Südens einen Großteil der konsumierten Lebensmittel erzeugen. Eine an KleinerzeugerInnen ausgerichtete Digitalisierung kann daher...

erschienen in der FIF-Kommunikation,
herausgegeben von FIF e.V. - ISSN 0938-3476
www.fiff.de

Damit (klein)bäuerliche Erzeuger digitalen Technologien profitieren können – zum Beispiel für eine bessere Vermarktung ihrer Erzeugnisse oder zur Erleichterung der Dokumentation ihrer Betriebstätigkeiten –, muss die Mindestanforderung sein, dass ihre Bedürfnisse bei der politischen und technischen Ausgestaltung der Digitalisierung berücksichtigt werden. Damit das gelingt, müssen sie oder ihre Organisationen systematisch beteiligt werden und mitentscheiden können.

nen. Auch unabhängig vom Digitalisierungstrend braucht es – entsprechend menschenrechtlicher Verpflichtungen – vor allem einen gesicherten Zugang zu Land, Wasser, nachbaufähigem Saatgut, Bildung und Weiterbildung sowie zu Krediten. Die Einführung digitaler Technik darf den Erhalt bäuerlicher, regionaler...

- Referenzen
- 1 Für konkrete Forderungen entlang der 17 Sustainable Development Goals für eine nachhaltige Digitalisierung siehe <https://www.forumue.de/wp-content/uploads/2019/11/SDigiG-online.pdf>
 - 2 Für Details zu den Forderungen siehe <https://www.forumue.de/digitalisierung-in-der-landwirtschaft-4-0/>



Bernhard Stoevesandt und Martin Dörenkämper

Wird KI die Welt retten?

Ein kritischer Beitrag über den Einsatz von KI in der klimarelevanten Forschung

In einem auf Arxiv.org vorveröffentlichten Artikel mit dem Titel Tackling Climate Change with Machine Learning wird nahegelegt, wie wichtig doch künstliche Intelligenzsysteme zur Eingrenzung der Klimaveränderungen seien [1]. Die AutorInnen kommen alle aus dem Bereich Machine Learning und forschen an entsprechenden Systemen. Warum sollte ihre Arbeit nicht dafür eingesetzt werden eines der drängendsten Themen, wenn nicht das drängendste Thema der Menschheit, zu bearbeiten? Ist es da nicht geradezu geboten, solche Systeme weiterzuentwickeln, um am Ende die Welt zu retten? Um die Frage zu beantworten, sollte zuerst betrachtet werden, wie groß das Problem des vom Menschen verursachten Klimawandels eigentlich ist.

Wie kommt es zur Veränderung des Klimas durch den Menschen? Die Ursache ist lang diskutiert: Der Mensch verursacht eine Veränderung der Zusammensetzung der Gase in der Atmosphäre. Die Gase und Aerosole in der Atmosphäre führen ganz natürlich zu einem Treibhauseffekt: Die Sonne strahlt im Mittel eine Energie von 341,3 Wm⁻² ein, von denen fast 102 Wm⁻² direkt wieder reflektiert werden. Der Rest wird von der Erde aufgenommen. Dadurch erwärmt sich die Erde, was zu einer Wärmeabstrahlung in einem anderen Wellenlängenbereich führt. Diese Wärmestrahlung wird nun von den Gasen in der Atmosphäre zum Teil wieder aufgenommen und zurück zur Erde gestreut. Dies ist der sogenannte Treibhauseffekt, ohne den die Erde für Menschen fast unbewohnbar wäre, weil die mittlere Temperatur viel zu niedrig wäre [2]. Das Problem besteht nun darin, dass die Veränderung der Zusammensetzung der Atmosphäre dazu führt, dass manche Wärmestrahlung, die wegen ihrer Wellenlänge von der Atmosphäre nicht aufgenommen worden wäre und damit ins Weltall ginge, nun von diesen Gasen

aufgenommen und zurück gestreut werden können. Dies führt dazu, dass etwas mehr Energie in der unteren Atmosphäre verbleibt und sich die Erde erwärmt [2].

Die hauptverantwortlichen Gase haben sich, wie in Tabelle 1 dargestellt, über die Jahre deutlich erhöht [3]. Während alle anderen vom Menschen direkt oder indirekt emittierten Treibhausgase – es wird von anthropogenen Treibhausgasen gesprochen – mit der Zeit zerfallen, verbleibt das CO₂. Es wird nur von Pflanzen wieder abgebaut. Daraus lässt sich ein Treibhauspotenzial der jeweiligen Gase und deren Beitrag zur Erwärmung der Erde errechnen.

Nun sind die klimatischen Verhältnisse ein komplizierter Prozess mit vielen Wechselwirkungen: Wärme wird von den Ozeanen absorbiert, diese verdunsten mehr Wasser, was zu mehr Wolken führen kann, die wiederum mehr Wärme aufnehmen, aber auch mehr Sonnenstrahlung reflektieren können. Eine wärmere Atmosphäre führt zu einem Abschmelzen von Meer- und

	Kohlendioxid	Methan	Distickstoffoxid	FCKW-12
Vorindustrielle Konzentration	280 ppm	730 ppb	270 ppb	0
Konzentration 2016	403 ppm	1843 ppb	329 ppb	512,5 ppt
Verweilzeit in Jahren	?	9,1	123	102
Treibhauspotenzial	1	25	298	5200
Strahlungsantrieb in W/m ²	1,82	0,48	0,17	0,17

Tabelle 1: Zunahme der durch Menschen abgegebenen klimaverändernden Gase, ihr Treibhauspotenzial und ihre Verweilzeit in der Atmosphäre

Ungefähre Erwärmung seit 1850-1900 in °C	Verbleibendes CO ₂ Budget (ohne Rückkopplungen durch das Erdsystem) in GtCO ₂ seit 1. Januar 2018			Geschätzte Emission durch Rückkopplung des Erdsystem In GtCO ₂
	Wird mit 33 % Wahrscheinlichkeit	50 % Wahrscheinlichkeit	67 % Wahrscheinlichkeit erreicht	
1,5	840	580	420	100
1,75	1440	1040	800	
2	2030	1500	1170	
2,1	2270	1690	1320	

Tabelle 2: Verbleibende Menge an CO₂ Emissionen um mit einer gegebenen Wahrscheinlichkeit unter einer bestimmten Erwärmung zu bleiben (nach [5], wobei im Original noch Unsicherheiten angegeben sind). Die rechte Spalte gibt die bis zum Ende des Jahrhunderts zusätzlich freigesetzte CO₂-Menge durch das Erdsystem, durch die Erwärmung selbst, an.

Gletschereis, wodurch weniger Sonnenlicht reflektiert wird, dafür wachsen in manchen Regionen Pflanzen besser durch mehr CO₂. Dies und vieles mehr spielt in die Betrachtung der Klimamodelle mit ein [4]. Während frühere Modelle nur auf die Energiebilanz eingingen, enthalten heutige Modelle zur Berechnung des Klimas sehr viele Details des Erdsystems, die einen Einfluss auf das Klima haben. Entscheidend ist: Bevor ein Modell auf die Berechnung zukünftiger Situationen angesetzt wird, muss es erst an Klimasituationen der Vergangenheit zeigen, dass es diese mit einer vorhersagbaren Genauigkeit berechnen kann.

Das Resultat sind Tabellen wie bspw. im IPCC-Report von 2018 zu den Möglichkeiten und Folgen die Erderwärmung bis 2100 auf 1,5 °C bzw. 2 °C im Vergleich zur Zeit vor 1900 zu begrenzen. Tabelle 2 gibt die Zahlen der maximal noch emittierbaren sogenannten CO₂-Äquivalente (wenn alle Klimagase auf die Wirkung von CO₂ umgerechnet werden) in Milliarden Tonnen (Gt) an:

Vor dem Hintergrund, dass zwischen 2011 und 2017 die mittlere Emission von Klimagasen 42 GtCO₂ entsprach, 100 GtCO₂ durch die Erde bis Ende des Jahrhunderts wegen der Erwärmung abgegeben werden. Würden ab 2018 nur noch 320 GtCO₂ global zu emittieren sein, um „wahrscheinlich“, also mit 67 % Wahrscheinlichkeit unter 1,5 °C zu bleiben. In 2017 hatten davon schon zugelassene Kohlekraftwerke 200 GtCO₂ eingeplant und es waren Kohlekraftwerke in Planung oder Bau für 100-150 GtCO₂-Emissionen ([5] Seite 113). Aus diesen Zahlen geht hervor, dass ohne eine sofortige drastische Reduktion der globalen Emissionen ein 1,5 °C-Ziel nicht erreicht werden kann.

Doch was bedeutet es, wenn das Ziel nicht erreicht wird? Im IPCC Report von 2018 sind die Folgen in Kapitel 3 ausführlich dargestellt, in Tabelle 3 seien nur einige aufgeführt.

Region	Erwärmung < 1,5 °C	Erwärmung 1,5-2 °C	Erwärmung 2-3 °C
Arktisches Meereis	Sommermeereis bleibt wahrscheinlich bestehen	50 % aus eisfreien Sommer	Eisfreie Sommer in der Arktis sehr wahrscheinlich
Arktisches Land	Permafrost Auflösung wahrscheinlich	größerer aber noch begrenzter Verlust an Permafrost wahrscheinlich	Ein Kollaps des Permafrosts kann plausibel auftreten (niedrige Wahrscheinlichkeit)
Südostasien	Risiken durch wesentliche Reduktionen an Ernteerträgen vermieden	Verminderung der Pro-Kopf-Ernteerträge um ein Drittel (50 % Wahrscheinlichkeit, -MW)	Substanzielle Reduktion von Ernteerträgen
Mittelmeer Region	Reduktion von Fließwasser 9 % (Wahrscheinlicher Bereich: 4,5-15,5 %)	Hohe Wahrscheinlichkeit der Reduktion von Fließwasser (ca. 17 %) (Bereich 8-28 %)	Robuste und große Zunahme von starken Dürren. Substanzielle Abnahme von Niederschlag und Fließwasser (MW)
West Afrika und Sahel	Reduktion der Fläche die für Maisanbau geeignet ist um bis zu 40 %	Negative Folgen auf Mais und Sorghum Produktion wahrscheinlich größer als bei 1,5 °C	Negative Auswirkungen auf Ernteerträge kann zu großen regionalen Ernährungsproblem führen (MW)
Tropen	Risiken für tropische Ernteerträge in West Afrika, Südostasien und Südamerika deutlich unter denen bei 2 °C Erwärmung.	Risiken für tropische Ernteerträge in West Afrika, Südostasien und Südamerika können sehr weitgehend sein.	Substanzielle Reduktion von Ernteerträgen sehr wahrscheinlich.
Kleine Inseln (tropisch) (SIDS)	60.000 weniger Menschen verlieren ihr Land bis 2150 im Vergleich zu 2 °C.	Zehntausende vertrieben durch Untergang der Inseln. Hohes Risiko von Überschwemmungen.	Substanzielle und weit verbreitete Auswirkungen durch Untergang von SIDS.

Tabelle 3: Auszüge aus einer Tabelle im IPCC Report von 2018 in Kapitel 3 zu Folgen der Klimaveränderungen bei unterschiedlichen Temperaturanstiegen [5]. Die Originaltabelle ist deutlich umfassender, würde aber den Rahmen dieses Artikels sprengen.

Aus diesem Grund sehen alle Szenarien zur Erreichung des Ziels, die Erwärmung bis Ende des Jahrhunderts auf 1,5°C zu begrenzen, auch Maßnahmen zu Reduktion von CO₂ in der Atmosphäre vor. Dazu werden verschiedene Techniken diskutiert.

Die Einfachste ist die, Landfläche anders zu nutzen, vor allem durch Bewaldung. Pflanzen, insbesondere Bäume können viel CO₂ binden. Die Schwierigkeit ist nur, dass die Fläche, die eine Bewaldung zulässt, begrenzt ist. Daher ist nur ein eingeschränkter Effekt möglich. Aus dem Grund werden auch technische Wege zur CO₂-Reduktion vom IPCC diskutiert. Besonders genannt werden dabei die Verfahren *Bioenergy with Carbon Capture and Storage* (BECCS) und *Direct Air Carbon Capture and Storage* (DACCS). In beiden Verfahren wird CO₂ gewonnen und mittels Carbon Capture and Storage irgendwie endgelagert. Das zurzeit verfügbare Verfahren sieht eine Verpressung des Gases in den Boden vor. Es wird davon ausgegangen, dass das CO₂ über 10000 Jahre zu 98 % bei „gut geführten Speichern“ und zu 78 % bei „schlecht geführten Speichern“ im Speicher verbleibt ([5] in Kapitel 4.3.1). Bei BECCS wird das CO₂ dadurch gewonnen, dass es bei der Verbrennung von Biomasse, z. B. Biogas abgeschieden wird. Um bspw. 15 GtCO₂ im Jahr abzuscheiden, würden dafür 25-46 % der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche benötigt ([5] in Kapitel 4.3.7). DACCS scheidet dagegen das CO₂ direkt aus der Luft ab. Das Verfahren ist allerdings energieintensiv. Um wiederum 15 GtCO₂ pro Jahr abzuscheiden wären ca. 25 % des globalen Energieverbrauchs notwendig.

Vor diesem Hintergrund werden in dem Report von 2018 sieben zentrale Maßnahmen vorgeschlagen [5]:

1. Schnelle und tiefgreifende Decarbonisierung der Energieversorgung,
2. stärkere Bemühungen, den Verbrauch zu reduzieren,
3. die umfassende Reduktion der Emission wird im nächsten Jahrzehnt umgesetzt,
4. es gibt einen wesentlichen Wechsel im Investitionsverhalten weg von CO₂ emittierenden Technologien,
5. eine Verbindung von CO₂-Reduktion mit nachhaltiger Entwicklung verbessert die Chancen der CO₂-Reduktion,
6. umfassende Maßnahmen, um CO₂ in der Atmosphäre zu reduzieren, und
7. ein Wechsel von fossilen Energieträgern auf Strom.

All dies bedeutet, dass es einen großen gesellschaftlichen Wandel aufgrund des sich verändernden Klimas geben wird, und,

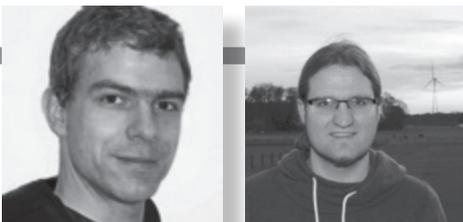
dass es einen großen und schnellen gesellschaftlichen Wandel geben muss, um die Veränderung des Klimas zu begrenzen.

Auf diesen Zusammenhang hebt nun der Artikel von Rolnick ab, wenn er über die Nutzung von KI im Rahmen der Klimaveränderungen spricht [1]. Darin werden sehr unterschiedliche Bereiche betrachtet, wie KI im Rahmen der Klimaveränderung eingesetzt werden könnte. Dabei lassen sich drei wesentliche Einsatzgebiete unterscheiden:

1. Einsatz von KI in der Entwicklung von Klimamodellen und Szenarien.
2. Einsatz von KI für die Beherrschung der sozialen Folgen durch den Klimawandel.
3. Nutzung von *Machine Learning* zur Verbesserung von Vermeidungsstrategien.

Bei der Entwicklung von Klimamodellen oder der Berechnung der Szenarien aus den Klimamodellen kommt KI bisher kaum zum Einsatz. Ein Hauptproblem dabei ist, dass *Machine-Learning*-Methoden am Ende eine Art *Black-Box* sind. Warum das Programm schließlich zu einem Ergebnis kommt, ist selten nachvollziehbar. Aus den Klimamodellen folgen aber weite Folgen für die Gesellschaft. Deshalb werden die Berechnungen immer wieder in Frage gestellt und müssen die größtmögliche Nachvollziehbarkeit haben. Daher kommt KI in diesem Bereich höchstens dafür in Frage, Randbedingungen für die eigentlichen Rechnungen zu ermitteln (z. B. verbesserte Rechengitter). Ob hier KI anderen Methoden überlegen ist, und wie groß der Effekt auf die Ergebnisse ist, ist noch offen.

Machine-Learning-Methoden werden bei der Bestimmung lokaler Folgen der globalen Klimamodelle eingesetzt. Dies geschieht z. B. bei der Bestimmung von lokalen Extremereignissen. Allerdings liegen hierfür inzwischen auch andere leistungsfähige Methoden vor, so dass Machine Learning hier keine Notwendigkeit darstellt [6]. Im Bereich der Beherrschung der sozialen Folgen wird inzwischen über verschiedene Einsatzmöglichkeiten von KI diskutiert. Wie diese ethisch zu bewerten sind, ist eine andere Frage. Dazu gehören: Berechnung von Katastrophenszenarien, wie bspw. Fluchtverhalten bei Hochwasserkatastrophen, Wirtschaftsmodellrechnungen für Wirtschaft bei Klimawandel, Fluchtroutenberechnungen oder Mustererkennung bei ökologischen Messungen. Abgesehen vom letzten Punkt scheinen die Entwicklungen von Machine-Learning-Prozessen in diesem Anwendungsgebiet noch nicht weit entwickelt zu sein. Zumindest wird die Anwendung von Rolnick et al. nur vorgeschlagen.



Bernhard Stoevesandt und Martin Dörenkämper

Dr. **Bernhard Stoevesandt** ist promovierter Physiker am Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme (IWES). Seine Abteilung für Aerodynamik, numerische Strömungsberechnungen und stochastische Dynamik beschäftigt sich im Schwerpunkt mit numerischen Methoden zur Beschreibung von nicht-linearen Systemen. Er engagiert sich u. a. bei *Scientists4Future*.

Dr. **Martin Dörenkämper** ist Meteorologe, hat zum Thema Energiemeteorologie promoviert und arbeitet jetzt als PostDoc im Bereich Windenergieforschung am Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme (IWES). Er engagiert sich u. a. bei *Scientists4Future*.

Der Bereich, in dem die Methoden tatsächlich zum Einsatz kommen, ist allerdings der zur Reduktion von CO₂-Emissionen – bei konkreten industriellen Prozessen. Hier werden KI-Methoden zur Vorhersage von Einspeisung erneuerbarer Energien genutzt, oder zur Optimierung von industriellen oder landwirtschaftlichen Prozessen um CO₂-Ausstoß zu mindern. Modelle zu Berechnungen zur Reduzierung von Transportaufkommen sind ebenfalls in Arbeit. Allerdings gilt für all diese Anwendungsgebiete: Es gibt auch immer alternative Ansätze zu Machine Learning, die meist direkt physikalisch basiert sind. KI ist nicht alternativlos. Daher lässt sich klar sagen: Im Bereich des Klimawandels wird KI die Welt nicht retten. Das müssen die Menschen schon selbst tun. Diese Methoden können ein Werkzeug sein, allerdings sind sie nicht ohne Alternativen.

Referenzen

[1] David Rolnick, Priya L. Donti, Lynn H. Kaack, Kelly Kochanski, Alexandre Lacoste, Kris Sankaran, Andrew Slavin Ross, Nikola Milojevic-Dupont, Natasha Jaques, Anna Waldman-Brown, Alexandra Luccioni, Tegan Maharaj, Evan D. Sherwin S., Karthik Mikkavilli, Konrad P. Körding, Carla Gomes, Andrew Y. Ng, Demis Hassabis, John C. Platt,

Felix Creutzig, Jennifer Chayes, Yoshua Bengio, „Tackling Climate Change with Machine Learning“, Pre-Print, Arxiv.org, 1906-05433v2.
 [2] Trenberth, K. E., 2009: An imperative for adapting to climate change: Tracking Earth's Global Energy. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1, 19-27. DOI 10.1016/j.cosust.2009.06.001
 [3] Blunden, J., D. S. Arndt, and G. Hartfield, Eds., 2018: State of the Climate in 2017. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 99 (8), Si–S332, doi:10.1175/2018BAMSStateoftheClimate.1.
 [4] IPCC, Climate Change 2013, The Physical Science Basis, Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; eds. Thomas F. Stocker et al., ISBN 978-1-107-05799-1, 2013
 [5] IPCC, GLOBAL WARMING OF 1.5°C, an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, IPCC 2018
 [6] Francesco Ragone, Jeroen Wouters, and Freddy Bouchet. “Computation of extreme heat waves in climate models using a large deviation algorithm.” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115.1 (2018): 24-29.



Arkadi Schelling

Arbeitsgruppe: Demokratie und Überwachungskapitalismus

Psychometric Profiling beschreibt eine Technologie, mit der das Onlineverhalten von vielen Millionen Menschen verfolgt wird, um ihre Psychologie zu klassifizieren und sie zu beeinflussen. Der berüchtigtste und best dokumentierte Fall bisher war die Wahlkampagne von Donald Trump durch Cambridge Analytica.

Dieser interaktive Workshop förderte das Verständnis der zugrunde liegenden Technologien und Theorien, wie Psychologie, Informationstechnik und Statistik, sowie der hinter Psychometric Profiling stehenden Gesellschaftsmechanismen und Interessengruppen. Für ein tiefgreifendes und praktisches Verständnis haben wir Selbstexperimente durchgeführt, politische Botschaften auf Zielgruppen zugeschnitten und eigene Vorhersagen psychologischer Eigenschaften aufgrund von Facebook-Likes erstellt. Dafür teilten sich die etwa 30 Teilnehmenden in verschiedene Arbeitsgruppen auf und brachten ihre Ergebnisse als Fragen in die gesamte Gruppe zurück. Für eine gemeinsame Diskussion blieb im ersten Teil des Workshops wenig Zeit. Der fakultative zweite Teil des Workshops lag parallel zum nächsten Vortrag und wurde noch von etwa zehn Personen besucht. Das ursprünglich geplante Angebot an die Teilnehmenden, sich Handlungsperspektiven anhand von verschiedenen Materialien in einem Medienparcours zu erarbeiten, wurde verworfen. Stattdessen bestand ein Wunsch nach ausgiebiger Diskussion

zu den vorher aufgeworfenen Fragen, die sich über eine gute Stunde erstreckte. Zentral waren dabei Fragen ob Psychometric Profiling wirklich effektiv genutzt wurde und wird, oder ob es sich nur um ein gutes Marketing handelt. Weiterhin wurden Wege angedacht, wie mit dieser neuen Technologie umgegangen werden kann.

Der Workshop fand in dieser Form zum ersten Mal statt und war eigentlich als Tagesworkshop konzipiert. Gemeinsam mit technischen Schwierigkeiten bei den Programmieraufgaben führte das zu einigen Ecken. Dennoch kam positives Feedback von vielen Teilnehmenden über das Facettenreichtum und die praxisorientierten Gruppen.

Referenzen

Material zu Arbeitsgruppe: https://github.com/arksch/psych_prof



Arkadi Schelling



Arkadi Schelling ist Mathematiker und Machine-Learning-Entwickler. Er war für die Entwicklung von Energiespar-Algorithmen und ortsbasierte Werbung angestellt und arbeitete danach an der Universität Bremen. Er ist seit Kurzem als Entwickler im Bereich Sensoranalyse und Energieeffizienz tätig. Seit seinem Ausflug in die Industrie setzt er sich kritisch mit privatwirtschaftlicher Überwachungstechnologie auseinander und interessiert sich in seiner Freizeit für politische Themen rund um Maschinelles Lernen.