



UNIVERSITÄT  
LEIPZIG

Hausarbeit zum Thema

## Has climate Change driven Urbanization in Africa?

Eine Untersuchung der Forschungsarbeit von Henderson,  
Storeygard und Deichmann (2017)

Vorgelegt von

Juliane Schubert  
Wingertgasse 27, 04249 Leipzig  
+4917630138558  
js61tugy@studserv.uni-leipzig.de  
Wirtschaftswissenschaften 180LP  
3708466

Marten Walk  
Dorotheenplatz 1, 04109 Leipzig  
+4915232069895  
marten.w@protonmail.com  
Volkswirtschaftslehre (Uni Halle)  
221203295

Modul:	Einführung in die Stadtökonomie
Abgabe:	17.07.2022
Prof.:	Prof. Melanie Krause, Ph.D.
Bereich:	Nachhaltige Immobilien- und Stadtentwicklung
Anschrift:	melanie.krause@uni-leipzig.de

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis . . . . .	ii
Tabellenverzeichnis . . . . .	iii
Abbildungsverzeichnis . . . . .	iv
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Stand und Bedeutung der Studie . . . . .	1
1.2 Literaturübersicht . . . . .	2
<b>2 Vorgehensweise</b>	<b>4</b>
2.1 Mathematisches Modell . . . . .	4
2.2 Klimawandel und Verstädterung . . . . .	4
2.3 Klimawandel und Einkommenswachstum . . . . .	7
<b>3 Diskussion</b>	<b>9</b>
3.1 Schlussfolgerungen . . . . .	9
3.2 Bewertung . . . . .	9
3.3 Forschungsansatz . . . . .	10
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>13</b>

## Abkürzungsverzeichnis

- ARC2: Africa Rainfall Climatology Version 2
- DMSP: Defence Meteorological Satellite Program
- OREA: Oxford Regional Economic Atlas
- BIP: Bruttoinlandsprodukt
- ASI: Annual Survey of Industries
- UDCDS: University of Delaware Climate Data Set

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen Feuchtigkeit und Stadtwachstum, entnommen aus Henderson et al. (2017, S.68)

	(1)	(2)	(3)
$\Delta$ moisture	-0.0761 (0.180)	-1.064*** (0.360)	-1.164*** (0.354)
$\Delta$ moisture $\times$ (9 – #modern industries)		0.116*** (0.0414)	
$\Delta$ moisture $\times$ (14 – #all industries)			0.0824*** (0.0263)
(9 – #modern industries)/1000		-0.51 (1.22)	
(14 – #all industries)/1000			0.131 (0.727)
Initial share urban/1000	-48.9*** (5.53)	-55.0*** (8.79)	-52.0*** (8.15)
ln(distance to coast)/1000	1.43 (1.89)	1.55 (1.87)	1.47 (1.89)

Notes: Each column is a separate regression with 717 observations for 359 districts. The dependent variable is growth in the urbanization rate. 9 and 14 are the maximum number of modern and total industries, respectively, in any district. Robust standard errors, clustered by district, are in parentheses. All specifications include country year fixed effects. \*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen Feuchtigkeit und Einkommen, entnommen aus Henderson et al. (2017, S.74)

	(1)	(2)	(3)	(4)
$\Delta$ ln(rain(t))	-0.0124 (0.0124)	-0.207*** (0.0691)	-0.170*** (0.0549)	-0.0798*** (0.0153)
$\Delta$ ln(rain(t)) $\times$ (10 – #modern industries)		0.0199*** (0.00720)		
$\Delta$ ln(rain(t)) $\times$ (14 – #all industries)			0.0116*** (0.00424)	
$\Delta$ ln(rain(t)) $\times$ 1(ag/GDPgt;30)				0.107*** (0.0223)

Notes: Each column is a separate regression with 1158 cities (18,528 obs). The dependent variable is  $\Delta$ ln(lights adjusted digital number). 10 and 14 are the maximum number of modern and total industries, respectively, in any city. Robust standard errors, clustered by district, are in parentheses. All specifications include year fixed effects \*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$

## Abbildungsverzeichnis

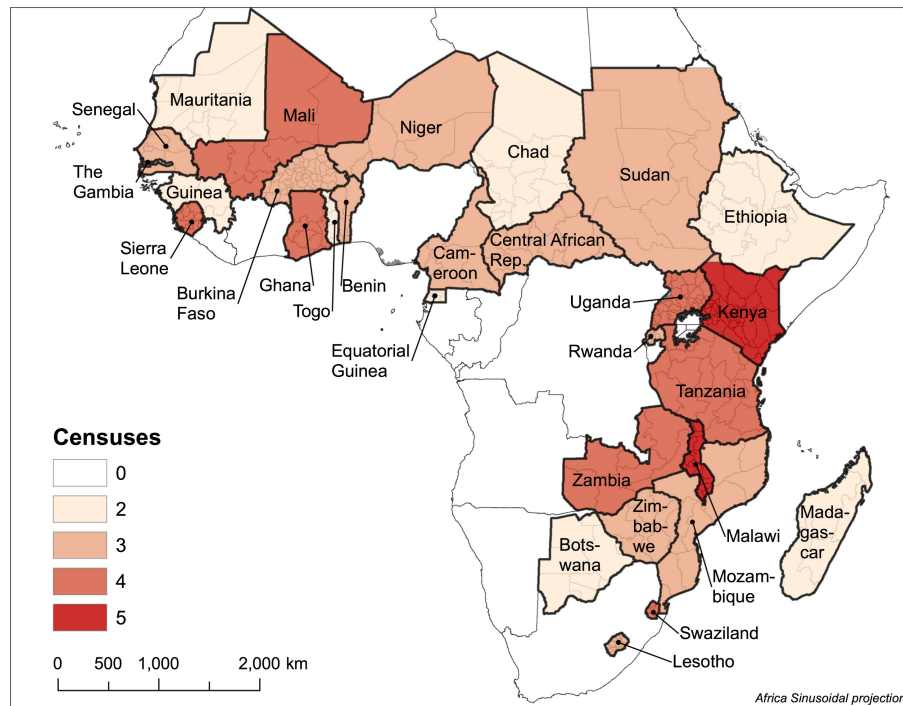


Abbildung 1: Zensusdistrikte des Datensatzes, entnommen aus Henderson et al. (2017, S.65)

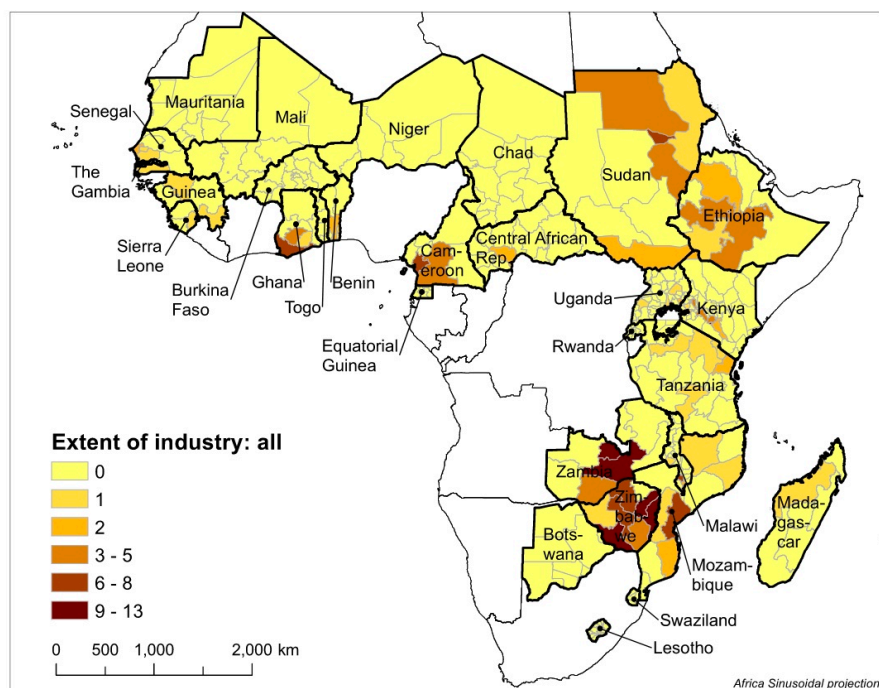


Abbildung 2: Standorte der Industrien, entnommen aus Henderson et al. (2017, S.67)

# 1 Einleitung

Afrika ist einer der Kontinente, die global gesehen vor den größten Herausforderungen im 21. Jahrhundert stehen. Bis 2050 wird die derzeitige Bevölkerung von 1.1 Milliarden Menschen auf das Doppelte anwachsen, wobei 80 % dieses Wachstums in Städten stattfinden wird. Diese zusätzlichen Stadtbewohner treffen jedoch auf geringe Beschäftigungsmöglichkeiten und wenig wirtschaftlichen Aufschwung, gepaart mit einer zunehmenden Bedrohung durch den Klimawandel. Die Implikationen, die sich daraus für politische, ökonomische und gesellschaftliche Handlungen ergeben, sind zahlreich, und ein großer Teil hängt von der Möglichkeit ab, die Urbanisierung in wohlstandssteigernde Bahnen zu lenken.

Mit diesen Themen beschäftigen sich Vernon Henderson, Adam Storeygard und Uwe Deichmann in ihrer wissenschaftlichen Arbeit mit dem Titel "Has climate change driven urbanization in Africa?". Der Artikel wurde 2017 im renommierten Journal of Development Economics veröffentlicht und untersucht die Zusammenhänge zwischen Urbanisierung und Klimawandel in Subsahara-Afrika (vgl. Henderson et al. (2017))

Die zentralen Fragen, die die Autoren in ihrem Artikel zu beantworten versuchen, sind

- Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf den Urbanisierungsprozess in Afrika?
- Welchen Einfluss hat der verstärkte Zustrom der Urbanisierung auf das Einkommen der afrikanischen Städte?

Diese Hausarbeit zielt auf eine kritische Analyse des Artikels und seinem Vorgehen. Im ersten Abschnitt wird auf den derzeitigen Stand der Forschung eingegangen und eine Literaturübersicht durchgeführt. Darauf folgt eine Vorstellung der Forschungsmethodik, der Daten und Techniken, bevor im dritten Abschnitt die Schlussfolgerungen der Arbeit vorgestellt und diskutiert werden. Anschließend wird noch ein eigener Forschungsansatz entwickelt.

## 1.1 Stand und Bedeutung der Studie

Die stadtökonomische Forschung unterscheidet in der Untersuchung der Faktoren, die die Urbanisierung antreiben, im Wesentlichen zwischen Pull-Faktoren wie bspw. wirtschaftliche Aussichten und Push-Faktoren wie beispielsweise politische Konflikte.

Die Arbeit mit den meisten Gemeinsamkeiten ist von Barrios et al. (2006), die ebenfalls den

Klimawandel als Push-Faktor untersuchen. Sie beleuchten diese Fragestellung anhand eines Paneldatensatzes von 36 Ländern aus Subsahara-Afrika und vergleichen ihre Ergebnisse mit Entwicklungsländern aus anderen Regionen. Ähnlich geht Brückner (2012) vor, der den Zusammenhang zwischen dem Anteil der Landwirtschaft am BIP und Niederschlag untersucht. Auch Henderson et al. (2013) untersuchten diese Frage bereits für die Weltbank.

Die Autoren des aktuellen Papers erweitern diese Forschung, indem sie zwei Probleme angehen, die die genannten Arbeiten nicht adressieren konnten. Einerseits die beträchtliche inländische Heterogenität durch die Konstruktion eines regionalen und subnationalen Datensatzes. Andererseits die auf Interpolation beruhenden Bevölkerungsdaten durch Nutzen der originalen Zensusdaten. Wir gehen auf diese Daten näher in Absatz 2.2 ein.

Ein weiteres Alleinstellungsmerkmal der Forschungsarbeit ist, dass die Autoren den Einfluss des Klimawandels auf Urbanisierung und Einkommensveränderungen ausdifferenzieren, nach dem Industrialisierungsgrad der Stadt. Dieser Ansatz wurde so in noch keinem Artikel verfolgt.

## 1.2 Literaturübersicht

Für einen generellen Überblick über die Folgen der globalen Erwärmung in Afrika untersuchen Nikulin et al. (2018) in ihrer Studie die Auswirkungen eines Temperaturanstiegs von 1.5 bis 2 Grad Celsius. Die Studie verwendet ein Ensemble von CORDEX-Afrika-Simulationen, um die Auswirkungen auf das Klima der afrikanischen Region zu veranschaulichen. Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass eine weitere Veränderung um 0.5 Grad zu einer erheblichen Veränderung der wichtigsten Aspekte des afrikanischen Klimas und seiner Extreme beitragen kann.

Haile et al. (2020) erläuterten in ihrer Studie die voraussichtlichen Auswirkungen des Klimawandels auf Dürren in Ostafrika. Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass die Dürre in Ostafrika bis zum Ende des 21. Jahrhunderts voraussichtlich um 16 %, 36 % und 54 % zunehmen wird, wobei die Zunahme der von schwerer Dürre betroffenen Gebiete größer sein wird als die der mäßig betroffenen Gebiete. Zusammenhängend mit Dürren untersuchen Dosio et al. (2019) in ihrer Studie die Zukunft der Niederschläge in Afrika und verglichen die Ergebnisse mit den Erkenntnissen, die die globalen Klimamodelle liefern. Sie finden Evidenz dafür, dass die bisherigen Modellierungen die Auswirkungen unterschätzen.

Andrews et al. (2018) führten in ihrer Studie eine Analyse der Überlebens- und Arbeitsfähigkeit der Bevölkerung unter extremer Hitze durch. Die Verwendung von projizierten und historischen Klimabedingungen wurden untersucht, und die Ergebnisse zeigen eine größere Variabilität zwischen den Klimamodellen für die Exposition in Bezug auf die Arbeitsfähigkeit und Überlebensfähigkeit.

Die derzeitige Literatur geht also von starken negativen Effekten des Klimawandels auf Afrika aus, sei es betreffend der Variabilität der Niederschläge, der zukünftigen Dürren oder den erhöhten Risiken aufgrund der Hitze.

Ein Bereich, der insbesondere vom Klimawandel betroffen sein wird, ist die Landwirtschaft. Sultan et al. (2019) analysierten in ihrer Studie die Verluste bei der Pflanzenproduktion aufgrund der globalen Erwärmung in Westafrika. Die Forscher verwendeten ein großes Ensemble von Simulationen auf der Grundlage historischer Klimaveränderungsmuster und stellten fest, dass sich die Effekte für Afrika extrem sind und zu Ernteverlusten von durchschnittlich 10-20 % führen könnten. Viel Forschung konzentriert sich aufgrund dessen auch auf die Anpassung mit Düngern, um die Produktivität der Landwirtschaft zu erhöhen.

Beispielsweise analysierte Holden (2018) in seiner Studie die Auswirkungen der nachhaltigen Intensivierung und ihre Beziehung zu Düngemitteln in Afrika südlich der Sahara. Die zukünftige Ernährungssicherheit ist durch das Bevölkerungswachstum und den Klimawandel bedroht. In diesem Fall ist eine nachhaltige Intensivierung erforderlich, um den Rückgang der Entwaldung zu stoppen. Jedoch wäre ein verstärkter Einsatz von Düngemitteln notwendig. Der derzeitige geringe Einsatz von Düngemitteln ist auf begrenzte Rentabilität, Armut und andere Risiken zurückzuführen.

## **2 Vorgehensweise**

Um die empirischen Untersuchungen zu unterstützen, konstruieren die Autoren ein mathematisches Modell, auf das im ersten Abschnitt kurz eingegangen wird. Anschließend analysieren wir die Vorgehensweise für beide Forschungsfragen aufgrund der unterschiedlichen Datensätze und Modelle in getrennten Abschnitten.

### **2.1 Mathematisches Modell**

Die Autoren modellieren die lokale Migration zwischen einem städtischen Sektor und einem ländlichen Sektor in einem Distrikt bei einer Feuchtigkeitsveränderung. Die Städte sind in ihrem Modell Marktstädte für die Umgebung und können potenziell eine zusätzliche Industrie haben, deren Produkte exportiert werden. Die Migrationsbewegungen gleichen durch Arbitrage die Löhne aus, wodurch Vollbeschäftigung im Distrikt herrscht.

Nach Auflösung des Modells unterscheiden sich die Effekte einer Verringerung der Feuchtigkeit abhängig von den Funktionen der Stadt in einem Distrikt. Wenn die Stadt eine exportierende Industrie hat, kann diese die zusätzlichen Arbeitskräfte aus dem schrumpfenden landwirtschaftlichen Sektor auffangen. Die Stadtbevölkerung vergrößert sich und das Gesamteinkommen der Stadt steigt aufgrund der Ausweitung des produzierenden Gewerbes.

Wenn die Stadt eines Distrikts jedoch nur eine Marktfunktion für den landwirtschaftlichen Sektor darstellt, führt eine Feuchtigkeitssenkung zu keinen Effekten auf die Stadtbevölkerung. Trotz einer Senkung der Einkommen im landwirtschaftlichen Sektor gibt es keine Migration in die Städte, da es dort keine Arbeitsmöglichkeiten gibt.

Diese Ergebnisse der mathematischen Modellierung untersuchen die Autoren in der empirischen Analyse, die wir im nächsten Teil erläutern, dabei unterscheidend zwischen dem Wachstum der Bevölkerung und dem Wachstum des Einkommens.

### **2.2 Klimawandel und Verstädterung**

Um die erste Forschungsfrage zu beantworten, ob der Klimawandel zu einem verstärkten Zuzug in die Städte führen, kombinieren die Forscher verschiedene Datensätze zu Bevölkerung, Niederschlägen und Industrie und konstruieren anschließend ein Regressionsmodell.



Die Autoren nutzen Bevölkerungsdaten der Nationen Subsahara-Afrikas aus den Ergebnissen von Zensuserhebungen im Zeitraum von 1960 bis 2010. Voraussetzung ist, dass die Länder in diesem Zeitraum mindestens zweimal einen Zensus in einem Abstand von weniger als 20 Jahren durchgeführt haben. Daraus entsteht ein Paneldatensatz mit 29 Ländern, Nigeria wurde nicht berücksichtigt aufgrund von Bedenken über die Qualität der Zensusdaten. Grundlage sind Publikationen des US. Census Bureau, der U.S. Library of Congress, die Bibliothek der LSE und die British Library. Daraufhin extrahieren sie daraus Daten über 369 subnationale Distrikte mit einer durchschnittlichen Fläche von 41 100 Quadratkilometern, die in Abbildung 1 dargestellt werden.

Zur Untersuchung der klimatischen Bedingungen nutzen die Autoren das *University of Delaware Climate Data Set* (UDCDS) von Willmott (2011) und konstruieren aus den Daten zu Niederschlag und potentieller Evapotranspiration ein Index für die Feuchtigkeit. Der Vorteil dieses Indizes ist, dass dieser ein besserer Indikator für landwirtschaftliches Potenzial ist, als es reine Niederschlagsdaten wären, die in anderen Forschungsarbeiten genutzt werden.

Das Ziel der Autoren, die Effekte auf Städte nach dem Industrialisierungsgrad auszudifferenzieren, wird durch die dürftige Datenlage zu Industriestandorten erschwert, insbesondere für den untersuchten Zeitraum ab 1960. Nach einem Hinweis von Alexander Moradi stoßen sie auf den *Oxford Regional Economic Atlas* (OREA) von Ady (1965), der 26 unterschiedliche produzierende Gewerbe nach Stadt und Typ kartographiert. Von diesen 26 Industrien kategorisieren die Autoren 16 der Industrien als nicht landwirtschaftliche Produkte verarbeitend und somit modern. Diese Unterscheidung wird in der Regressionsanalyse noch bedeutend. Die Standorte der Industrien in den Zensusdistrikten ist in Abbildung 2 dargestellt. Insgesamt haben 25% der Distrikte eine Industrie und 16% eine moderne.

Für die empirische Analyse schätzen die Autoren den Effekt des Wachstums der Feuchtigkeit auf das Stadtwachstum im Distrikt  $i$ , im Land  $j$ , im Jahr  $t$  mit dem Regressionsmodell in Gleichung 1.

$$u_{ijt} = \beta_0 w_{ijt} + \beta_1 X_{ij} + \beta_2 X_{ij} w_{ijt} + \alpha_{jt} + \varepsilon_{ijt} \quad (1)$$

Die Variablen sind im Folgenden definiert:

- $u_{ijt}$  ist das Wachstum des Anteils der Stadtbevölkerung an der Gesamtbevölkerung,
- $w_{ijt}$  die Feuchtigkeit über 3 Jahre gemittelt,

- $X_{ij}$  zeit-invariante Kontrollen,
- $a_{jt}$  sind Fixed Effects
- und  $e_{ijt}$  der Fehler Term

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt, wobei die erste Zeile von Interesse ist. Dort wird in der ersten Spalte der Einfluss auf alle Städte dargestellt. Wie sichtbar ist, gibt es einen generellen negativen Zusammenhang zwischen Wachstum der Feuchtigkeit und der Stadtbevölkerung. Aufgrund der Heterogenität der Distrikte ist dieser Effekt aber nicht statistisch signifikant, der Effekt ist also nicht generalisierbar.

In der zweiten Spalte wird der Einfluss auf Distrikte mit moderner Industrie untersucht und hier findet sich ein statistisch signifikanter negativer Zusammenhang. Sinkt also in einem Distrikt mit modernen Industrien die Feuchtigkeit, steigt die Stadtbevölkerung. Ähnliche Effekte auf Distrikte mit irgendeiner Art von Industrie werden in Spalte 3 dargestellt.

Die Autoren testen ihre Ergebnisse auf Robustheit gegenüber anderen Effekten, exemplarisch werden hier Konflikte und Entfernung zur Küste genannt. Burke et al. (2015) argumentiert, dass eine Verschlechterung der landwirtschaftlichen Situation aufgrund des Klimawandels politische Konflikte entstehen lassen könnte. Es besteht also die Möglichkeit, dass die Urbanisierung nur aufgrund der Schutzsuche in den Städten geschieht. Die Autoren finden nach einem Abgleich ihrer Daten mit der Social Conflict Analysis Database von Salehyan et al. (2012) keine signifikanten Zusammenhänge. Die Überprüfung des Zusammenhangs mit Hinblick auf die Entfernung zur Küste rührt daher, dass sie eine Korrelation mit der Feuchtigkeit hat. Doch nach dem Einfügen eines Interaktionsterms zwischen beiden Variablen kristallisieren sich keine signifikanten Effekte heraus.

Zusammenfassend kann man sagen, dass je mehr Industrien ein Distrikt hat, desto stärker wirkt eine Feuchtigkeitsveränderung auf das Wachstum der Stadtbevölkerung. Zusätzliche Arbeitskräfte aus der ländlichen Bevölkerung, die davor in der Landwirtschaft arbeiteten, ziehen also stärker in industrialisierte Städte. Bei dem historischen durchschnittlichen Sinken der Feuchtigkeit um 0.44 % pro Jahr würden die am stärksten industrialisierten Städte um 0.51% schneller wachsen als Städte in nicht industrialisierten Distrikten. Das mag erstmal vernachlässigbar klingen, über einen Zeitraum von Jahrzehnten kumuliert sich dieser Effekt jedoch und hat eine starke Auswirkung auf den Urbanisierungsgrad einer Stadt.

## 2.3 Klimawandel und Einkommenswachstum

In der zweiten Forschungsfrage untersuchen die Autoren, ob dieser Zuzug in Städte aufgrund des Klimawandels eine Auswirkung auf das Gesamteinkommen der Stadt hat. Dafür konstruieren sie einen neuen Datensatz von Lichtdaten aus dem *U.S. Defence Meteorological Satellite Program* (DSMP) als Indikator für Einkommen, ähnlich zu einer früheren Arbeit von Henderson et al. (2012). Diese Lichtdaten werden um temporäre Lichtquellen und Gasflammen bereinigt und ein Index für die Lichtintensität von 0 bis 63 für die Emission von 8:30 bis 10:00 morgens extrahiert. Kombiniert werden diese Daten mit Niederschlagsdaten der *Africa Rainfall Climatology Version 2* (ARC2) von Novella und Thiaw (2013).

Aufgrund der kürzeren Zeitspanne (1992 - 2008) für die Satellitendaten des DMSP zur Verfügung stehen, aber höheren Auflösung ändern die Autoren ihr Modell und untersuchen nun einen Paneldatensatz von 1158 Städten und ihrem jeweiligen Umkreis von 30 km (*outer envelope*), die mit den Niederschlagsdaten von ARC2 kombiniert werden. Auch hier werden die Städte wieder mit der Anzahl der (modernen) Industrien aus dem OREA in Verbindung gebracht.

Das Regressionsmodell für Stadt  $i$  im Jahr  $j$  ist in Gleichung 2 spezifiziert.

$$\ln(light_{it}) = \sum_{j=0}^k \beta_j \ln(rain_{i,t-j}) + \sum_{j=0}^k \gamma_j X_i \ln(rain_{i,t-j}) + \phi_i + \lambda_t + a_{it} + \epsilon_{it} \quad (2)$$

Die Variablen sind dabei definiert als:

- $\ln(light_{it})$  ist der logarithmierte Lichtindex,
- $\ln(rain_{i,t-j})$  der Niederschlag über 3 Jahre geglättet,
- $X_i$  zeitinvariante Kontrollen,
- $\phi_i$  und  $\lambda_t$  Fixed Effects der Stadt bzw. des Jahres
- $a_{it}$  ein stadtsspezifischer linearer Trend und
- $\epsilon_{it}$  der Fehlerterm

Die Ergebnisse der Regression sind in Tabelle 2 zu sehen, wobei auch hier wieder die erste Zeile von besonderem Interesse ist. In der ersten Spalte ist der Zusammenhang zwischen dem Niederschlag und den Lichtemissionen auf alle Städte angegeben. Ähnlich zu den Er-

gebnissen aus Tabelle 1 gibt es hier einen generell negativen Trend, der jedoch nicht statistisch signifikant ist.

Erst in der zweiten Spalte lässt sich ein negativer Zusammenhang in Städten mit einer höheren Anzahl an modernen Industrien erkennen, der auch statistisch signifikant ist. Eine Senkung der Niederschlagsmenge führt in diesen Städten zu höheren Lichtemissionen. Ähnlich verhält es sich in Städten, die irgendeine der 26 Industrien haben.

In der vierten Spalte nutzen die Autoren ein anderes Maß für die Industrialisierung, den Anteil der Landwirtschaft an dem nationalen Bruttoinlandsprodukt (BIP). Dieser bestätigt die Effekte von Spalte 2 und 3. Jedoch ist die Stärke des Zusammenhangs unterschiedlich, was darauf zurückzuführen ist, dass nicht der stadtspezifische Anteil untersucht wird, sondern nur der Anteil auf nationaler Ebene.

Auch für diese Untersuchung führen die Autoren Robustheitsprüfungen durch, einerseits gegen Überschwemmungen, da bei ihnen eine sprunghafte Erhöhung der Niederschlagsmenge und eine Reduktion des Einkommens stattfindet. Des Weiteren überprüfen sie die Effekte, die eine Versorgung mit Energie auf Wasserkraft hat, da diese zu preiswertem Strom bei größeren Wassermassen führen könnte. Für beide Einflüsse finden sie keine signifikanten Effekte, da beide meistens nicht nur auf individueller Stadtebene wirken, sondern auch auf die ländliche Region und die nationale Ebene.

Aus Spalte 3 der Tabelle 2 folgt, dass die Elastizität zwischen Niederschlag und Lichtemissionen für die am stärksten industrialisierten Städte  $-0.017$  beträgt. Nach Henderson et al. (2012), die für die Elastizität von Licht und Einkommen einen Faktor von  $0.3$  bestimmten, folgt daraus eine Elastizität zwischen Niederschlag und Stadteinkommen von  $-0.051$ . In verständlicheren Dimensionen ausgedrückt, führt eine Senkung der Niederschlagsmenge um eine Standardabweichung zu einer Steigerung der Lichtemissionen um  $11\%$  und ein Wachstum des Einkommens in den am stärksten industrialisierten Städten von  $3.5\%$ .

## **3 Diskussion**

### **3.1 Schlussfolgerungen**

Afrika, insbesondere Subsahara-Afrika, wird durch den Klimawandel stark beeinträchtigt werden, insbesondere die landwirtschaftliche Produktivität wird stark zurückgehen. Aufgrund dessen wird in den nächsten Jahren vermehrt eine Urbanisierung stattfinden, die bereits jetzt in vollem Gange ist.

Henderson, Storeygard und Deichmann finden in ihrer Forschungsarbeit jedoch differenzierte Effekte für die betroffenen Städte abhängig von ihrem Grad der Industrialisierung. Je mehr Industrien eine Stadt hat, die nicht abhängig sind von landwirtschaftlichen Erzeugnissen, desto stärker wird ihr Wachstum sein. Dieses Wachstum ist außerdem fördernd für das Gesamteinkommen der Stadt, da das produzierende Gewerbe die zusätzlichen Arbeitskräfte auffangen kann.

Die dafür benötigte strukturelle Transformation hat jedoch in den letzten Jahrzehnten kaum stattgefunden, heute ist nur Südafrika zu den industrialisierten Ländern zu zählen. Chancen dazu könnte jedoch das Anfang 2021 in Kraft getretene African Continental Free Trade Agreement (AfCFTA) bieten, das eine Freihandelszone zwischen fast allen afrikanischen Länder errichtet hat.

In dem Maße, in dem sich der Strukturwandel weiterhin als schwierig erweist, wird die Unterstützung für die Anpassung der Landwirtschaft noch wichtiger. Das kann sowohl über verstärkte Bewässerung als auch Düngung geschehen, deren Nutzung derzeit weit unter globalem Durchschnitt liegt und für eine Abfederung der Klimawandelfolgen dringend nötig ist.

### **3.2 Bewertung**

Henderson, Storeygard und Deichmann erweitern mit ihrer Arbeit den Forschungsstand zu den Effekten des Klimawandels auf afrikanische Städte definitiv. Eine Untersuchung wurde in dieser regionalen Tiefe und gleichzeitigen Breite von 29 Ländern in Subsahara-Afrika noch nicht vorgenommen.

Auch die Ausdifferenzierung der Effekte unter Zuhilfenahme der Industriestandortdaten des

OREA von Ady ([1965](#)) ist wegweisend und wurde danach auch von anderen Forschern übernommen, siehe dazu beispielsweise Flückiger und Ludwig ([2020](#)). Unserer Meinung nach haben die Autoren sich aber teilweise zu stark auf diese Daten verlassen, die einerseits schon älter sind und ebenfalls mit Unsicherheiten behaftet sind, auf die wenig eingegangen wurde. Zwar ist die Quellenlage zu afrikanischen Industriestandorten aus der historischen Epoche stark begrenzt, jedoch hätte zumindest für die zweite Forschungsfrage andere Indikatoren eine stärkere Rolle spielen können, da der Beobachtungszeitraum erst knapp 30 Jahre nach Veröffentlichung des OREA beginnt.

Des Weiteren fanden wir auch die Verbindung beider Forschungsfragen nicht einwandfrei gelungen, da in beiden mit unterschiedlichen Zeiträumen, regionale Strukturen und Definitionen einer Stadt gearbeitet wird. Hier hätte uns eine bessere Überleitung geholfen, beide Ergebnisse zusammenzuführen.

Nichtsdestotrotz sehen wir die Forschungsarbeit als richtungsweisend an und würden uns wünschen, dass in diesem Themengebiet aufgrund der Relevanz verstärkt geforscht wird.

### **3.3 Forschungsansatz**

Die Erweiterung der Forschung könnten wir uns beispielsweise in einer Untersuchung der Mechanismen in Indien vorstellen. Das Land ist in diesem Kontext von Interesse, da der indische Subkontinent eine der vom Klimawandel am stärksten betroffenen Regionen ist und dem für die Zukunft irreversible Folgen vorausgesagt werden.

Derzeit leidet Indien an der stärksten Hitzewelle seit 1910, die sich in Zukunft noch öfter wiederholen dürften. Bei einem 3-Grad Szenario werden etwa 50 % der Region von extremer Hitze in einem Sommer getroffen werden, und etwa 20 % von im Ausmaß bisher unbekannten Hitzewellen. Der Monsun wird zu variableren Zeiten kommen und es wird mehr Extremniederschlagsphänomene geben. Zusätzlich wird der Meeresspiegel um 30-50cm ansteigen und somit weite Küstenregionen überschwemmen. (vgl. [Analytics und Climate 2013](#), p. 107). Diese Einflüsse werden die landwirtschaftliche Produktivität verringern und bis 2050 zu jährlichen Einbußen von 0.2 % bei Reis und 1.3 % bei Weizen führen (vgl. [Analytics und Climate 2013](#), p. 132). Wir würden in unserer Arbeit dann den Mechanismus zwischen diesen Einbußen und der Urbanisierung untersuchen, den Henderson et al. aufgestellt haben.

Der entscheidende Unterschied zwischen Subsahara-Afrika und Indien ist das Ausmaß der

strukturellen Transformation. Das Land ist eines der am schnellsten wachsenden Volkswirtschaften der Welt, nach Angaben der World Bank Group (2022) sind 25.9 % des BIP dem industriellen Sektor zuzurechnen, ein unerreichter Wert für viele afrikanische Staaten. Hier wäre dann zu untersuchen, ob dieser produzierende Sektor einen Ausweg für die zusätzlichen Arbeitskräfte der Landwirtschaft bieten kann.

Die Datenlage für Bevölkerungsdaten ist in Indien aufgrund des vereinheitlichten Zensus wesentlich ausgeprägter als im afrikanischen Kontext. Der erste vollständige Zensus wurde 1888 unter britischer Kolonialherrschaft durchgeführt und wird seitdem im Zehnjahresrhythmus wiederholt (bis auf eine Verschiebung 2021 aufgrund der Corona-Pandemie). Diese Daten sind sehr kleinteilig und erlauben somit auch die Analyse auf lokalerer Ebene als es die Autoren in Afrika hätten verwirklichen können. Beispielhaft im Rahmen der Urbanisierung wurden diese bereits bei Bhagat (2011) verwendet, der Evidenz für eine stärker als bisher erwartete Verstädterung findet.

Ebenso verbessert sich bei unserem potenziellen Forschungsansatz die Datenlage zur Industrialisierung. Insbesondere nach der Unabhängigkeit von Großbritannien wurde von staatlicher Seite eine verstärkte Industrialisierung forciert, für die entsprechende Informationen benötigt wurden (vgl. Patnaik 1979, p. 5). Nutzbar für unsere Forschungsfrage wäre der Annual Survey of Industries (ASI), der seit 1959 jährlich vom Central Statistics Office durchgeführt wurde. In der ASI-Befragungsphase 2017-2018 wurden 237684 Fabriken landesweit mit mehr als 20 Angestellten erfasst, deren Daten inklusive Standortebene frei zugänglich sind (vgl. National Statistics Office 2018: 2–3), also eine unglaublich genaue Datenquelle für unsere Frage. Eingesetzt wird der ASI wird in der Forschung zu Industrialisierung bereits, beispielsweise bei Fernandes und Sharma (2012) zu Agglomerationstendenzen von Fabriken.

Für Niederschlag und Einkommen würden wir die Ansätze von Henderson et al. übernehmen, da sowohl das UDCDS als auch das DMSP weltweite Daten zur Verfügung stellen und somit auf Indien anwendbar sind. Ebenso würden wir die Forschungsfragen übernehmen, da wir weitere und verbesserte Evidenz der von den Autoren beschriebenen Mechanismen finden wollen:

1. Führen ungünstige Klimaveränderungen dazu, dass die Menschen aus den ländlichen Gebieten in die Städte ziehen?

## 2. Führt dieser Zuzug zu (Gesamt-)Einkommensteigerungen in Städten?

Methodisch würde sich unser Ansatz darin unterscheiden, dass wir nicht mehr den Umweg über die Konstruktion von Distrikten aufgrund mangelnder subregionaler Daten gehen, sondern direkt einzelne Städte und ihr Umland untersuchen würden, ähnlich des zweiten Teils der Forschungsarbeit. Dies würde uns erlauben, eine wesentlich spezifischere Antwort auf die erste Forschungsfrage zu finden.

Risiken unseres Ansatzes sind vermutlich die starke Variabilität der Niederschläge auf dem indischen Kontinent. Insbesondere der indische Monsun sorgt jährlich für immense Niederschläge, die extrem wichtig für die Landwirtschaft sind. Jedoch führen diese auch regelmäßig zu Überschwemmungen, sodass analog zur Forschungsarbeit von Henderson et al. eine Robustheitsüberprüfung durchgeführt werden sollte.

Weitere Fragestellungen, die sich aus dem Kontext der Forschung ergeben, sind bezüglich der Folgen für die städtischen Gebiete. Zu untersuchen wäre beispielsweise noch, wie sich Annehmlichkeiten ("amenities") infolge des starken Zuzugs verändern oder welche Auswirkungen die Industrialisierung auf die ökologischen Bedingungen haben.

Wir denken, dass wir mit unserem potenziellen Forschungsansatz die Arbeit von Henderson, Storeygard und Deichmann erweitern können und weitere Belege für die von ihnen beschriebenen Mechanismen finden können. Insbesondere für Indien ist diese Forschung auch relevant, da in den nächsten Jahren weitere verstärkte Urbanisierungstendenzen zu erwarten sind und die Industrialisierung potentiell einen Ausweg bieten kann.



## Literaturverzeichnis

- Ady, P. H. (1965): *Africa; Oxford regional economic atlas.: Prepared by P.H. Ady and the Cartographic Dept. of the Clarendon Press with the assistance of A.H. Hazlewood.*, Oxford: Clarendon Press.
- Analytics, Potsdam Institute for Climate Impact Research; Climate (2013): *Turn Down the Heat : Climate Extremes, Regional Impacts, and the Case for Resilience*, Washington, DC.
- Andrews, Oliver; Le Quéré, Corinne; Kjellstrom, Tord; et al. (2018): Implications for workability and survivability in populations exposed to extreme heat under climate change: a modelling study, in: *The Lancet Planetary Health*, Jg. 2, Nr. 12, S. e540–e547, doi: [10.1016/S2542-5196\(18\)30240-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30240-7).
- Barrios, Salvador; Bertinelli, Luisito; Strobl, Eric (2006): Climatic change and rural–urban migration: The case of sub-Saharan Africa, in: *Journal of Urban Economics*, Jg. 60, Nr. 3, S. 357–371, doi: [10.1016/j.jue.2006.04.005](https://doi.org/10.1016/j.jue.2006.04.005).
- Bhagat, R B (2011): *Emerging Pattern of Urbanisation in India*, in: *Economic and Political Weekly*, Jg. 46, Nr. 34, S. 10–12.
- Brückner, Markus (2012): Economic growth, size of the agricultural sector, and urbanization in Africa, in: *Journal of Urban Economics*, Jg. 71, Nr. 1, S. 26–36, doi: [10.1016/j.jue.2011.08.004](https://doi.org/10.1016/j.jue.2011.08.004).
- Burke, Marshall; Hsiang, Solomon M.; Miguel, Edward (2015): Climate and Conflict, in: *Annual Review of Economics*, Jg. 7, Nr. 1, S. 577–617, doi: [10.1146/annurev-economics-080614-115430](https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080614-115430).
- Dosio, Alessandro; Jones, Richard G.; Jack, Christopher; et al. (2019): What can we know about future precipitation in Africa? Robustness, significance and added value of projections from a large ensemble of regional climate models, in: *Climate Dynamics*, Jg. 53, Nr. 9, S. 5833–5858, doi: [10.1007/s00382-019-04900-3](https://doi.org/10.1007/s00382-019-04900-3).
- Fernandes, Ana M.; Sharma, Gunjan (2012): *Together We Stand? Agglomeration in Indian Manufacturing*, The World Bank (Policy Research Working Papers), doi: [10.1596/1813-9450-6062](https://doi.org/10.1596/1813-9450-6062).
- Flückiger, Matthias; Ludwig, Markus (2020): Malaria suitability, urbanization and subnational development in sub-Saharan Africa, in: *Journal of Urban Economics*, Jg. 120, S. 103279, doi: [10.1016/j.jue.2020.103279](https://doi.org/10.1016/j.jue.2020.103279).

- Haile, Gebremedhin Gebremeskel; Tang, QiuHong; Hosseini-Moghari, Seyed-Mohammad; et al. (2020): Projected Impacts of Climate Change on Drought Patterns Over East Africa, in: *Earth's Future*, Jg. 8, Nr. 7, S. e2020EF001502, doi: [10.1029/2020EF001502](https://doi.org/10.1029/2020EF001502).
- Henderson, J. Vernon; Storeygard, Adam; Deichmann, Uwe (2017): Has climate change driven urbanization in Africa?, in: *Journal of Development Economics*, Jg. 124, S. 60–82, doi: [10.1016/j.jdeveco.2016.09.001](https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2016.09.001).
- Henderson, J. Vernon; Storeygard, Adam; Roberts, Mark (2013): Is Urbanization in Sub-Saharan Africa Different?, in:
- Henderson, J. Vernon; Storeygard, Adam; Weil, David N. (2012): [Measuring Economic Growth from Outer Space](#), in: *The American Economic Review*, Jg. 102, Nr. 2, S. 994–1028.
- Holden, Stein T. (2018): Fertilizer and sustainable intensification in Sub-Saharan Africa, in: *Global Food Security*, Jg. 18, S. 20–26, doi: [10.1016/j.gfs.2018.07.001](https://doi.org/10.1016/j.gfs.2018.07.001).
- National Statistics Office (2018): [Annual Survey of Industries 2017-2018](#), in: *The Journal of Industrial Statistics*,.
- Nikulin, Grigory; Lennard, Chris; Dosio, Alessandro; et al. (2018): The effects of 1.5 and 2 degrees of global warming on Africa in the CORDEX ensemble, in: *Environmental Research Letters*, Jg. 13, Nr. 6, S. 065003, doi: [10.1088/1748-9326/aab1b1](https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab1b1).
- Novella, Nicholas S.; Thiaw, Wassila M. (2013): African Rainfall Climatology Version 2 for Famine Early Warning Systems, in: *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, Jg. 52, Nr. 3, S. 588–606, doi: [10.1175/JAMC-D-11-0238.1](https://doi.org/10.1175/JAMC-D-11-0238.1).
- Patnaik, Prabhat (1979): Industrial Development in India since Independence, in: *Social Scientist*, Jg. 7, Nr. 11, S. 3–19, doi: [10.2307/3516530](https://doi.org/10.2307/3516530).
- Salehyan, Idean; Hendrix, Cullen S.; Hamner, Jesse; et al. (2012): Social Conflict in Africa: A New Database, in: *International Interactions*, Jg. 38, Nr. 4, S. 503–511, doi: [10.1080/03050629.2012.697426](https://doi.org/10.1080/03050629.2012.697426).
- Sultan, Benjamin; Defrance, Dimitri; Iizumi, Toshichika (2019): Evidence of crop production losses in West Africa due to historical global warming in two crop models, in: *Scientific Reports*, Jg. 9, Nr. 1, S. 12834, doi: [10.1038/s41598-019-49167-0](https://doi.org/10.1038/s41598-019-49167-0).
- Willmott, C (2011): Willmott, Matsuura and Collaborators' Global Climate Resource Pages, in:
- World Bank Group (2022): [World Development Indicators](#),.