Mini Bewertung  
Band 4 Ausgabe 2 - März 2019  
Geburtsdatum: 10.19080/RAEJ.2019.04.555635Roboterautomatik Eng J  
Copyright © Alle Rechte liegen bei David Cheneler  
Probleme bei der Sicht, halbautonome Steuerung,   
Haptik und Manipulation in der Robotik für Nuklear   
Stilllegung  
SD Mönch und D Cheneler\*  
Ingenieurwesen, Universität Lancaster, Großbritannien  
Einreichung: 18.März 2019; Veröffentlicht: 26.März 2019  
\* Korrespondierender Autor: David Cheneler, Ingenieurwesen, Lancaster University, UK  
Roboterautomatik Engl. J 4(2): RAEJ.MS.ID.5555635 (2019) 0039  
Einführung  
Traditionell hat die Atomindustrie die Verwendung bevorzugt   
ferngesteuerter Steuerung innerhalb von Roboteranwendungen wie   
Stilllegung. Dies liegt an offensichtlichen Sicherheitsgründen, zusammen mit   
mit anderen weniger offensichtlichen Motivationen wie der Sicherung   
von Industriejobs und mangelndem Programmierwissen in der Branche.   
Probleme bei der Verwendung solcher Techniken waren jedoch   
offensichtlich in den letzten Jahren, meist verbunden mit   
ermüdung des Bedieners führt zu Fehlern. Ein typischer moderner Autonomer   
robotersystem wird eine Art stereoskopisches 3D-Sehen verwenden   
system (oft basierend auf LIDAR) zur Unterstützung der Erkennung. Dies ist jedoch   
informationen können schwer an einen menschlichen Teleoperator weiterzuleiten sein, nicht   
an solche Informationen gewöhnt. Ferner Tele-Betrieb eines modernen   
roboter ist eine wirklich komplexe und spezialisierte Fähigkeit, und es gibt einen Mangel   
von Menschen mit in der Atomindustrie (und in der Tat in der Industrie als   
ganz) mit diesen Fähigkeiten. Eine mögliche Lösung, um diese zu lindern   
probleme können bei der Verwendung einer halbautonomen Steuerung auftreten, bei der   
die künstliche Roboterintelligenz kann für Aufgaben auf niedriger Ebene verwendet werden   
während der menschliche Bediener die Entscheidungen auf höherer Ebene treffen würde.   
Anstatt dass der Bediener den Roboter direkt über zwei steuern muss   
joysticks würde der Bediener eher mit konfrontiert werden   
ein großer Touchscreen mit einer Liste von Aufgaben und hervorgehoben   
objekte, an denen der Roboter sie ausführen kann.  
Schlüsselwörter: Nuklear; Stilllegung; Robotik; Vision;   
Haptik; Teilautonome Steuerung; Manipulatoren  
Diskussion  
Vision ist offensichtlich für die gesamte Robotersteuerung und Forschung von entscheidender Bedeutung   
wird derzeit in so unterschiedlichen Bereichen wie Obsternte und   
Notfallreparaturen im Weltraum [1,2]. Es gibt viele moderne Visionen   
sensoren verfügbar mit Techniken wie Kameras, IR-Reichweite   
finder und LIDAR für erweiterte Sicht für den Bediener   
und autonome Kontrollsysteme auf niedriger Ebene [3]. Aufgrund von   
der Opfercharakter der Arbeit, die während der Kernkraft durchgeführt wird   
stilllegung Aufgrund der hohen Strahlenbelastung ist die Sicht   
die eingesetzten Systeme müssen recht billig sein. Das verwendete System innerhalb   
unsere bisherige Arbeit war die Massenproduktion von Microsoft Kinect   
sensor an einer festen Position montiert, unabhängig von der Bewegung   
robotermanipulatoren. Die Kinect ist eine kostengünstige und häufig   
gebrauchter RGB-D-Sensor, ursprünglich für Gaming-Anwendungen entwickelt   
aber seitdem weit verbreitet für die Erforschung der Robotik. Es koppelt a   
standard-RGB-Kamera mit Tiefensensor für strukturiertes Licht,   
ermöglicht die Verwendung und Kombination von Farb- und Tiefendaten.   
Ein Live-RGB-Videostream wird dem Benutzer auf der Grafik angezeigt   
benutzeroberfläche (GUI) beim Positionieren der mobilen Basiseinheit und   
stabilisieren. Obwohl viele Systeme, die MS Kinect verwenden, machen   
verwendung von 3D-Punktwolken, eine andere, weniger rechenintensive   
ansatz, wird von uns verwendet, wobei die Kantendetektion auf der erfassten   
RGB-Bild, um Objekte für die Benutzerauswahl zu trennen.   
Dies verringert offensichtlich die Genauigkeit der Objekterkennung und   
bedeutet, dass die zugehörigen Steueralgorithmen die Verwendung einiger erfordern   
wesentliche Annahmen über die Form. Allerdings ist die Prozessorlast   
wird deutlich reduziert und damit die Geschwindigkeit des Prozesses erhöht   
erhöht, was zu einer verringerten Latenz führt. Das Standard-2D-Bild   
wird dann mit den Tiefendaten kombiniert, um die Koordinaten zu lokalisieren   
aller Objekte im 3D-Raum. Diese Informationen werden dann alle zurückgeführt   
dem Bediener über ein Touchscreen-Display mit Optionen und   
objekte, an denen gearbeitet werden soll. Der Benutzer des Systems kann ändern   
empfindlichkeit des Algorithmus, der mehr oder weniger der Objekte zulässt   
in der Umgebung, die im Rahmen dieser Vision berücksichtigt werden soll   
System. Höhere Empfindlichkeitsstufen führen zu mehr Optionen, obwohl   
höhere Rechenleistung führt zu langsamerem Betrieb. A   
typische Anwendung für Robotik bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen ist die   
greifen und Schneiden von Rohrleitungen. Sobald der Betreiber gewählt hat   
ihr Objekt (z. B. Rohr) und Verfahren (z. B. Schneiden mit Säge), dort   
sind jetzt vier Schlüsselpositionen:  
A. Die Position direkt vor der Greifstelle  
B. Die Startposition des Schneidvorgangs  
C. Die Endposition des Schneidvorgangs  
D. Der endgültige Griffort

Wie man diesen Artikel zitiert: SD Mönch, D Cheneler. Probleme in der Vision, halbautonome Steuerung, Haptik und Manipulation in der Robotik für nukleare   
Stilllegung. Roboterautomatik Eng J. 2019; 4(2): 555635. Geburtsdatum: 10.19080/RAEJ.2019.04.5556350040  
Robotik- und Automatisierungstechnikjournal, sobald der Bediener den Greifort und das Schneiden ausgewählt hat   
standort, das Steuerungsprogramm kann die vier oben genannten berechnen   
positionen im 3D-Raum. Es gibt zahlreiche inverse Kinematik   
löser unterschiedlicher Komplexität verfügbar und jeder hat seine eigenen   
individuelle Stärken und Schwächen [4]. Ein pseudo inverses Jacobi   
transponieren inverser kinematischer Löser wurde hier gewählt, da er die bietet   
beste Lösung für dieses Problem in Bezug auf Geschwindigkeit und Genauigkeit [5].   
Dieser Löser wird dann verwendet, um die zugehörigen Zielgelenkwinkel zu finden   
verwenden Sie die 3D-Koordinaten der vier oben genannten Standorte. Gemeinsam   
berechnete Winkel stellen Sollwerte für die Regelung dar   
algorithmen, die die erforderliche Position der Aktuatoren bestimmen.   
Die Algorithmen hinter dem Vision-System, GUI und Inverse   
Kinematik-Löser wurden alle in MATLAB implementiert. Jedoch,   
die Schnittstelle zu den Roboteraktoren erfolgt über National Instruments   
LabVIEW, wobei diese Elemente lokal über TCP-IP verbunden sind   
auf dem gleichen PC. Die LabVIEW-Steuerungssoftware verwendet derzeit   
Proportionale Integralableitung (PID) -Steuerung für reibungslose Bewegung   
die Gelenke zu den Sollwerten, die vom MATLAB-Algorithmus bereitgestellt werden.   
Während des gesamten Vorgangs kann der Benutzer das Live-Farbvideo anzeigen   
und Manipulatorbewegungen jederzeit beenden. Diese Methode   
ist derzeit auf zwei sieben Freiheitsgraden implementiert   
hydraulisch gesteuerte Arme an einem BROKK 40 Industrial befestigt   
Roboter. Das Prinzip der Kontrolle könnte jedoch ganz einfach sein   
angepasst an einen mehrarmigen Roboter jeder Größe, solange Abmessungen   
waren vor der Implementierung bekannt. Die aktuelle Arbeit mit dem   
Hydrolek-Arme werden in [5-10] ausführlicher beschrieben.  
Während Entscheidungen auf hoher Ebene von einem Bediener getroffen werden können   
steuerung eines Roboters allein über visuelle Informationen, haptische und   
Werkzeugfeedback ist erforderlich, um sicherzustellen, dass lokale Operationen wie   
da das Fassen von Rohren und das Schneiden oder Bohren durchgeführt werden   
angemessen. Ein großer Nachteil der Robotermanipulation ist, dass   
die Hände des Bedieners sind nicht am Einsatzort. Das Fehlen von   
kinästhetische und taktile Informationen machen automatisierte Aufgaben mehr   
schwierig; Daher ist haptisches Feedback eine wichtige Informationsquelle   
[11]. Tatsächlich haben Studien gezeigt, dass haptisches Feedback zur Reduzierung beiträgt   
Aufgabenerledigungszeit und Fehlerraten [12]. Haptik beschreibt   
sowohl die kutane (taktile) als auch die kinästhetische (Kraft-) Information   
erhalten während der Erkundung oder Manipulation eines Objekts.   
Taktile Informationen können Druck und die lokale Form umfassen   
und Glätte eines Objekts, was eine wichtige Information ist   
für den Umgang mit Objekten und die kinästhetische Wahrnehmung umfasst   
unterscheidung von Propriozeption und Kraft. Standardtechniken   
verwenden Sie einfache Kraft- oder Drehmomentsensoren, die zwischen den   
letzte Roboterverbindung und die Roboterendeffektoren [12-13]. Diese limitierte   
informationen informieren den Bediener darüber, wann der Endeffektor   
kontakt hergestellt und ermöglicht eine direkte Rückmeldung, die als Sicherheit dient   
kontrolle verhindert übermäßige Belastung. Ähnliche Systeme wurden   
integriert in viele einfache ferngesteuerte Elektrowerkzeuge [14].  
 Diese einfachen Strategien sind zwar billig, aber nicht   
ausreichend für die Manipulation von Endeffektoren für die Bearbeitung,   
d.h. Bohren/Warmgewindebohren und Schneiden von komplexen Formen wie   
rohre [15]. In einem solchen Szenario muss ein Roboter zuerst referenzieren   
die Position des Verarbeitungsortes, nähern Sie sich der Vorposition, während Sie auf Kollisionen prüfen, bestätigen Sie die Orthogonalität und fein   
positionieren, Kontaktieren und Spannen mit Werkstück, durchführen   
der Vorgang, d. H. Bohren, wird dann freigegeben. Die Referenzierung kann sein   
erreicht durch die Nutzung der visuellen Daten und Encoder auf der   
gelenke des Roboters und wird Teil der übergeordneten Steuerung durch die   
Betreiber. Sicheres Annähern kann durch Nähe erreicht werden   
sensoren wie berührungslose induktive Sensoren oder Laser-/IR-Reichweite   
finder [15-17]. Die Auswahl hängt von der   
besondere Aufgabe. Es könnte sein, dass Oberflächenbeschaffenheit / Geometrievariationen   
schließt den Einsatz von laserbasierten Systemen, in diesem Fall Ultraschall, aus   
Entfernungsmesser können nützlich sein, eignen sich jedoch am besten zum Auffinden großer Wohnungen   
objekte [18-21]. Bei Kontakt kann taktile Abtastung eingesetzt werden   
als Mittel zur Erweiterung der anfänglichen Greif- und Manipulationsstrategien   
indem Inkonsistenzen in den Kontaktkräften während des Objekts behoben werden   
kontakt und Manipulation, in der Regel durch Überwachung eines Arrays   
konformer Drucksensoren, von denen viele Typen verfügbar sind   
[20].   
Ein Problem mit einem Robotersystem ist, dass je mehr Grade von   
freiheit, die ein System hat, je nachgiebiger es wird. Das macht   
es ist schwierig für sie, eine Schneid- oder Bohrkraft aufzubringen und eine zu gewährleisten   
erfolgreiche Operation. Dies wird zusammengesetzt, wenn das Objekt ist   
cut ist auch konform [21]. Es wird daher empfohlen, dass die   
taktile Erfassungsfähigkeit in ein Klemmmodul integriert werden   
die die Endeffektornase an der zu operierenden Struktur befestigt   
auf. Dies hilft, Vibrationen zwischen dem Werkzeug und dem Werkzeug zu vermeiden   
oberfläche sowie jede unerwünschte Beugung. Es gibt mehrere Systeme für   
überwachung des Werkzeugbetriebs, zum Beispiel piezoelektrische Sensoren in   
das Spannfutter des Schneidwerkzeugs oder 3-Achsen-Wägezellen, die informieren   
die auf das Werkzeug ausgeübte Belastung sowie ein seitliches Skaten der   
werkzeug [22,23]. Diese Sensoren könnten auch verwendet werden, um das Werkzeug sicherzustellen   
ist normal zur Oberfläche, wenn nötig über Antennen, die sind   
in Kontakt mit dem Werkzeug und der Oberfläche und Monitor von asymmetrischen   
laden [23]. Wenn ein ausreichendes Spannsystem verwendet wird, Vibration,   
asymmetrie und Skaten sollten vom Design negiert werden und so einfach   
Wägezellen könnten verwendet werden, um den Kontakt zwischen Werkzeug und Werkzeug sicherzustellen   
werkstück und um den Bediener zu informieren, wenn das Werkzeug gebrochen ist   
obwohl. Was diese Daten dem Betreiber nicht mitteilen können, ist, wie gut die   
werkzeug schneidet. Näherungssensoren, wie zuvor verwendet, könnten verwendet werden   
um den Schneid- und Bohrfortschritt zu überwachen, indem gemessen wird, wie weit   
das Werkzeug ist in das Werkstück eingefahren. Es wird jedoch nicht informieren   
der Bediener, wenn das Werkzeug aufgrund der Schwierigkeiten bei der Bearbeitung hat   
härte des Materials oder wegen Werkzeugverschleiß, über die Zeit hinaus   
genommen, um die Operation bisher durchzuführen.   
Eine Strategie zur Überwachung von Werkzeugverschleiß und -belastung und damit   
schneidleistung, indirekt durch Überwachung der benötigten Leistung   
zum Antrieb des Spindelmotors der Werkzeugmaschine oder lokaler Temperatur   
anstieg durch Schneiden [24,25]. Eine solche Technik könnte eingesetzt werden   
da es lediglich ein Leistungsüberwachungsgerät und einen Algorithmus erfordert   
das berücksichtigt die vom Leerlauf verbrauchte Leistung   
spindel und ihre Abhängigkeit vom thermischen Zustand der Maschine   
Werkzeug. Während dies nützliche Daten liefert, erfordert die Interpretation   
eine bedeutende Menge empirischer, historischer und ökologischer   
daten, d.h. Temperaturen und bisherige Schneidaufgaben. Viele Betreiber

0041  
Wie man diesen Artikel zitiert: SD Mönch, D Cheneler. Probleme in der Vision, halbautonome Steuerung, Haptik und Manipulation in der Robotik für nukleare   
Stilllegung. Roboterautomatik Eng J. 2019; 4(2): 555635. Geburtsdatum: 10.19080/RAEJ.2019.04.555635  
Für die Überwachung der Werkzeugleistung sind Kenntnisse im Robotik- und Automatisierungstechnik-Journal erforderlich, und es ist unwahrscheinlich   
dass die vollständige autonome Steuerung des Schneidvorgangs so sein wird   
erfolgreich wie bei Bedienereingaben.  
Schlussfolgerung  
Hier eine Reihe häufiger Probleme in Bezug auf die   
implementierung von teilautonomer Robotik im Vergleich zu   
ferngesteuerte Robotik, die derzeit häufig eingesetzt wird,   
für Stilllegungs- und verwandte Anwendungen im Nuklearbereich   
industrie beschrieben wurde. Diese Strategie hat eine Reihe von   
vorteile bei der Durchführung komplexer Aufgaben wie Greifen und   
schneiden von Rohren, wie im hier verwendeten Beispiel zu sehen, so viele   
lokale Entscheidungen können automatisiert werden, wodurch Bedienungsfehler reduziert werden   
unvollständige Informationen. Wie jedoch hier deutlich gemacht wurde,   
dies erfordert eine erhebliche technologische Entwicklung des Systems,   
da viele Sensoren integriert werden müssen, werden die gesammelten Daten,   
analysiert und vereinfacht, so dass der Bediener gerade genug hat   
informationen, um rechtzeitig fundierte Entscheidungen zu treffen.  
Verweis  
1. Silwal A, Davidson JR, Karkee M, Mo C, Zhang Q, et al. (2017) Entwurf,   
integration und Feldbewertung eines Roboter-Apfelerntemaschinen. Zeitschrift für   
Feldrobotik 34(6): 1140-1159.  
2. Britisches Netzwerk für Robotik und autonome Systeme (2016) Weltraumrobotik &   
Autonome Systeme: Erweiterung des Horizonts der Weltraumforschung.  
3. Shengyon C, Youfu Li, Kwok NM (2011) Aktives Sehen in Robotersystemen:   
Ein Überblick über die jüngsten Entwicklungen. Internationales Journal für Robotik   
Forschung 30 (11): 1343-1377.   
4. Serrezuela RR, Chavarro AFC, Cardozo MATTE , Toquica AL, Martinez   
LFO (2017) Kinematische Modellierung eines Roboterarm-Manipulators mit   
In: MATLAB. ARPN Zeitschrift für Ingenieurwissenschaften und Angewandte Wissenschaften 12 (7):   
2037-2045.  
5. West C, Montazeri A, Mönch SD, Duda D, Taylor CJ (2017) Ein neuer Ansatz   
verbesserung der Genauigkeit der Parameterschätzung in Robotermanipulatoren   
verwendung einer Technik zur Identifizierung von Ausgabefehlern mit mehreren Objektiven. Im Jahr 2017   
26. Internationales IEEE-Symposium für Roboter und Mensch interaktiv   
Kommunikation (RUMÄNIEN), Lissabon, Portugal, S. 1406-1411.  
6. Montazeri A, West C, Mönch SD, Taylor CJ (2017) Dynamische Modellierung   
und Parameterschätzung eines hydraulischen Robotermanipulators unter Verwendung eines   
genetischer Algorithmus mit mehreren Zielen. Internationales Journal für Kontrolle   
90(4): 661-683.  
7. Burrell T , Montazeri A, Mönch S, Taylor CJ (2016) Rückkopplungsregelung-  
Basierte Inverse Kinematik-Löser für eine nukleare Stilllegung   
Roboter. IFAC-PapersOnLine 49(21): 177-184.  
8. West C, Montazeri A, Mönch SD, Taylor CJ (2016) Ein genetischer Algorithmus   
ansatz zur Parameteroptimierung eines 7DOF-Robotermanipulators.   
IFAC-PapersOnLine 49(12): 1261-1266.  
9. West C, Burrell T , Montazeri A, Mönch SD, Taylor CJ (2015) Forschung   
und Lehre mit einer hydraulisch betätigten nuklearen Stilllegungsanlage   
Roboter. Internationale Konferenz für Systemtechnik, Großbritannien.10. Burrell T , Montazeri A, Mönch SD, Taylor CJ (2015) Überprüfung von autonomous   
navigation für Indoor-Flugroboter innerhalb einer nuklearen Stilllegung   
Kontext. Internationale Konferenz für Systemtechnik, Großbritannien.  
11. Gwilliam JC, Mahvash M, Vagwolgyi B, Vacharat A, Yuh DD, et al.   
(2009) Auswirkungen haptischer und grafischer Kraftrückmeldung auf teleoperierte   
Palpation. Im Jahr 2009 IEEE Internationale Konferenz für Robotik und   
Automatisierung, Kobe, Japan, S. 677-682.  
12. Williams LE, Loftin RB, Aldridge HA, Leiss EL, Blaumann WJ (2002)   
Kinästhetische und visuelle Kraftdarstellung für Telerobotik. In Verfahren   
2002 IEEE internationale Konferenz für Robotik und Automatisierung,   
Washington, D.C., USA, S. 1249-1254 .  
13. Kazanzides P , Zuhars J, Mittelstadt B, Taylor RH (1992) Kraftmessung   
und Steuerung für einen Operationsroboter. In Tagungsbänden 1992 IEEE International   
Konferenz über Robotik und Automatisierung, Nizza Frankreich, Frankreich, S. 612-  
617.   
14. Esen H, Yano K, Buss M (2004) Eine medizinische Ausbildung in virtueller Umgebung   
system zum Knochenbohren mit 3DOF-Kraftrückmeldung. Im Jahr 2004 IEEE/RSJ   
Internationale Konferenz über intelligente Roboter und Systeme, Sendai,   
Japan, S. 3631-3636.  
15. Frommknecht A, Kühnle J, Effenberger I, Pidan S (2017) Multisensorik   
messsystem für Roboterbohrungen. Robotik und Computer-  
Integrierte Fertigung 47: 4-10.  
16. Fericean S, Droxler R (2007) Neues berührungsloses induktives Analog   
näherungs- und induktive Linearwegsensoren für die Industrie   
Automatisierung. IEEE Sensors Journal 7(11): 1538-1545.  
17. Hsiao K, Nangeroni P , Huber M, Saxena A, Ng AY (2009) Reaktiv   
greifen mit optischen Näherungssensoren. Im Jahr 2009 IEEE International   
Konferenz über Robotik und Automatisierung, Kobe, Japan, S. 2098-2105.  
18. Zhang R, Yuan P , Gong M (2012) Intelligente oberflächennormale Anpassung   
system und Anwendung im Luftfahrtbohrroboter. 2012 Zweiter   
Internationale Konferenz für intelligentes Systemdesign und Engineering   
Anwendung, Hainan, China, S. 696-699.   
19. Liang J, Bi S (2010) Design und experimentelle Untersuchung eines Endeffektors für   
roboterbohren. Das Internationale Journal für fortgeschrittene Fertigung   
Technologie 50(1-4): 399-407.  
20. Tegin J, Wikander J (2005) Taktile Sensorik in intelligenten Robotern   
manipulation-eine Überprüfung. Industrieroboter: Eine internationale Zeitschrift   
32(1): 64-70.  
21. Eguti CCA, Trabasso LG (2014) Entwurf eines Roboter-Orbitalbohrers für   
montage von Flugzeugstrukturen. Mechatronik 24(5): 533-545.  
22. Schum LY, Sienkiewicz LJ, Gogniat T (1975) US-Patent Nr. 3.872.285.   
Washington,DC: US-Patent- und Markenamt, USA.  
23. Olsson T , Haage M, Kihlman H, Johansson R, Nilsson K, et al. (2010)   
Kostengünstiges Bohren mit Industrierobotern mit hoher Bandbreite   
rückkopplung erzwingen. Robotik und computerintegrierte Fertigung,   
26(1): 24-38.  
24. Cuppini D, D'errico G, Rutelli G (1990) Werkzeugverschleißüberwachung basierend auf   
messung der Schneidleistung. Verschleiß 139(2): 303-311.  
25. Cheneler D, Ward MCL (2018) Aktiver thermischer Sensor für verbesserte   
Verteilte Temperaturerfassung in haptischen Arrays. Zeitschrift für Sensoren,   
Artikelnummer 9631236.

Wie man diesen Artikel zitiert: SD Mönch, D Cheneler. Probleme in der Vision, halbautonome Steuerung, Haptik und Manipulation in der Robotik für nukleare   
Stilllegung. Roboterautomatik Eng J. 2019; 4(2): 555635. Geburtsdatum: 10.19080/RAEJ.2019.04.5556350042  
Robotik- und Automatisierungstechnik Journal Ihre nächste Einreichung bei Juniper Publishers   
 erreichen Sie die folgenden Vermögenswerte  
\* Qualitätsredaktionsservice  
\* Schnelle Begutachtung durch Kollegen  
\* Verfügbarkeit von Nachdrucken  
\* E-Druckservice  
\* Manuskript-Podcast zum bequemen Verständnis  
\* Globale Leistung für Ihre Forschung  
\* Zugänglichkeit von Manuskripten in verschiedenen Formaten   
 ( Pdf, E-pub, Volltext, Audio)   
\* Unaufhörlicher Kundenservice  
 Verfolgen Sie die unten stehende URL für die Ein-Schritt-Einreichung   
 https://juniperpublishers.com/online-submission.php  
Diese Arbeit ist unter Creative lizenziert  
Commons Namensnennung 4.0 Lizenz  
Geburtsdatum: 10.19080/RAEJ.2019.04.555635