

Ein „Bärendienst“ für die E-Mobilität?

1. Übertreibung der Treibhausgasemissionen aus der Batterieproduktion?

Im August d.J. erschien eine Studie der niederländischen Universität Eindhoven mit dem Titel „Comparing the lifetime green house gas emissions of electric cars with the emissions of cars using gasoline or diesel“. Autoren dieser von der Grünen-Fraktion im Deutschen Bundestag beauftragten Untersuchung waren *Auke Hoekstra*, Forscher und Senior-Berater Elektromobilität, und *Prof. Maarten Steinbuch*, Gründer des Masterstudiengangs Automobiltechnik (Hoekstra & Maarten, 2020). Je nach Vergleichsbasis werden darin beachtliche CO₂e-Vorteile bis zu 82% für das BEV gegenüber einem mit konventionellem Kraftstoff betriebenen Pkw berichtet. "Die Diskussion um die CO₂-Bilanz von E-Autos wird zu sehr in Lagern und zu wenig auf Basis wissenschaftlicher Daten geführt. Viele Studien, vor allem aus Deutschland treffen zu konservative Annahmen auf Basis veralteter Daten.", kritisiert Autor *A. Hoekstra* von der Eindhoven University of Technology (<https://www.spiegel.de/auto/elektroautos-tatsaechlicher-co2-ausstoss-niedriger-als-bisher-angenommen-a-01907849-ede6-4f24-8c3f-89475aadbe69>). Die niederländische Untersuchung erhob zudem den Anspruch, die 6 größten Fehler zu korrigieren, die in den bisher vorliegenden Studien gemacht wurden und das BEV grundlos benachteiligen.

„Bei Studien aus den letzten beiden Jahren habe ich mich oft gefragt, was die Autoren geritten hat, dass das Elektroauto so schlecht weggekommen ist“, kritisierte der Grünen-Verkehrsexperte und Fraktionsvize *O. Krischer*. Dabei verwies er unter anderem auf eine Ifo-Studie aus dem vergangenen Jahr, der zufolge Elektroautos während der Produktion und Laufzeit im schlimmsten Falle 28 Prozent mehr CO₂ ausstoßen als ein Dieselauto. "Da hatte man eher den Eindruck, dass da jemand auf der Mission ist, den Verbrenner zu retten.", (<https://www.tagesschau.de/wirtschaft/elektroautos-119.html>)



The image shows a screenshot of a news article from the website tagesschau.de. The article is titled "E-Auto-Bilanz besser als angenommen" and is categorized under "Wirtschaft". The article text indicates it is a study from the Netherlands. The screenshot also shows the website's navigation menu and a search bar.

tagesschau.de

Suche in tagesschau.de

Startseite Videos & Audios Inland Ausland Investigativ Wirtschaft Wahlen Wetter Ihre Meinung Mehr

Startseite Wirtschaft Studie aus den Niederlanden: E-Auto-Bilanz besser als angenommen

Studie aus den Niederlanden

E-Auto-Bilanz besser als angenommen

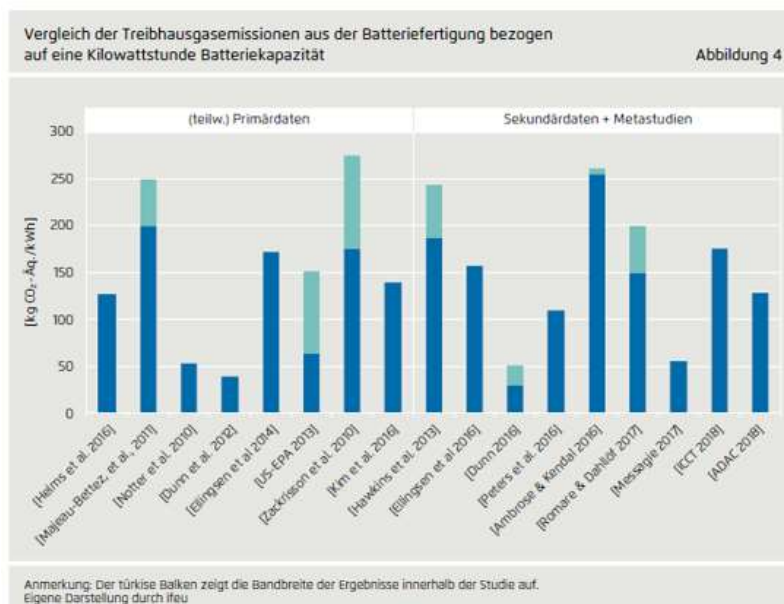
Stand: 31.08.2020 15:10 Uhr

AUS DEM ARCHIV

Bild 1: Wurden in der Vergangenheit „falsche Annahmen“ getroffen?

Vor einigen Jahren noch waren plausible Zahlenwerte für die bei der Batterieproduktion eines BEV emittierte CO₂-äquivalente Masse eher rar. Fragten mich Studierende nach entsprechenden Informationen, nannte ich hier den Wert „125 kg CO₂e/kWh“ – eine Zahl, die das Institut für Energie und Umwelttechnik IFEU in Heidelberg vor etwa 6 Jahren publiziert hatte, (Schwarzer, 2014).

Mittlerweile existiert eine Vielzahl von Studien und eine wohl noch größere Zahl von Werten. Eine aktuelle Meta-Studie der AGORA Verkehrswende (Meyer et al., 2019) vom Mai 2019, die gleichfalls vom IFEU Heidelberg durchgeführt wurde, berichtet beispielsweise Werte zwischen 39 bis 275 kg [sic!] Kohlendioxid-Äquivalent je kWh Batteriekapazität, wie Bild 2 illustriert. „In der Mehrzahl der Studien werden jedoch Angaben zwischen 100 und 200 kg/kWh gemacht“, erläutern die Autoren.



Für die Batteriebilanz wichtiger als die eingesetzte Zellchemie ist jedoch der **Energieeinsatz in der Zellfertigung**. Hierzu liegen nur wenige primäre Industriedaten vor, entsprechend groß sind die Unsicherheiten. Die Bandbreite der Klimawirkung der Batterieherstellung ist in den untersuchten Studien besonders groß: Sie reicht von 39 bis 275 kg CO₂-Äquivalenten pro Kilowattstunde (kWh). In der Mehrzahl der Studien werden allerdings Angaben zwischen 100 bis 200 kg CO₂-Äquivalenten pro kWh gemacht; das grenzt den typischen Bereich stärker ein (siehe Abbildung 4). In einem ersten Differenzierungsschritt lässt sich der Energieverbrauch nach Zellherstellung und Batteriemontage untergliedern. Die Zellherstellung ist deutlich energieintensiver als der letzte Prozessschritt der Batteriemontage³⁸ und erfolgt heute überwiegend in Ostasien durch die großen Zellhersteller wie LG

Bild 2: Vergleich der Treibhausgasemissionen aus der BEV Batterieherstellung nach verschiedenen Quellen (Meyer et al., 2019)

In dieser Untersuchung der AGORA sind u.a. auch die Resultate der im Jahr 2017 als „Schweden-Studie“ „berühmt“ gewordenen Analyse des schwedischen Umweltforschungsinstituts IVL enthalten (vierter Balken von links in Bild 2), (Romare & Dahlöf, 2017). „Widerlegt, überholt, falsch, veraltet“ waren noch die harmlosesten Adjektive, mit der die Medien, Politiker und diverse Internetforen die Arbeit der schwedischen Wissenschaftlerinnen „würdigten“. Dabei bewegten sich die dort gefunden spezifischen Zahlenwerte zwischen 150 und 200 kg/kwh durchaus in einem plausiblen Vergleichsfenster, wie man unschwer in Bild 2 erkennen kann. Für die vermeintliche Sensation sorgte indessen ein schwedischer Journalist namens *Johan Kristensson*, der nach Medienangaben aus dem ursprünglichen spezifischen Kennwert unter Annahme einer Batteriekapazität von 100 kWh [sic!] eine „vermeintliche Konstante“ von **17,5 t CO₂e für die Batterieproduktion eines BEV** prägte, (Vollmer, 2019). Und diese einprägsame und plakative Zahl „begeisterte“ anschließend unzählige Kritiker der E-Mobilität.

Auch die im letzten Jahr publizierte und heftig kritisierte „Ifo-Studie“ von *Buchal, Karl* und *Sinn* nimmt Bezug auf die oben genannten Erkenntnisse der Studie von *Romare* und *Dahlöf*:

„Für einen fairen Vergleich muss man deshalb in Rechnung stellen, dass bei der Lithium-Ionen-Batterie für Produktion und Recycling ein erheblicher CO₂e-Ausstoß hinzutritt. Wegen

der begrenzten Lebensdauer dieser Batterie ist dieser Posten zu den Verbrauchswerten hinzuzurechnen. In einer Metastudie, die eine Vielzahl von anderen wissenschaftlichen Arbeiten zusammenfasst, schätzen Romare und Dahllöf (2017), dass pro kWh Batteriekapazität zwischen **145 kg und 195 kg an CO₂-Äquivalenten** ausgestoßen werden. Für eine Tesla-Batterie von 75 kWh bedeutet das einen zusätzlichen CO₂-Ausstoß von 10875 kg bis 14625 kg CO₂. Bei einer Haltbarkeit der Batterie **von zehn Jahren** und einer Fahrstrecke von **15000 km pro Jahr** impliziert diese Angabe, **dass für die Produktion und das Recycling der Batterie pro Kilometer Fahrstrecke zwischen 73 Gramm und 98 Gramm an CO₂-Ausstoß anzusetzen sind.**“, (Buchal, Karl, & Sinn, 2019).

Was veranlasste nun *Hoekstra und Steinbuch* (2020) von der TU Eindhoven, für das gleiche Fahrzeug mit indentscher Batteriekapazität – Tesla 3 mit 75 kWh Batterie – lediglich **23 g CO₂e je km** anzusetzen? Also nur etwa ein Drittel bzw. gar nur ein Viertel der von *Buchal et al.* erst vor einem Jahr publizierten Resultate! Nun, dahinter verbirgt sich kein Geheimnis, zumal bei sämtlichen Berechnungen in diesen Studien lediglich Grundschul-Mathematik benötigt wird und das Endresultat primär vom Betrag der verwendeten Annahmen abhängig ist. Die niederländischen Wissenschaftler hatten zwar keine eigenen Messdaten, legten aber ihren Betrachtungen auf Basis aktueller Literaturredaten einen Mittelwert von **75 kg/kWh CO₂e für die Batterieherstellung** zugrunde und bezogen diesen Wert zudem auf eine **Laufstrecke von 250000 km**. Diese im Vergleich zu anderen Forschungsarbeiten hier relativ hoch angenommene Batterie- und Fahrzeuglebensdauer wird in der nächsten Fortsetzung meines Aufsatzes im Detail zur Diskussion gestellt.

Hersteller/Forschungsstelle/Hochschule	Fahrzeug	spez. CO ₂ -Emission [kg/kWh]	Literaturverzeichnis
Volkswagen, 2020	e-Golf	156	Volkswagen (2019)
Polestar/Volvo, 2020	Polestar 2	128	Polestar (2020)
Ford Motor Company, 2016	Ford Focus BEV	141	Kim et al. (2016)
Tesla, 2019	Tesla Model 3	71	Tesla (2019)
IVL Schweden, 2017, "Schwedenstudie"		150-200	Romare & Dahllöf (2017)
IVL Schweden, 2019		61-106	Emilsson & Dahllöf (2019)
TU Eindhoven, 2020		75	Hoekstra & Steinbuch (2020)
AGORA Energiewende, 2019		40-270	Meyer et al. (2019)
Doppelbauer, KIT, 2019		95	Doppelbauer (2019)

Bild 3: Vergleich der Treibhausgasemissionen aus der BEV Batteriefertigung nach verschiedenen Quellen (eigene Darstellung, Daten-Basis siehe Literaturverzeichnis)

Im November 2019 erschien ein Update des schwedischen IVL-Reports von 2017. Darin hatten sich die Werte der ursprünglichen „Schweden-Studie“ innerhalb von 2 Jahren nahezu halbiert. „Auf Basis neuester und transparenter Daten“ wurde diesmal eine spezifische CO₂-Emission zwischen **61 und 106 kg CO₂-Äquivalent je kg Batteriekapazität** geschätzt, (Emilsson & Dahllöf, 2019). „One important reason is that this report includes battery manufacturing with close-to 100 percent fossil free electricity in the range, **which is not common yet, but likely will be in the future.**“, begründeten *Emilsson* und *Dahllöf* ihre aktuellen Resultate. In einer Pressemitteilung des IVL vom 4. Dezember 2019 hieß es folglich auch: „We have also taken into account **the possibility of using electricity that is virtually fossil-free in several of the production stages**, says *Erik Emilsson*, researcher at IVL.“, IVL (2019).

Mit dem genannten Update des schwedischen IVL, einigen weiteren Schätzungen neueren Datums aus China und den USA, sowie den aus Vorjahresdaten extrapolierten Emissionsangaben der Tesla Giga-Factory begründen *Hoekstra* und *Steinbuch* den ihrer eigenen Analyse zugrunde gelegten Wert von **75 kg CO₂e je kWh** Batteriekapazität für das Jahr 2020, (Hoekstra & Steinbuch, 2020).

Betrachtet man hingegen die **aktuellen Istwerte verschiedener Fahrzeughersteller** in Abbildung 3, dürfte in 2020 lediglich allein Tesla diesen Wert erreicht haben. Die spezifische CO₂e-Emission für die Batterie des VW e-Golf bspw. beträgt real nach VW-Angaben (VW, 2019) gar **das Doppelte des von Hoekstra und Steinbuch publizierten Wertes!** Welche Verbesserungen für die Zukunft erwartet werden, geht beispielsweise aus einer lesenswerten Übersicht des Wissenschaftlichen Dienstes des Deutschen Bundestages vom Januar 2020 hervor, (Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag, 2020). Volkswagen bspw. kündigte für die Batterieproduktion des neuen ID eine Verringerung der Batterie-Emissionen um gut 30% an (VW, 2019). Aber auch dieser Wert läge dann mit etwa **100 kg/kWh** noch deutlich über den prognostizierten Daten der TU Eindhoven.

Gleiches gilt auch für den gerade am Markt beworbenen **Polestar 2, das BEV-Pendant zum VOLVO XC40**. Dieses Fahrzeug weist nach Werksangaben eine absolute CO₂e-Mehremission von 10 Tonnen gegenüber dem Referenzfahrzeug auf. Bei der angegebenen Batteriekapazität von 78 kWh ergibt dies die in Bild 3 angegebene spezifische Emission von **128 kg/kWh**, (Polestar,2020).

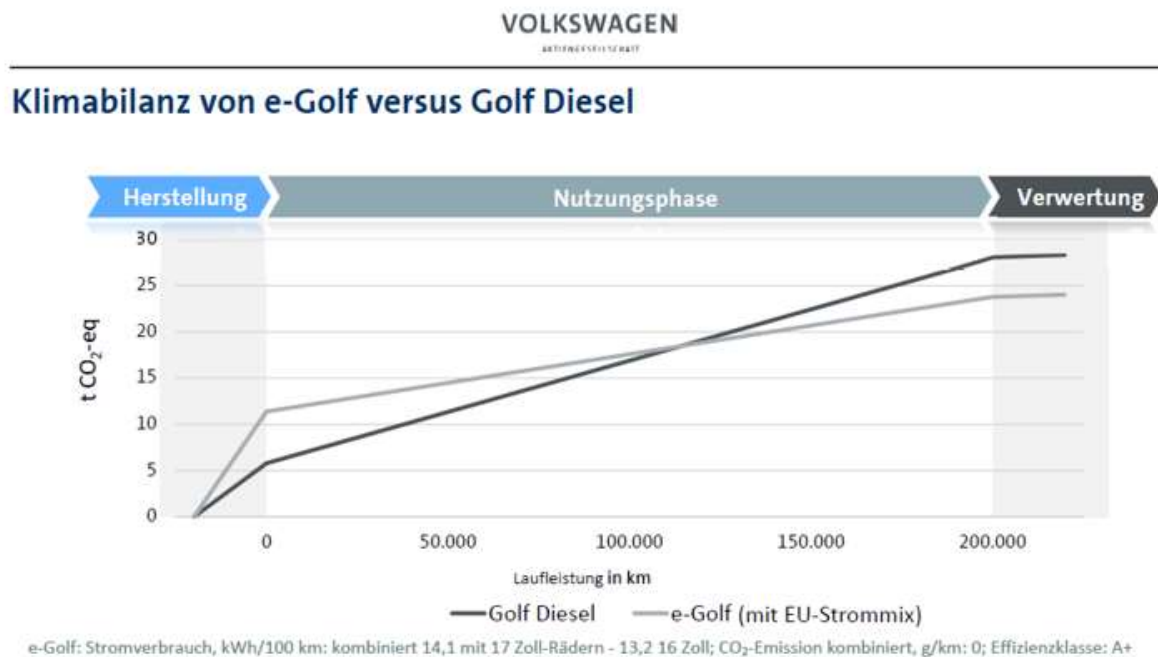


Bild 4: Die CO₂-Startlast („CO₂-Rucksack“) beträgt entgegen der Darstellung von Hoekstra aktuell bei einem e-Golf durch die Batterieproduktion etwa das Doppelte im Vergleich zum Diesel-Golf. Erst bei gänzlich CO₂-neutraler Strombereitstellung wird eine CO₂-Reduktion von heute etwa 150 kg/kWh Batteriekapazität auf ca. 75 kg/kWh erwartet, (Volkswagen, 2019).

Für das dritte Elektro-Vergleichsfahrzeug in der Studie der TU Eindhoven, einen Porsche Tycan S, konnten seitens des Herstellers keine spezifischen Batterieemissionen ausfindig gemacht werden. Insofern können nur die Angaben zur Batteriekapazität von 94,3 kWh und zum Hersteller der Zellen – der südkoreanische Zulieferer LG Chem – als Anhalt dienen. LG Chem

hat letztmalig in 2018 seine Emissionen mit 130 kg/kWh beziffert, (Hajek, 2019). Daraus würde für die Porsche Batterie eine absolute Zahl von 12,3 t resultieren. Mit den Annahmen der Studienautoren *Hoekstra* und *Steinbuch* sollten es nur 7 t sein. Ob die Koreaner den früheren Wert wirklich halbieren konnten, ist technisch nicht unmöglich, aber zumindest fragwürdig.

Merkwürdig ist, dass die niederländische Studie publizierte, reale Daten der Industrie mit keinem Wort erwähnt. Stattdessen wird durch sehr „futuristische Annahmen“ der Breakeven zwischen Elektrofahrzeug und Verbrenner zumindest beim e-Golf völlig verzerrt, siehe auch Bild 4. Das gilt aber gleichfalls bspw. auch für die „Ifo-Studie“ von *Buchal et al.*, die für den Tesla 3 mindestens 145 kg CO₂/kWh für die Batterieproduktion angenommen hatten, obwohl zum Zeitpunkt des Entstehens dieser Studie deutlich niedrigere Realdaten von Tesla zur Verfügung standen.

Insgesamt dürfte auch die aktuelle Untersuchung von *Hoekstra* und *Steinbuch* der E-Mobilität eher einen „Bärendienst“ erwiesen haben. Das gilt bedauerlicherweise auch für die Drittmittelforschung der Hochschulen. Der Verbraucher sieht sich in seiner Lebensweisheit „Zeige mir zuerst den Auftraggeber einer Studie und ich sage dir das Ergebnis“ wieder einmal voll bestätigt.

In meinem nächsten Aufsatz, der in Kürze erscheint, geht es um den „**Fehler 2**“, der nach Ansicht der beiden niederländischen Studienautoren in allen anderen Studien begangen wird: „**Die Unterschätzung der Batterielaufzeit**“.

(wird fortgesetzt)

Literaturverzeichnis

Buchal, C., Karl, H.-D., Sinn, H.-W. (2019). Kohlemotoren, Windmotoren und Dieselmotoren: Was zeigt die CO₂-Bilanz? ifo Schnelldienst, 8/2019. 72. Jahrgang, 25. April 2019.

Abgerufen von <https://www.ifo.de/DocDL/sd-2019-08-sinn-karl-buchal-motoren-2019-04-25.pdf>

Doppelbauer, M. (2019). Strategiepapier elektrische Pkws – aktueller Stand und zukünftige Entwicklung (V1.5). Abgerufen am 8. Oktober 2020, von

<https://www.eti.kit.edu/img/content/Strategiepapier%20Elektroautos%20Stand%202019-10%20V1.5.pdf>

Juhrich, K. (2020). Spezifische Emissionsfaktoren für den deutschen Strommix. Abgerufen am 03. Oktober 2020, von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen/spezifische-emissionsfaktoren-fuer-den-deutschen>

Emilson J., & Dahllöf, L. (2019). Lithium-Ion Vehicle Battery Production, Status 2019 on Energy Use, CO₂ Emissions, Abgerufen am 04. Oktober 2020, von

<https://www.ivl.se/download/18.14d7b12e16e3c5c36271070/1574923989017/C444.pdf>

Hajek, S. (2019). Nachgerechnet: Wann Elektroautos sauberer sind als Verbrenner. In Wirtschaftswoche, 12. November 2019. Abgerufen von

https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/vor_ort/bv/bv-berlin-brandenburg/dateien_dokumente/191118_Nachgerechnet-eMo_WiWo_ohne-Anzeigen.pdf

Hoekstra, A., & Steinbuch, M. (2020). Comparing the lifetime green house gas emissions of electric cars with the emissions of cars using gasoline or diesel. Eindhoven University of Technology. Abgerufen am 04. Oktober 2020, von https://www.gruenebundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/mobilitaet/pdf/200831-Studie_EAuto_versus_Verbrenner_CO2.pdf

IVL (2019). New report on climate impact of electric car batteries. Abgerufen am 6. Oktober 2020, von <https://www.ivl.se/english/startpage/top-menu/pressroom/press-releases/press-releases---arkiv/2019-12-04-new-report-on-climate-impact-of-electric-car-batteries.html>

Kim, H.C., Wallington, T.J.; Arsenault R.; Bae, C.; Ahn, S.; Lee, J. (2016). Cradle-to-Gate Emissions from a Commercial Electric Vehicle Li-Ion Battery: A Comparative Analysis. Environmental Science & Technology. Abgerufen am 7. Oktober 2020, von DOI: 10.1021/acs.est.6b00830,

Meyer, K., Biemann, K., Lambrecht, U., Jöhrens, J., Helms H., Kämper, C. (2019). Klimabilanz von Elektroautos. Einflussfaktoren und Verbesserungspotenzial. AGORA Verkehrswende. Abgerufen am 05. Oktober 2020, von https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2018/Klimabilanz_von_Elektroautos/Agora-Verkehrswende_22_Klimabilanz-von-Elektroautos_WEB.pdf

Polestar (2020). <https://www.polestar.com/de/electric-sustainability/transparency/>

Romare, M. & Dahllöf, E. (2019). The Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions from Lithium-Ion Batteries. IVL Swedish Environmental Research Institute. Abgerufen am 06. Oktober 2020, von <https://www.ivl.se/download/18.5922281715bdaebede9559/1496046218976/C243+The+life+cycle+energy+consumption+and+CO2+emissions+from+lithium+ion+batteries+.pdf>

Schwarzer, C. (2014). So sauber ist das Elektroauto. In Zeit Online, 16. Januar 2014. Abgerufen von <https://www.zeit.de/mobilitaet/2014-01/elektroauto-energiebilanz/komplettansicht>

Tesla (2019). Impact Report 2019. Abgerufen am 8. Oktober 2020, von https://www.tesla.com/ns_videos/2019-tesla-impact-report.pdf

Vollmer, P., (2019). Elektroauto-Akkus: So entstand der Mythos von 17 Tonnen CO2. Abgerufen am 07. Oktober 2020, von <https://edison.media/erklaren/elektroauto-akkus-so-entstand-der-mythos-von-17-tonnen-co2/23828936.html>

Volkswagen (2019). Klimabilanz von E-Fahrzeugen & Life Cycle Engineering. https://uploads.volkswagen-newsroom.com/system/production/uploaded_files/14448/file/da01b16ac9b580a3c8bc190ea2af27db4e0d4546/Klimabilanz_von_E-Fahrzeugen_Life_Cycle_Engineering.pdf?1556110703

Wissenschaftliche Dienste Deutscher Bundestag (2020). Batterieproduktion in China- Einzelaspekte der Ökobilanzierung. <https://www.bundestag.de/resource/blob/710958/88d53d0482edb1731594729850ee49e7/W D-8-165-19-pdf-data.pdf>