

Voice First?

Eine Analyse des Potentials von intelligenten Sprachassistenten am Beispiel *Amazon Alexa*. Von *Jonas Bedford-Strohm*

Abstract Mit dem Markteintritt von digitalen Sprachassistenten wie Amazon Alexa und Google Home kommt der Sprache eine neue Bedeutung in der alltäglichen Interaktion von Mensch und Maschine zu. Das Paradigma des Zero-User-Interface ist dabei leitend: Nutzer_innen brauchen keine Nutzerschnittstelle wie einen Touchscreen zu bedienen. Das verändert Medien- und Kommunikationspraxis, aber auch Geschäfts- und Distributionsmodelle von Tech-Unternehmen und Medienhäusern. Am Beispiel von Amazon Alexa analysiert der Artikel die Funktionsweise und Profiteure der neuen Sprachassistenten, diskutiert ihren Einfluss auf die alltägliche Lebenspraxis und zeigt die Unzulänglichkeit der Verwendung des Begriffs der Künstlichen Intelligenz für die Sprachdienste der digitalen Assistenten auf.

Deutsche verbringen mehr als sechs Stunden pro Tag am Bildschirm (vgl. Meeker 2014) mit teils deutlichen Nebenwirkungen: So hat E-Mail-Lesen nach Feierabend negative Konsequenzen für die Gesundheit (vgl. Dettmers et al. 2016). Die mit Smartphones aufgewachsene Generation hat weniger Sex als die ihrer Eltern (vgl. Twenge et al. 2017). Das Blaulicht der Bildschirme schadet den Fotorezeptoren der Augen (vgl. Tosini et al. 2016). Smartphone-Nutzung während des Autofahrens lenkt ab und gefährdet die Verkehrssicherheit (vgl. Musicant et al. 2015). Weil die iGeneration zudem höhere Raten an Depression und Einsamkeit und weniger physischen Sozialkontakt hat, fragt die Psychologin Jean Twenge (2017) provokant: „Have Smartphones Destroyed a Generation?“

Jonas Bedford-Strohm, M.A., forscht am Lehrstuhl Medienethik der Hochschule für Philosophie München und leitet das Pilotprojekt zu Amazon Alexa im „Bayerischen Rundfunk“.

Das Paradigma des Zero-User-Interface-Designs

Die Designfirma Fjord entwickelte eine Designphilosophie, die übermäßige und ungesunde Bildschirmzeit reduzieren soll: Zero-User-Interface-Design. Danielle Lundquist beschreibt die Welt unter dem Zero-UI-Paradigma als eine Welt „where our movements, voice, glances, and even thoughts can all cause systems to respond to us through our environment“. Damit steht

Die Zero-UI-Designstrategie verlangt, dass eine Interaktion oder Kommunikation nicht offensichtlich durch ein Gerät vermittelt wird.

das Chiffre *Zero UI* für ein „screen-less, invisible user interface where natural gestures trigger interactions, as if the user was communicating to another person“. Indem „monolithic screen-based devices“ mit immersiver „ambient technology“ ersetzt werden, könnten

soziale Interaktionen wieder natürlicher werden und „not as obviously mediated by devices“. Die Hoffnung: „Our attention could again return to the people sitting across the dining table, instead of those half a continent away“ (Lundquist 2015).

Die Zero-UI-Designstrategie findet Widerhall in der Medienphilosophie von Sibylle Krämer, die eine Metaphysik der Medialität aus dem Botenbegriff entwickelt hat. Eine der Kerngedanken ihres Ansatzes ist, dass ein Medium dann seine Botenfunktion optimal erfüllt, wenn es hinter dem Überbrachten verschwindet. Das beste Medium, meint Krämer, ist das, welches sich selbst nicht zum Thema macht (vgl. Krämer 2008). Ähnlich verlangt die Zero-UI-Philosophie, dass eine Interaktion, Kommunikation oder Transmission *nicht offensichtlich* durch ein Gerät vermittelt wird. Das Gerät selbst soll in den Hintergrund rücken und nicht zum Inhalt werden. Je natürlicher die Benutzerschnittstelle, desto besser. Krämer und die Zero-UI-Philosophie stehen damit in direktem Kontrast zum berühmt gewordenen Motto Marshall McLuhans: „The Medium is the Message“ (McLuhan 1964).

Unter den Entwicklungen, die eine Zero-UI-Strategie zumindest näherungsweise umsetzen, sind sogenannte Voice-First-Geräte, die einen mehr oder minder intelligenten digitalen Assistenten über Hardware wie Smart-Home-Geräte, Küchengeräte und Automobile verfügbarmachen und ansprechbar machen. Möglich wird das durch die internetbasierte Konnektivität von physischen Alltagsgegenständen – zusammengefasst in dem Schlagwort *Internet of Things*. Betrieben werden die intelligenten Assistenten Alexa (Amazon), Google Assistant (Google), Cortana (Microsoft), Siri (Apple) und Bixby (Samsung) durch einen

Trend, der gegenläufig zur Stärke von Bild und Text auf digitalen Bildschirmen verläuft: durch das Metamedium *Sprache*.

Die Entwicklung von intelligenten Sprachassistenten

Um nicht in Allgemeinplätze zu verfallen, ist ein konzentrierter Fokus auf ein konkretes Angebot in der Analyse sinnvoll. Da in Deutschland die Marktmacht klar bei Amazon Alexa liegt und Alexa unter den Sprachassistenten am längsten und mit den meisten Drittentwickler-Erweiterungen präsent ist, liegt der Fokus auf der Hand.

Was genau ist Alexa?

Amazons cloud-basierter Assistent Alexa fungiert gewissermaßen als „Gehirn“ der Gerätelinie Echo. In der einfachsten Version Amazon Echo Dot besteht das Gerät aus Mikrofonen, die den Sprachbefehl aus den Umgebungsgeräuschen herausfiltern sollen, einem kleinen Lautsprecher, der die Sprachausgaben des Assistenten ausgibt und so den Dialog möglich macht, sowie einem technischen Modul, das die Verbindung zum Internet und somit die Übertragung der Daten in die Cloud ermöglicht. Amazon Echo hat zusätzlich einen raumfüllenden Lautsprecher und Amazon Echo Show darüber hinaus einen Bildschirm, der ergänzend zur Tonspur bewegte und unbewegte Bilder zeigen kann.

Sobald die Mikrofone das *wake word* vernehmen — zum Beispiel die Ansprache „Alexa“ — beginnt eine Tonaufnahme, die als Audio-Datei in Amazons Cloud geschickt und in Text umgewandelt wird. Dieser Text wird interpretiert und mit einer bestimmten Fähigkeit (genannt *skill*) verknüpft. Basisfunktionen wie die Wetteransage beruhen auf Amazon-eigenen Entwicklungen. Skills sind allerdings auch offen für Drittentwickler. Medienhäuser, Unternehmen oder private Coder können eigene Skills in der Entwicklerkonsole programmieren und nach erfolgreicher Zertifizierung im sogenannten Skillstore veröffentlichen. Das Prinzip funktioniert wie bei den bekannten Appstores für Smartphone-Anwendungen.

Es mutet ironisch an, dass auch ein Voice-First-Gerät wie Alexa auf die Übersetzung der Audiodatei in Textform angewiesen ist, um den gesprochenen Befehl mit der programmierten Anwendung zu verknüpfen und den Befehl entsprechend auszuführen. Ohne Text sind intelligente Sprachassistenten nicht zu verwirklichen, da der verarbeitende Code als Schriftsatz pro-

grammiert ist. Etwas hoch gegriffen ist dabei der Begriff, den Amazon für die Interpretation des Sprachbefehls verwendet: „Natural Language Understanding“. Es handelt sich hier nicht um einen epistemologisch und hermeneutisch reflektierten Gebrauch des Verstehensbegriffs, sondern eine reduktionistische Definition des Verstehens. Es ist damit lediglich gemeint, dass die gesprochenen Wörter unkritisch in Text übersetzt und dieser mit dem hinterlegten Programmiercode desjenigen Skills verknüpft wird, den das System für am passendsten hält. Je mehr Nutzungsdaten vorliegen, desto feiner lässt sich dieser Abgleich abstimmen. Zwar liegt die Trefferquote mittlerweile bei den meisten Sprachassistenten bei über 90 Prozent, von einem kritischen Verständnis kann aber trotzdem keine Rede sein.

Wer profitiert von Alexa?

Alexas Profiteure sind vielfältig. Zunächst sind die Nutzer zu nennen, die für viele alltägliche Aufgaben nicht mehr auf Bildschirme und die eigenen Hände angewiesen sind. Zwar liegen noch keine Langzeitstudien vor, einige Vorteile sind jedoch identifizierbar. So sind Voice-First-Geräte durch die Reduktion der Zeit vor dem Bildschirm ein Gesundheitsfaktor. Die Möglichkeit der Sprachsteuerung in Fahrzeugen reduziert die Ablenkung beim Fahren und damit die Zahl der Verkehrsunfälle. Für ältere Menschen, die Schwierigkeiten mit der Steuerung filigraner Touchscreens haben, können sprachgesteuerte Prozesse die Hürden zur digitalen Partizipation senken. Und durch gezielte Skill-Programmierung können einfache Dienste, die sonst das Tippen auf einem Smartphone nötig machten, schneller, bequemer und gezielter zur Verfügung gestellt werden. Entsprechend zählen zu den meistgenutzten Skills Timer und Abfallkalender.

Ein optimaler Komfort zahlt sich für Amazon doppelt aus. Zum einen ist die Echo-Gerätefamilie schon jetzt unter den meistverkauften Produkten aller Zeiten auf Amazons Shopping-Seiten. Und zum anderen sinkt die Hürde für die Bestellung von Produkten bei Amazon. Nutzer, die Amazon Prime abonniert haben, geben mehr Geld bei Amazon aus als diejenigen ohne Abo. Und Nutzer, die ein Echo-Gerät im Haushalt haben, geben wiederum mehr Geld aus.

Amazon treibt also ein doppeltes Interesse: Zum einen ist das Ziel eine Marktmacht durch günstige Assistenten, die das Shopping-Imperium Amazon um Geschäftsfelder wie sprachgesteuerte Medieninhalte von Drittanbietern erweitern und mit anderen Amazon-Diensten verknüpfen können, um eine

integrierte Amazon-Welt zu schaffen. Zum anderen ist das Ziel, auch das traditionelle Warengeschäft zu stärken, indem möglichst vielfältige und einfach zugängliche Wege zur Bestellung bereitgestellt werden.

In ethischer Perspektive stellen sich eine Reihe von Gerechtigkeitsfragen: Wie wird zum Beispiel ausgewählt, welches Produkt wann an erster Stelle im Ranking steht? Die Algorithmen, die die Rangfolge steuern und damit entscheiden, welches Produkt bei einem generischen Sprachbefehl wie „Alexa, kaufe Windeln!“ geliefert und dadurch massenweise verkauft wird, sind mächtige Distributionsinstrumente und nur dann durch einen kritischen Diskurs zu begleiten, wenn die Kriterien der algorithmischen Selektion öffentlich gemacht werden. Das ist bisher nur unzureichend der Fall. Weitgehend strukturanalog zur Diskussion um die Ethik algorithmischer Nachrichtenkuratation im Journalismus muss auch die Ethik algorithmischer Produktkuratation intensiv diskutiert werden – zumindest dann, wenn die Prinzipien der sozialen Marktwirtschaft auch im eCommerce-Bereich gelten sollen.

Im Medienbereich profitieren vor allem Anbieter mit Audio- und nachrangig mit Videofokus, also insbesondere Radiosender.

Es droht ein Marktmonopol zu entstehen, in dessen Interesse es mittelfristig liegt, sich für prominente Platzierungen von Firmen bezahlen zu lassen. Das fördert die Platzhirsche eines jeweiligen Marktes, denn durch einen solchen bezahlten Platzierungsmechanismus, wie er mit Google AdWords in Suchmaschinen implementiert ist, wäre es für Startups mit geringer Kapitalbasis schwieriger, in die Rankings aufgenommen zu werden. Noch betont Amazon das Neutralitätsprinzip. Echte Neutralität kann in diesem Verfahren allerdings nicht hergestellt werden. Eine Form der öffentlichen Kontrolle oder zumindest Einsehbarkeit der Kriterien der algorithmischen Selektion der Produkt- und Skill-Reihenfolge würde eine kritische Diskussion darüber möglich machen. Hier lässt sich an den Diskurs über digitalen Feudalismus anknüpfen (vgl. Meinrath et al. 2011). Zudem drängt sich der Diskurs zu Filterblasen auf (vgl. Flaxman et al. 2016).

Im Medienbereich profitieren vor allem Anbieter mit Audio- und nachrangig mit Videofokus. Im deutschen Medienmarkt bedeutet das, dass öffentlich-rechtliche Medien und private Radiosender einen deutlichen Wettbewerbsvorteil haben. Das äußert sich in einer Stichprobe der Nutzerbewertungen im Alexa-Skillstore, die der Autor im Juli 2017 vorgenommen hat. Die

Amazon stellt Alexa-Skills kostenlos zur Verfügung: Eine effektive Monetarisierung für private Anbieter ist schwer zu verwirklichen.

Nachrichten-Skills mit den besten Bewertungen waren nahezu durchgängig Skills von öffentlich-rechtlichen Radiosendern wie dem „Deutschlandfunk“. In der zweiten Reihe der gut bewerteten Skills lagen öffentlich-rechtliche Fernsehformate wie die Tagesschau, die eine Audio-Version ihrer „Tagesschau in 100 Sekunden“ zur Verfügung stellt. Unter den am schlechtesten bewerteten Skills waren fast ausschließlich Zeitungsverlage, die aufgrund ihrer Printkompetenz vor allem textbasierte Skills produzieren und auf Alexa als Vorlese-Stimme angewiesen sind. Im Vergleich zu professionellen Radiosprechern, deren Stimmen den Nutzer_innen aus den linearen Radioprodukten bereits bekannt sind, geraten die Angebote der Verlage so ins Hintertreffen.

Da auf einer Audio- bzw. Audio-Video-Plattform wie Alexa keine „Presseähnlichkeit“ in den Skills der öffentlich-rechtlichen Anstalten zu beanstanden ist und dadurch eine Einschränkung der öffentlich-rechtlichen Angebote auf dem Rechtsweg – wie sie Verlagsvertreter bei anderen digitalen Angeboten einzuklagen versuchen – ohne Erfolgsaussichten ist, werden sich die Zeitungsverlage auch mittelfristig in diesem Markt schwertun. Erschwerend kommt hinzu, dass Amazon alle Alexa-Skills kostenlos zur Verfügung stellt und eine effektive Monetarisierung für private Anbieter schwer zu verwirklichen ist. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Rundfunkanstalten von ARD und ZDF deutlich profitieren können, während besonders kleine Zeitungsverlage weiter unter Druck geraten werden.

Ein weiteres disruptives Potential liegt in Voice-First-Produkten. Für Google ist es wichtig, den Google Assistant mit der eigenen Hardware Google Home erfolgreich auf den Markt zu bringen, weil durch eine Zero-UI-Philosophie der Verlust an Werbeeinnahmen ins Haus steht. Ohne Bildschirm können keine AdWords-betriebenen Anzeigen in, zwischen oder neben den Ergebnissen in einer Suchmaschine angezeigt werden. Audio-Werbung während der Nutzung eines Sprachassistenten ist erstens deutlich aufwändiger und damit teurer in der Produktion und zweitens deutlich störender und damit weniger akzeptiert bei den Nutzern. Google antwortet auf den anstehenden Einbruch der wichtigsten Einnahmequelle mit einer offensiven Hardware-Strategie und hat mit dem Smartphone Pixel, dem Hersteller autonomer Fahrzeuge Waymo und der Entwicklung von Google Home prominente Hardware-Software-Kombinationen im Portfolio.

Die Verwendung des Begriffs der künstlichen Intelligenz

Ist die unkritische Verwendung des Intelligenzbegriffs für intelligente Voice-First-Geräte philosophisch legitim und sachlich geboten? Während Prominente wie der Physiker Stephen Hawking und der Unternehmer Elon Musk vor der Entwicklung einer übermächtigen künstlichen Intelligenz (KI) fortwährend warnen, regt sich auf Seiten der KI-Forschung deutliche Kritik. Der australische Robotikforscher und Unternehmer Rodney Brooks zum Beispiel notiert in seinem Blog eine heftige Kritik der apokalyptischen Rhetorik:

„We are surrounded by hysteria about the future of Artificial Intelligence and Robotics. There is hysteria about how powerful they will become how quickly, and there is hysteria about what they will do to jobs” (Brooks 2017).

Auch der französische Machine-Learning-Spezialist Jean-Gabriel Ganascia warnt vor der apokalyptischen Rhetorik, die wichtige ethische Fragestellungen durch dramatisches Storytelling eher verdeckt als entlarvt. Die gefürchtete *Singularity* – der Punkt, an dem die verschiedenen intelligenten Systeme sich so vernetzen, dass sie die Oberhand über ihre menschlichen Erfinder gewinnen – ist laut Ganascia in weiter Ferne. In der Praxis angekommen und ethisch fragwürdig ist für ihn allerdings der „Nimbus der Objektivität“, den Algorithmen im Diskurs haben. In der Entwicklung von Algorithmen könnten sich wie in jeder menschlichen Entwicklung Vorurteile und Unvollkommenheiten einschleichen, die es kritisch zu reflektieren gilt (vgl. von Randow 2017).

Der Mythos der Neutralität ist in ethischer Perspektive genauso zu diskutieren wie der Kult der berechnenden Intelligenz in epistemologischer Hinsicht. Die These, dass rechenbasierte Computer tatsächlich den Intelligenzbegriff beanspruchen können, verdient nähere Analyse. Instinktsichere Empathie, eine nicht auf menschliche Leistung zurückzuführende Kreativität, emotionale Intuition, erneuernde Wärme, ethische Urteilskraft, sowie ein Gespür dafür, wenn jemand das Gegenteil meint von dem, was er oder sie sagt – all diese Fähigkeiten sind bisher nicht durch eine sogenannte künstliche Intelligenz hinreichend demonstriert worden. Insofern ist eine kluge Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine der einzig wahrscheinliche Weg zu einer künstlich gestützten menschlichen Intelligenz. Der Be-

griff der *Augmentation* sollte daher den Begriff der künstlichen Intelligenz in der Diskussion verdrängen (vgl. King 2016).

Der Einfluss von Sprachassistenten auf menschliche Praxis

1. Die Mehrzahl der mehr oder minder reflektierten Digitalisierungsstrategien stellen eine Fortsetzung des neuzeitlichen Effizienzdenkens dar. Das Dogma einer immer zeit- und kosten-effizienteren Bedürfnisbefriedigung ist diesem Denken eingeschrieben. Plattformen wie Alexa, die eine direkte Antwort auf Wissensfragen, eine umgehende Produktlieferung und damit eine unmittelbare Bedürfnisbefriedigung insgesamt zum Ziel haben, passen sich in dieses Denken ein. Wird eine solche Praxis auf Dauer einen humanisierenden oder eher einen kommodifizierenden Effekt auf zwischenmenschliche Beziehung ausüben?

2. Die Technologie, auf der eine Plattform wie Alexa beruht, ist wie alle finiten Ressourcen und technischen Entwicklungen notwendigerweise limitiert. Ähnlich wie Facebook, Twitter und andere Soziale Netzwerke gibt auch ein Sprachassistent wie Alexa den Rahmen für die erfolgende Kommunikation vor. Diese Kommunikation ist dadurch notwendigerweise unterkomplex im Vergleich zum komplexen Zusammenspiel von Körpersprache, dem Gesprochenen, der gemeinsamen Historie, sowie den Nuancen im Stimmton in der zwischenmenschlichen Kommunikation in Fleisch und Blut. Die Datenlage ist schlicht besser.

3. Alle erfolgreichen Sprachassistenten nutzen weibliche Figuren für die Profilierung des Produktcharakters. Cortana von Microsoft, Siri von Apple, Google Assistant von Google, sowie Alexa von Amazon setzen auf den Stereotyp „hilfreiche, geduldige, humorige, attraktive Sekretärin“. Die Mehrzahl der Nutzer_innen bevorzugt Frauenstimmen (Brandt 2017), was entsprechend die Produktstrategie der genannten Unternehmen leitet. Mögliche Gründe dafür sind die historische Rollenverteilung mit Frauen als Helfern und Männern als Entscheidern, die bessere akustische Verständlichkeit von Frauenstimmen, die kulturell angenommene Freundlichkeit von Frauen und die Gewöhnung an Rollenmuster (vgl. Köhler 2017).

4. Ohne Nutzerdaten, insbesondere die aufgenommenen Sprachbefehle, lässt sich kein Sprachassistent entwickeln. Ohne das dauerhafte Mithören der Alltagsgespräche kann kein Gerät wissen, wann es einsteigen und antworten soll. Und ohne die umfassende Verwendung der Sprachdaten lässt sich auch die Sprachverarbeitung des Systems nicht verbessern.

Mit der gegenwärtigen Datenschutzkultur auf der Ebene öffentlicher Institutionen ist die Nutzung der Assistenten in Deutschland nicht zu vereinen. Die Popularität von Facebook, Gmail und ähnlichen kostenlosen Diensten mit einem auf Datenverarbeitung ausgerichteten Geschäftsmodell legt aber nahe, dass sich ein Produkt mit echtem Mehrwert für die Nutzer trotz anfänglicher Bedenken beim Datenschutz am Markt gut durchsetzen kann.

Literatur

- Brandt, Mathias (2017): *Digitale Sprachassistenten: Männer wollen Frauenstimmen, Frauen auch*. <https://de.statista.com/infografik/8894/bevorzugte-stimmen-bei-digitalen-sprachassistenten/>.
- Brooks, Rodney (2017): *The Seven Deadly Sins of Predicting the Future of AI: Robots, AI, and other stuff (blog)*, Posting vom 7.9. <https://rodneybrooks.com/the-seven-deadly-sins-of-predicting-the-future-of-ai/>.
- Dettmers, Jan et al. (2016): *Extended Work Availability and Its Relation With Start-of-Day Mood and Cortisol*. In: *Journal of Occupational Health Psychology*, Vol. 21, Iss. 1, S. 105-118, DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/a0039602>.
- Flaxman, Seth/Goel, Sharad/Rao, Justin M. (2016): *Filter Bubbles, Echo Chambers, and Online News Consumption*. In: *Public Opinion Quarterly*, Vol. 80, Special Issue, S. 298-320, DOI: 10.1093/poq/nfw006.
- King, Brett (2016): *Augmented: Life in the Smart Lane*. Singapore.
- Köhler, Eva (2017): *Siri, Cortana, Alexa: Warum sind Sprachassistenten Frauen?* In: *NJOY/MDR*. <http://www.n-joy.de/Siri-Cortana-Alexa-Warum-Sprachassistenten-Frauen-sind,sprachassistenten100.html>.
- Krämer, Sybille (2008): *Medium, Bote, Übertragung – Kleine Metaphysik der Medialität*. Frankfurt am Main.
- Lundquist, Danielle (2015): *Zero UI and Our Screen-Less Future*. <https://www.fjordnet.com/conversations/zero-ui-and-our-screen-less-future/>.
- McLuhan, Marshall (1964): *Understanding Media: The Extensions of Man*. New York.
- Meeker, Mary (2014): *2014 Internet Trends Report*. <http://www.kpcb.com/blog/2014-internet-trends>.
- Meinrath, Sascha D./Losey, James W./Pickard, Victor W. (2011): *Digital Feudalism: Enclosures and Erasures from Digital Rights Management to the Digital Divide*. In: *CommLaw Conspectus*, Vol. 19, Iss. 2, S. 423-479.
- Musicant, Oren/Lotanc, Tsippy/Alberta, Gila (2015): *Do we really need to use our smartphones while driving?* In: *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 85, S. 13-21, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.08.023>.
- Tosini, Gianluca/Ferguson, Ian/Tsubota, Kazuo (2016): *Effects of blue light on the circadian system and eye physiology*. In: *Molecular Vision*, Vol. 22, S. 61-72.

- Twenge, Jean M. (2017): *Have Smartphones Destroyed a Generation?* In: *The Atlantic Monthly*. <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2017/09/has-the-smartphone-destroyed-a-generation/534198/>.
- Twenge, Jean M./Sherman, Ryne A./Wells, Brooke E. (2017): *Sexual Inactivity During Young Adulthood Is More Common Among U.S. Millennials and iGen: Age, Period, and Cohort Effects on Having No Sexual Partners After Age 18*. In: *Archives of Sexual Behavior*, Vol. 46, Iss. 2, S. 433-440, DOI: <https://doi.org/10.1007/s10508-016-0798-z>.
- Von Randow, Gero (2017): *Zu intelligent fürs Leben*. In: *Die Zeit*, Nr. 38, S. 37.

Alle Internetquellen zuletzt aufgerufen am 22.10.2017.