

La utilización de agentes electrónicos inteligentes en el tráfico jurídico: ¿Necesitamos reglas especiales en el Derecho de la responsabilidad civil?

Martin Ebers

Rechtswissenschaftliche Fakultät
Humboldt-Universität zu Berlin

*Abstract**

A diferencia de los programas de ordenador tradicionales, de la “primera generación”, los agentes electrónicos inteligentes están en disposición de adoptar decisiones y modificar sus instrucciones de forma autónoma, que sólo de modo limitado pueden ser controladas a través de actores humanos. La utilización cada vez mayor de estos sistemas coloca al Derecho civil ante considerables desafíos. A partir de un determinado grado de automatización ya no resulta posible afirmar con certeza si las acciones que a través de un sistema así se desencadenan provienen del usuario de dicho sistema y le son imputables. Ante este trasfondo se dedica esta aportación a tratar la cuestión de en qué medida los daños que se derivan de la utilización de sistemas inteligentes (por ejemplo, los causados mediante vehículos automotrices, robots quirúrgicos, motores de búsqueda, etc.) todavía pueden ser afrontados con los tradicionales institutos del Derecho de la responsabilidad civil o si resultan necesarias reglas especiales.

In contrast to traditional software programs of the “first generation”, intelligent electronic agents can take decisions and modify their instructions autonomously in a way which can be controlled by humans only to a limited extent. The increasing use of such systems poses great challenges for private law. From a certain degree of automation it seems impossible to ascertain with certainty whether the user can still be held liable for actions caused by such systems. Against this background, the following lines focus on the question whether traditional doctrines of legal liability can still cope with damages caused by intelligent systems (e.g. by self-driving cars, robotic surgical systems, search engines, etc.), or whether we need new rules.

Title: Intelligent Electronic Agents in legal relations: Do we need new liability rules?

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Intelligent Electronic Agents, Robots, Self-driving Cars, Tort Law, Private Law

Palabras clave: Inteligencia Artificial, agentes electrónicos inteligentes, robots, vehículos automotrices, responsabilidad civil, derecho privado

* Este trabajo es un resultado del proyecto de investigación I+D+i financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad, con referencia DER2012 - 37206 (*Derecho privado europeo: más allá de los ámbitos ya armonizados*) del que es Investigador Principal el Prof. Sergio Cámara Lapuente. Tiene su base en una conferencia pronunciada por el autor en el Seminario Internacional *Mercado único digital europeo y protección de los consumidores*, Universidad de La Rioja, 11 marzo 2016, cuyas ponencias se reúnen en el presente número monográfico de *Indret*. Agradezco al Prof. José Manuel Ventura Ventura (U. de La Rioja) la traducción al castellano del original escrito en alemán.

Sumario

1. Introducción
 - 1.1. Inteligencia artificial: Del algoritmo simbólico a las redes neuronales artificiales
 - 1.2. Agentes de software
 - 1.3. Agentes de hardware
2. Problemas jurídicos
 - 2.1. Pérdida de dirección y pérdida de control
 - 2.2. Cuestiones de imputación
3. Responsabilidad del productor
 - 3.1. Panorama
 - 3.2. Existencia de un defecto de construcción
 - 3.3. Carga de la prueba en cuanto al defecto de construcción
4. Responsabilidad del operador
 - 4.1. Accidentes de circulación
 - 4.2. Otros accidentes
 - 4.3. ¿Introducción de la responsabilidad por riesgo (objetiva) para el operador de un agente de inteligencia artificial?
5. ¿Deben responder los robots?
6. Panorama
7. Bibliografía

1. Introducción

1.1. Inteligencia artificial: Del algoritmo simbólico a las redes neuronales artificiales

En el campo de la Inteligencia Artificial (IA) y la Robótica se observa en la actualidad un impulso de innovaciones técnicas que sobrepasa los éxitos precedentes: El campo de la investigación en IA ha cambiado de forma drástica en los últimos veinte años. Si se vuelve la mirada a los inicios de la IA, que surgió en los años 50 del siglo pasado como un sector de la informática, se percibe que entonces aparecía en el centro, sobre todo, el desarrollo de sistemas simbólicos, que, con ayuda de reglas lógicas “Si-entonces”, intentaban modelar pensamiento abstracto al nivel de algoritmos en una sucesión natural de pasos.¹ Un programa diseñado partiendo de este paradigma contiene largas series de axiomas y reglas derivadas, que normalmente están formuladas en forma de un sistema de predicados. A partir de la base de datos existente, el programa puede, según la finalidad del uso, o bien sacar conclusiones o, por el contrario, ampliar la base de datos a nuevos hechos y reglas, que se derivan de los hechos y reglas preexistentes. También en el clásico planteamiento de la robótica, se asumió inicialmente la idea de que con un enfoque de procesamiento de símbolos se pueden abstraer y copiar habilidades humanas.

El transcurso del tiempo puso de manifiesto, sin embargo, que la investigación en IA quedó muy por detrás de sus ambiciosos objetivos. Se demostró, eso sí, que lo que la informática de la época consideraba como señal de inteligencia humana de hecho era programable. Ejemplos de esto son el juego de ajedrez, después de que Deep Blue dio jaque mate a *Kasparow* en 1997, o el Quizshow americano *Jeopardy*, en el que en febrero de 2011 el sistema *Watson* —así llamado en homenaje al nombre del fundador de IBM—, derrotó a los dos mejores jugadores humanos hasta la fecha. Los sistemas simbólicos fracasaron, sin embargo, en aquellas habilidades que en su día apenas fueron consideradas como señal de alta inteligencia: la captura de una imagen, andar, el lenguaje coloquial.

Grandes sectores de la IA se formaron después de la mitad de los años 80 en lo que vino a suponer un cambio de paradigma. Desde entonces, ya no se entiende como inteligencia un abstracto procesamiento de símbolos, sino la capacidad de un sistema de ganar experiencia con el mundo físico y social.²

Especialmente exitoso para este nuevo planteamiento es, particularmente, el desarrollo de sistemas conexionistas³ y redes neuronales artificiales,⁴ las cuales ya no son programadas, en el sentido de la IA simbólica, con una estructura de conocimientos predefinida, sino “entrenadas”. En una fase de entrenamiento se proporcionan a la red modelos de entrada y los correspondientes modelos de salida (respuesta) apropiados. La red aprende entonces, en una gran cantidad de ciclos de entrenamiento, a asociar los modelos de entrada a los modelos de

¹ Cfr. https://es.wikipedia.org/wiki/Inteligencia_artificial_simb%C3%B3lica

² BROOKS (1990 y 1999); CHRISTALLER/WEHNER (2003, p. 9); PFEIFER (2003, pp. 137 et seq.); GÜNTHER (2014).

³ Cfr. <https://es.wikipedia.org/wiki/Conexionismo>.

⁴ Cfr. https://es.wikipedia.org/wiki/Red_neuronal_artificial.

salida. A tal efecto son modificados paulatinamente mediante un algoritmo los pesos sinápticos dentro de la red, de modo que conexiones particulares entre neuronas transmiten señales más fuertes que otras. Este entrenamiento es repetido continuamente (de modo automático), hasta que, después de miles de ciclos de aprendizaje, se consigue hacer descender la tasa de errores de la red por debajo de un valor límite prefijado.

1.2. Agentes de software

En la práctica estos algoritmos se emplean, sobre todo, en los agentes de software (equipados con una masiva capacidad y gigantescas cantidades de datos), que con el paso del tiempo se han abierto paso en muchos ámbitos de nuestra vida. En el campo de la IA se entiende por agente de software a un sistema que puede llevar a cabo determinadas tareas para el usuario y, a la vez, hasta cierto punto, muestra una conducta inteligente, que actúa orientado al objetivo y cuenta con habilidades sociales así como con capacidad de aprendizaje.¹

Los agentes de software pueden ayudar a las partes del contrato en las distintas fases de la conclusión del mismo, realizando comparaciones de calidad y de precio, escogiendo entre alternativas del producto a comprar (Product Brokering) o distintos oferentes (Merchant Brokering) o actuando como agente de los oferentes (Auction Bots).²

La utilización de agentes de software está especialmente difundida en el sector financiero. Los agentes de software elaboran análisis del mercado sin colaboración humana, optimizan carteras de valores de mercancías, evalúan riesgos crediticios y las transacciones más ventajosas en el mercado de divisas.³ En relación con la Negociación de alta frecuencia, controlada por ordenador en la Bolsa, o sea, en referencia al llamado High Frequency Trading (HFT) o Algorithmic Trading, se estima que en 2010 el HFT representaba, por valor, el 56% de las operaciones de capital en los EE.UU. y el 38% en Europa.⁴ En el futuro seguramente se incrementará aún más la tendencia a la utilización de agentes de software, así en el desarrollo de negociaciones, como en la celebración del contrato y en la liquidación de transacciones, incluyendo la tramitación de procedimientos de pago.

1.3. Agentes de hardware

Los sistemas de agentes dirigen además las cadenas productivas y organizativas. Como sistemas autónomos, forman parte esencial, además, de los así llamados agentes de hardware, que son los modernos robots o – formulado en términos generales – los sistemas mecatrónicos; se trata de una nueva disciplina, la cual, mediante los esfuerzos coordinados de la ingeniería mecánica, la electrónica, la tecnología de información y el software crea mecanismos inteligentes.

A causa de sus cualidades, que les permiten llevar a cabo autónomamente y sin colaboración

¹ RUSSELL/NORVIG (2014, pp. 34 et seq.); KIRN/MÜLLER-HENGSTENBERG (2014, p. 226).

² Vid. SORGE (2006); GITTER (2007, p. 5 y pp. 89 et seq.).

³ KIRN/MÜLLER-HENGSTENBERG (2014, p. 226).

⁴ GRANT (2010). Vid. también EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY (2014).

humana las tareas que se les asignan, los agentes de software constituyen finalmente la base esencial para escenarios como los de la “Factoría Smart”, la “Smart Office” y la “Smart Home”. Los agentes electrónicos actuando autónomamente constituyen por ello una base importante para el desarrollo de la industria 4.0¹ y de la “Internet de las cosas”, en la cual la integración digital, tal como es conocida por Internet, se verá extendida al mundo real.² Si se prescinde por un momento de semejantes escenarios futuros, entonces se constata que ya hoy en día sistemas semiautónomos desempeñan un rol no sólo por su utilización en entornos misantrópicos (así, especialmente, en la navegación espacial) y en la dirección bélica como misiles inteligentes (drones),³ sino también en la vida cotidiana. Así, por ejemplo, en el campo de la medicina se utilizan cada vez con más frecuencia escalpelos inteligentes, que, si bien no son completamente autónomos, sin embargo se emplean al menos como asistentes.⁴ Hoy en día, los agentes inteligentes se hacen más perceptibles para el público por los esfuerzos de la industria en fabricar coches sin conductor para su uso en la vía pública.

2. Problemas jurídicos

El uso cada vez más frecuente de sistemas autónomos en el tráfico jurídico coloca al ordenamiento jurídico ante considerables desafíos.

2.1. Pérdida de dirección y pérdida de control

Desde una perspectiva puramente real, fáctica, se constata de momento que la creciente utilización de sistemas autónomos y semiautónomos conduce a una pérdida de dirección y de control de la persona sobre el sistema y sus “acciones”.

Con el incremento de la autonomía de los sistemas técnicos descienden las posibilidades de la persona de ejercer influencia en la técnica. Cuanto más complejas son las tareas que el ser humano transfiere a agentes particulares o a enteros sistemas de asistencia, tanto mayor es la probabilidad de que el resultado suministrado por el sistema no coincida con las ideas y deseos del usuario. Si, por ejemplo, sistemas autónomos intervienen concluyendo contratos, a menudo no se puede comprender cómo han trabajado y cooperado tales sistemas y cómo ello ha llegado a ocasionar daños patrimoniales.

En sistemas de hardware controlados por software, como, por ejemplo, en coches conducidos autónomamente, aviones, barcos o robots quirúrgicos, globalmente se observa que la probabilidad de daños supuestamente desciende. A pesar de todo, puede suceder que con la utilización de semejantes sistemas bienes jurídicos absolutos, como la vida, el cuerpo o la salud resulten lesionados. Semejantes daños pueden basarse en un error de software, siendo posible,

¹ SENDLER (2013); BAUERNHANSL/HOMPEL/VOGEL-HEUSER (2014); KAUFMANN (2015).

² BULLINGER/HOMPEL (2007); PEPPET (2014); ANDELFINGER/HÄNISCH (2015); BRÄUTIGAM/KLINDT (2015); SPRENGER/ENGEMANN (2015).

³ FRAU (2014); BHUTA/BECK/GEIS/LIU/KREB (2016).

⁴ HAUN (2013, pp. 10 et seq.).

sin embargo, que un evento no imputable al sistema (y, por ello, tampoco al operador) haya provocado el daño. Debido a que los sistemas autónomos operan justamente en entornos que, bien estructuralmente, bien en detalle, no son conocidos o lo son de forma imprecisa, el comportamiento de la máquina por definición no es previsible al detalle, precisamente porque tal comportamiento depende de factores ambientales sensoriales percibidos.

La insuficiente controlabilidad resulta reforzada mediante la movilidad de las aplicaciones y la interconexión de sistemas, y, por último, pero no menos importante, por la interacción de muchos agentes.¹ Puede suceder así, por ejemplo, que el agente particular no manifieste ninguna conducta problemática, sino que estos problemas solo se presenten como consecuencia de la interacción de muchos agentes, por consiguiente, por el efecto recíproco entre muchos operadores del mercado. Más de uno tiene por un evento de este tipo al llamado *Flash-Crash* del 6 de mayo de 2010.² Las cotizaciones bursátiles de los Estados Unidos de América cayeron en cuestión de minutos en más del diez por ciento. El comercio hubo de ser suspendido rápidamente.

2.2. Cuestiones de imputación

Desde la perspectiva jurídico-civil, la utilización de sistemas autónomos es problemática, sobre todo considerando los criterios de imputación.

El vigente concepto del Derecho civil se basa en la premisa de que sólo las personas físicas y jurídicas tienen personalidad (capacidad), y, con ello, devienen sujetos agentes. En este sentido, ya *Savigny* formuló en su “Sistema del Derecho romano actual” que cada relación jurídica existe “en relación de una persona a otra” y el concepto original de la persona o el del sujeto de derecho debería coincidir con el concepto del ser humano.³

Partiendo de esta idea antropocéntrica, la utilización de la técnica, desde una perspectiva jurídica, es caracterizada por un esquema *fin-medio*, que se vincula con una visión instrumental de la técnica.

Bajo la impresión de los progresos en el campo de la IA – mas no desde la perspectiva de la ciencia jurídica, sino desde otras ramas –, aumentan las voces que hablan de un cambio cualitativo de la técnica, cambio que precisamente pone en cuestión ese punto de vista puramente instrumental.⁴ A partir de un determinado grado de automatización ya no resulta posible afirmar con seguridad si las acciones que a través de un sistema así se desencadenan provienen del usuario de dicho sistema y le son imputables. A la vista de esta evolución es cada vez más difícil distinguir concretos seres humanos actuantes e identificarlos individualmente como responsables de lesiones jurídicas.

¿Quién está obligado a indemnizar daños y perjuicios cuando una máquina, en gran medida

¹ SCHULZ (2014, p. 77); KIAN/TETTENBORN (2015, pp. 106 et seq.).

² U.S. COMMODITY FUTURES TRADING COMMISSION/U.S. SECURITIES & EXCHANGE COMMISSION (2010).

³ SAVIGNY (1840, § 60, p. 1).

⁴ LATOUR (2005 y 2012); RAMMERT/SCHULZ-SCHAEFFER (2002); RAMMERT (2003); TEUBNER (2006); GRUBER (2012 y 2015).

autónoma, ocasiona un daño? ¿Su fabricante? ¿Su programador? ¿El que la ha usado? ¿Debe al final la víctima del daño soportarlo por no haber sido posible encontrar un responsable?

¿Necesitamos reglas especiales en el Derecho de la responsabilidad civil para resolver los problemas de imputación que resultan de la utilización de sistemas autónomos? ¿Deberíamos reflexionar — como, de hecho, ya se ha reclamado de forma aislada¹ — sobre una responsabilidad propia de la máquina misma? ¿O está el Derecho civil preparado, en las mejores condiciones, para solucionar estas cuestiones de imputación y responsabilidad?

La opinión probablemente dominante — hasta donde este problema ha sido tratado — parte de la última reflexión. La mayoría toma por base el convencimiento de que el ordenador (al igual que antes) únicamente puede procesar datos, pero ningún sentido.² Por tanto, no se debería en absoluto hablar de inteligencia y, sobre todo, de acciones autónomas. El coche que se conduce por sí mismo no decide ni si se pone en marcha, ni sobre el lugar adonde va, sino que depende siempre de las especificaciones de su usuario. Con lo que permanece, como siempre, enlazado a la acción humana, lo que es jurídicamente relevante y significa que, en última instancia, siempre se deja ver una persona imputable.

En esta constatación es correcto que los agentes de software y robots hasta el momento no están en situación, en efecto, de determinar las condiciones de sus actos, y, especialmente, no pueden modificar la arquitectura de control, la cual garantiza que su actuar permanece dentro de “guardarrailes” predefinidos.³ Aparte de esto ocurre que, igualmente, los procesos de aprendizaje implementados hasta el momento no se corresponden con el aprendizaje natural, biológico, autónomo.⁴ Aunque se trate de un aprendizaje mecánico, en última instancia debe ser un experto humano quien ha de escoger los ejemplos de entrenamiento, determinar la representación de los datos, fijar objetivos parciales y establecer la estructura de determinadas representaciones del sistema.

Sin embargo, con ello no se ha resuelto en absoluto la cuestión acerca de la imputabilidad de las acciones mecánicas. Si bien en el contexto presente el discurso versa sobre sistemas autónomos o inteligentes, no se plantea la cuestión ontológico-metafísica de si las máquinas en realidad pueden obrar o si cuentan con inteligencia humana, sino más bien del problema de cuándo y cómo podemos otorgar a sus titulares atributos o cualidades de obrar e interactuar y, por ende, de cómo podemos identificarlos como posibles responsables de (las consecuencias dañosas derivadas de) aquellos.⁵

Desde esta perspectiva se constata que la creciente automatización ha conducido al resultado de que las actividades que al ordenamiento jurídico tradicionalmente le sirven como criterio para la

¹ Vid. *infra*, 5.

² COLLINS (1990); SEARLE (1990); WOLFE (1991); SPINDLER (2015, p. 767).

³ GRUNWALD (2002, pp. 156 et seq.).

⁴ Por esta razón promueve actualmente la Asociación Alemana de Investigación (DFG) un programa prioritario sobre el tema „Aprendizaje autónomo“; http://www.dfg.de/foerderung/info_wissenschaft/2013/info_wissenschaft_13_55/index.html

⁵ En el mismo sentido RAMMERT/SCHULZ-SCHAEFFER (2002, p. 20).

imputación, se desplazan, paso por paso, del usuario al sistema. Puesto que el comportamiento de la máquina se determina cada vez menos desde una programación fijada de antemano y depende cada vez más de su interacción con el entorno, y el entorno respectivo a su vez genera procesos de aprendizaje y nuevas formas de comportamiento del sistema, surgen zonas ampliadas de acción de las máquinas que ya no pueden ser reducidas a determinadas cadenas de acciones.¹ Más bien se trata de procesos que no están precisamente fijados en su desarrollo y que cada vez menos se pueden controlar durante el funcionamiento.

Incluso el programador pierde el control sobre el producto si la programación ya no está basada en un algoritmo simbólico, sino en el conjunto de pesos sinápticos en un sistema neuronal interconectado.² Como en los seres humanos, ya no es posible ver si todo está en orden, sino que se debe examinar mediante tests si los modelos de salida (respuestas) de la máquina se corresponden con las especificaciones deseadas. De esta manera, sin embargo, nunca es posible un diagnóstico completo del sistema, puesto que, por regla general, precisamente no todas las combinaciones posibles de modelos de entrada pueden ser testadas.

Tomando como base estos conocimientos, la cuestión de la imputación se plantea de forma más agravada. En la medida en que las acciones humanas tras el comportamiento de la máquina pierden importancia, pasando a un segundo plano, se plantea la pregunta de quién responde a consecuencia de un comportamiento incorrecto de estos sistemas. La gran tarea del Derecho de daños consiste al fin y al cabo – como *Konrad Zweigert* y *Hein Kötz*³ ya han resaltado con exactitud – en escoger, de entre la incalculable cantidad de siniestros que diariamente se hacen realidad, aquellos en los que se ha de posibilitar a la víctima la repercusión del daño al dañador.

Sin embargo, precisamente esto resulta problemático si un agente inteligente – como, por ejemplo, un coche automotriz o un dron, una aspiradora autónoma o una máquina agrícola inteligente – debe tomar decisiones y con ello llega a una situación para la cual, o bien no le fue programada reacción adecuada alguna o en la que el sistema, en razón de su “experiencia”, autónomamente se decide por una determinada acción. Justo en tales casos se plantea la pregunta de cómo pueden ser aisladas aquellas actividades, que conforman el punto de partida de una responsabilidad, del resto de las que componen la secuencia o cadena de acontecimientos, y qué niveles de diligencia habría que fijar para una efectiva limitación de los riesgos asociados con agentes inteligentes.

3. Responsabilidad del productor

3.1. Panorama

En los casos donde el uso de un sistema semiautónomo o autónomo produce perjuicios, a primera vista los afectados resultan suficientemente protegidos a través de la Directiva

¹ RAMMERT (2003, p. 295).

² MATTHIAS (2008, pp. 35 et seq.).

³ ZWEIGERT/KÖTZ (1996, p. 625).

85/374/CEE sobre responsabilidad por daños causados por productos defectuosos,¹ transpuesta en los Estados miembros por medio de la correspondiente legislación, e, igualmente, a través de las cláusulas generales sobre responsabilidad extracontractual existentes en los mismos.

Según la Dir. 85/374/CEE, responde el fabricante final incluso si él no ha desarrollado e implementado por sí mismo el agente inteligente, sino que lo ha recibido de un proveedor.² Además, es considerable una responsabilidad del proveedor que ha desarrollado el software. También él es considerado como “productor”³ si el producto que ha suministrado es clasificable como “bien mueble”.⁴

De la Dir. 85/374/CEE resultan límites, ya que los daños causados a una cosa en el campo comercial según el art. 9 (b) desde el principio caen fuera del ámbito de aplicación. En el caso de los daños materiales en el ámbito privado se plantea además la pregunta – que aquí no va a ser abordada más en profundidad – de si el proveedor responde por defectos de la cosa misma (cfr. el art. 9 (b)).

Para daños de este tipo así como en cuanto a la superación de los límites máximos fijados en el Derecho nacional, los Tribunales de los Estados miembros han de recurrir a menudo a las cláusulas generales de sus respectivos ordenamientos (en el caso de Alemania, al § 823 I del BGB).

Tanto la responsabilidad conforme a la Dir. 85/374/CEE como también la responsabilidad extracontractual requieren un defecto en el producto o bien una infracción de un deber de garantizar la seguridad de otro.⁵ Aquí se ha de aludir, sobre todo, a los *defectos de construcción* debidos a una deficiente programación del agente. Junto a ellos, en el ámbito de aplicación de la Dir. 85/374/CEE, se han de considerar también los *errores de instrucción*,⁶ si el fabricante no ha instruido de forma acertada al adquirente del producto acerca de su puesta en marcha y su uso correcto, así como (en el marco de las cláusulas generales de los Estados miembros) una infracción de las *obligaciones de vigilancia del producto y de retirada*,⁷ si después de su puesta en circulación el agente manifiesta comportamientos lesivos.

3.2. Existencia de un defecto de construcción

Un defecto de construcción sólo se da si ya la concepción del producto queda por debajo del estándar de seguridad debido o bien – en términos del art. 6 (1) (b) de la Dir. 85/374/CEE – no

¹ Directiva 85/374/CEE del Consejo, de 25 de julio, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros en materia de responsabilidad por los daños causados por productos defectuosos (DOCE n° L 210, de 7.8.1985).

² FUCHS (1994, p. 536); WAGNER (2013, Einl. ProdHaftG para. 18, pp. 2816 et seq.).

³ MEYER/HARLAND (2007); SCHULZ (2015, pp. 161 et seq.).

⁴ Vid. MEYER/WEHLAU (1990, pp. 98 et seq.).

⁵ KÖTZ (1991, pp. 113 et seq.); SCHLECHTRIEM (1991, pp. 547 et seq.).

⁶ SCHULZ (2015, p. 170).

⁷ JOHN (2007, p. 335); SCHULZ (2015, pp. 171 et seq.).

ofrece la seguridad a la que una persona tiene legítimamente derecho, teniendo en cuenta todas las circunstancias, especialmente incluso el momento en que el producto se puso en circulación.

El nivel de diligencia a tener en cuenta depende de lo que es posible y razonable. La diligencia aplicable está limitada a lo técnica y científicamente posible. Los riesgos del producto que sólo más tarde son conocidos, no determinan que un defecto de construcción sea imputable al productor (cfr. el art. 7 (e) de la Dir. 85/374/CEE);¹ aquí se trata más bien de defectos de desarrollo, de modo que únicamente operan las obligaciones posteriores en el marco del seguimiento del producto.²

Es problemático que el productor no pueda predecir *ex ante*, respecto a un sistema inteligente, cómo se comportará el sistema auto-aprendiente en una determinada situación. Especialmente en los agentes que se basan en un – así llamado – *reinforcement learning* (refuerzo del aprendizaje), el sistema aprende sólo en su entorno operativo, mientras explora las opciones de actuación disponibles sobre la base ensayo-error, ajustando sus propios parámetros sobre la base de los resultados obtenidos. Puesto que cada aprendizaje tiene lugar a través del ensayo y error, los errores son la consecuencia inevitable de un sistema de *reinforcement-learning*.³

¿Se puede liberar el productor de su responsabilidad con la indicación de que en el comportamiento del agente inteligente causante del daño no hay ningún defecto de construcción, sino más bien una cualidad necesaria para el aprendizaje y el comportamiento adaptativo? ¿No hay eventualmente, en general, ningún defecto de construcción por la “puesta en circulación” cuando el agente muestra un determinado comportamiento sólo mucho tiempo después, como consecuencia de una influencia ambiental?

Es seguro que antes de su puesta en circulación el agente en todo caso debe comprobarse y que el entrenamiento (automático) debe repetirse hasta que los peligros derivados del sistema son reducidos a una medida aceptable. Las exigencias de seguridad son tanto mayores cuanto más elevado es el bien jurídico que puede verse amenazado mediante el sistema.⁴ Agentes que se utilizan en el campo de la medicina, que vigilan instalaciones, que conducen máquinas o coches, deben satisfacer por ello exigencias de seguridad más altas que, por ejemplo, los motores de búsqueda, que “solo” llevan a una vulneración de la personalidad. El fabricante está justamente obligado, en especial por lo que se refiere a productos con un potencial de riesgo y peligro altos, a realizar operaciones de control y a poner en práctica métodos de ensayo de costes extremadamente elevados, hasta que la tasa de errores haya descendido por debajo de un valor límite mínimo predefinido.

Cómo debe ser determinado ese valor mínimo es cuestión actualmente abierta. Seguramente no se puede exigir que un sistema autónomo (como un vehículo automotor) se comporte

¹ Vid. también STJUE, 29.05.1997, ECLI:EU:C:1997:255, Asunto C-300/95 (*Comisión de las Comunidades Europeas c. Reino Unido de Gran Bretaña y de Irlanda del Norte*), par. 28: “No obstante, el tenor literal de la letra e) del artículo 7 implica necesariamente que los conocimientos científicos y técnicos pertinentes estuvieran accesibles en el momento en que se puso en circulación el producto de que se trata.”

² KORT (1990, p. 252); HEUSSEN (2004); SPINDLER (2015, p. 769).

³ MATTHIAS (2008, p. 28).

⁴ LEHMANN (1992, p. 1725).

correctamente en cada situación, sin excepción. Este objetivo, a la vista de la complejidad de las influencias ambientales (tráfico rodado), apenas sería alcanzable. Una medida aceptable de los riesgos podría empero considerarse lograda si la tasa de errores del sistema es menor que en los seres humanos. Aplicado a vehículos autopropulsados esto significaría que no existe ningún defecto de construcción cuando los mismos muestren un riesgo de accidentes inferior al de los conductores humanos.¹ Pero también esto sólo es parcialmente cierto, puesto que el uso de ayuda tecnológica también puede conducir a un incremento de las expectativas de seguridad.² Tras un cierto período transitorio estas ayudas tecnológicas podrían pertenecer al estándar y con ello generar también una responsabilidad sobre el producto, aunque la cuota de errores es con seguridad significativamente menor comparada con el comportamiento humano.

3.3. Carga de la prueba en cuanto al defecto de construcción

Para la práctica es particularmente relevante la cuestión de cómo se puede probar un defecto de construcción. Según el art. 4 de la Dir. 85/374/CEE, el perjudicado soporta la carga de la prueba del defecto y la de la relación causal entre el defecto y el daño. De estos principios pueden desviarse los Estados miembros sólo de forma muy limitada o excepcional, puesto que la Directiva se basa en el principio de la plena armonización.³ Si se toma en serio la idea de la plena armonización, entonces las normas sobre carga de la prueba de la Directiva también han de observarse en el marco de las cláusulas generales de los Estados miembros, lo que lleva a constelaciones de responsabilidad coincidentes.

Resulta problemático que las decisiones del agente inteligente no puedan ser completamente entendidas *ex post*.⁴ Incluso si el comportamiento externo del sistema puede examinarse a través de una *caja negra*, se plantea el problema de si existe de hecho un error de software o de si se trata de problemas desconocidos, que se basan en capacidades de aprender y modelos de solución diferenciados, o si el daño se debe a una deficiente introducción de información o a una incorrecta utilización del usuario o si se basa en un acontecimiento externo, completamente extraño, por el cual el fabricante no puede ser considerado responsable.

Que el error del sistema no pueda ser verificado *ex post* sin más depende justamente del funcionamiento de las redes artificiales neuronales. Mientras que en la IA simbólica el programa puede examinarse línea por línea, instrucción por instrucción, en las redes artificiales neuronales desaparece la representación simbólica del saber y el control del proceso. En lugar de símbolos claros, comprensibles, contamos con una matriz de pesos sinápticos que se sustraen de la interpretación directa. El saber y el comportamiento almacenados en la red neuronal tan solo se revelan — como en los organismos vivos — a través de averiguaciones indirectas.

A decir verdad, podría el perjudicado en ciertos casos hacer valer el principio — confirmado por

¹ KIRN/MÜLLER-HENGSTENBERG (2014, p. 229); WEISSER/FÄRBER (2015, pp. 511 et seq.).

² SPINDLER (2015, pp. 773 et seq.).

³ STJUE, 25.04.2002, ECLI:EU:C:2002:255, Asunto C-183/00 (*María Victoria González Sánchez c. Medicina Asturiana SA*).

⁴ MÜLLER-HENGSTENBERG/KIRN (2014, p. 309); HÖTITZSCH (2015, p. 81).

el Tribunal Europeo en el caso *Boston Scientific*¹ – de que ya la fundada y no disipable sospecha de defecto es suficiente para aceptar un defecto del producto. No se puede recurrir a este principio cuando el riesgo de daños que presenta el producto respectivo no es mayor que el de productos comparables. También sería pensable una prueba *prima facie*, que, por ejemplo, según la opinión del Tribunal Federal alemán (BGH) se aplica en el marco de la Ley sobre responsabilidad por productos en relación con daños que se manifiestan en el curso típico de los acontecimientos.² Según la opinión del BGH, justamente en casos complejos – como, por ejemplo, en accidentes de automóvil – falta ese curso típico de los acontecimientos, que podría conformar el fundamento para la prueba *prima facie*.³

En consecuencia existe el riesgo de que la responsabilidad por el producto y la del productor quede vacía en situaciones dañosas más complejas, si posteriormente no puede fijarse si el daño puede ser considerado de hecho como la consecuencia de un mal funcionamiento del agente inteligente o de otras causas, que no caen en la esfera de responsabilidad del fabricante (como, por ejemplo, la instalación posterior de una actualización, que procede de otro fabricante; ataques informáticos externos; deficiente servicio o mantenimiento del agente por el usuario, etc.).

Problemas de este tipo sólo podrían ser resueltos si la responsabilidad por el producto y la responsabilidad del productor fuese agravada en dirección a una responsabilidad más estricta.⁴ Sin embargo, esto podría conducir no sólo a conflictos con la plena armonización pretendida por la Dir. 85/374/CEE, sino también a que la producción de (en todo caso: algunos) agentes inteligentes no se repitiera en absoluto, aun cuando existiera un interés de toda la sociedad por semejantes productos innovadores.

4. Responsabilidad del operador

Cuestiones especialmente difíciles se plantean en relación con la responsabilidad del operador del sistema.

4.1. Accidentes de circulación

Son todavía relativamente fáciles de superar situaciones en las cuales la infracción o lesión de un bien jurídico ocurre por el uso de un coche autopropulsado.

En la mayoría de los ordenamientos jurídicos de los Estados miembros aquí se puede apelar a reglas legales especiales, que la mayoría de las veces prevén una responsabilidad por riesgo (responsabilidad objetiva).

Así también en Alemania: el Código de la circulación⁵ contempla una responsabilidad objetiva

¹ STJUE, 05.03.2015, ECLI:EU:C:2015:148, Asuntos acumulados C-503/13 y C-504/13 (*Boston Scientific Medizintechnik GmbH c. AOK Sachsen-Anhalt*).

² KULLMANN (2002).

³ Vid. KULLMANN (2002, p. 7); MEYER/HARLAND (2007, p. 692).

⁴ Vid. VLADECK (2014, pp. 146 et seq.).

del titular del vehículo. Este responde, según el § 7 de la norma citada, exclusivamente por el riesgo de uso del vehículo. La responsabilidad queda únicamente excluida, según el § 7 II de dicha norma, si el accidente es causado por una “fuerza mayor”. Sin embargo, justo esta eximente no opera en el caso considerado, puesto que la conducción autónoma del vehículo no es precisamente “extraña a su funcionamiento”.¹

La protección de las víctimas inocentes de los accidentes de circulación está por lo tanto garantizada según la actual situación jurídica.

4.2. Otros accidentes

Por el contrario, siguen siendo problemáticos los daños que pueden originarse en otros ámbitos de la vida por la utilización de agentes inteligentes, ámbitos para los que hasta ahora ninguna especial responsabilidad por riesgo ha sido tipificada.

En los ordenamientos jurídicos que, como el alemán, no conocen ninguna cláusula general de responsabilidad objetiva, aquí se plantea el problema de que los perjudicados sólo pueden ser protegidos mediante las reglas generales de responsabilidad extracontractual. Tales reglas de responsabilidad se asientan en su mayoría en el principio de la *responsabilidad basada en la culpa*. Una responsabilidad que siempre requiere, como punto de partida, la correspondiente violación de un deber de no causar daño a otros. Precisamente este punto de partida debería darse cada vez menos respecto a la utilización de agentes inteligentes.

Sin duda en cuanto a la utilización de un agente independiente al operador le conciernen obligaciones de garantía en relación con las fuentes de peligro existentes; especialmente, en lo que hace a los campos de utilización de los robots, le corresponde la diligente inspección y vigilancia del sistema, así como una intervención en caso de mal funcionamiento.² El hecho de que el comportamiento del sistema eventualmente no sea previsible en detalle para el operador nada cambia al respecto, ya que la previsibilidad depende exclusivamente del incremento del riesgo o situación de peligro y los deberes de garantizar la seguridad de otros resultantes de ello.³

Una infracción de un deber requiere, sin embargo, para ser reprochable, que al operador le sea posible impedir el “falso” comportamiento del robot en la situación crítica. Con el incremento de la independencia de los sistemas técnicos descienden, sin embargo, las posibilidades de la persona de ejercer influencia sobre el sistema. Una supervisión de la máquina es sencillamente imposible, si la persona (en los sistemas semiautónomos) en absoluto puede impedir, a causa de límites biológicos (velocidad y capacidad de procesamiento del cerebro humano), el comportamiento respectivo a través de una intervención, o el software (en los sistemas totalmente autónomos) no admite una intervención.

En estos casos se está ante a una responsabilidad según el Derecho general de daños (para Alemania: § 823 I BGB) sólo si los deberes de no causar daño a otros se amplían hasta ser irreconocibles, de modo que ya no gravitan alrededor de la violación de concretas obligaciones

⁵ Straßenverkehrsgesetz (StVG).

¹ STADLER (2015, p. 89).

² SCHULZ (2015, pp. 137 et seq., pp. 143 et seq.).

³ GLER/WEIGEND (2014, pp. 581 et seq.).

de diligencia, sino tan sólo en torno a la puesta en funcionamiento del sistema mismo.

Si la jurisprudencia efectivamente se desarrollara en esta dirección, la aceptación de tales deberes de no causar daño a otros podría llevar de facto a una *prohibición judicial* del uso de agentes electrónicos inteligentes. Los afectados podrían argumentar, por ello, que el uso de agentes inteligentes ya de por sí representa una violación de los deberes de no causar daño a otros, que ha de evitarse. El operador podría por lo tanto ser interpelado por la vía de una acción de cesación, con el objetivo de que la utilización de determinados agentes inteligentes se omita por completo.

Sin duda que con ello se ganaría en seguridad, pero, de otro lado, supondría la pérdida de un sinnúmero de aplicaciones innovadoras, que podrían facilitar la vida de las personas.

4.3. ¿Introducción de la responsabilidad por riesgo (objetiva) para el operador de un agente de inteligencia artificial?

Ante este trasfondo podría considerarse si de lege ferenda – eventualmente incluso a nivel europeo – no debería ser tipificado un nuevo supuesto de hecho de la responsabilidad por riesgo para el operador.¹ Del mismo modo que el dueño de un automóvil debe responsabilizarse de los riesgos incontrolables, debería también el operador, en otras situaciones de hecho, responder por tales agentes, cuyo comportamiento no es previsible.

El atractivo de una tal solución es obvio. Tratándose de la responsabilidad por riesgos imprevisibles, que derivan de una tecnología socialmente deseada, pero peligrosa, la responsabilidad por riesgo presenta los mejores instrumentos en comparación con la responsabilidad por culpa.²

En estos casos, la responsabilidad por riesgo es preferible, en primer lugar, por razones de seguridad jurídica. La introducción de la responsabilidad por riesgo presenta la ventaja de que, para el operador de un agente inteligente, desde el principio quedaría fijado bajo qué requisitos y dentro de qué límites surge la responsabilidad. Por el contrario, si se recurre a la aplicación de las normas sobre responsabilidad basadas en la culpa, se da el problema de que ex ante en absoluto se puede formular deber alguno de garantizar la seguridad de otros respecto a riesgos imprevisibles.

Mediante la introducción de una responsabilidad por riesgo se podría, en adelante, evitar que los Tribunales establezcan deberes de diligencia elevados, irrealizables o imposibles de cumplir, que en última instancia terminan en una prohibición judicial del uso de una tecnología peligrosa, pese a ser socialmente deseable.

Finalmente, es preferible la responsabilidad por riesgo también por razones jurídico-económicas, puesto que, a diferencia de la responsabilidad basada en la culpa, también se hace cargo de los daños residuales que, pese a la adopción de todas las precauciones aconsejables, surgen de una actividad peligrosa.

Sin embargo, es problemática la introducción de una responsabilidad por riesgo del dueño por el

¹ CHRISTALLER et al. (2001, pp. 154 et seq.); HANISCH (2014, pp. 32 et seq., pp. 54 et seq.); SPINDLER (2015, pp. 775 et seq.)

² SALJE (2011, pp. 127 et seq.); ZECH (2013). Cfr. también ROHE (2001, pp. 150 et seq.).

peligro derivado del uso de un agente inteligente, puesto que podría llevar a proceder unilateralmente contra el operador. No sólo se dirigirían los perjudicados por razones objetivas y de cercanía local antes al operador que al productor. También podría perfectamente ocurrir que una responsabilidad del operador, concebida como responsabilidad por riesgo, fuese más atractiva que la responsabilidad del productor, ya que esta, en la Directiva, no ha sido diseñada como una responsabilidad por riesgo pura, sino como un sistema de responsabilidad mixto, con elementos estrictos y basados en la culpa.

Una tal responsabilidad por riesgo, centrada en el operador, contradiría la comprensión de que las esferas de riesgo del productor y del operador por la utilización de agentes inteligentes no se pueden diferenciar claramente la una de la otra. Por eso parece preferible que el productor y el operador respondan frente a terceros como *obligados solidarios*, si bien en su relación interna pueden *repetir* conforme a las cuotas de distribución de riesgos.

5. *¿Deben responder los robots?*

Es también imaginable atribuir una subjetividad jurídica parcial a los agentes inteligentes. ¿Deben los robots, por consiguiente, responder por sí mismos?

De hecho, si bien de forma aislada, ya han sido formuladas propuestas radicales en este sentido.¹ El reconocimiento de una tal capacidad jurídica parcial es — así se argumenta — necesario para establecer una imputación diferenciada de derechos y obligaciones a los agentes autónomos y para delimitar esferas de responsabilidad jurídica de uno y otro. La protección jurídica de la persona mecánica se construiría mediante una representación procesal,² pudiendo ser solucionadas las cuestiones de responsabilidad a través de un fondo o un sistema de seguro obligatorio.³

Lo verdaderamente ventajoso de una responsabilidad propia del robot sería que, de esta manera, las cuestiones de responsabilidad consideradas pueden ser superadas posiblemente mejor. El agente podría, como sujeto responsable independiente, ser interpelado, y, pensando en esta eventualidad, ser dotado con un patrimonio, para, antes incluso de ser objeto de una utilización proclive al riesgo, disponer en el tráfico jurídico de un suficiente fondo de responsabilidad.

Sigue siendo problemático, eso sí, que los agentes de software en absoluto pueden ser localizados, puesto que no tienen un domicilio fijo, no son muy consistentes en su estructura física y son fácilmente reproducibles, y, por último, pero no menos importante, que pueden desaparecer rápidamente de nuevo si son borrados o se agrupan con otros módulos. Este problema podría por lo menos resolverse si el agente tuviera que ser inscrito en un registro

¹ SOLUM (1992); ALLEN/WIDDISON (1996); KARNOW (1996); WETTIG/ZEHENDNER (2004); TEUBNER (2006); MATTHIAS (2008); BECK (2009, pp. 229 et seq.); GRUBER (2012, p. 156); HILGENDORF (2012, pp. 127 et seq.); KERSTEN (2015, pp. 6 et seq.). Para una visión de conjunto KOOPS/HILDEBRANDT/JAQUET-CHIFFELLE (2010).

² KERSTEN (2015, p. 7).

³ KARNOW (1996, pp. 193 et seq.); GRUBER (2012, pp. 156); HILGENDORF (2012, p. 128).

(comparable al Registro Mercantil).¹

Con todo, no obstante, sigue siendo perjudicial que el fondo de responsabilidad proporcionado al agente en primer lugar vincula mucho patrimonio sin que haya daños concretos y, además, sólo estaría disponible un fondo de responsabilidad limitado, de modo que los agentes inteligentes podrían ser utilizados con el objetivo concreto de alcanzar el beneficio de la limitación de responsabilidad.²

Una tal construcción plantea también la pregunta de quién debe dotar el fondo de responsabilidad: ¿El productor? ¿El operador? ¿Ambos? ¿O el robot mismo dependiendo de los beneficios que genera?

Por último, después de las propuestas formuladas hasta ahora, tampoco están claros los principios según los cuales deben ser satisfechos los correspondientes fondos en un siniestro. Si se toma partido aquí por una responsabilidad por el uso de la máquina, entonces no es posible apreciar qué ventajas supondría un supuesto de hecho especial de responsabilidad para los agentes frente a una solución de responsabilidad por riesgo.

6. *Panorama*

¿Por qué solución decidirse? Las reflexiones anteriores deberían haber demostrado, al menos, que la utilización de agentes inteligentes en el tráfico jurídico plantea cuestiones jurídicas hasta ahora no resueltas, que colocan al Derecho civil tradicional ante notables desafíos.

Es preciso, por un lado, una discusión de la sociedad en su conjunto acerca de en qué áreas pueden ser utilizados en general sistemas que actúan autónomamente y qué grado de autonomía se permite.

De otro lado, se precisa un debate al respecto de qué exigencias jurídicas han de fijarse para una limitación lo más efectiva posible de los riesgos vinculados con agentes inteligentes, cómo debe ser configurada la interfaz entre la persona y la máquina y qué reglas de responsabilidad se deben adoptar en relación con el comportamiento incorrecto del sistema.

Esta discusión no debe confiarse únicamente a los Tribunales. Más bien es necesario que, a través de la autorregulación y por la senda del proceso democrático, se elaboren bases acerca de qué estándares han de regir para distintos tipos de agentes inteligentes y los campos en que es posible su utilización. Hasta ahora, justamente, se carece de tal estandarización.

Por eso, la ciencia del derecho está llamada a entrar en un estrecho diálogo con los productores de software y agentes de hardware. Este diálogo debería producirse ya en la fase de diseño de un producto y no sólo cuando todas las decisiones técnicas de ideación del mismo han sido tomadas.³

En otro caso podría ocurrir que la sociedad, y con ella la ciencia jurídica, sólo tenga la posibilidad

¹ ALLEN/WIDDISON (1996, p. 42); KARNOW (1996, p. 193).

² HANISCH (2014, p. 40).

³ En el mismo sentido HERTZBERG (2015, p. 64).

de reaccionar ante una evolución tecnológica casi irreversible.

7. Bibliografía

Tom ALLEN/Robin WIDDISON (1996), „Can Computers Make Contracts?“, *Harvard Journal of Law & Technology*, Vol. 9-1, pp. 25-52.

Volker P. ANDELFINGER/Till HÄNISCH (2015), *Internet der Dinge. Technik, Trends und Geschäftsmodelle*, Springer Gabler, Wiesbaden.

Thomas BAUERNHANSL/Michael ten HOMPEL/Birgit VOGEL-HEUSER (2014), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung – Technologien – Migration*, Springer Vieweg, Wiesbaden.

Susanne BECK (2009), „Grundlegende Fragen zum rechtlichen Umgang mit der Robotik“, *Juristische Rundschau (JR)*, pp. 225-230.

Nehal BHUTA/Susanne BECK/Robin GEIR/Hin-Yan LIU/Claus KREB (2016), *Autonomous Weapons Systems. Law, Ethics, Policy*, Cambridge University Press, Cambridge.

Peter BRÄUTIGAM/Thomas KLINDT (2015), „Industrie 4.0, das Internet der Dinge und das Recht“, *Neue Juristische Wochenschrift (NJW)*, pp. 1137-1142.

Richard BROOKS (1990), „Elephants don't play chess“, *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 6, Issues 1-2, pp. 3-15.

Richard BROOKS (1999), *Embodied intelligence*, MIT Press, Cambridge, Mass.

Hans-Jörg BULLINGER/Michael ten HOMPEL (2007), *Internet der Dinge*, Springer, Berlin/Heidelberg.

Thomas CHRISTALLER/Michael DECKER/Joachim-Michael GILSBACH/Gerd HIRZINGER/Karl LAUTERBACH/Erich SCHWEIGHOFER/Gerhard SCHWEITZER/Dieter STURMA (2001), *Robotik. Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.

Thomas CHRISTALLER/Josef WEHNER (2003), „Autonomie der Maschinen – Einführung in die Diskussion“, en: Thomas CHRISTALLER/Josef WEHNER, *Autonome Maschinen*, Westdeutscher Verlag, Wiesbaden, pp. 9-35.

H. M. COLLINS (1990), *Artificial Experts – Social Knowledge and Intelligent Machines*, MIT Press, Cambridge, Mass.

EUROPEAN SECURITIES AND MARKETS AUTHORITY (ESMA) (2014), *Economic Report. High-frequency trading activity in EU equity markets*, Number 1, https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/2015/11/esma20141_-_hft_activity_in_eu_equity_markets.pdf

Robert FRAU (ed.) (2014), *Drohnen und das Recht. Völker- und verfassungsrechtliche Fragen automatisierter und autonomer Kriegsführung*, Mohr Siebeck, Tübingen.

Maximilian FUCHS (1994), „Arbeitsteilung und Haftung“, *Juristenzeitung (JZ)*, pp. 533-540.

Rotraud GITTER (2007), *Softwareagenten im elektronischen Geschäftsverkehr. Rechtliche Vorgaben und Gestaltungsvorschläge*, Nomos Verlag, Baden-Baden.

Sabine GLEß/Thomas WEIGEND (2014), „Intelligente Agenten und das Strafrecht“, *Zeitschrift für die gesamte Strafrechtswissenschaft (ZStW)*, pp. 561-591.

Jeremy GRANT, „High-frequency trading: Up against a bandsaw“, *Financial Times*, <http://www.ft.com/cms/s/0/b2373a36-b6c2-11df-b3dd-00144feabdc0.html>.

Malte-Christian GRUBER (2012), „Rechtssubjekte und Teilrechtssubjekte des elektronischen Geschäftsverkehrs, en: Susanne BECK (ed.), *Jenseits von Mensch und Maschine. Ethische und rechtliche Fragen zum Umgang mit Robotern, Künstlicher Intelligenz und Cyborgs*, Nomos Verlag, Baden-Baden, pp. 133-160.

Malte-Christian GRUBER (2015), *Bioinformatonsrecht. Zur Persönlichkeitsentfaltung des Menschen in technisierter Verfassung*, Mohr Siebeck, Tübingen.

Armin GRUNWALD (2002), „Wenn Roboter planen: Implikationen und Probleme einer Begriffszuschreibung“, en: Werner RAMMERT y Ingo SCHULZ-SCHAEFFER (eds.), *Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik*, Campus Verlag, Frankfurt am Main, pp. 141-160.

Jan-Philipp GÜNTHER (2014), „Embodied Robots – Zeit für eine rechtliche Neubewertung?“, en: Malte-Christian GRUBER/Jochen BUNG/Sascha ZIEMANN (eds.), *Autonome Automaten. Künstliche Körper und artifizielle Agenten in der technisierten Gesellschaft*, Trafo Verlag, Berlin, pp. 155-172.

Jochen HANISCH (2010), *Haftung für Automation*, Cuvillier Verlag Göttingen, Göttingen.

Jochen HANISCH (2014), „Zivilrechtliche Haftungskonzept für Robotik“, en: Eric HILGENDORF (ed.), *Robotik im Kontext von Recht und Moral*, Nomos Verlag, Baden-Baden, pp. 27-61.

Matthias HAUN (2013), *Handbuch Robotik. Programmieren und Einsatz intelligenter Roboter*, 2. Aufl., Springer Vieweg, Wiesbaden.

Joachim HERTZBERG (2015), „Technische Gestaltungsoptionen für autonom agierende Komponenten und Systeme“, en: Eric HILGENDORF/Sven HÖTITZSCH (eds.), *Das Recht vor den Herausforderungen der modernen Technik*, Nomos Verlag, Baden-Baden, pp. 63-73.

Benno HEUSSEN (2004), „Unvermeidbare Softwarefehler. Neue Entlastungsmöglichkeiten für Hersteller“, *Computer und Recht (CR)*, pp. 1-10.

Eric HILGENDORF (2012), „Können Roboter schuldhaft handeln? Zur Übertragbarkeit unseres normativen Grundvokabulars auf Maschinen“, en: Susanne BECK (ed.), *Jenseits von Mensch und Maschine. Ethische und rechtliche Fragen zum Umgang mit Robotern, Künstlicher Intelligenz und Cyborgs*, Nomos Verlag, Baden-Baden, pp. 119-132.

Sven HÖTITZSCH (2015), „Juristische Herausforderungen im Kontext der Industrie 4.0. Benötigt die vierte industrielle Revolution einen neue Rechtsrahmen?“, in: Eric HILGENDORF/Sven HÖTITZSCH (eds.), *Das Recht vor den Herausforderungen der modernen Technik*, pp. 75-96.

Volker M. JÄNICH/Paul T. SCHRADER/Vivian RECK (2015), „Rechtsprobleme des autonomen Fahrens“, *Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht (NZV)*, pp. 313-318.

Robert JOHN (2007), *Haftung für künstliche Intelligenz. Rechtliche Beurteilung des Einsatzes intelligenter Softwareagenten im E-Commerce*, Verlag Dr. Kovac, Hamburg.

Curtis E.A. KARNOW (1996), „Liability for Distributed Artificial Intelligences“, *Berkeley Technology Law Journal*, Vol. 11:1, pp. 147-204.

Timothy KAUFMANN (2015), *Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge. Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit*, Springer Vieweg, Wiesbaden.

Jens KERSTEN (2015), „Mensch und Maschinen. Rechtliche Konturen instrumenteller, symbiotischer und autonomer Konstellationen“, *Juristenzeitung (JZ)*, pp. 1-8.

Bardia KIAN/Alexander TETTENBORN (2015), „Ist die Providerhaftung im Lichte vernetzter autonomer Systeme noch zeitgemäß?“, en: Eric HILGENDORF/Sven HÖTTITZSCH/Lennart S. LUTZ (eds.), *Rechtliche Aspekte automatisierter Fahrzeuge*, Nomos Verlag, Baden-Baden, pp. 101-125.

Stefan KIRN/Claus D. MÜLLER-HENGSTENBERG (2014), „Intelligente (Software-)Agenten: Von der Automatisierung zur Autonomie? Verselbstständigung technischer Systeme“, *MultiMedia und Recht (MMR)*, pp. 225-232.

Bert-Jaap KOOPS/Mireille HILDEBRANDT/David-Olivier JAQUET-CHIFFELLE (2010), „Bridging the Accountability Gap: Rights for New Entities in the Information Society?“, *Minnesota Journal of Law, Science & Technology*, Vol. 11:2, pp. 497-561.

Michael KORT (1990), „Fehlerbegriff und Produkthaftung für medizinische Software. Einordnung im deutschen und US-amerikanischen Recht“, *Computer und Recht (CR)*, pp. 251-256.

Hein KÖTZ (1992), „Ist die Produkthaftung eine vom Verschulden unabhängige Haftung?“, en: Bernhard PFISTER – Michael R. WILL (eds.), *Festschrift für Werner Lorenz zum siebzigsten Geburtstag*, J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), Tübingen, pp. 109-121.

Hans Josef KULLMANN (2002), „Die Produkthaftung für Verkehrsmittel. Die Rechtsprechung des Bundesgerichtshofes“, *Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht (NZV)*, pp. 1-10.

Bruno LATOUR (2005), *Reassembling the Social. An Introduction to Actor-Network-Theory*, Oxford University Press, Oxford.

Bruno LATOUR (2012), *Políticas de la naturaleza. Por una democracia de las ciencias*, RBA Libros, Barcelona.

M. LEHMANN (1992), „Produkt- und Produzentenhaftung für Software“, *Neue Juristische Wochenschrift (NJW)*, pp. 1721-1725.

Andreas MATTHIAS (2008), *Automaten als Träger von Rechten. Plädoyer für eine Gesetzesänderung*, Logos Verlag Berlin, Berlin.

Klaus MEYER/Andreas WEHLAU (1990), „Produzentenhaftung des Softwareherstellers. § 823 Abs. 1 BGB und das Produkthaftungsgesetz“, *Computer und Recht (CR)*, pp. 95-100.

Oliver MEYER/Hanno HARLAND (2007), „Haftung für softwarebezogene Fehlfunktionen technischer Geräte am Beispiel von Fahrerassistenzsystemen“, *Computer und Recht (CR)*, pp. 689-695.

Claus D. MÜLLER-HENGSTENBERG/Stefan KIRN (2014), „Intelligente (Software-)Agenten: Eine

neue Herausforderung unseres Rechtssystems. Rechtliche Konsequenzen der „Verselbstständigung“ technischer Systeme“, *MultiMedia und Recht (MMR)*, pp. 307-313.

Scott R. PEPPET (2014), „Regulating the Internet of Things: First Steps Toward Managing Discrimination, Privacy, Security, and Consent“, *Texas Law Review*, Vol. 93:85, pp. 85-176.

Rolf PFEIFER (2003), „Körper, Intelligenz, Autonomie“, en: Thomas CHRISTALLER y Josef WEHNER (eds.), *Autonome Maschinen*, Westdeutscher Verlag, Wiesbaden, pp. 137-159.

Werner RAMMERT (2003), „Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen“, en: Thomas CHRISTALLER/Josef WEHNER (eds.), *Autonome Maschinen*, Westdeutscher Verlag, Wiesbaden 2003, pp. 289-315.

Werner RAMMERT/Ingo SCHULZ-SCHAEFFER (2002), „Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt“, en: Werner RAMMERT/Ingo SCHULZ-SCHAEFFER (eds.), *Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik*, Campus Verlag, Frankfurt/New York, pp. 11-64.

Mathias ROHE (2001), „Gründe und Grenzen deliktischer Haftung – die Ordnungsaufgaben des Deliktsrechts (einschließlich der Haftung ohne Verschulden) in rechtsvergleichender Betrachtung“, *Archiv für die civilistische Praxis (AcP)*, 201, pp. 117-164.

Stuart J. RUSSELL/Peter NORVIG (2014), *Artificial intelligence. A modern approach*, 3. ed., Pearson Education, Harlow, Essex.

Peter SALJE (2011), „Technikrecht und Ökonomische Analyse“, en: Martin SCHULTE/Rainer SCHRÖDER (eds.), *Handbuch des Technikrechts*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, pp. 109-149.

Friedrich Carl von SAVIGNY (1840), *System des heutigen römischen Rechts*, Band 2, Berlin.

Peter SCHLECHTRIEM (1991), „Dogma und Sachfrage. Überlegungen zum Fehlerbegriff des Produkthaftungsgesetzes“, en: Manfred LÖWISCH – Christian SCHMIDT-LEITHOFF – Burkhard SCHMIEDL (eds.), *Beiträge zum Handels- und Wirtschaftsrecht. Festschrift für Fritz Rittner zum 70. Geburtstag*, C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München, pp. 545-559.

Thomas SCHULZ (2014), *Verantwortlichkeit bei autonom agierenden Systemen. Fortentwicklung des Rechts und Gestaltung der Technik*, Nomos Verlag, Baden-Baden.

J. R. SEARLE (1990), „Is the brain's mind a computer program? No. A program merely manipulates symbols, whereas a brain attaches meaning to them“, *Scientific American*, Vol. 262, No. 1.

Ulrich SENDLER (2013), *Industrie 4.0. Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM*, Springer Vieweg, Wiesbaden.

Lawrence B. SOLUM (1992), „Legal Personhood For Artificial Intelligences“, *North Carolina Law Review*, Vol. 70, pp. 1231-1287.

Christoph SORGE (2006), *Softwareagenten. Vertragsschluss, Vertragsstrafe, Reugeld*, Universitätsverlag Karlsruhe, Karlsruhe.

Gerald SPINDLER (2015), „Roboter, Automation, künstliche Intelligenz, selbst-steuernde Kfz – Braucht das Recht neue Haftungskategorien? Eine kritische Analyse möglicher Haftungsgrundla-

gen für autonome Steuerungen“, *Computer und Recht (CR)*, pp. 766-776.

Florian SPRENGER/Christoph ENGEMANN (2015), *Internet der Dinge. Über smarte Objekte, intelligente Umgebungen und die technische Durchdringung der Welt*, Transcript Verlag, Bielefeld.

Martin STADLER (2015), „Versicherungsrechtliche Fragen zu Fahrerassistenzsystemen“, en: Eric HILGENDORF/Sven HÖTITZSCH/Lennart S. LUTZ (eds.), *Rechtliche Aspekte automatisierter Fahrzeuge*, Nomos Verlag, Baden-Baden, pp. 87-99.

Gunter TEUBNER (2006), „Rights of Non-humans? Electronic Agents and Animals as New Actors in Politics and Law“, *Journal of Law and Society*, Vol. 33, No. 4, pp. 497-521.

U.S. COMMODITY FUTURES TRADING COMMISSION Y U.S. SECURITIES & EXCHANGE COMMISSION (2010), *Findings Regarding the Market Events of May 6, 2010. Report of the Staffs of the CFTC and SEC to the Joint Advisory Committee on Emerging Regulatory Issues*, <https://www.sec.gov/news/studies/2010/marketevents-report.pdf>

David C. VLADECK (2014), „Machines Without Principals: Liability Rules and Artificial Intelligence“, *Washington Law Review*, Vol. 89, pp. 117-150.

Gerhard WAGNER (2013), „Comentario a la Gesetz über die Haftung für fehlerhafte Produkte (Produkthaftungsgesetz – ProdHaftG)“, en *Münchener Kommentar zum Bürgerlichen Gesetzbuch*, Band 5, 6. Aufl., Verlag C.H. Beck, München, pp. 2805-2931.

Ralf WEISSER/Claus FÄRBER (2015), „Rechtliche Rahmenbedingungen bei Connected Car. Überblick über die Rechtsprobleme der automobilen Zukunft“, *MultiMedia und Recht (MMR)*, pp. 506-512.

Steffen WETTIG/Eberhard ZEHENDNER (2004), „A legal analysis of human and electronic agents“, *Artificial Intelligence and Law*, Vol. 12, pp. 111-135.

A. WOLFE (1991), *The Human Difference – Animals, Computers, and the Necessity of Social Science*, University of California Press, Berkeley.

Herbert ZECH (2013), „Gefährdungshaftung und neue Technologien“, *Juristenzeitung (JZ)*, pp. 21-29.

Konrad ZWEIGERT/Hein KÖTZ (1996), *Einführung in die Rechtsvergleichung auf dem Gebiete des Privatrechts*, 3. Aufl., Mohr Siebeck, Tübingen.