

dena-ESTUDIO MULTIACTOR

Blockchain en la transición energética integrada

Resumen Ejecutivo

Traducido con el apoyo de:

Créditos

Editor:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Agencia Alemana de Energía
Chausseestraße 128 a
10115 Berlín, Alemania
Tel.: +49 (0)30 66 777-0
Fax: +49 (0)30 66 777-699
www.dena.de

Autores:

Philipp Richard (dena)
Sara Mamel (dena)
Lukas Vogel (dena)

Expertos científicos:

Prof. Dr. Jens Strüker (INEWI)
Dr. Ludwig Einhellig (Deloitte)

Última actualización:

02/2019

Concepto y diseño:

Heimrich & Hannot GmbH

Traducción:

Alianza Energética entre México y Alemania

Todo el contenido ha sido preparado con el máximo cuidado posible y se ofrece de buena fe. Dena no garantiza la actualidad, precisión o completitud de la información provista. Dena no será responsable por daños de naturaleza material o intangible que resulten del uso, o no-uso, de la información proporcionada, ya sea directa o indirectamente, a reserva de que se proporcionen pruebas de la culpabilidad intencional o de culpabilidad gravemente negligente de su parte.

Todos los derechos reservados. El consentimiento de dena es necesario para cualquier uso.

La traducción del texto original en inglés al español ha sido preparada con el apoyo de la Alianza Energética entre México y Alemania, una iniciativa del Ministerio Federal de Economía y Energía de Alemania (BMWi) y de la Secretaría de Energía de México (SENER), con propósitos meramente informativos.

A pesar de los esfuerzos invertidos en la traducción, algunas discrepancias u omisiones pueden existir. En esos casos, la versión en inglés del documento servirá como referencia para el lector. En ese sentido, la Alianza Energética no será responsable.



Resumen Ejecutivo

El estudio multiactor de dena "Blockchain en la transición energética integrada"

"Se calcula que las actividades humanas han causado aproximadamente 1.0°C de calentamiento global por encima de los niveles pre-industriales"¹. Periódicamente deberíamos hacernos conscientes de estos hallazgos, tanto de los conocidos síntomas del cambio climático progresivo² como de sus consecuencias globales³. Lo anterior, sirve para recordarnos que esta es una de las mayores motivaciones para la transición energética. Esta transición no es un fin en sí mismo; la resolución de sus retos asociados también representa una necesidad ecológica, económica y social, con la meta urgente de actuar.

Los retos, así como las oportunidades, son múltiples: una estructura de generación de energía cada vez más descentralizada; una integración exhaustiva de los sectores (electricidad, calefacción, gas, transporte); la expansión, tanto de la electromovilidad como de los recursos energéticos alternativos -también conocidos como combustibles sintéticos; la necesaria expansión y reestructuración de la red de energía eléctrica, así como del uso inteligente de las redes existentes; el uso de los potenciales de flexibilidad; una nueva forma de manejar el intercambio digital de información; un reordenamiento de las relaciones con clientes y mucho más.

Pero, sin descentralización y digitalización, la transformación de los sistemas energéticos no sería concebible. La gran cantidad de unidades de producción y de consumo, así como su comparación inteligente, además del creciente número de "prosumidores", quienes actúan e interactúan de un modo determinado en el sistema energético, dejan en claro la necesidad de usar tecnologías digitales. Al mismo tiempo, la transición energética digital también da origen a nuevos retos, tales como la recolección, almacenamiento, divulgación y procesamiento de datos energéticos, lo cual es particularmente importante para la aceptación de la transición energética por la sociedad, así como para la justicia social.

Este es el contexto en el que debe verse a la tecnología blockchain. Por ser un sistema de información, de naturaleza descentralizada, es una manifestación tecnológica de la digitalización, un protocolo de información y un registro descentralizado de información. Se caracteriza por propiedades específicas de seguridad, inmutabilidad, transparencia, robustez y la participación de múltiples actores.

Entonces, ¿cómo puede contribuir blockchain a la transición energética? Y, ¿en dónde exactamente puede utilizarse esta tecnología? Junto con 16 compañías socias del sector energético y, con el involucramiento de dos expertos científicos, cuatro asesores científicos y cuatro asesores del medio blockchain, dena sistemáticamente explora estas cuestiones en el estudio "Blockchain en la transición energética integrada". Éste se enfoca en 11 casos de estudio, seleccionados de entre cinco grandes áreas integradoras: la gestión de activos de aplicaciones; la gestión de datos; las comunicaciones de mercado (electricidad); el comercio (electricidad); y, el financiamiento y la tokenización. Destacando así los diversos aspectos de la aplicación de la tecnología en los sistemas energéticos del mañana. Todos los casos de estudio serán analizados y evaluados con respecto de su madurez tecnológica, la situación de competitividad con otras tecnologías, los beneficios microeconómicos (económico-empresarial), los beneficios macroeconómicos, el valor agregado estratégico y el ambiente regulatorio. Los hallazgos del análisis de casos específicos apoyan a las compañías y a las personas encargadas de formular las políticas en la categorización y la toma de decisiones sobre el uso de la tecnología blockchain en la transición energética integrada. Los hallazgos también le otorgan a la etapa de desarrollo de esta joven tecnología una diversidad de puntos de partida para futuras investigaciones. Se debe prestar particular atención a las mejoras de eficiencia en el sistema; resultado de las sinergias generadas por las pruebas y la implementación simultánea en los estudios de caso individuales.

¹ Panel intergubernamental de cambio climático – PCCC (2018).

² Por ejemplo, el aumento en el nivel del mar, conjuntos de eventos climáticos extremos, reducción de la biodiversidad, etc.

³ Por ejemplo, el hambre, escasez de agua, migración forzada, crisis locales y al interior de los Estados, economías debilitadas, entre otras.

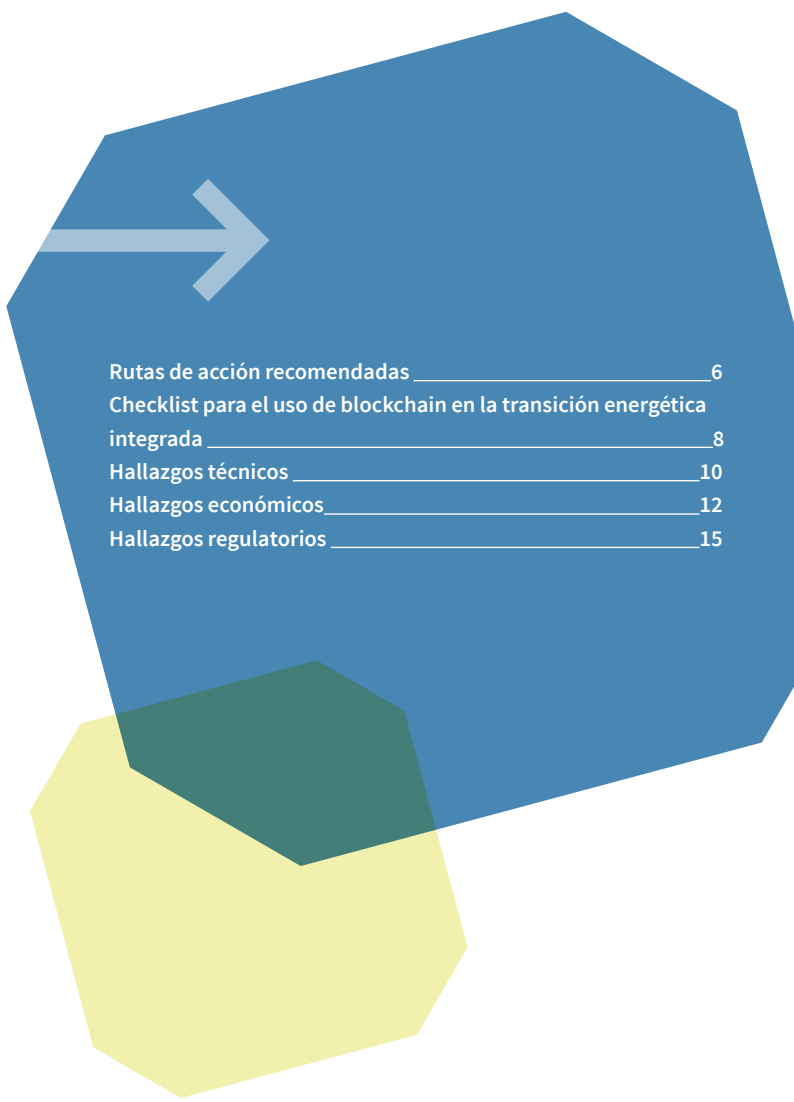
El uso y desarrollo de la tecnología blockchain ofrece enfoques emocionantes para la industria energética. Además, puede contribuir a la transformación exitosa del sistema energético, al ser un factor importante para el desarrollo de nuevos modelos de negocios digitales. Para los actores de la industria energética, ofrece la posibilidad de omitir etapas individuales en el desarrollo tecnológico y de posicionarse como un parámetro para la innovación en otras industrias.

La tecnología blockchain hace que la digitalización sea más tangible y abre espacios para el valor económico agregado en la gestión de la información digital. Asimismo, es una tecnología digital habilitadora, y es muy probable que tenga influencia significativa sobre los flujos de información digital del mañana. El término “Web 3.0” ha sido utilizado desde hace algún tiempo en el medio. En la Web 3.0 se le puede asignar un valor a la información y puede ser transmitida y utilizada de forma trazable, auténtica, automatizada y autoejecutable. La tecnología blockchain puede servir como la columna vertebral de este “internet del valor”. Además, sienta las bases para la discusión de los sistemas de incentivos de la teoría de juegos. Ello, con el fin de responder las preguntas directamente relacionadas sobre la distribución sustentable, trazable y (parcialmente) automatizada del valor.

Entre más pronto se identifiquen y cumplan los prerrequisitos regulatorios y técnicos para el uso de blockchain en el sector energético, más consistentemente se podrán probar e impulsar estos valores agregados.

Sin embargo, debería tomarse en cuenta que blockchain no es necesariamente la “llave maestra” del sector energético que promete ser la solución a todos los retos de la transición energética. Dicha atribución excede las expectativas de la tecnología, además de que amenaza con retrasar la proliferación en áreas específicas de aplicación en la industria energética, donde su uso es, en efecto, oportuno y ofrece valor agregado. En lugar de ello, vale la pena

mencionarlo a manera de introducción, blockchain debería probarse, implementarse y desarrollarse más allá del pragmatismo en las áreas en donde sus propiedades centrales puedan alcanzar su potencial. Tras la baja del interés en las criptomonedas, es necesaria una transición hacia una fase seria de pruebas. La constante aparición de reportes sobre nuevos acuerdos de cooperación entre las start-ups del medio blockchain y los proveedores de energía, los operadores de las redes eléctricas, los comerciantes de energía, los fabricantes de dispositivos y los proveedores de tecnologías, claramente muestra que ya se está generando una dinámica prometedora.



Rutas de acción recomendadas	6
Checklist para el uso de blockchain en la transición energética integrada	8
Hallazgos técnicos	10
Hallazgos económicos	12
Hallazgos regulatorios	15

Rutas de acción recomendadas

A continuación, se enlistan las recomendaciones más importantes para establecer rutas de acción, dirigidas a las personas que formulan las políticas, la industria energética y el medio blockchain.

Se deben tomar en consideración los hallazgos del estudio del Gobierno Federal de Alemania sobre la estrategia blockchain

El potencial de la tecnología blockchain también ha sido documentado a nivel político a través de la inclusión del acuerdo de coalición⁴ en diversos apartados. Por ejemplo, en la estrategia de implementación del Gobierno Federal, “Dándole forma a la digitalización”, se anunció una estrategia blockchain exhaustiva para el verano del 2019. La meta es definir los marcos regulatorios adecuados para la tecnología y para los criptoactivos, con el fin de impulsar el potencial y evitar su mal uso⁵. La red de socios en la propuesta del estudio, así como los hallazgos del mismo proporcionan una gran cantidad de destreza que debería integrarse de manera exhaustiva en la planeación de los siguientes pasos y sirven para una discusión sobre siguientes pasos para las aplicaciones en el sector energético.

Establecer un grupo de trabajo con funciones de divulgación especializada para los tomadores de decisiones políticas

Blockchain se está desarrollando con rapidez y representa una nueva forma de servicios digitales de datos que, a su vez, obtendrán mayor relevancia en las siguientes décadas. A nivel mundial, las personas trabajan en la mejora de la tecnología y el cambio es un asunto de todos los días. Dada la complejidad de los diseños especiales, por ejemplo, los procedimientos criptológicos para garantizar el manejo seguro y descentralizado de los datos, las estructuras de la teoría de juegos para un desarrollo sostenible de la operación descentralizada de blockchain; o de las preguntas sobre la interoperabilidad entre diversas blockchains, es imprescindible una función de divulgación para los tomadores de decisiones políticas. Con la meta de traducir los desarrollos para las personas encargadas de formular las políticas, se debería constituir un grupo de trabajo que compile reportes con regularidad, enfocándose

se en las posibles aplicaciones en la industria energética y que además proporcione información acerca del progreso actual de la tecnología blockchain.

Fortalecer la protección de datos y el diálogo sobre la seguridad de los datos con base en hardware y software

En cuanto al software, las capacidades técnicas de la tecnología blockchain podrían contribuir a la promoción del manejo confiable y seguro de datos. Por consiguiente, debería examinarse hasta qué grado la tecnología y la seguridad de la infraestructura de medición digital (hardware) son compatibles entre sí. Lo anterior, con la finalidad de asegurar la trazabilidad de la información de principio a fin. Los estudios de factibilidad y los diálogos de discusión sobre estos temas entre los expertos en sus respectivos dominios deben recibir apoyo político, para así consolidar desarrollos paralelos e impulsar el valor agregado. En la industria energética, esto es aplicable en gran medida a cuánto se puede reconciliar a la tecnología con los desarrollos relacionados con el despliegue de los medidores inteligentes. De igual modo, los desarrollos de la tecnología deberían seguirse de cerca, con énfasis en las discusiones acerca de la protección de datos. Además de brindar una aclaración legal sobre cuáles datos deberían considerarse información personal⁶, los desarrollos tecnológicos en cuanto al registro de datos utilizando seudónimos (seudonimización) y la anonimización deben ser examinados y evaluados de manera constante (con énfasis en la soberanía de datos).

Establecer un registro para contratos inteligentes en la industria energética

Conforme avanza la digitalización, aumenta también la importancia de los contratos inteligentes para el sector energético. Sin embargo, traducir las relaciones contractuales a un lenguaje digital no es la única ventaja de la tecnología blockchain. Un registro que contenga las relaciones contractuales con la industria energética y que, por lo tanto, sea simultáneamente un punto de partida para un sistema, es un primer paso para llevar a cabo una discusión sobre cuáles relaciones pueden convertirse en un contrato automatizado y autoejecutable. Tal plataforma debería ser creada por una institución independiente; además, el acceso debería ser libre y las entra-

⁴ El gobierno alemán surge de una coalición entre diferentes partidos con representación en el Parlamento Federal (Bundestag).

⁵ Bundestag Alemán (2018).

⁶ Bundestag Alemán (2018).

das al mismo deberían verse, calificarse, discutirse y comentarse permanentemente.

Investigar la relevancia de la tecnología para la aceptación de la transición energética

La tecnología blockchain, una forma descentralizada de servicios digitales con la capacidad de transmitir valor en el dominio digital, está ganando importancia. Se reemplaza a la confianza centralizada y a las entidades de control por la confianza descentralizada, técnica y matemática y, por lo tanto, se apoya la idea de la participación, criterio clave para el éxito de la transición energética. Debería examinarse la gran importancia de la confianza descentralizada y de los instrumentos de control para la aceptación de la transición energética en una propuesta de estudio o una prueba de mercado; analizando también los posibles efectos económicos de la tecnología..

Establecer un “laboratorio blockchain” para proyectos piloto

Los hallazgos centrales de este estudio incluyen el hecho de que los siguientes pasos conducirán, cada vez más, hacia la implementación de la tecnología blockchain. Las personas encargadas de formular las políticas, bajo un acuerdo cooperativo con actores de la industria energética, deberían promover pruebas de base amplia para esta joven tecnología, en especial para las aplicaciones en el sector energético, con el fin de comprobar su potencial bajo condiciones del mundo real. Con este propósito, los hallazgos de este estudio son un punto de partida, con base en que un número de estudios de caso seleccionados, y particularmente promisorios, se llevan a cabo en un laboratorio de blockchain, permitiendo ganancias de eficiencia dentro del sistema, como resultado de una combinación de distintos estudios de caso que pueden ser investigados. Dicho laboratorio piloto también podría ser utilizado de manera paralela en otros temas digitales de importancia, como la inteligencia artificial en la industria energética.

Checklist para el uso de blockchain en la transición energética integrada

La siguiente checklist busca mostrar a los usuarios de la tecnología blockchain en el sector, cuáles pasos deben seguirse para utilizar la tecnología y para crear valor agregado, así como para probar el potencial de los estudios de caso de manera operativa. Los puntos individuales no deben verse como una secuencia lineal, pues la realización de proyectos piloto siempre tiene un carácter recurrente y exploratorio.

✓ Valide el valor agregado y el punto de venta único de cada uso particular de blockchain

Hoy en día, muchas aplicaciones requieren múltiples intercambios de información. En un mundo que cada vez está más conectado por redes globales, donde, en algunos casos, identidades desconocidas y/o entidades automatizadas se comunican entre sí, un protocolo como blockchain, con sus propiedades centrales de seguridad, inmutabilidad, transparencia, robustez y participación multiactor, es cada vez más importante.

Con este fin, primero se debe examinar en diversas variantes y con distintas herramientas de desarrollo de negocios si los requisitos del caso específico correspondan a las propiedades centrales de la tecnología blockchain o si constituye un valor agregado específico, o bien, si permite la construcción de un modelo de negocios basado en blockchain. De no ser el caso, se deberían considerar tecnologías alternativas.

✓ Defina proyectos piloto y forme comunidades con intereses comunes

Los proyectos piloto para la aplicación de la tecnología blockchain en el sector energético son particularmente promisorios cuando se forman asociaciones estratégicas entre los sectores de la política, la ciencia y la economía (compañías de tecnologías, compañías de la industria energética, así como de la industria). Si después de llevar a cabo una inspección sobre la viabilidad de las tecnologías alternativas se concluye que la tecnología blockchain es la solución óptima, el siguiente paso es construir consorcios con las mismas ideas e intereses en común. Además, se debe definir el marco para el proyecto piloto (estudios de caso, metas, duración, financiamiento, asignación de responsabilidades, participación, etc.). Puesto que la tecnología blockchain generalmente opera a través de etapas de creación de valor, se recomiendan los enfoques abiertos durante la construcción de consorcios. Para los estudios de caso cuya operación depende únicamente de algunos actores con responsabilidades principales (p.e., “manejo de la congestión en redes de distribución de electricidad (electromovilidad)” (estudio de caso 1), y donde la tarea principal recae en el operador del sistema de distribución), la formación de un consorcio debería ser más fácil que para los estudios de caso en donde un número grande de actores, a través de diversas etapas en la creación de valor dentro de la industria energética, necesitan estar integrados (p.e., “Comercio y asignación de capacidades

de la red (electricidad)” (estudio de caso 9) o “término y cambio de proveedores (electricidad)” (estudio de caso 6)).

✓ Elabore una planeación detallada y aclare los requisitos técnicos

Los requisitos tecnológicos de la aplicación que se planeó deben aclararse a detalle, para que sea posible estimar los costos de la propuesta. En este caso debe usarse un procedimiento holístico para identificar, “de extremo a extremo”, toda la cadena de información. Esto incluye todos los componentes de hardware y software, como los cripto-chips, los servicios de oráculo, los sistemas de bases de datos, entre otros, con el fin de garantizar la transferencia segura de los datos entre el mundo físico y el virtual. Además, se deben describir a detalle los requisitos técnicos específicos para el estudio de caso blockchain seleccionado, como son la velocidad de transacción requerida, el nivel de seguridad y la selección del procedimiento del nodo, entre otros. En particular, los estudios de caso con un componente obligatorio de hardware podrían plantear desafíos técnicos para el usuario (como el estudio de caso “Inclusión de las instalaciones en el Registro maestro de datos de mercado (MaStR)” (estudio de caso 3), en el cual se usan los cripto-chips). Por otro lado, en ciertos estudios de caso, la madurez tecnológica y el número de soluciones blockchain adecuadas es extremadamente alto. Ello significa que un gran número de requisitos tecnológicos para proyectos piloto se cumplen para los siguientes estudios de caso: “Servicios energéticos para edificios y procesos industriales (mantenimiento)” (estudio de caso 2), “comercio P2P entre clientes de un proveedor de electricidad” (estudio de caso 8) y “Suministro de electricidad de dueño a inquilino” (estudio de caso 10).

✓ Defina la gobernanza, el mecanismo de consenso y el sistema de incentivos

Algunos aspectos importantes que deben ser definidos pronto por el consorcio, se relacionan con la estructura de gobernanza, el mecanismo de consenso y el sistema de incentivos para la solución blockchain seleccionada. En particular, lo concerniente al consumo de energía y con la aceptación sostenible del mecanismo de consenso, es decisiva la elección de un sistema de incentivos apropiado y de un mecanismo de consentimiento (evidencia del trabajo, evidencia de los intereses en juego, evidencia de la autoridad). Las estructuras de gobernanza deberían determinarse temprano y con el mayor nivel de detalle posible. Además, requieren del consentimiento de las partes del consorcio involucradas, pues son indispensables para el buen funcionamiento de la aplicación blockchain. Dependiendo de la naturaleza del blockchain seleccionado, las adaptaciones retroactivas podrían generar problemas. Es particularmente importante definir las estructuras de gobernanza de manera temprana para los estudios de caso con un gran número de actores y muchas etapas de creación de valor

ya sean de la industria energética o en diferentes áreas de interés. Por otro lado, la identificación de un sistema de incentivos adecuado afecta, principalmente, a los estudios de caso con un elemento fuerte de mercado, así como a la incorporación de usuarios finales a través de sistemas de tokens, como se describe en los estudios de caso “Manejo de la congestión en las redes de distribución de energía eléctrica (electromovilidad)” (estudio de caso 1) y en “Inversiones compartidas en el caso del suministro externo de electricidad de dueño a inquilino” (estudio de caso 11).

✓ **Revise y considere el ambiente regulatorio**

Para no poner en peligro el despliegue y escalamiento del estudio de caso seleccionado, se debe revisar con cuidado el ambiente regulatorio aplicable. Las aplicaciones blockchain para la industria energética se ven afectadas simultáneamente por múltiples aspectos regulatorios: leyes de protección de datos, leyes de seguridad de datos y leyes energéticas. De igual modo, en muchas aplicaciones que involucran soluciones con tokens, las leyes financieras también desempeñan un papel importante. En todos los niveles, se deberían tomar acciones preventivas en estos casos, pues muchos aspectos deben ser comparados con las provisiones actuales y dictan, en gran medida, la implementación del estudio de caso. De los estudios de caso examinados, dos representan los mayores retos para los usuarios (“Inclusión de las instalaciones en el Registro maestro de datos de mercado (MaSTR) (estudio de caso 2) y “Certificados de origen” (estudio de caso 4)), pues se ven afectados por varias disposiciones legales. Además, los estándares nacionales deberían modificarse significativamente para la asignación de estos casos con la ayuda de la tecnología blockchain. Por otro lado, el estudio de caso “Servicios energéticos para edificios y procesos industriales (mantenimiento)” (estudio de caso 2) es, desde un punto de vista regulatorio, poco problemático.

✓ **Planifique la ejecución y asegure recursos**

Este paso incluye todas las tareas que son necesarias para la implementación de la aplicación blockchain planificada. Con base en los requisitos técnicos que fueron aclarados con anterioridad, así como con la revisión económica y regulatoria, se genera una lista detallada de los pasos para la implementación planeada, así como de la tecnología necesaria para asegurar la ejecución exitosa del proyecto. También son de gran relevancia la realización oportuna de un presupuesto, el aseguramiento del personal con la capacidad para implementar el proyecto en el frente de blockchain, así como la previsión de la capacidad de programación para establecer contratos inteligentes.

Comúnmente, las generalizaciones sobre el significado de la tecnología blockchain para el sector energético no son constructivas. Los estudios de caso seleccionados en este estudio son casos modelo. Su objetivo es mostrar a detalle los aspectos técnicos, económicos y regulatorios de la tecnología blockchain a sus usuarios potenciales, además de ofrecerles la opción de compilar un estudio de caso apropiado (o una variante del mismo) y/o una combinación de distintos estudios de caso que se ajusten a sus propias necesidades.

Hallazgos técnicos

El siguiente diagrama muestra la valoración de los 11 casos de estudio. La evaluación de la idoneidad de la tecnología blockchain, con base en un amplio rango de criterios (punto de venta único, madurez tecnológica, número de soluciones adecuadas, estado de las pruebas, costos de cambio y cumplimiento de los requisitos de responsabilidad),

deja en claro que los requisitos técnicos de los estudios de caso respectivos se cumplen por el uso de blockchain, aunque en ocasiones suceda en grados altamente variables. Por lo tanto, una revisión detallada de cada estudio de caso individual es de suma importancia (véase también el capítulo 3 y el reporte técnico en la Parte B).



La calificación por estrellas que se muestra por cada estudio de caso describe el grado de cumplimiento de los requisitos técnicos en una escala del 1 (muy bajo) al 5 (muy alto). Se basa en la calificación ponderada de los seis criterios ubicados al centro del diagrama

Se está trabajando en blockchains escalables y adecuados para las masas

La amplia implementación de la tecnología blockchain se encuentra obstaculizada por el hecho de que el uso de la tecnología aún es comparativamente complejo y que solo en raras ocasiones hay una buena documentación disponible. Así, hoy en día la tecnología blockchain todavía es vista predominantemente como una “tecnología de exper-

tos” y se considera que está en una etapa temprana de desarrollo. La madurez y los productos estandarizados, que pueden usarse directamente por los usuarios, son prácticamente inexistentes. No obstante, los desarrolladores y el personal con una afinidad por la programación consideran extremadamente fácil, rápido y directo comenzar a trabajar con blockchain. En el caso de blockchains públicas o de código abierto, lo anterior se facilita por el hecho de que no es necesario cu-

brir costos de licencias. Actualmente, la tecnología está en etapa de desarrollo y está encaminada hacia la madurez técnica. Las interfaces hacia otros sistemas de información están mejorando de manera significativa y también pueden observarse las tendencias iniciales hacia la estandarización. Un ejemplo de esto es la colaboración entre Enterprise Ethereum Alliance y Hyperledger, la cual promete un impulso significativo para las aplicaciones de blockchain en el mundo corporativo. Las ofertas de “Blockchain como un servicio” por parte de compañías establecidas, como Amazon, IBM y SAP, también promueven un mayor desarrollo de la tecnología, así como su adaptación en la industria energética. La Energy Web Foundation y sus asociados tecnológicos, Parity Technologies y Slock.it, también trabajan en una solución para la industria energética adecuada para las masas. Considerando todo lo anterior, hay una gran cantidad de actividad a lo largo de distintos sectores..

La base de hardware es necesaria para una implementación exhaustiva de blockchain

Los estudios de caso examinados en este estudio muestran que, a la fecha, en solo algunos casos las aplicaciones se han estancado por la madurez tecnológica y por los requisitos asociados de velocidad, escalabilidad, etc. En su lugar, lo que desempeña un papel decisivo es que el hardware necesario para la recolección de datos a gran escala, en muchos casos no está disponible aún y/o no se ha configurado para que los datos sean transmitidos directamente a blockchain, para que el valor agregado de la implementación de la tecnología sea una realidad. En la mayoría de los estudios de caso examinados, los medidores digitales de electricidad y las bases de datos asociadas son prerrequisitos importantes para la implementación⁷. El atraso en el despliegue de los medidores inteligentes en Alemania, por consiguiente, ha probado ser un obstáculo para la proliferación a corto plazo de la tecnología.

Un enfoque más fuerte para el futuro de los servicios en segundo plano

Todavía faltan muchas “piezas de conexión” entre blockchains y los sistemas tradicionales de información. Las aplicaciones de bases de datos como los servicios de oráculo⁸, ejemplifican cómo el desencadenamiento de un contrato inteligente al medir el perfil de carga también requiere un origen seguro, así como transmisión e inmutabilidad del valor medido. Muchos de estos servicios faltantes (negocio a negocio (B2B) y de negocio a consumidor (B2C)) prometen un alto valor agregado de procedimiento; en comparación con las aplicaciones típicas de usuario final que, contrariamente, requieren menos conocimiento del dominio y, por lo tanto, parecen ser más fáciles de implementar a primera vista. Además, para los servicios en segundo plano tampoco aplican cierto número de problemas técnicos y retos regulatorios.

Se espera una gran variedad de ofertas y desarrollos tecnológicos rápidos

Los elementos centrales de la propia tecnología blockchain están sujetos a un desarrollo continuo a una velocidad notable. Esto ap-

lica en particular a los mecanismos de consenso, las estructuras de gobernanza, los tiempos de procesamiento de transacciones y la interacción con otros sistemas de información y el mundo físico, p.e., los servicios de oráculo. No obstante, las adaptaciones tecnológicas a los requisitos regulatorios, tales como el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) de la Unión Europea o las leyes nacionales en la Unión Europea, también están progresando a un ritmo vertiginoso. Considerar el cambio a una blockchain distinta podría ser ventajoso si los requisitos del caso de estudio exceden aquellos que se fijaron para el asociado de tecnología seleccionado al inicio y los de su solución blockchain, y/o si hay necesidad de desarrollar estudios de caso adicionales. El surgimiento paralelo de numerosas blockchains podría facilitar el cambio, reduciendo así los costos de cambio. En general, los costos de transacción para blockchains de código abierto son comparativamente bajos, en especial porque la tecnología central está en constante evolución. En este contexto, lo crítico y/o que sigue sin resolverse, son los retos relacionados con la migración de conjuntos de datos tras el intercambio de blockchains. El desarrollo de estándares podría ser útil y también debería prestarse atención para asegurar que las innovaciones necesarias no se vean inhibidas o incluso evitadas. Así, es cada vez más aparente el carácter de blockchain como una tecnología habilitadora. Una cripto-red privada o una red con acceso restringido y con un número pequeño y fijo de aplicaciones, por sí misma es incapaz de costear estos efectos de red.

Las cripto-redes se diversifican

La mayoría de los proyectos piloto y de demostración actuales en la industria energética utilizan ya sea la plataforma de contratos inteligentes pública de Ethereum, o bien, el marco de referencia del tejido Hyperledger. Las principales ventajas de Ethereum yacen en que es un ecosistema amplio, estable, abierto y de código abierto. Sin embargo, esto también se traduce en desventajas, que toman la forma de una velocidad de transacción relativamente baja, además de que la documentación es escasa e incompleta. Por el otro lado, el marco de referencia del tejido Hyperledger ofrece la ventaja de facilitar que las compañías comiencen con buena documentación. Energy Web Foundation (EWF) promete la posibilidad de una “tercera” vía para la industria energética: su blockchain generalmente no tiene restricciones de acceso. Además, resuelve el problema típico de gobernanza para las blockchains abiertas, pues la validación se lleva a cabo a través de los llamados “nodos de autoridad”, de acuerdo con las reglas que fija la EWF y que, por consiguiente, son verificables. De este modo, la experiencia de naturaleza técnica y regulatoria de los proveedores en todo el mundo fluye hacia la red, mientras que las aplicaciones genéricas, como aquellas para certificados de origen, están disponibles de manera gratuita. Actualmente, el desarrollo técnico abastece un rango entero de “nuevas” plataformas adicionales de contratos inteligentes, que prometen superar las desventajas de Ethereum. Con ello, se incrementará el número de transacciones por segundo, será posible la escalabilidad, se reducirán los costos y el consumo de energía y se asegurará la protección de datos.

⁷ Aquí debe hacerse una distinción entre el iMSys alemán y los sistemas AMI generales, así como los medidores alternativos y las soluciones gateway.

⁸ Un oráculo, en el contexto de la tecnología blockchain y en el uso de contratos inteligentes, es un agente que encuentra y verifica incidentes en el mundo real y los transmite de manera segura al blockchain. Posteriormente, son usados por los contratos inteligentes (integridad de los datos).

Hallazgos económicos

Los beneficios económicos de blockchain (microeconómicos/de negocios y macroeconómicos/de economía) son muy diferentes, dependiendo del estudio de caso. Como se muestra en el siguiente diagrama, el uso de blockchains genera potencial económico en algunos casos,

mientras que para otros estudios de caso se muestra una cantidad relativamente pequeña de beneficio económico. Podría resultar valioso leer los análisis detallados en el capítulo 3, en particular en el reporte económico de la Parte B.



La calificación por estrellas que se muestra por cada estudio de caso describe el grado de beneficio económico en una escala del 1 (muy bajo) al 5 (muy alto). Se basa en la calificación ponderada de los tres criterios micro y macroeconómicos ubicados al centro del diagrama.

Un buen momento para que las compañías se sumen

Este es un momento favorable para las compañías de la industria energética que tienen experiencia con la tecnología blockchain, o que les gustaría iniciar proyectos piloto. Al no ser necesario pagar licencias por el uso de blockchains abiertas, los costos de prueba hoy en día son comparativamente bajos, en especial, cuando se consideran los costos de personal. Por otro lado, los costos de transacción en el presupuesto para la validación de la información en blockchain no son insignificantes para blockchains públicas y para los casos con un uso intensivo de transacciones. Así, es buena idea contar con redes de prueba que sean suficientes para probar la aplicación.

La situación inicial también es favorable para los socios colaboradores del medio blockchain que estén disponibles. La competencia por especialistas adecuados del sector informático ya es un factor crítico para el desarrollo exitoso de las compañías en la mayoría de las industrias. Actualmente, la industria energética tiene un punto de partida bastante favorable, que además tiene un atractivo particular para el medio y ya ha incorporado a un cierto número de start-ups en Europa.

La eficiencia y la efectividad van en aumento; los enfoques de valor agregado, al alza

A través de los efectos de la automatización y la optimización de procesos, así como los costos de transacciones, la tecnología blockchain tiene el potencial de reducir los costos de funcionamiento en las compañías. Lo anterior se refiere a los costos de usar el mercado, por medio de los efectos de red (entre otros). Ya que las cripto-redes son genuinamente tecnologías de redes, actualmente hay indicios de mayor uso en el mercado. Sin embargo, no solo los servicios previamente creados por los usuarios se obtienen a través del mercado. En su lugar, los mercados electrónicos entre pares (P2P marketplaces) están listos para competir con las actuales estrategias de plataforma de las grandes compañías de internet, que además combinan de manera modificada los bienes públicos y/o efectos de redes desde dentro del marco de estrategias de la empresa. Como tal, entre más participantes tenga una cripto-red, son más valiosos los certificados de origen a través de blockchain. Sin embargo, no se necesita de un operador central de la plataforma para que el servicio de “garantía de origen” se ofrezca, en mayor o menor medida, como un monopolio..

La industria energética de hoy día muestra potencial adicional para la automatización y otorga un espacio para las soluciones de construcción de confianza en muchas áreas. En los casos en donde dicho potencial aún no se aprovecha, hay fricciones y costos innecesarios. Lo anterior se evidencia con el ejemplo de cambio de proveedores: cuan-

do hay 900 operadores en el sistema de distribución y éstos se comunican con casi 1,000 proveedores de electricidad, prácticamente todos los actores hacen uso de un sistema distinto. En el caso de los procedimientos erróneos de cambio de proveedores las adaptaciones que exige la ley generan costos altos, así como un nuevo y laborioso proceso. Los costos relacionados con la confianza pueden reducirse de manera significativa al almacenar los datos en un sistema de información descentralizado. Por lo tanto, las tecnologías alternativas también podrían utilizarse con este mismo propósito. Sin embargo, la “promesa de automatización y confianza” es solo un primer paso. Por encima de todo, el valor agregado significativo emana, en la mayoría de los estudios de caso, de la interacción y/o la ejecución de otros estudios de caso de la tecnología blockchain.

Incremento de los beneficios estratégicos

El uso de la tecnología blockchain también ofrece ventajas estratégicas para las compañías. Con frecuencia es una tecnología habilitadora, al aumentar directamente los beneficios de los medidores inteligentes y de otras innovaciones informáticas para las compañías. Cuando una compañía experimenta con la tecnología blockchain, en paralelo se abordan diversos aspectos orientados al futuro. De tal modo, el aprendizaje y la experimentación de la tecnología blockchain transmiten enfoques y generan mayor dominio; abriendo niveles completamente distintos en el mundo de los negocios, más allá de los que se utilizan actualmente en el espacio digital. Además de las significativas optimizaciones de procesos, logradas en el mediano término y que prometen efectos financieros microeconómicos netos, también se desarrollan, comprenden e implementan principios básicos de seguridad tecnológica. Ello ocupa una posición que merece ser destacada, particularmente en la industria energética. El manejo del flujo de datos se reevalúa por completo por medio de la aptitud de la tecnología para la documentación, independientemente de si sucede en un contexto entre empresas o en un contexto entre empresa y consumidores. Esto desencadena una creación masiva de valor para la gestión de la información.

En lugar de enfocarse únicamente en la reducción de costos, el énfasis debería situarse desde el comienzo en la capacidad de la tecnología para aumentar la calidad de la información, tal como lo ilustra el ejemplo de los certificados de origen.

En los siguientes años también aumentará mucho el valor de la información sobre el estado y el control para la industria energética, además de que desempeñará un papel significativo para los modelos de negocio exitosos. Es poco probable que la tecnología blockchain sea el único protocolo de información que sirva como un registro de verificación oportuno, costo-efectivo y seguro. Pero es probable que el papel que desempeñe blockchain sea significativo y que el principio mismo tenga una fuerte influencia.

Caída de las barreras de entrada al mercado

Para la transición energética y para la integración hacia una industria energética de alta frecuencia y en tiempo real, es cada vez más evidente cómo blockchain es una tecnología habilitadora y cómo interactúa con otras tecnologías e innovaciones informáticas, además de cómo dependen entre sí. Hay un gran número de efectos sinérgicos.

En general, puede decirse que la reducción de los costos de transacción, los cuales se registran en todos los estudios de caso examinados, facilitará significativamente la entrada al mercado de los pequeños productores de energía a partir de recursos renovables, así como de los consumidores en general. Por el otro lado, puede esperarse un aumento en el porcentaje de renovables en la matriz energética. Asimismo, habrá una mayor actividad comercial como resultado del aumento en el número de participantes en el mercado. A su vez, el mercado se dividirá en secciones más pequeñas y actuará con mayor frecuencia. Por lo anterior, se puede esperar un aumento general de eficiencia en el sistema y todo ello podría conducir hacia una reducción de emisiones.

Con el uso de la tecnología blockchain, además de reducir las barreras económicas para la entrada al mercado y de aumentar la intensidad de la competitividad, podrían surgir nuevos y decisivos grados de libertad para el diseño del mercado. Con el estudio de caso del Regis-

tro maestro de datos de mercado como ejemplo, podrían mapearse, a través del uso, la responsabilidad por la alimentación y la descarga de las instalaciones que forman parte de la Ley de Energías Renovables de Alemania (EEG) en la red de distribución. Al vincularse con la tecnología blockchain, el registro podría documentar la existencia de una instalación por medio del uso de un cripto-chip, que además podría registrarlo como parte de un proceso automatizado. También sería posible un cambio espontáneo entre diversos segmentos de mercado, p.e., pasar de un consumo de dueños a un mercado spot, algo que actualmente puede llegar a tomar varias semanas.

También podrían reducirse los grupos o autoridades de balance, podrían acortarse de manera significativa las ventanas de contratación y podría planearse el uso de la red al utilizar datos en tiempo real. Todos estos pasos podrían llevar a una mayor eficiencia económica y a una mayor eficiencia del sistema en general. Para los bienes públicos, como las redes de distribución de electricidad o gas, la tecnología blockchain podría ayudar a crear nuevas formas de financiamiento. En el futuro, el desarrollo de la infraestructura podría financiarse por medio de la tokenización y, posteriormente, puede asignarse de manera directa por medio del uso, al contrarrestar tanto el uso como la producción a través de los tokens de trabajo

Alta precisión documental y aumento en la participación en la transición energética

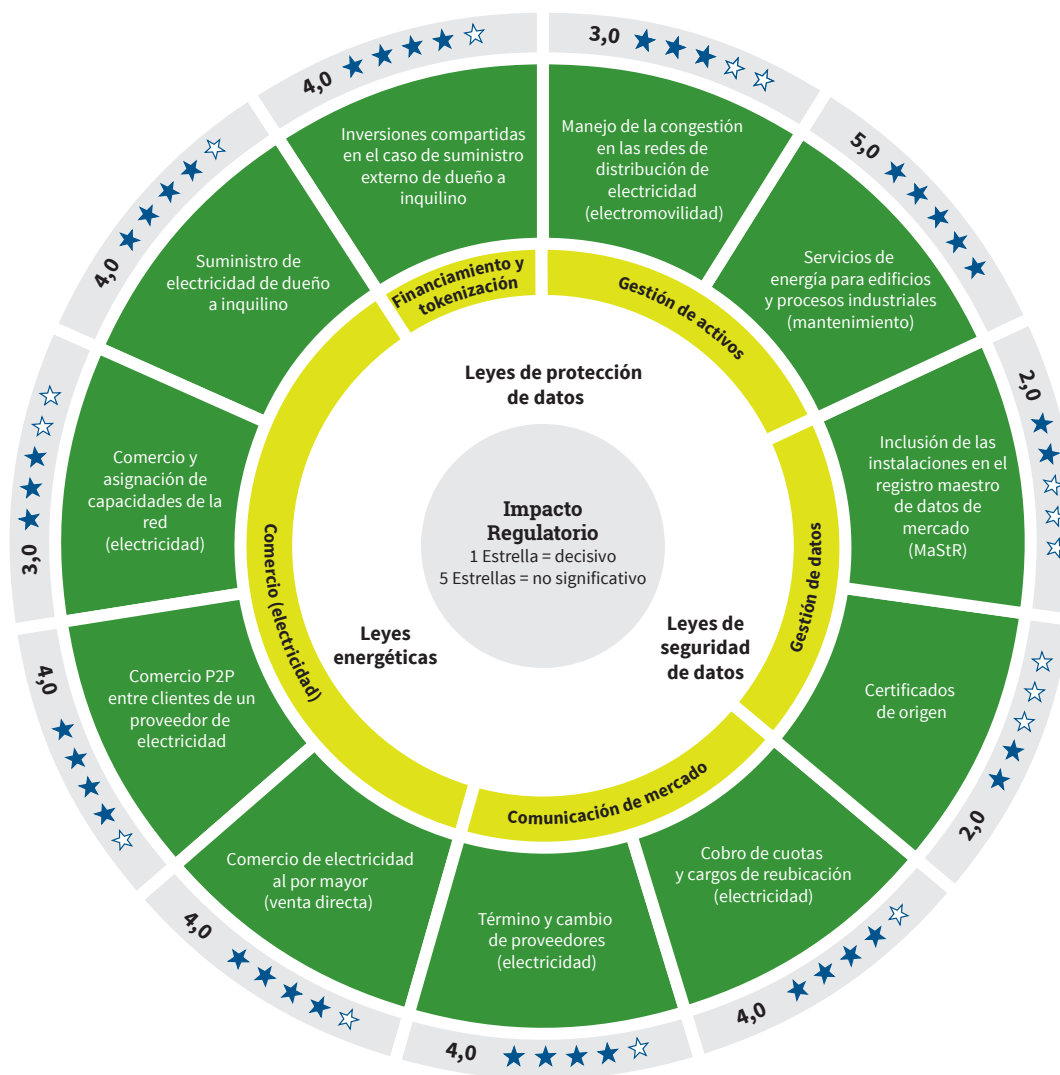
Actualmente se está discutiendo el estatus quo de la política energética con respecto de los sistemas de pago por consumo. Las tarifas de las redes y los precios de consumo de electricidad no alcanzan a reflejar todos los cuellos de botella en las redes o la situación de escasez en el mercado mayorista. Por medio de la tecnología blockchain se puede documentar con precisión la información sobre producción y consumo para una ubicación y tiempo específicos. Estos sistemas pueden diseñarse de manera más efectiva. Las personas encargadas de formular las políticas deben decidir cuáles instrumentos de distribución pueden implementarse. Dichos instrumentos de redistribución también pueden apoyarse en el uso de tokens.

La reducción de las barreras de entrada al mercado también puede fomentar la participación de los residentes en la transición energética. La “capa de confianza” de la tecnología blockchain podría, por ejemplo, aumentar de manera significativa la aceptación de la transición energética para garantías de origen. Esto podría lograrse al permitir una verificación simple y segura de cuán alta es la creación de valor bruto, in-situ, para la electricidad generada con fuentes de energías renovables. En otras palabras, cuánto del valor creado en Euros no se va de la comunidad local, sino que permanece dentro de la misma. En general, la posibilidad de aumentar la soberanía de los datos también funciona del mismo modo.

Hallazgos regulatorios

La evaluación regulatoria produjo resultados diferenciados según el estudio de caso. En particular en los análisis detallados sobre seguridad de datos, protección de datos y leyes energéticas. Por un lado, la diferencia en los resultados se debe al hecho de que se afectan distin-

tas áreas legales y regulaciones. Por el otro lado, las regulaciones, ya sean positivas o negativas, tienen grados variables de influencia sobre cada uno de los estudios de caso. Para más detalles, véase también el capítulo 3 y el reporte regulatorio de la Parte B del estudio..



La calificación por estrellas que se muestra por cada estudio de caso describe la influencia regulatoria en una escala del 1 (decisiva) al 5 (no significativa). Sin embargo, una influencia decisiva no debe equipararse con un ambiente regulatorio negativo. La calificación por estrellas está basada en un análisis de los tres campos legales ubicados al centro del diagrama.

Se requiere una evaluación regulatoria y específica de los casos

Con el fin de que la tecnología impulse la innovación en Alemania y Europa, lo que las compañías afectadas más necesitan es certeza legal y claridad. Ya que la tecnología blockchain sólo está en su infancia en la industria energética, la aplicación del marco regulatorio actual conduce a diversos problemas con respecto de la interpretación. Puede decirse que el uso de blockchain es posible en el sector energético, siempre y cuando opere en concordancia con las leyes energéticas. Además, la evaluación legal de su uso requiere de una evaluación caso por caso.

Mayor desarrollo de los principios de protección de datos con respecto de la descentralización y del mercado interno digital

En la interpretación del cumplimiento de las regulaciones de protección de datos, debe hacerse una distinción entre las blockchains públicas y privadas. En el caso de una blockchain privada (autorizada), se suele conocer a los usuarios, pues han sido identificados previamente durante el registro. En consecuencia, la ley de Telemedios (TMG), la Ley Federal de Protección de Datos (BDSG) y/o la Regulación general de protección de datos (GDPR) tienen aplicabilidad total.

La tecnología blockchain y el derecho a la supresión son antagonistas. Si el derecho a la supresión se toma en serio en su forma actual, el uso de blockchain en un rango amplio de áreas sólo puede concebirse en un modo que viola sus principios básicos: los diseños que permiten la posibilidad de eliminar datos posteriormente limitan severamente la confianza y lo completo de las transacciones procesadas a través de blockchain. Aunque se pueda implementar una obligación de supresión para transacciones realizadas mientras que se preservan su funcionalidad (lo que se conoce como pruning), hay muy pocas oportunidades de que los sujetos de datos puedan hacer valer sus derechos de manera efectiva. Esto es particularmente aplicable a blockchains específicas, sin restricciones y con responsabilidades descentralizadas.

Los medidores inteligentes potenciarán la recolección de datos basada en blockchain para la industria energética, pues permiten una representación segura y/o la verificación de activos. Para las compañías en la industria energética, la implementación de blockchain también involucra el establecimiento de una gestión efectiva de protección de datos, así como de una evaluación de los métodos existentes para el procesamiento de datos. Además, se recomienda el desarrollo de pautas internas en las compañías y de conceptos que definan el manejo de datos de acuerdo con la Regulación general de protección de datos (GDPR) al interior de la compañía y que sirvan como evidencia del cumplimiento de sus requisitos.

Para no poner en riesgo todo el potencial de innovación de la tecnología blockchain, los legisladores deberán limitar el derecho a la eliminación para arquitecturas informáticas complejas y descentralizadas, favoreciendo el derecho a las medidas de protección suficientes, específicamente la seudonimización. A pesar de todo, la tecnología blockchain generalmente busca fortalecer la soberanía de los consumidores sobre sus propios datos. A la fecha, los principios de protección de datos no corresponden con el concepto del manejo descentralizado de los mismos. En cuanto a los datos no personales, la Unión Europea se está acercando todavía más hacia un mercado interno digital. Sin embargo, el marco legal no cumple con el significado del manejo descentralizado de datos.

El rango de aplicación para los contratos inteligentes está determinado por las circunstancias

El uso de una plataforma exclusivamente para el almacenamiento de datos no constituye un contrato con otros usuarios del mismo rango en un nivel horizontal. Estos hallazgos son aplicables a todos los modelos básicos de blockchain posibles. Los contratos inteligentes pueden ser utilizados para aplicaciones en la industria energética, donde los contratos clásicos son muy lentos y costosos. En los casos en donde los requisitos formales no pueden representarse en blockchain, el contrato inteligente correspondiente podría anularse, de acuerdo con la sección 125 del Código Civil alemán (BGB). Sin embargo, esto no limita las opciones de uso de contratos inteligentes en la industria energética, pues los contratos clásicos, que requieren cumplir con requisitos formales, pueden ser replicados en blockchain a través de contratos inteligentes.

El comercio descentralizado de electricidad basado en blockchain depende, en gran medida, de la infraestructura de los medidores

A la luz del marco legal actual, aún parece inviable una aplicación completamente descentralizada de los modelos de comercio basados en blockchain. Para este propósito, el cliente de la red blockchain debe ser capaz de balancear sus cuentas y facturar con base en las lecturas de los medidores, de acuerdo con lo establecido en la sección 12(4) del Ordenamiento de acceso a la red de electricidad (StromNZV), como ya está provisto en el caso de “tarifas variables”. Para ello, la determinación de la conducta de alimentación y de consumo usando sistemas de medidores inteligentes, de acuerdo con la Ley de Operación de Puntos de Medición (MsbG), es un requisito previo. En esta medida, el despliegue de medidores inteligentes y una aplicación de blockchain son mutuamente dependientes.

La regulación financiera es otro campo necesario para el desarrollo

Aunque las blockchains están considerablemente más establecidas en el sector financiero que en el sector energético, todavía hay mucha incertidumbre con respecto de la categorización legal y regulatoria. Esto se evidencia por el hecho de que no queda claro si las criptomonedas o los tokens accionarios deberían considerarse como instrumentos financieros bajo la ley comercial, o no.

■ **Las criptomonedas como medios de pago o como unidades monetarias**

Actualmente, no se categoriza a las criptomonedas como un medio de pago o como unidades monetarias. Los medios de pago basados en blockchain tampoco son “dinero”, pues no se consideran como efectivo ni como depósitos basados en solicitudes. Además, no se les considera como dinero electrónico, según la definición de la sección 2(2) de la Directiva de dinero electrónico (E-Geld-Richtlinie). Por lo tanto, las disposiciones regulatorias relevantes no son aplicables. Además (aún) no califican para categorizarlas como un instrumento financiero. Sin embargo, las monedas virtuales, administradas de manera centralizada, pueden concebirse de una manera distinta (en algunos casos pueden considerarse como “activos intangibles”).

■ **Los tokens como valores (securities)**

Puede asumirse que la digitalización pronto se extenderá a la emisión de valores y que éstos perderán importancia, y/o que ya no será necesaria una copia de papel en el futuro. Los legisladores también necesitan actuar en esta área. Este régimen regulatorio, que aún tiene que ser creado, también será aplicable para los valores digitalizados, así como para los derechos y reclamaciones tokenizados.

■ **Leyes que rigen las transacciones de pago**

El marco jurídico actual para el pago de transacciones se ajusta por completo a las relaciones legales entre los actores tradicionales: remitente, receptor e intermediarios (p.e., los bancos). Para que las transacciones puedan ser procesadas a través de la tecnología blockchain es necesario que los legisladores hagan una revisión de las bases del sistema de transacciones de pago.

■ **Lavado de dinero**

A la luz de la recomendación de la European Banking Federation (EBF) del 2014, que audita las plataformas comerciales según lo establecido por la Directiva de la Unión Europea para el lavado de dinero, también deben considerarse las regulaciones relevantes para las aplicaciones blockchain correspondientes en el sector energético.





www.dena.de/blockchain