

Monetarisierung der CO₂-Speicherung: erste Erkenntnisse

Ramona Achermann, 10. Dezember 2024

Einleitung

Bis 2050 muss die Schweiz gemäss Klimaschutzgesetz das Netto-Null Ziel erreichen. Alle Emissionen von Klimagasen sollen bis dahin auf null reduziert oder der Atmosphäre entnommen und gespeichert werden. Viele Schweizer Unternehmen müssen eine ausgeglichene Klimabilanz vorweisen, schaffen das aber nicht komplett aus eigener Kraft.



SBB – Kompensation durch Negativemissionen

Auch bei der SBB fallen Negativemissionen an – die Bahnbetreiberin rechnet mit rund acht Prozent. Wie sie diese kompensieren wollen, wissen die SBB noch nicht. Man sei mit verschiedenen Akteuren im Austausch.



Schweizer Post - Zertifizierungsverfahren

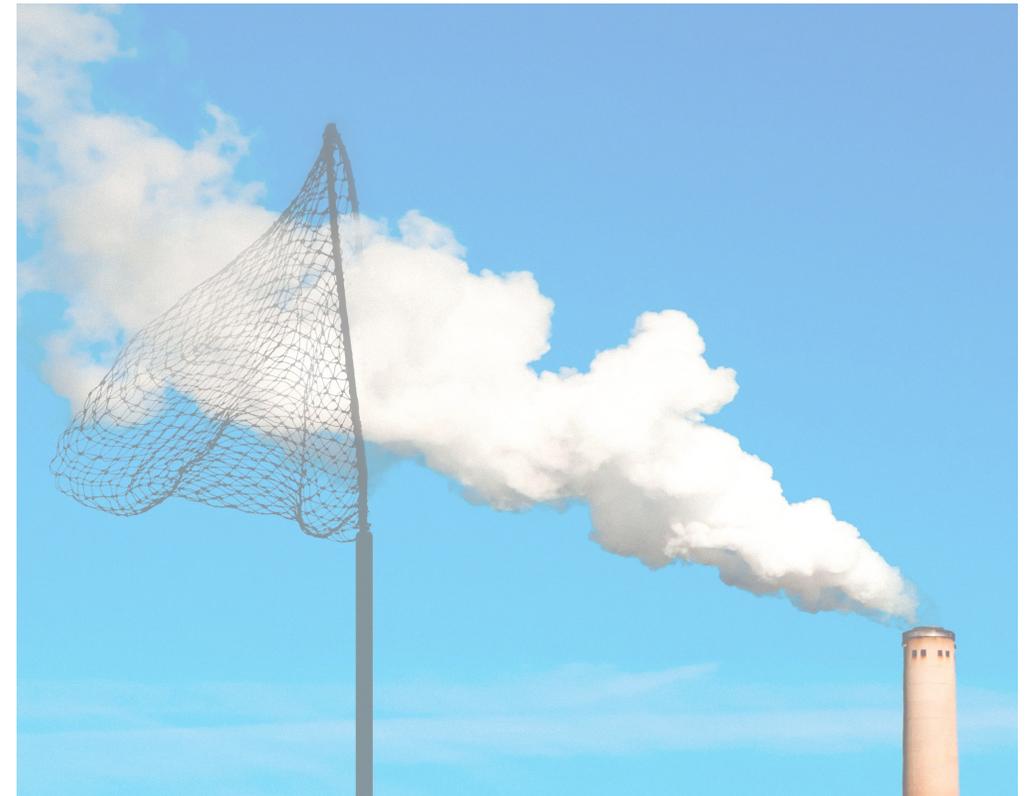
- In Thüringen hat die Post für 70 Millionen Euro einen Wald gekauft.
- Der Kauf dient dem Klimaschutz, doch diese Art der CO₂-Speicherung ist derzeit nicht zertifizierbar.

«Die Herausforderung, wie **kompliziert die Zertifizierung von diesem System ist, haben wir unterschätzt**».



Swisscom – qualitative hochwertige CO₂-Zertifikate

Die Swisscom etwa wird «trotz intensiver Reduktionsmassnahmen» **weiterhin unvermeidbare Restemissionen** «durch qualitativ hochwertige CO₂-Zertifikate aus ausgewählten Klimaschutzprojekten kompensieren», wie sie im aktuellen Geschäftsbericht schreibt.



Fragestellungen

Bis 2050 muss die Schweiz gemäss Klimaschutzgesetz das Netto-Null Ziel erreichen. Alle Emissionen von Klimagasen sollen bis dahin auf null reduziert oder der Atmosphäre entnommen und gespeichert werden. **Einen grossen Beitrag an Negativemissionen werden von Schweizer Kehrichtverwertungsanlagen (KVAs) kommen.**



SBB – Kompensation durch Negativemissionen

Emissionsvermeidung und Negativemissionen: Welche Zertifikate könnten mit der Speicherung von fossilem und biogenem CO₂ generiert werden?



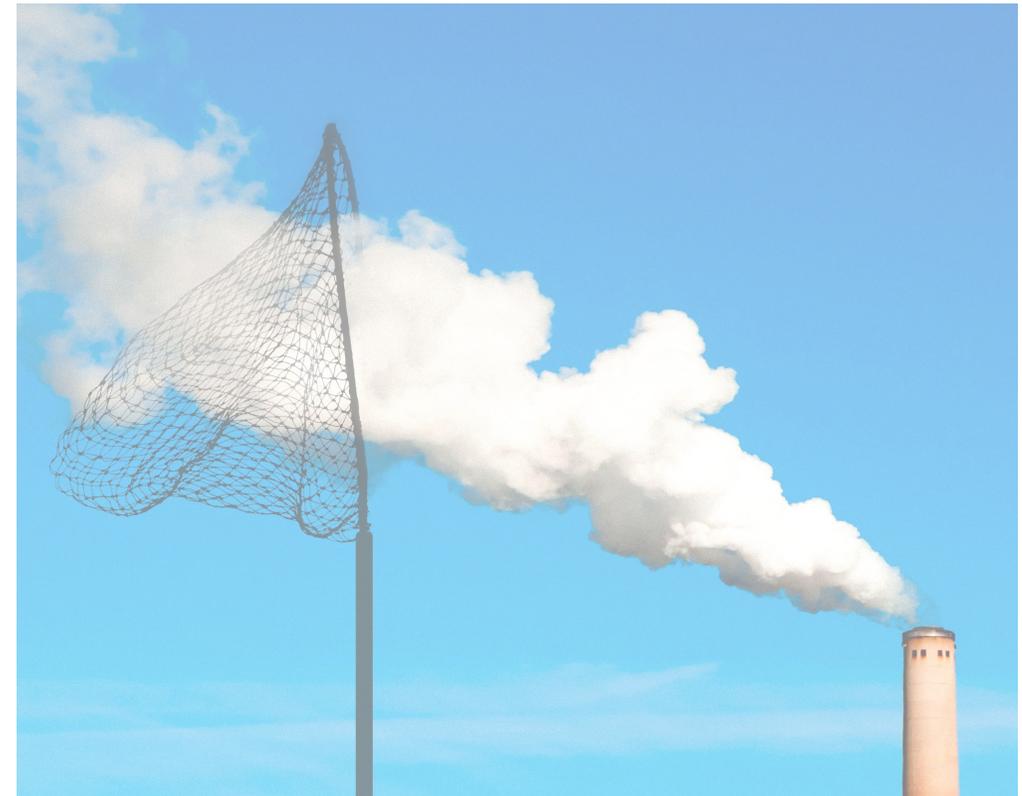
Schweizer Post - Zertifizierungsverfahren

Zertifizierungsverfahren: Was für Validierungs- und Verifizierungsstellen gibt es und wie laufen diese Prozesse ab?
Zertifikatshandel: Wo und wie werden Zertifikate gehandelt?
Preisentwicklung: Was gibt es für Trends und Entwicklungen, welche Angebot und Nachfrage beeinflussen?



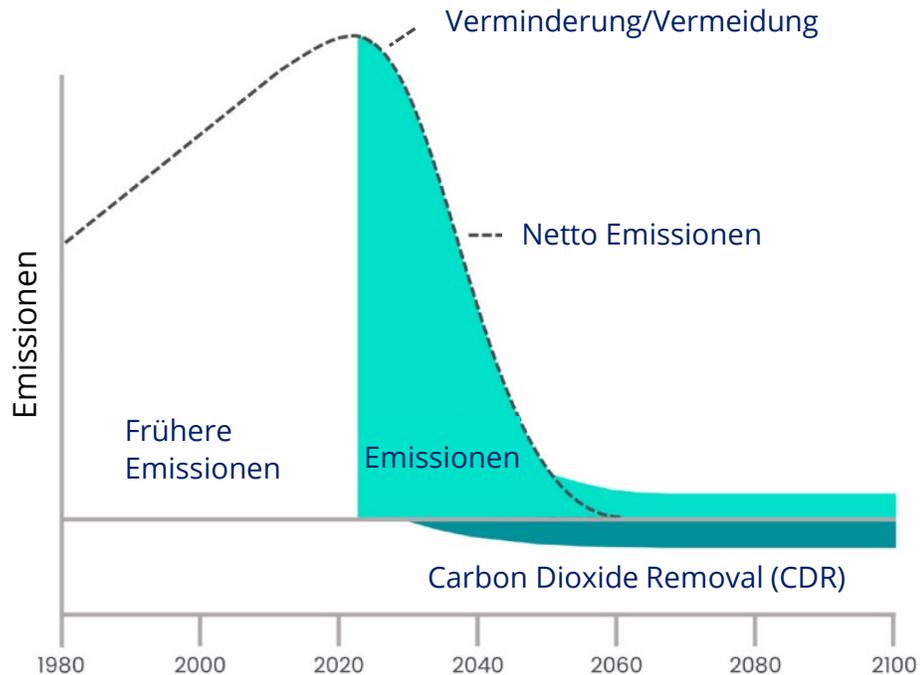
Swisscom – qualitative hochwertige CO₂-Zertifikate

Käufer: Was sind die Anforderungen und Erwartungen von CH-Käufer und wie hoch ist ihre Zahlungsbereitschaft?
CO₂-Anrechnung: Was können sich NET-Generatoren je nach Käuferszenario in ihrer THG-Emissionsbilanz anrechnen lassen (unter Vermeidung von Double counting)?



Kohlendioxidentfernung vs. Kohlendioxidverminderung

Während die Entfernung CO₂ aktiv aus der Atmosphäre entzieht und speichert, zielt die Verminderung darauf ab, neue Emissionen zu vermeiden oder zu reduzieren.



Verminderung / Vermeidung von Treibhausgasemissionen

Minderungs-Technologien sind Lösungen, die darauf abzielen, **die Emissionen von Treibhausgasen zu reduzieren oder zu verhindern**, einschließlich erneuerbarer Energiequellen, Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (CCS) sowie Verbesserungen der Energieeffizienz.

Entfernung von Kohlendioxid (CDR)

CDR beschreibt die Methoden **zur Abscheidung und Bindung von CO₂ aus der Atmosphäre** durch eine Reihe von Mechanismen. Diese Methoden sind derzeit in unterschiedlichem Maße technisch ausgereift.

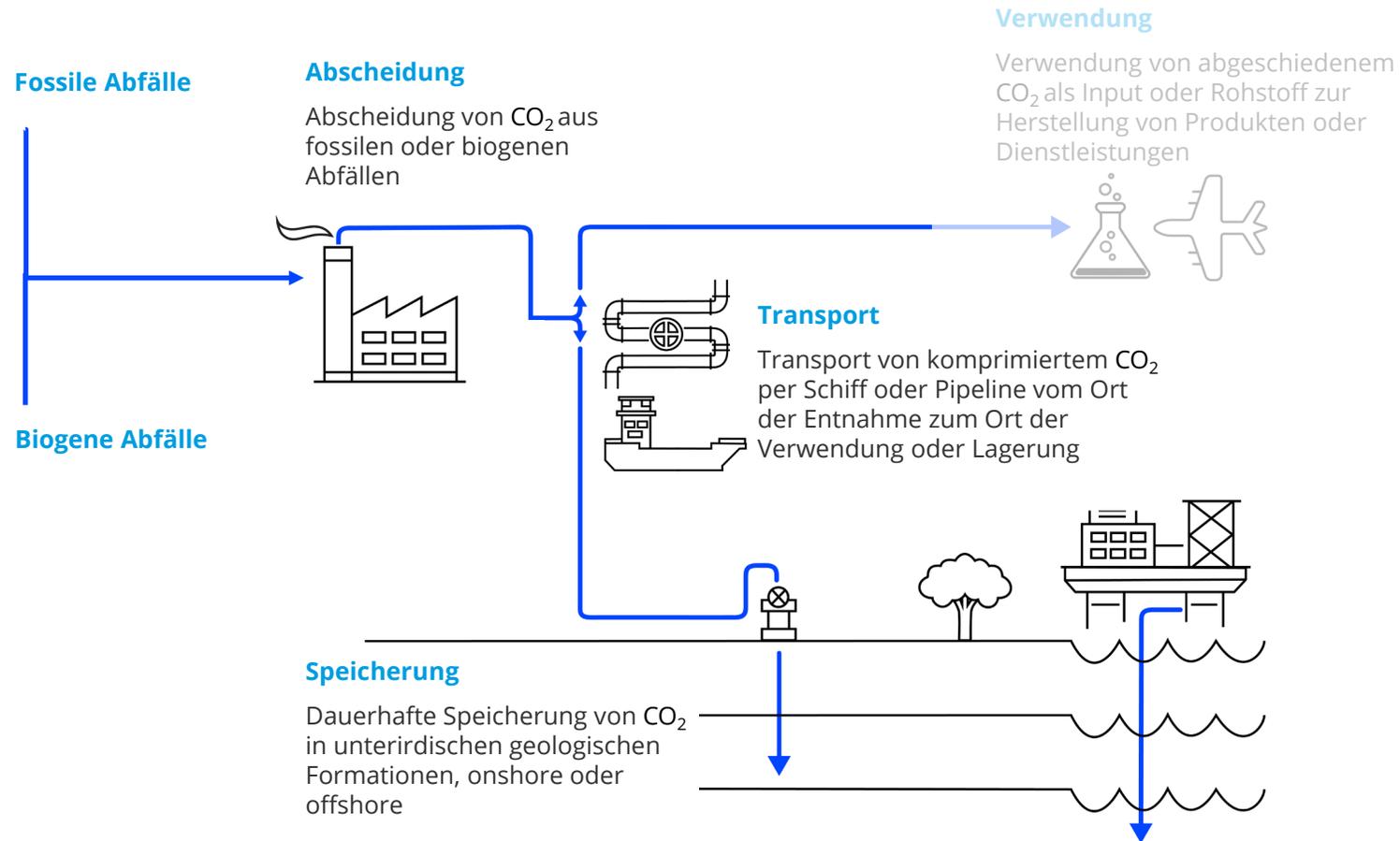
CDR unterstützt:

- **Bei der Reduzierung des bereits emittierten Kohlenstoffs**, der für Hunderte bis Tausende von Jahren in der Atmosphäre verbleibt.
- Bei der Reduzierung der Treibhausgasemissionen in naher Zukunft, vor allem **in schwer abbaubaren Sektoren**.
- Beim Ausgleich der **verbleibenden Emissionen**, um mittelfristig den Netto-Nullpunkt zu erreichen.
- Beim langfristigen Erreichen von **Netto-Negativemissionen**.

Quelle: [Beuttler et al., 2019, MIT Technology Review](#)

Wertschöpfungskette von Kehrlichtverwertungsanlagen

Von fossilen und biogenen Abfällen zur CO₂-Abscheidung und Speicherung



Fossiler Abfall mit CCS

- Fossiler Abfall (z.B. Kunststoffe) enthält Kohlenstoff, der über Jahrmillionen in fossilen Rohstoffen wie Erdöl oder Kohle gebunden war.
- Bei der **Verbrennung fossiler Abfälle wird Kohlenstoff freigesetzt, was zur Erhöhung der atmosphärischen CO₂-Konzentration beiträgt.**
- **Fossiler Abfall, der durch CCS (Carbon Capture and Storage) behandelt wird, ermöglicht die dauerhafte Speicherung von CO₂, das bei der Verbrennung freigesetzt würde.**

Biogener Abfall mit CCS (BECCS)

- Biogener Abfall, wie Pflanzenreste, besteht aus organischen Materialien, deren Kohlenstoff während des Pflanzenwachstums durch Photosynthese aus der Atmosphäre aufgenommen wurde.
- Wird biogener Abfall verbrannt und der Kohlenstoff durch **CCS abgeschieden und gespeichert, bleibt dieser atmosphärische Kohlenstoff dauerhaft aus dem Kreislauf entfernt, wodurch Negativemissionen entstehen.**

Emissionsvermeidung und Negativemissionen

Welche Zertifikate könnten mit der Speicherung von fossilem und biogenem CO₂ generiert werden?

Klimabelastend



Fossile Abfälle

Weniger klimabelastend



Fossile Abfälle mit CCS

Klimaneutral



Biogene Abfälle

Klimafreundlich



Biogene Abfälle mit CCS (BECCS)

Fossiler Abfall trägt bei der Verbrennung und CCS nur dazu bei, das Emissionswachstum zu stoppen, erzeugt jedoch **keine Negativemissionen**, da sein Kohlenstoff zuvor nicht in der Atmosphäre war. Dies führt zur effektiven Reduktion von Emissionen aus KVAs und dem resultierenden Erreichen der Netto-Null Ziele, als auch zur Monetarisierung durch die Generierung von **Avoidance Credits** (Vermeidungsgutschriften).

Biogener Abfall führt bei Verbrennung und CCS zu **Negativemissionen**, da der Kohlenstoff der Atmosphäre entzogen und dauerhaft gespeichert wird. BECCS erzeugt **Removal Credits**, indem CO₂ entfernt und gespeichert wird, was eine Monetarisierung ermöglicht. Diese Einnahmen könnte dazu beitragen, die Finanzierungslücke beim Hochlaufen des CCS-Markts weiter zu schliessen.

Zertifizierung und Monetarisierung

Die Herausforderung, wie komplex die Zertifizierung dieses Systems tatsächlich ist, wird oft unterschätzt. Wir bringen Licht in diesen Dschungel, was für KVAs und eine potenzielle Stiftung, die die Gutschriften verkauft, relevant ist.

Die Herausforderungen liegen einerseits in den sich rasant ändernden Regulierungen, insbesondere im Bereich CDR...

... und andererseits in der Vielfalt an Zertifizierungsstellen, Standards und Märkten.



Beispiele International

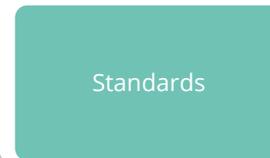
- **UNO-Klimakonvention (UNFCCC):** Bildet seit 1994 den globalen Rahmen für Klimaschutzmaßnahmen.
- **Pariser Abkommen:** Zielt darauf ab, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 °C zu begrenzen.
- **UNFCCC Artikel 6.4:** Etabliert einen von der UN beaufsichtigten Mechanismus zur Zertifizierung und zum Handel von Emissionsreduktionen.

Beispiel EU

- **Carbon Removal Certification Framework (CRCF):** Die EU entwickelt derzeit das sogenannte Carbon Removal Certification Framework (CRCF), den fehlenden Baustein, um CDR in der EU-Klimapolitik zu nutzen. Das CRCF wird wahrscheinlich weltweit zum Goldstandard werden und ist daher von grosser Bedeutung.

Beispiele Schweiz

- **Langfristige Klimastrategie 2050:** 2021 vom Bundesrat verabschiedet, strebt sie an, die Netto-Null-Emissionen bis 2050 zu erreichen. Sie definiert sektorale Ziele und Maßnahmen für eine klimaneutrale Schweiz
- **Klimaschutz- und Innovationsgesetz:** 2023 vom Schweizer Stimmvolk angenommen, setzt es den Rahmen für die Klimapolitik bis 2050. Es enthält Zwischenziele für die Reduktion des Treibhausgasausstoßes in den Sektoren Gebäude, Verkehr und Industrie.



- **Regulierte/Compliance-Märkte** wie das EU-EHS unterliegen strengen gesetzlichen Vorgaben. BECCS könnte langfristig in solche Systeme integriert werden, sobald geeignete Regulierungen entwickelt sind.
- **Freiwillige Märkte** ermöglichen BECCS-Projekten den Handel mit Carbon Removal Credits (CRC) ohne strenge regulatorische Vorgaben. Anerkannte Standards wie der Gold Standard sind entscheidend, um die Glaubwürdigkeit von BECCS-Projekten in freiwilligen Märkten zu sichern
- Käufer sind bereit, eine Prämie für **hochwertige Kredite** zu zahlen. Dauerhaftigkeit, Zusätzlichkeit und Quantifizierung spielen hier eine zentrale Rolle.
- **Zertifizierungsverfahren:** Das Zertifizierungsverfahren stellt sicher, dass CO₂-Entfernungsprojekte transparent, zuverlässig und nachhaltig sind.
- **Zertifizierungsstellen** sind unabhängige Organisationen, die verschiedene Aufgaben übernehmen:
 - Entwickeln und veröffentlichen von Methoden für Klimaprojekte.
 - Genehmigen Verifizierungen, die von Validation and Verification Bodies (VVB) bereitgestellt werden.
 - Ausgeben, Nachverfolgen und Zurückziehen von Gutschriften, sowie Vermeiden von Doppelzahlungen.

Preisanalyse für BECCS Zertifikate von KVAs

Die notwendigen Investitionen für Bau und Betrieb von KVA-BECCS Anlagen sind abhängig von der möglichen Einnahme durch Verkauf von Zertifikaten. Hierzu muss eine Marktanalyse, Technologien und Standards (Akzeptanz) berücksichtigt werden.

Akzeptanz



Regulierungen



Qualitätsstandards

Wichtige Aspekte, die zu beachten sind bei CDR-Technologien:

- Reifegrad
- Dauerhaftigkeit
- Zusätzlichkeit (additionality)
- Preis
- Entwicklung
- MRV (Überwachung, Berichterstattung und Überprüfung)
- Projekttransparenz
- Weitere Vorteile (z.B. Biodiversität)
- Angebot/Nachfrage

CDR-Technologien



Kohlenstoffentfernung und -speicherung aus Biomasse (BECCS/BiCRS)



Erhöhte Kohlenstoffbindung im Boden



Direct Air Capture (DAC)



Aufforstung
Wiederaufforstung
Verbesserte Waldbewirtschaftung



Enhanced rock weathering (ERW)



Erhöhung der Alkalinität der Ozeane (OAE)



Ozean-DAC

Erste Erkenntnisse und Ausblick

Herausforderungen und Chancen: Zertifizierung, Marktprognosen und die Gestaltung neuer Standards

Unterschied zwischen fossilen und biogenen Abfällen: Fossiler Abfall trägt bei der Verbrennung und CCS nur dazu bei, das Emissionswachstum zu stoppen, während beim biogenen Abfall, Kohlenstoff der Atmosphäre entzogen und dauerhaft gespeichert wird.

Fossile Abfälle eignen sich sowohl zur effektiven Reduktion von Emissionen aus KVAs und dem Erreichen der Netto-Null Ziele als auch zur Monetarisierung durch die Generierung von **Avoidance Credits** (Vermeidungsgutschriften). **Biogene** Abfälle erzeugen **Removal Credits**, indem CO₂ entfernt und gespeichert wird, was eine Monetarisierung ermöglicht.

Zertifizierung/Monetarisierung: Die Herausforderung, wie komplex die Zertifizierung dieses Systems tatsächlich ist, wird oft unterschätzt. Prognosen zur Preis- und Marktentwicklung sind schwierig, da zahlreiche Faktoren eine Rolle spielen und aktuell **viel Dynamik** in diesem Bereich herrscht.

Das macht die gesamte Thematik spannend, da sich **viele neue Fragestellungen** ergeben, die innovative Ansätze erfordern. Als **Vorreiter** bietet sich zudem die Möglichkeit, selbst **Entwicklungen voranzutreiben** und die Standards aktiv mitzugestalten.



Important notice

This document has been prepared by Deloitte AG for the sole purpose of enabling the parties to whom it is addressed to evaluate the capabilities of Deloitte AG to supply the proposed services.

The information contained in this document has been compiled by Deloitte AG and may include material obtained from various sources which have not been verified or audited. This document also contains material proprietary to Deloitte AG. Except in the general context of evaluating the capabilities of Deloitte AG, no reliance may be placed for any purposes whatsoever on the contents of this document. No representation or warranty, express or implied, is given and no responsibility or liability is or will be accepted by or on behalf of Deloitte AG or by any of its partners, members, employees, agents or any other person as to the accuracy, completeness or correctness of the information contained in this document.

Other than as stated below, this document and its contents are confidential and prepared solely for your information, and may not be reproduced, redistributed or passed on to any other person in whole or in part. No other party is entitled to rely on this document for any purpose whatsoever and we accept no liability to any other party who is shown or obtains access to this document.

This document is not an offer and is not intended to be contractually binding. Should this proposal be acceptable to you, and following the conclusion of our internal acceptance procedures, we would be pleased to discuss terms and conditions with you prior to our appointment.

Deloitte AG is an affiliate of Deloitte NSE LLP, a member firm of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, a UK private company limited by guarantee (“DTTL”). DTTL and each of its member firms are legally separate and independent entities. DTTL and Deloitte NSE LLP do not provide services to clients. Please see www.deloitte.com/ch/about to learn more about our global network of member firms.

Deloitte AG is an audit firm recognised and supervised by the Federal Audit Oversight Authority (FAOA) and the Swiss Financial Market Supervisory Authority (FINMA).