

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse

Herausgeber: Electrosuisse

Band: 109 (2018)

Heft: 9

Artikel: Mehr Nachhaltigkeit für die Solarindustrie = Davantage de durabilité pour l'industrie solaire

Autor: Grösser, Stefan

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-856982>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Mehr Nachhaltigkeit für die Solarindustrie

Erneuerbare Energien | Am Institute for ICT-Based Management ICTM der Berner Fachhochschule BFH entwickeln Forscher im Rahmen des EU-H2020-Projekts Circulos zusammen mit europäischen Partnern Geschäftsmodelle der modernen Kreislaufwirtschaft für die Solarbranche. Diese soll dank einem innovativen Umgang mit Ressourcen nachhaltiger und wettbewerbsfähiger werden.

TEXT STEFAN GRÖSSER

Strom aus Photovoltaikanlagen (PVA) deckt rund 4% des europäischen Bedarfs an elektrischer Energie, und das starke Wachstum dürfte anhalten. Technische Fortschritte und sinkende Kosten machen PV-Module und dezentrale Energiespeicher immer günstiger und effizienter. Doch die Branche hat ein Problem: Mit dem Boom des Solarstrommarkts gelangen immer mehr ausrangierte Produkte in den Abfall. Solar-Müll, den niemand will, ist eine ökonomische Verschwendung, eine ökologische

Belastung und eine Hypothek für die Solarindustrie, die sich der Nachhaltigkeit verschrieben hat. Es ist wie mit den PET-Flaschen: Theoretisch ist der Kunststoff nahezu unbeschränkt wiederverwertbar, und dennoch fallen jeden Tag Unmengen PET-Gebinde aus dem vorgesehenen Recycling-Kreislauf und landen auf den Müllhalden (**Bild 1**) oder in den Ozeanen dieser Welt. Gut gemeinte Modelle für den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen können in der Realität auch versagen.

Wertstoffe effizienter nutzen

Im Rahmen des Forschungsprogramms «Horizon 2020» der Europäischen Union widmet sich deshalb ein Projekt der Frage, wie die Solarenergie-Industrie ihre Ressourceneffizienz steigern und damit mehr zu einer klimaverträglichen Energiezukunft beitragen kann. Das Projekt Circulos vereint Unternehmen der Solarbranche, der Batterieindustrie und des Energiesektors sowie Hochschulen und Universitäten aus Belgien, Frankreich, Deutschland, Litauen, Spanien und Schweden. Die

Schweiz wird durch die Bernischen Kraftwerke (BKW) und die Berner Fachhochschule (BFH) vertreten.

Das Hauptziel ist, für die Solarenergie-Branche zirkuläre Geschäftsmodelle und Lösungen auf der Basis der modernen Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) zu entwickeln. Dadurch soll die Ressourceneffizienz signifikant verbessert werden. Ressourceneffizienz ist als das Verhältnis eines bestimmten Nutzens zu dem dafür erforderlichen Einsatz an natürlichen Ressourcen definiert.

Ein Beispiel für zirkuläre Geschäftsmodelle und Lösungen sind performance-orientierte Geschäftsmodelle: Hier erzielt der Hersteller und dann Eigentümer eines Produkts seinen Umsatz durch die Leistung oder Funktionalität, die das Produkt über seine gesamte Lebensdauer erbringt. Er stellt also nicht einfach ein Produkt her und verkauft es, sondern bewirtschaftet es als Dienstleister von der Herstellung bis zum Recycling auf optimierte Weise. Er hat ein grosses Interesse daran, das Leben des Produkts zu verlängern, die nachträgliche Anpassbarkeit und Reparatur der Produkte im Vorfeld zu berücksichtigen und die Wiederverwertung der im Produkt verarbeiteten Wertstoffe zu erleichtern.

Der Endkunde kann von der durch das Produkt erbrachten Leistung (Performance) profitieren. Der Hersteller und Eigentümer kann das Produkt optimal betreiben. Doch solche zirkulären, performance-orientierten Modelle haben auch Nachteile: Der Hersteller hat das Eigentum an diesen Anlagen und entsprechend trägt er das Risiko. Zudem wird Kapital in den Anlagen gebunden, welches eine Rendite erwirtschaften sollte. Zudem sind Endkunden noch wenig geübt im Umgang mit dieser Art von Leistungserbringung – das mentale Modell «nutzen anstatt besitzen», das Kernthema der Sharing Economy, ist in der breiten Gesellschaft noch nicht etabliert.

Am Beispiel von Batterien aus elektrischen Fahrzeugen wird klar, dass ein solches Geschäftsmodell auch in der Energiebranche ein grosses Potenzial zur Effizienzsteigerung und Ressourcenoptimierung birgt: Jedes Jahr wächst die Anzahl der Batterien aus elektrischen Fahrzeugen, die wegen nachlassender Speicherkapazität ersetzt werden (**Bild 2**). Zirkuläre per-

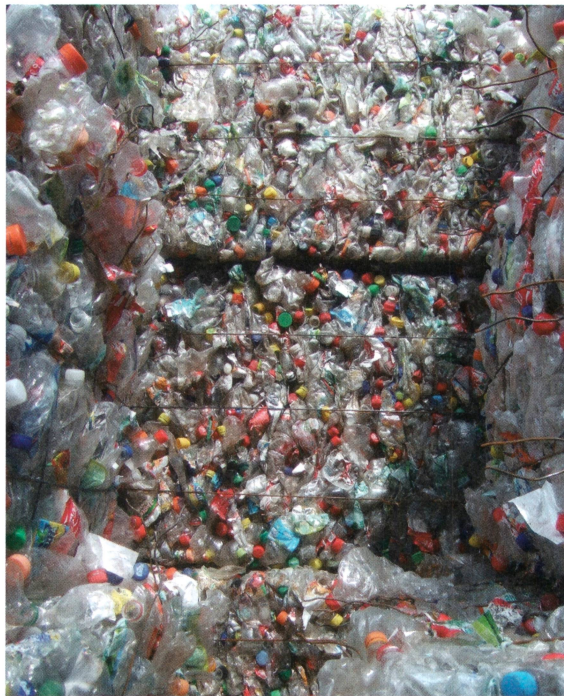


Bild 1 Bei Weitem nicht alle PET-Gebinde bleiben im Recycling-Zyklus.

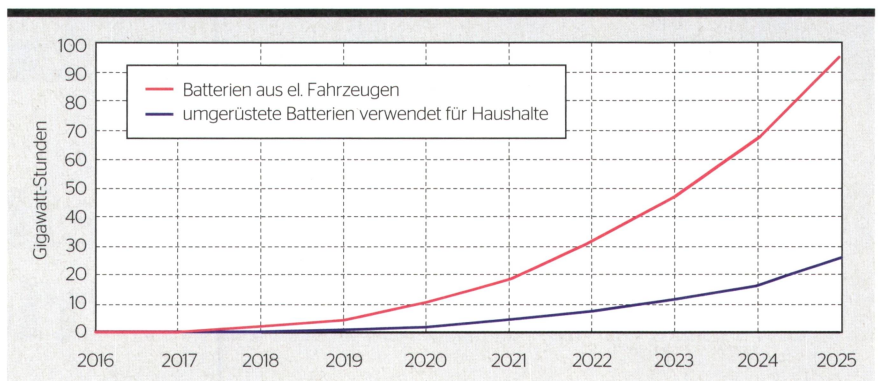


Bild 2 Gemäss Bloomberg New Energy Finance werden bis 2025 alte Batterien im Umfang von 95 GWh Speicherkapazität aus Elektrofahrzeugen ausgemustert.

formance-orientierte Geschäftsmodelle sind Möglichkeiten, wie die Nutzung der Batterien optimiert und die Batterien Weiterverwendungsmöglichkeiten zugeführt werden können. Die Herausforderung dieser innovativen Modelle ist jeweils, dass sich der finanzielle und organisatorische Aufwand im Verlauf des Produktlebens auch bezahlt machen.

Strategien der «Circular Economy»

Moderne Kreislaufwirtschaft ist eine Ergänzung zur traditionellen linearen Ökonomie. Die traditionelle Ökonomie ist geprägt durch das Paradigma von Erzeugung, Nutzung und Entsorgung. In der modernen Kreislaufwirtschaft hingegen werden Wertstoffe so lange

wie möglich im Einsatz gehalten. Um diese Wertmaximierung der verwendeten Ressourcen zu ermöglichen, sind bereits bei der Entwicklung eines Produkts entsprechende Vorkehrungen zu treffen. Das Design soll so konzipiert sein, dass das Produkt auf einfache Weise zerlegt, repariert und – aufgewertet – wieder zusammengesetzt werden kann (Design for Remanufacturing, Design for Disassembly). Die Wiederaufarbeitung (remanufacturing) ist die profitabelste Strategie. Ob ein bestimmtes Produkt zur Wiederaufarbeitung geeignet ist oder nicht, hängt von Entscheidungen ab, die in der frühen Phase des Designprozesses getroffen werden. Diese Entscheidungen können sich positiv oder negativ auf den Wiederaufbereitungsprozess

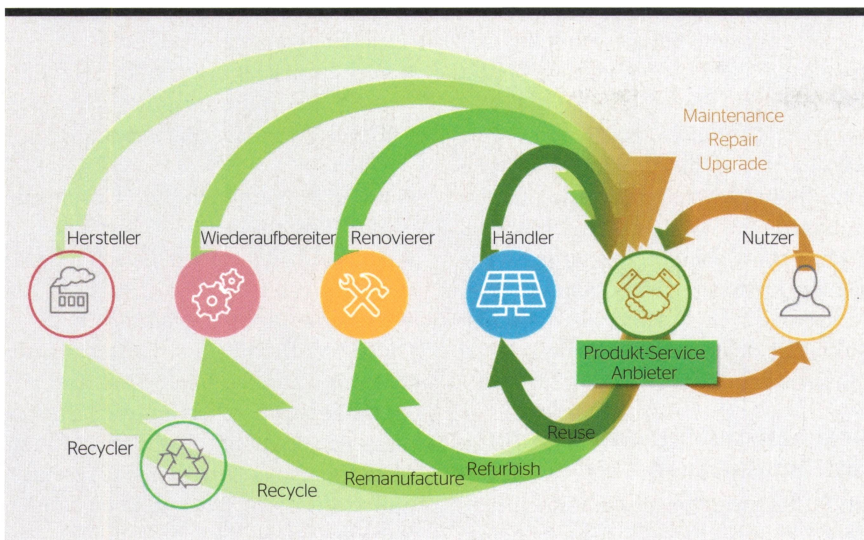


Bild 3 Strategien der modernen Kreislaufwirtschaft mit zugehörigen Akteuren.

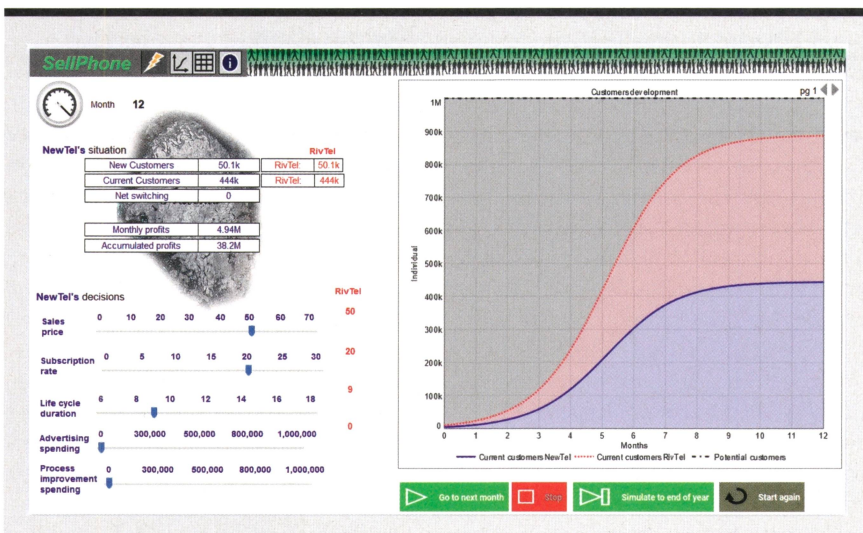


Bild 4 Programm der BFH zur Simulation von Geschäftsmodellen. [2]

auswirken. Ein systemisches Verständnis der Abhängigkeiten zwischen Produktdesign, Produktentwicklung und der späteren, vielleicht mehrmaligen, Wiederaufarbeitung ist ein effektiver Ansatz, um optimale Entscheidungen zur Verbesserung der Materialeffizienz und wirtschaftlichen Rentabilität zu treffen. So lassen sich die materiellen Ressourcen nahezu vollständig nutzen, und erst am Ende der technischen Nutzungsdauer werden die Wertstoffe durch einen hocheffizienten Recyclingprozess zurückgewonnen.

Das Produkt wandelt sich vom Konsumobjekt zum Anlagegut – nicht mehr die Herstellung und der Verkauf einer grossen Anzahl Objekte mit kurzer Lebensdauer erzeugen Umsatz und Gewinn, sondern die nachhaltige Pro-

duktion von Objekten mit langer Verwendungsdauer, Reparierbarkeit und Wiederverwendbarkeit. Dabei können sich alle am Lebenszyklus eines Produkts beteiligten Akteure – Nutzer, Produkt-Service-Anbieter, Händler, Hersteller, Renovierer, Wiederaufbereiter, Recycler – die Strategien der modernen Kreislaufwirtschaft zunutze machen (**Bild 3**).

Je nach Produkt, Land und spezifischer Marktumgebung sind verschiedene Strategien der modernen Kreislaufwirtschaft und deren Kombinationen möglich, um die Ressourceneffizienz zu erhöhen:

- **Wiederverwenden (Reuse):** Ein Produkt wird für den ursprünglichen oder einen anderen Verwendungszweck wiederverwendet. Ein Beispiel ist die

Verwendung von Batteriespeichern von Elektroautos als dezentrale Energiespeicher im Haushalt.

- **Renovieren (Refurbish):** Ein Produkt wird durch kleine Veränderungen und Reparaturen wieder funktionsfähig gemacht.

- **Wiederaufarbeiten (Remanufacture):** Wiederaufbau eines Produkts nach den Spezifikationen des ursprünglich hergestellten Produkts, indem veraltete oder defekte Komponenten repariert oder durch neue ersetzt werden. Wichtig für die Eignung zur Wiederaufarbeitung sind Entscheidungen in der frühen Phase des Designprozesses (zum Beispiel Design for Remanufacturing).

- **Wiederverwertung (Recycling):** Gewinnung von Sekundärrohstoffen zur Herstellung neuer Produkte.

PV-Module fit machen für Kreisläufe

Defekte PV-Module haben heute einen geringen Wert. Nach einer Reparatur erhalten sie kaum noch das Vertrauen der Konsumenten, weil Vorschriften oder Standards zur Prüfung, Zertifizierung und Kennzeichnung von generalüberholten PV-Modulen fehlen. Sie lassen sich meist nur auf weniger entwickelten Märkten verkaufen. Häufig lohnt sich eine Reparatur deshalb nicht. Zudem werden PV-Module durch globale kumulierte Produktionseffekte kontinuierlich günstiger. Diese Entwicklung fördert die Tendenz, ausgediente PV-Module durch neue Module zu ersetzen. Die Wiederverwendung von PV-Modulen (sogenannter 2nd use) rechnet sich wirtschaftlich immer weniger.

Eine Wiederverwertung der Materialien ist aber nur möglich, wenn man die Module zerstört. Dabei fallen vor allem Glasbruch und Aluminiumschrott an. Die Herausforderung ist nun, die Kreislauffähigkeit der PV-Module zu verbessern. Gesucht sind Produktdesigns, welche erlauben, die Module leicht zu öffnen, zu demontieren und zu reparieren und die – im Falle einer Ausmusterung – die Rückgewinnung der wertvolleren Materialien erleichtern. Circusol will nun untersuchen, welche finanziellen Auswirkungen ein auf diese Weise optimiertes PV-Modul-Design für Hersteller und Recycler hätte. Die erhofften Erkenntnisse sind unerlässlich für ein funktionierendes zirkuläres Geschäftsmodell.

Zweites Leben für Batterien

Vor grossen Herausforderungen steht die Branche auch bei den Energiespeichern. Lithium-Ionen-Batterien aus Elektrofahrzeugen werden meistens ausgemustert, wenn sie noch 70 oder 80 % ihrer Speicherkapazität haben. Der aus dem Recycling solcher Batterien resultierende Erlös ist äusserst bescheiden. Hingegen lassen sich die Batterien theoretisch noch gut als stationäre Energiespeicher verwenden, etwa für gewerbliche und Wohnnutzungen oder zur Netzstabilisierung im Verteilnetz von Netzbetreibern. In einem Modell, das auf zirkuläre Wertschöpfung abzielt, sind deshalb vor allem Lösungen gesucht, mit denen sich das Leben einer Batterie verlängern lässt.

Circusol verfolgt dazu mehrere Stossrichtungen. Ein Ansatz ist, die Technologie zur Wiederherstellung von Batterien zu verbessern. Mit geeigneten Diagnoseverfahren lassen sich einzelne beschädigte Zellen identifizieren. Entfernt man diese, erhöht sich die Effizienz der gesamten Batterie. Die Wiederherstellungsrate könnte auch verbessert werden, liessen sich verschiedene Batterietypen im Rahmen eines Wiederaufbereitungsprozesses kombinieren. Auch daran arbeiten die Projektpartner. Zudem soll das Marktvertrauen in Second-Life-Batterien gestärkt werden, indem geeignete Testprotokolle zur Sortierung und Bewertung von gebrauchten Batterien entwickelt werden.

Und schliesslich liesse sich die Wirtschaftlichkeit mit zirkulären performance-orientierten Geschäftsmodellen erheblich steigern. Bei solchen müssen sich die Endanwender nicht mehr um die Leistung und die Lebensdauer des Batteriesystems kümmern. Sie kaufen nur die gewünschte Leistung bei Servicegesellschaften ein. Diese sind mit ihrem Know-how und ihrer grossen Installationsbasis in der

Lage, den Kunden ein optimales Angebot zu machen. Solche Modelle sind etwa in den USA bereits recht verbreitet (PV Leasing, Power Purchase Agreements). Circusol wird nun neue Geschäftsmodelle für wiederaufbereitete Elektrofahrzeug-Batterien in stationären PV-Anlagen untersuchen. Dazu gehört auch eine Prognose, wie sich die Kosten für die Wiederaufbereitung entwickeln werden, um die Nachhaltigkeit des Geschäftsmodells beurteilen zu können.

Geschäftsmodellentwicklung mit Simulationen

Im Projekt werden für die teilnehmenden Unternehmen diese neuen Geschäftsmodelle für die moderne Kreislaufwirtschaft anhand von Computersimulationen entwickelt. Ein Geschäftsmodell (Business Model) ist eine modellhafte Darstellung der logischen Zusammenhänge, die zu beachten sind, damit eine Organisation oder ein Unternehmen Mehrwert für Kunden erzeugt und einen Ertrag erwirtschaftet. Es beantwortet Fragen wie: Wer sind unsere Kunden? Welchen Nutzen wollen wir für unsere Kunden und Partner schaffen? Welche Ressourcen benötigen wir? Wie erzielen wir Erträge?

Lebensfähige Geschäftsmodelle sind für den unternehmerischen Erfolg unabdingbar. Die gängigen Methoden zur Geschäftsmodell-Entwicklung, wie etwa die Business Model Canvas oder auch Lean Canvas, betrachten die Entwicklung von Unternehmen anhand von einzelnen Standbildern und häufig nur qualitativ, das heisst: nur zu einem bestimmten Zeitpunkt und meist ohne konkrete Zahlen.

Ein moderner Ansatz zur Entwicklung von Geschäftsmodellen nutzt die Möglichkeiten von Computersimulationen, um den strategischen Diskurs zu bereichern. [1] Die Gruppe Strategy, Technology and Innovation Management der Berner Fachhochschule ist führend auf dem Gebiet der Entwicklung von Geschäftsmodellen durch Simulationsmethoden (Bild 4). Der Prozess läuft wie folgt:

- Analyse der strategischen Ausgangssituation
- Kontinuierliche Erstellung und Validierung des aktuellen Geschäftsmodells
- Umwelt-Trendanalyse im Geschäftsfeld des aktuellen Geschäftsmodells

- Gefahren für das aktuelle Geschäftsmodell quantitativ eruieren
 - Weiterentwicklung oder Neuentwicklung und kontinuierliche Validierung von Geschäftsmodellprototypen
 - Variantenvergleich der Geschäftsmodellprototypen
 - Auswahl des neuen Geschäftsmodells
 - Implementierungsplanung
- Diese Methode der Geschäftsmodell-Innovation ist neu. Das Ziel der Methode ist, bestehende Geschäftsmodelle zu verstehen, ihre Lebensfähigkeit einzuschätzen (Stress Testing), und – falls diese Tests nicht bestanden werden – neue Geschäftsmodelle zu entwickeln, die lebensfähig sind.

Teil einer internationalen Kooperation

Das im Juni gestartete Projekt ist auf eine Dauer von vier Jahren ausgelegt. Seitens der Berner Fachhochschule wird sich ein Projektteam der Forschungsgruppe Strategy, Technology and Innovation Management unter der Leitung von Prof. Dr. Stefan Grösser, Leiter der Abteilung Wirtschaftsingenieurwesen, in die internationale Forschungskooperation einbringen. Das Team ist in verschiedenen Teilbereichen tätig und wird beispielsweise Datenbanken aufbauen, um Informationen von Batterien und PV-Anlagen zu bewirtschaften, die deren Wiederverwendung erleichtern. Zudem wird es Ökosystemanalysen erarbeiten und sich an Pilotversuchen mit Sekundärbatterien beteiligen, die der Partner BKW im Kanton Bern durchführt. Auch Studierende des Wirtschaftsingenieurwesens, welche Projektarbeiten leisten, werden von Circusol profitieren.

Referenzen

- [1] Grösser, S. N. und Jovy, N., «Business model analysis using computational modeling: a strategy tool for exploration and decision-making», Journal of Management Control, Heft 1, 2016.
- [2] Schaffernicht, M. und Grösser, S. N., «Growth Dynamics in New Markets: Improving Decision Making through Model-Based Management», Wiley, 2018.

Links

→ ictm.bfh.ch/stim
→ bfh.ch/wirtschaftsingenieur



Autor

Dr. Stefan Grösser ist Professor für Strategisches Management und Organisation sowie Abteilungsleiter für Wirtschaftsingenieurwesen an der Berner Fachhochschule BFH.
→ Berner Fachhochschule, 2501 Biel
→ stefan.groesser@bfh.ch

Interessierte gesucht

Zur Mitarbeit am Projekt Circusol werden nach wie vor Teilnehmer gesucht, die als Mitglieder einer Expertengruppe am Thema arbeiten möchten. Auskünfte erteilt der Autor dieses Artikels (Kontaktmöglichkeiten siehe Artikelende).

Die fünf schlimmsten Fehler bei der Adresspflege

Veraltete Kundenadressen sind ein echter Geldfresser. Denn Rechnungen, Werbebriefe und andere wichtige Sendungen, die ihre Empfänger nicht erreichen, lösen unnötige Druck- und Portokosten aus. Heute ist es für Energieunternehmen einfacher denn je, Fehler bei der Adresspflege zu vermeiden.

Fehler 1: Adressen zu selten aktualisieren

Viele Energieunternehmen überprüfen ihre Adressdaten nur unregelmässig. Stattdessen sollten die Adressen vor jedem grossen Versand aktualisiert werden. Besonders schnell erledigen Energieversorger das mit dem Onlinedienst «Adresspflege Online» der Schweizerischen Post (siehe Infobox).

Fehler 2: Adressen mehrfach ablegen

Oft nutzen Energieunternehmen verschiedene Datenquellen für ihre Adressdatenbanken und legen die Daten an mehreren Orten ab. Dies führt zu Doubletten und somit zu unnötigen Kosten durch Mehrfachversand. Der Onlinedienst «Adresspflege Online» überprüft Adressdaten auf Doubletten. Zudem können Energieversorger ihre Adressdaten hier zentral speichern, so dass alle Mitarbeitenden auf die gleichen Daten zugreifen.

Fehler 3: Keine verantwortliche Person bestimmen

Für eine hohe Adressqualität empfiehlt es sich, einen Qualitätsprozess zu definieren, der die wichtigsten Fragen zur Adresspflege beantwortet: Wer aktualisiert wie häufig welche Adressen mit welchem Instrument? Nur wenn die zuständigen Mitarbeitenden klar bestimmt sind, nehmen sie sich die nötige Zeit für die Adresspflege.



Fehler 4: Mitarbeitende ungenügend instruieren

Datenqualität ist eine Führungsaufgabe. Deshalb müssen Führungskräfte ihren Mitarbeitenden vermitteln, wie wichtig gepflegte Adressdaten sind und was jeder im Team dazu beitragen kann.

Fehler 5: Retouren nicht verarbeiten

Selbst mit gut gepflegten Adressdaten lassen sich einzelne Retouren kaum vermeiden. Umso wichtiger ist es, sie rasch zu verarbeiten. Dabei hilft den Energieversorgern eine nützliche Funktion von «Adresspflege Online»: Hier lassen sich auch einzelne Adressen aktualisieren.

Unnötiger Aufwand: Wenn Energieunternehmen ihre Adressen zu selten aktualisieren, müssen sie nach einem grösseren Versand meist viele Retouren verarbeiten.

Adressen kostenlos überprüfen

Der Onlinedienst «Adresspflege Online» der Schweizerischen Post macht es Energieversorgern besonders leicht, ihre Adressdaten regelmässig zu überprüfen und zu aktualisieren. Sie können bis 300 000 Adressen zur Kontrolle hochladen. Die Post meldet kostenlos zurück, wie viele davon nicht korrekt sind und aktualisiert werden sollten. Zusammen mit der detaillierten Analyse erhalten die Nutzer eine Offerte für das Bereinigen aller fehlerhaften Adressen. Sind sie damit einverstanden, erteilen sie der Post per Mausklick den Aktualisierungsauftrag. Sie können ihre Adressdaten aber auch direkt online ablegen und fortlaufend aktualisieren lassen. Dabei werden die Adressen jede Nacht geprüft.

Weitere Informationen:
www.post.ch/adresspflege-online

Die Zielgruppe besser kennen – dank Geodaten

Mit ihren neuen Dienstleistungen sprechen Energieunternehmen oft nicht mehr alle Kundinnen und Kunden an, sondern einzelne Segmente. Dabei stellen sich wichtige Fragen: Wo sind diese Zielgruppen zu Hause? In welchen Gebieten haben wir unser Vertriebspotenzial noch nicht ausgeschöpft? Wo setzen wir Werbemittel am wirkungsvollsten ein? Antworten darauf erhalten Energieversorger durch die Geodaten der Post, die es für alle 1,8 Millionen postalisch bedienten Gebäude der Schweiz gibt. Damit lassen sich Zielgruppen nach geografischen und soziodemografischen Kriterien selektieren und in kartografischer Form analysieren. Solche Analysen sind nach Postleitzahlengebieten und Zellengebieten möglich.

Weitere Informationen: www.post.ch/geodaten



Davantage de durabilité pour l'industrie solaire

Énergies renouvelables | Dans le cadre du projet UE-H2020 Circusol, des chercheurs développent à l'Institute for ICT-Based Management ICTM de la Haute école spécialisée bernoise, en collaboration avec des partenaires européens, des modèles d'entreprise circulaires pour le secteur solaire. Grâce à une utilisation innovante des ressources, celui-ci doit gagner en durabilité et en compétitivité.

TEXTE STEFAN GRÖSSER

L'électricité produite par les installations photovoltaïques (PV) couvre environ 4% du besoin européen en énergie électrique et cette forte croissance devrait se poursuivre. Les progrès techniques et les coûts en baisse rendent le module PV sur le toit et le stockage décentralisé d'énergie de plus en plus avantageux et efficaces. La branche rencontre toutefois un problème: avec l'essor du marché de l'énergie solaire, de plus en plus de produits en fin de vie finissent à la poubelle.

Les déchets solaires, dont personne ne veut, représentent un gaspillage économique, un fardeau écologique et une hypothèque pour l'industrie solaire qui s'est engagée en faveur de la durabilité.

C'est comme avec les bouteilles en PET: en théorie, le plastique peut être recyclé presque sans restriction et pourtant tous les jours, d'énormes quantités de contenants en PET quittent le cycle de recyclage prévu et finissent dans les décharges (**figure 1**) ou dans

les océans. Les modèles bien intentionnés d'utilisation durable des ressources peuvent en réalité aussi échouer.

Utiliser plus efficacement les matériaux recyclables

Dans le cadre du programme de recherche «Horizon 2020» de l'Union européenne, un projet cherche à savoir comment l'industrie de l'énergie solaire peut augmenter l'efficacité de ses ressources et donc contribuer davantage à un avenir énergétique respectueux du

climat. Le projet Circusol regroupe des entreprises du secteur solaire, de l'industrie des batteries et du secteur de l'énergie ainsi que des hautes écoles et des universités de Belgique, France, Allemagne, Lituanie, Espagne et Suède. La Suisse est représentée par les Forces motrices bernoises (BKW) et la Haute école spécialisée bernoise (BFH).

Le but principal de Circusol consiste à développer des modèles d'entreprise circulaires et des solutions pour la branche de l'énergie solaire sur la base de l'économie circulaire (Circular Economy). L'efficacité des ressources devrait en être sensiblement améliorée. Celle-ci est définie comme étant le rapport entre un avantage spécifique et l'utilisation requise des ressources naturelles.

Les modèles d'entreprise circulaires et de solutions sont un exemple de modèles d'entreprise axés sur la performance: avec de tels modèles, le fabricant, puis le propriétaire d'un tel produit génère son chiffre d'affaires grâce à la performance ou à la fonctionnalité que fournit le produit tout au long de son cycle de vie. Il ne fabrique donc pas simplement un produit et le vend, mais il le gère de manière optimisée en tant que prestataire de services, de la production au recyclage. Il a donc intérêt à prolonger la durée de vie du produit, à tenir compte à l'avance de l'adaptabilité ultérieure et de la réparation des produits et à faciliter la récupération des matériaux recyclables contenus dans le produit.

Le client final peut bénéficier de la performance fournie par le produit. Le fabricant et propriétaire peut exploiter le produit de manière optimale. Mais ces modèles circulaires, axés sur la performance, ont aussi des inconvénients: le fabricant est propriétaire de ces installations et en supporte en conséquence le risque. Le capital investi dans les installations devrait aussi produire un rendement. En outre, les clients finaux ne sont pas encore très expérimentés dans le maniement de ce type de prestation de services - le modèle mental «utiliser au lieu de posséder», thème central de l'économie du partage, n'est pas encore établi dans la société au sens large.

L'exemple des batteries des véhicules électriques montre clairement qu'un tel modèle d'entreprise renferme aussi un grand potentiel en matière d'augmentation de l'efficacité et d'optimisation

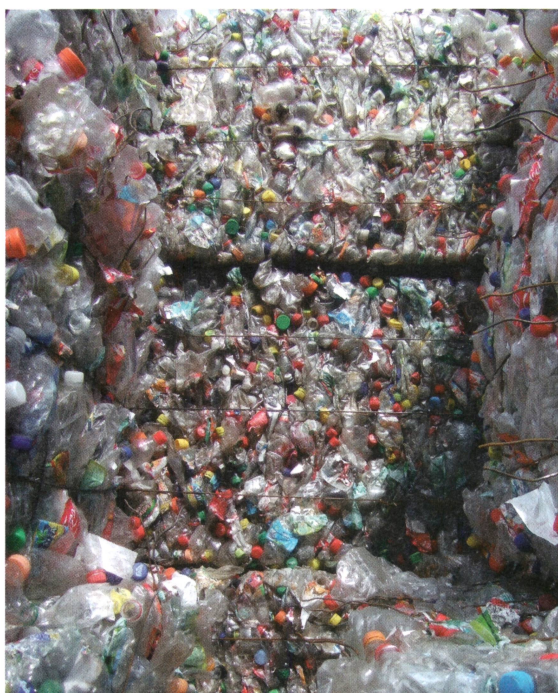


Figure 1 De nombreux déchets PET échappent au recyclage.

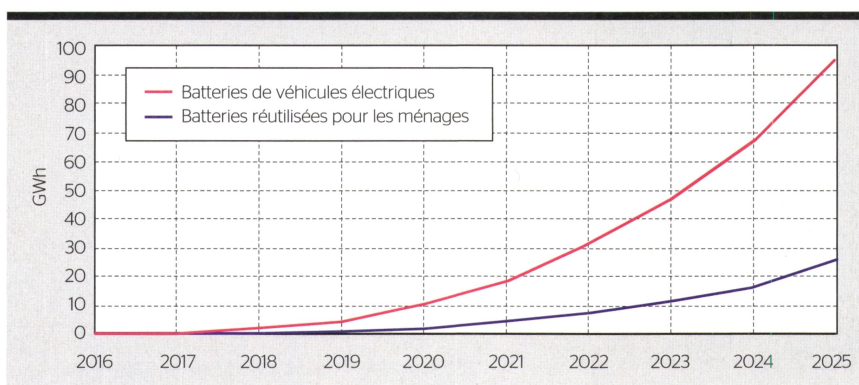


Figure 2 D'après Bloomberg New Energy Finance, des batteries usagées avec un volume de capacité de stockage de 95 GWh seront mises au rebut jusqu'en 2025.

des ressources dans le secteur de l'énergie: chaque année, le nombre de batteries de véhicules électriques, remplacées en raison de la capacité de stockage en baisse, augmente (figure 2). Les modèles d'affaires circulaires axés sur la performance sont autant de possibilités d'optimiser l'utilisation des batteries et le potentiel de réutilisation. Une charge financière et organisationnelle également rentable au cours du cycle de vie du produit représente le défi de tous ces modèles innovants.

Stratégies de la «Circular Economy»

L'économie circulaire moderne est un complément à l'économie linéaire traditionnelle. L'économie traditionnelle se caractérise par le paradigme de la

production, de l'utilisation et de l'élimination. Dans l'économie circulaire moderne par contre les matériaux recyclables sont utilisés aussi longtemps que possible. Afin de maximiser la valeur des ressources utilisées, il faut prendre des précautions adaptées lors du développement d'un produit déjà. Le design doit être conçu de sorte à pouvoir démonter, réparer et remonter - en revalorisant - le produit (Design for Remanufacturing, Design for Disassembly). Les ressources matérielles peuvent ainsi être utilisées presque complètement, et ce n'est qu'à la fin de la durée d'utilisation technique que les matériaux recyclables sont récupérés grâce à un processus de recyclage très efficace. Le produit se transforme d'objet de consommation en actif fixe -

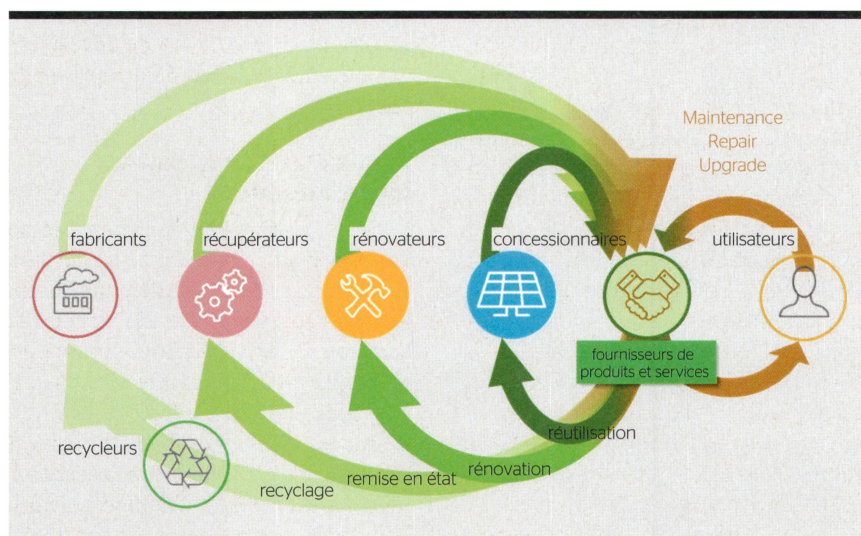


Figure 3 Stratégies de l'économie circulaire moderne avec acteurs associés.

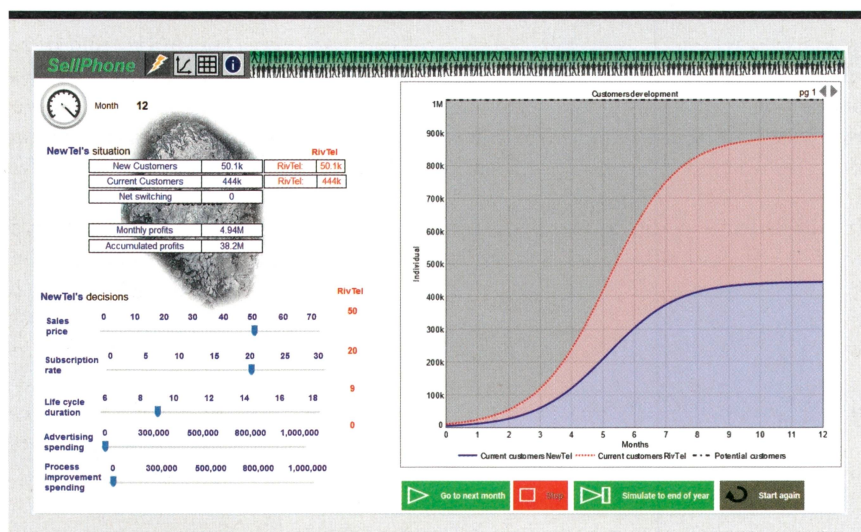


Figure 4 Programme de la BFH pour la simulation de modèles d'entreprise. [2]

chiffre d'affaires et profit ne sont plus générés par la production et la vente d'un grand nombre d'objets à courte durée de vie, mais par la production durable d'objets à longue durée d'utilisation, réparables et réutilisables. Tous les acteurs impliqués dans le cycle de vie d'un produit – utilisateurs, fournisseurs de produits et services, concessionnaires, fabricants, réparateurs, récupérateurs, recycleurs – peuvent utiliser les stratégies de l'économie circulaire moderne (figure 3).

En fonction du produit, du pays et de la situation du marché, l'efficacité des ressources peut être augmentée avec différentes stratégies de l'économie circulaire moderne et ses combinaisons :

- Réutilisation (Reuse) : un produit est réutilisé pour son utilisation originale

ou une autre. Utiliser les accumulateurs des véhicules électriques comme réserve énergétique décentralisée dans le ménage est un exemple.

- Rénovation (Refurbish) : de petites modifications et réparations remettent en état de fonctionnement un produit.

- Remise en état (Remanufacture) : reconstruction d'un produit selon les spécifications du produit fabriqué à l'origine, en réparant les pièces obsolètes ou défectueuses ou en les remplaçant. Les décisions prises dans la phase précoce sont importantes pour l'aptitude à la remise en état (par ex. Design for Remanufacturing).

- Recyclage (Recycling) : récupération de matières premières secondaires pour fabriquer de nouveaux produits.

Préparer les modules aux cycles

Actuellement, la valeur des modules PV défectueux est faible. Les consommateurs ne leur font que rarement confiance après une réparation, car il n'y a ni réglementation, ni norme d'examen de certification et d'étiquetage des modules PV remis à neuf. Ils ne peuvent donc généralement être vendus que sur des marchés peu développés. Par conséquent une réparation n'est souvent même plus rentable. Il est toutefois possible de réutiliser les matériaux si les modules sont détruits. Il en résulte principalement des débris de verre et des déchets d'aluminium. Le défi consiste alors à améliorer la capacité du cycle des modules PV. On cherche à concevoir des appareils permettant d'ouvrir, de démonter et de réparer facilement les modules et - en cas de mise au rebut - de simplifier la récupération des matériaux précieux. Le projet de recherche Circusol veut étudier les conséquences financières d'un tel design de module PV pour fabricants et recycleurs. Les résultats escomptés sont indispensables au bon fonctionnement d'un modèle d'entreprise circulaire.

Deuxième vie pour les batteries

La branche est également confrontée à de grands défis en matière de stockage d'énergie. Les batteries au lithium-ion des véhicules électriques sont généralement mises au rebut quand il leur reste une capacité de stockage de 70 ou 80 %. Le recyclage de telles batteries rapporte extrêmement peu. En revanche, les batteries peuvent théoriquement encore être utilisées comme accumulateurs d'énergie stationnaires, par exemple pour des utilisations commerciales ou résidentielles ou pour stabiliser le réseau dans le réseau de distribution des opérateurs. Dans un modèle visant une plus-value circulaire, on cherche donc avant tout des solutions permettant de prolonger la durée de vie d'une batterie.

Circusol poursuit ses recherches dans plusieurs directions. Une approche consiste à améliorer la technique de restauration des batteries. Des processus de diagnostic adaptés permettent d'identifier certaines cellules endommagées. Une fois enlevées, l'efficacité de l'ensemble de la batterie augmente. La combinaison de différentes batteries dans le cadre d'un processus de rénova-

tion pourrait aussi permettre d'augmenter le taux de réutilisation des vieilles batteries. Les partenaires de Circusol y travaillent. Le projet cherche aussi à renforcer la confiance du marché dans les batteries de seconde main, en développant des protocoles de test adaptés pour le triage et l'évaluation des batteries usagées.

Et finalement, les modèles d'entreprise circulaires, orientés sur la performance, permettraient d'augmenter considérablement la rentabilité. Avec eux, les utilisateurs finaux n'ont plus à se soucier de la performance et de la durée de vie du système de batterie. Ils n'achètent que le service souhaité à une société de services. Celle-ci est en mesure de proposer une offre optimale à ses clients grâce à son savoir-faire et à sa large base d'installation. De tels modèles sont déjà largement répandus aux USA (PV Leasing, Power Purchase Agreements). Circusol va maintenant étudier dans des installations PV stationnaires de nouveaux modèles d'entreprise pour batteries de véhicules électriques restaurées. Un pronostic d'évolution des frais de rénovation pour évaluer la durabilité du modèle d'affaires en fait aussi partie.

Évolution des modèles d'entreprise avec simulations

Dans Circusol, ces nouveaux modèles d'entreprise destinés à une économie circulaire sont développés pour les entreprises participantes à l'aide de simulations informatiques. Un modèle d'entreprise (Business Model) est un modèle de représentation des rapports logiques à respecter pour qu'une organisation ou une entreprise génère une

valeur ajoutée pour les clients et réalise un bénéfice. Il répond à des questions telles que: Qui sont nos clients? Quel avantage voulons-nous créer pour nos clients et partenaires? De quelles ressources avons-nous besoin? Comment réaliser des bénéfices? Des modèles d'entreprise viables sont indispensables à la réussite entrepreneuriale. Les méthodes courantes d'élaboration de modèles d'affaires, comme par exemple les Business Model Canvas ou les Lean Canvas, considèrent le développement des entreprises en se fondant sur différentes images fixes et souvent seulement au niveau de la qualité, c'est-à-dire: seulement à un moment précis et la plupart du temps sans chiffres concrets.

Pour enrichir le discours stratégique, une approche moderne du développement des modèles d'entreprise recourt aux possibilités des simulations numériques. [1] Le groupe Strategy, Technology and Innovation Management de la Haute école spécialisée bernoise est leader dans le développement de modèles d'entreprise par méthodes de simulation (figure 4). Le processus se déroule comme suit:

- Analyse de la situation stratégique initiale
- Réalisation et validation de l'actuel modèle d'entreprise
- Analyse des tendances environnementales dans le secteur d'activité de l'actuel modèle d'entreprise
- Déterminer quantitativement les dangers encourus par l'actuel modèle d'entreprise
- Poursuite du développement ou nouveau développement et validation continue de prototypes de modèles d'entreprise
- Comparaison des variantes des prototypes de modèles d'entreprise
- Choix du nouveau modèle d'entreprise
- Planification de l'implémentation.

Cette méthode d'innovation du modèle d'entreprise est nouvelle. Le but de la méthode est de comprendre les modèles d'entreprise existants, d'évaluer leur

viabilité (stress testing) et – si ces tests ne sont pas concluants – de développer de nouveaux modèles d'entreprise plus viables.

Partie d'une coopération internationale

Le projet Circusol, lancé en juin, est mis en place pour une durée de quatre ans. En ce qui concerne la BFH, une équipe de projet du groupe de recherche Strategy, Technology and Innovation Management dirigé par le prof. Dr Stefan Grösser, responsable de la filière d'études BSC Ingénierie de gestion, participe à la coopération internationale de recherche. L'équipe travaille dans différents domaines et construit par exemple des banques de données pour gérer les informations provenant des batteries et installations PV qui facilitent leur réutilisation. Elle développera aussi des analyses d'écosystèmes et participera à des essais pilotes avec batteries secondaires, réalisés par le partenaire BKW dans le canton de Berne.

Les étudiantes et étudiants de l'Ingénierie de gestion profiteront également de Circusol sous forme de travaux de projets. La position du team BFH dans le projet se situe à l'interface des domaines de la technique, de l'informatique et de la gestion d'entreprise – donc exactement les tâches pour lesquelles la BFH forme des ingénieurs de gestion modernes.

Références

- [1] Grösser, S. N. et Jovy, N., «Business model analysis using computational modeling: a strategy tool for exploration and decision-making», *Journal of Management Control*, Cahier 1, 2016.
- [2] Schaffernicht, M. et Grösser, S. N., «Growth Dynamics in New Markets: Improving Decision Making through Model-Based Management», Wiley, 2018.

Liens

→ ictm.bfh.ch/stim
→ bfh.ch/wirtschaftsingenieur



Auteur

Le Dr **Stefan Grösser** est professeur de management stratégique et organisation ainsi que responsable de la filière d'études BSC Ingénierie de gestion à la Haute école spécialisée bernoise BFH.
→ Haute école spécialisée bernoise, 2501 Bienne
→ stefan.groesser@bfh.ch

Participants

Le projet Circusol recherche des participants intéressés à collaborer en tant que membre d'un groupe d'experts. L'auteur de cet article donne des informations à ce sujet (voir contact à la fin de l'article).

SKD

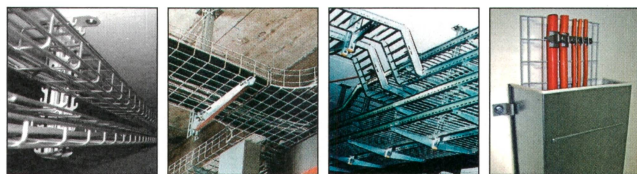


**Die beste Lösung
beim Hausanschluss**

- Modernste NH-Sicherungslasttrennschalter
- Zusätzlicher Berührungsschutz
- Variable Schaltmöglichkeiten

skd.schurter.ch

SCHURTER
ELECTRONIC COMPONENTS



LANZ **moderne** Kabelführung

- Kabelschonend
- Preisgünstig
- Montagefreundlich
- Sofort lieferbar

Stahl hf polyethylenbeschichtet, galvanisch verzinkt, ZMA 310 verzinkt, tauchfeuerverzinkt, rostfrei A4. Hoch belastbar nach IEC 61537. CE-konform. ISO-9001-zertifiziert.

- LANZ U- und G-Kanäle
- Gitterbahnen Flachgitter
- LANZ Multibahnen
- Weitspann-Multibahnen
- Flachbahnen
- Weitspann-Tragprofile
- BIG für grosse Kabel
- Installationsrohre
- Steigleitungen
- Schnellverleger
- LANZ E90 Funktionserhalt-Kanäle

LANZ ist BIM Ready!

BIM-fähige Revit-Familien für LANZ Kabelführungen stehen ihnen auf www.lanz-oens.com zum Download zur Verfügung.

Preisgünstig. Qualität Top. Zuverlässig. LANZ nehmen.



lanz oensingen ag

CH-4702 Oensingen
Südringstrasse 2
www.lanz-oens.com
info@lanz-oens.com
Tel. ++41/062 388 21 21
Fax ++41/062 388 24 24



Shell
Diala

**MAXIMIEREN SIE IHRE
ÖL-LEBENSDAUER
MIT SHELL DIALA**



Weniger Gesamtkosten
dank Lebensdauer-Ölfüllung



Verbesserter Anlagenschutz
dank praktisch schwefelfreier Formulierung



Effizienter Betrieb
dank optimalen Öl-Eigenschaften

Wir **beraten** Sie gerne:
lubeinfo@maagtechnic.com
oder **044 824 95 75**

MAAGTECHNIC

an **ERIKS** company

know-how makes the difference