

## 01 Das Geschäftsmodell der MIKROENERGIEWIRTSCHAFT

<sup>01</sup> — Das Geschäftsmodell der Mikroenergiewirtschaft ist ein Ansatz zur ökonomisch und ökologisch nachhaltigen Erschließung des Marktes netzferner ländlicher Elektrizitätsversorgung in Entwicklungsländern.

Ziel ist dabei neben der Schaffung neuer, attraktiver Investitionsmöglichkeiten für private und institutionelle Investoren die Überwindung der Armut in diesen Regionen durch Schaffung von Infrastruktur und Anregung von Wirtschaftskreisläufen. Die Nutzung Erneuerbarer Energiequellen ermöglicht die Reduzierung von Treibhausgasemissionen und die Abhängigkeit vom Import fossiler Treibstoffe. Um den Markt der ländlichen Elektrizitätsversorgung für renditeorientierte Investoren interessant zu machen, muss das Risiko von Elektrifizierungsprojekten handhabbar gemacht werden. Genau auf diesen Punkt zielt das Geschäftsmodell der Mikroenergiewirtschaft ab. Es eliminiert Risiken und ermöglicht aktives Risikomanagement mit Hilfe ihrer drei ineinander greifenden Hauptkomponenten... ↷

01	<u>Das Geschäftsmodell</u>	- 01
	<b>A</b> – Konstellation der beteiligten Akteure	- 02
	<b>B</b> – Das Tarif- und Abrechnungsmodell	- 02
	<b>C</b> – Lastmanagement- und Abrechnungseinheit (Micro Power Smart Metering)	- 02
	<b>Abbildung</b> – 01	- 03
02	<u>Die Konstellation der beteiligten Akteure</u>	- 04
	<b>A</b> – Status Quo	- 04
	<b>B</b> – Innovation	- 05
	<b>Abbildung</b> – 02	- 07
03	<u>Das Tarif- und Abrechnungsmodell</u>	- 08
	<b>A</b> – Status Quo	- 08
	<b>B</b> – Innovation	- 09
	<b>Abbildung</b> – 03	- 10
	<b>Abbildung</b> – 04	- 12
04	<u>Lastmanagement- u. Abrechnungseinheit (Micro Power Smart Metering)</u>	- 14
	<b>A</b> – Status Quo	- 14
	<b>B</b> – Innovation	- 15
	<b>Abbildung</b> – 05	- 15
05	<u>Status Quo und Ausblick</u>	- 16
	<u>Kontakt / Adresse</u>	- 20

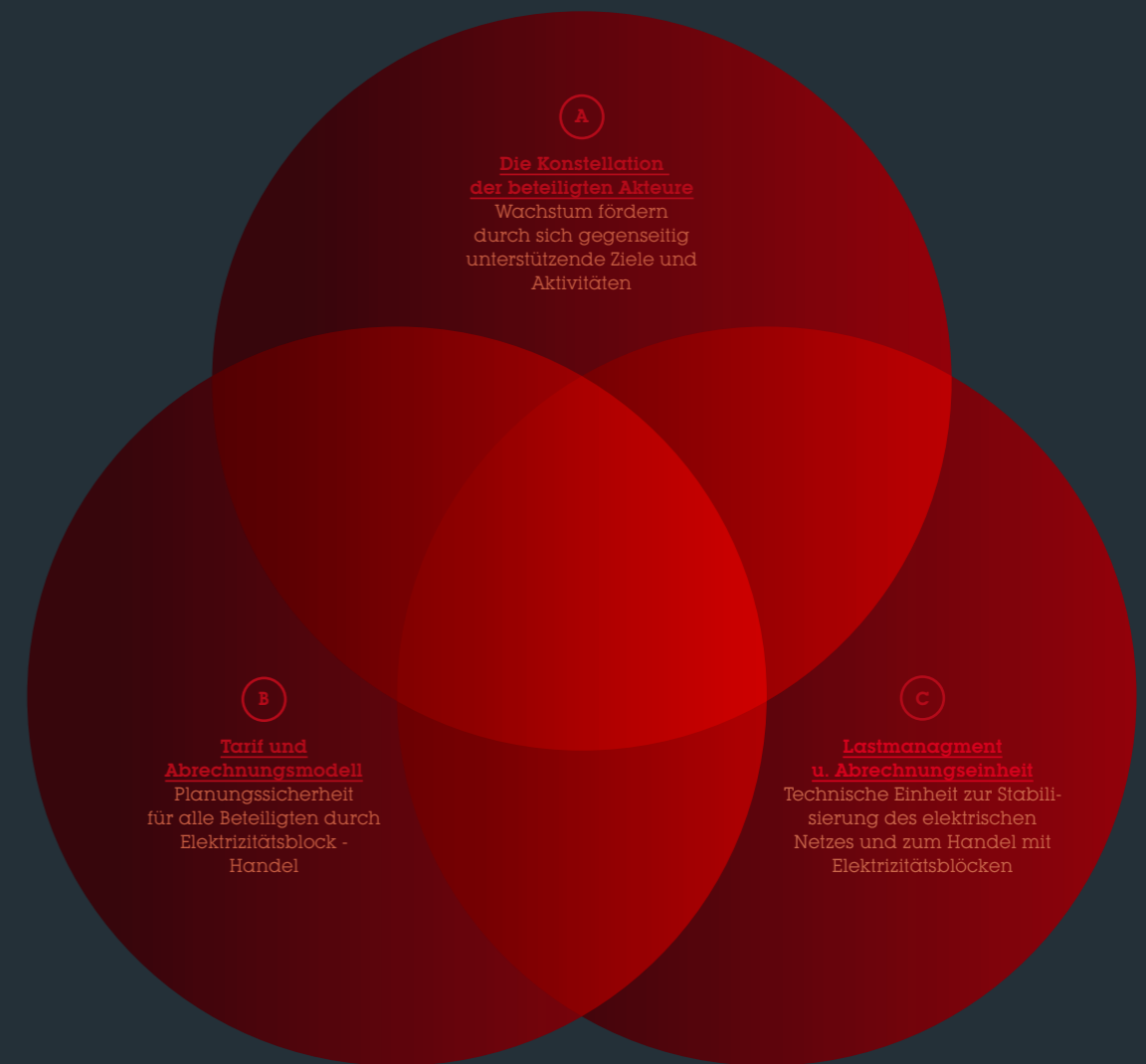
<sup>A</sup> → Die Konstellation der beteiligten Akteure ist so gestaltet, dass alle Akteure sich gegenseitig unterstützende Interessen aufweisen und ihnen ein dementsprechender Tätigkeitsbereich innerhalb des Modells zufällt. So haben z.B. alle Beteiligten ein großes Interesse an einem wirtschaftlichen Wachstum des Dorfes, da sie sich selbst mit steigender wirtschaftlicher Stärke des Dorfes finanziell besser stellen.

<sup>B</sup> → Das Tarif und Abrechnungsmodell garantiert größtmögliche Planungssicherheit für alle beteiligten Akteure. Im Zentrum steht der „Elektrizitätsblock“, über den ein Energiehandelssystem aufgebaut werden kann, welches wiederum die wirtschaftlichen Kreisläufe im elektrifizierten Dorf stabilisiert. So kann ein Haushalt in einer finanziellen Krise Elektrizitätsblöcke verkaufen und sich so Liquidität verschaffen.

<sup>C</sup> → Die Lastmanagement- u. Abrechnungseinheit bildet die technische Basis, auf der die anderen beiden Komponenten aufsetzen. Sie stabilisiert das Netz, indem es übermäßigen Leistungs- und Energiebezug für den einzelnen Haushalt und das gesamte Dorf begrenzt.

Abbildung - 01

Das Geschäftsmodell der Mikroenergiewirtschaft besteht aus drei ineinandergreifenden Komponenten.



Die  
Konstellation der  
beteiligten Akteure

—  
Status Quo

Bislang bekannt in der ländlichen Elektrifizierung sind Betreibermodelle, die hier „Ein-Betreiber-Modell“ und „Kooperativmodell“ genannt werden sollen. Im Ein-Betreiber-Modell verkauft ein meist staatlich geförderter Inselsystembetreiber in einem Dorf elektrischen Strom an die Dorfbewohner.

Oft erhält dieser durch seine Monopolstellung im Dorf erhebliche Macht, die er in Konfliktsituationen zu seinen Gunsten nutzt. Dies kann Unzufriedenheit in der Dorfgemeinschaft hervorrufen, die nicht selten in mutwilliger Zerstörung der Anlagen des Betreibers endet. Dies tritt im Kooperativmodell nicht auf, bei dem eine Dorfgemeinschaft das Inselsystem selbständig finanziert, errichtet und betreibt. Oftmals fehlt es den Dorfbewohnern jedoch an technischer Expertise, um das in der Regel komplexe Kraftwerk sinnvoll zu bedienen. Beiden Betreibermodellen fehlt die Skalierbarkeit, denn zusätzliche finanzielle Mittel für den Ausbau des Systems sind sowohl von staatlicher Seite als auch von den Dorfbewohnern selbst nur schwer zu beschaffen.

Die  
Konstellation der  
beteiligten Akteure

—  
Innovation

Die Mikroenergiewirtschaft überwindet die oben genannten Schwächen und integriert die Stärken der jeweiligen Betreibermodelle. Sie ist ein marktwirtschaftlich ausgerichtetes, Nachfrage getriebenes Modell, bei dem sich derjenige, der Infrastruktur schafft und derjenige, der sie nutzt, als Anbieter und Kunde auf Augenhöhe begegnen. Ausgangspunkt der Konstellation der beteiligten Akteure bilden die Dorfbewohner. Sie werden durch die Bereitstellung von Mikrokrediten einer als Partner in das Modell integrierten Mikrofinanzinstitution (MFI) befähigt, in produktive, einkommensgenerierende Tätigkeiten zu investieren und somit wirtschaftliches Wachstum in ihrem Dorf durch individuelle unternehmerische Tätigkeit zu schaffen. Erst wenn eine MFI erste Schritte in einem Dorf erfolgreich abgeschlossen hat und ein gewisses Potential für die produktive Nutzung elektrischer Energie besteht, kann eine Elektrifizierung mit hohen Erfolgsaussichten im Rahmen des Geschäftsmodells der Mikroenergiewirtschaft erfolgen.

Die Dorfbewohner gründen ein „Dorfstromkomitee“, welches, sobald von diesem genügend technische Expertise gesammelt worden ist, in einen Inselnetzbetreiber überführt wird, und treten so einem potentiellen Kraftwerksbetreiber gegenüber, der seine finanziellen Mittel von privaten Investoren bezieht. Aus öffentlichen Geldern bereitgestellte Subventionen werden genutzt, um die Netzinfrastruktur und sonstige nicht bewegliche Komponenten (Fundamente und Gebäude, die für den Kraftwerksbetrieb benötigt werden) im Dorf zu installieren. Diese bleiben anschließend im Besitz des Inselnetzbetreibers. Sind keine Subventionen verfügbar, kann das Dorf selbst mit Hilfe einer Bank und unter Verweis auf das Risiko minimierende Mikroenergiewirtschaftsmodell in die nicht beweglichen Komponenten der Infrastruktur investieren. Der Kraftwerksbetreiber finanziert, installiert und besitzt alle beweglichen Komponenten. Dies sind z.B. Solarmodule, Kleinwindkraftanlagen, Batterien, Leistungselektronik und ggf. Dieselgeneratoren. Zwischen dem Inselnetzbetreiber und dem Kraftwerksbetreiber wird ein einfacher Vertrag ausgehandelt, der die vom Kraftwerksbetreiber zu liefernde Energie, das bereitzustellende Leistungsband, die Energiequalität und die vom Inselnetzbetreiber zu zahlende Vergütung festlegt. Der Vertrag behält seine Gültigkeit

für sechs Monate. Danach wird er neu ausgehandelt, der Kraftwerksbetreiber kann ausgetauscht oder der Vertrag verlängert werden. Der Zeitraum von sechs Monaten ist ein Kompromiss zwischen den kurzfristigen Planungszeiträumen in sich entwickelnden Gemeinden und dem Sicherheitsbedürfnis des Kraftwerksbetreibers. Mit Hilfe dieser Konstellation wird im Inselnetz anstelle des normalerweise vorherrschenden natürlichen Monopols ein Markt für elektrische Energiedienstleistungen geschaffen. Auf diese Weise können Ursachen für Konfliktsituationen, die in einer Monopolsituation und der damit verbundenen Machtposition des Monopolisten erfahrungsgemäß entstehen können, umgangen bzw. reduziert werden.

Sowohl auf der Seite des Netzbetreibers, als auch auf der Seite des Kraftwerksbetreibers werden lokale Arbeitsplätze für Techniklieferanten, Handwerker und Kaufleute geschaffen. Die Mikrofinanzinstitution übernimmt eine Kontrollfunktion gegenüber dem Netzbetreiber und betreut die ordnungsgemäße Durchführung der Buchhaltung. Korruption und Unterschlagung sollen hierdurch möglichst ausgeschlossen werden. Inselnetzbetreiber und Kraftwerksbetreiber treten gemeinsam gegenüber den zuständigen staatlichen Behörden (Elektrifizierungs- und / oder Regulierungsbehörde, o.ä.) auf, um die in dem Vertrag vereinbarten Stromtarife genehmigen zu lassen. Dies gilt für das Dorf als Schutzfunktion gegen Ausbeutung.

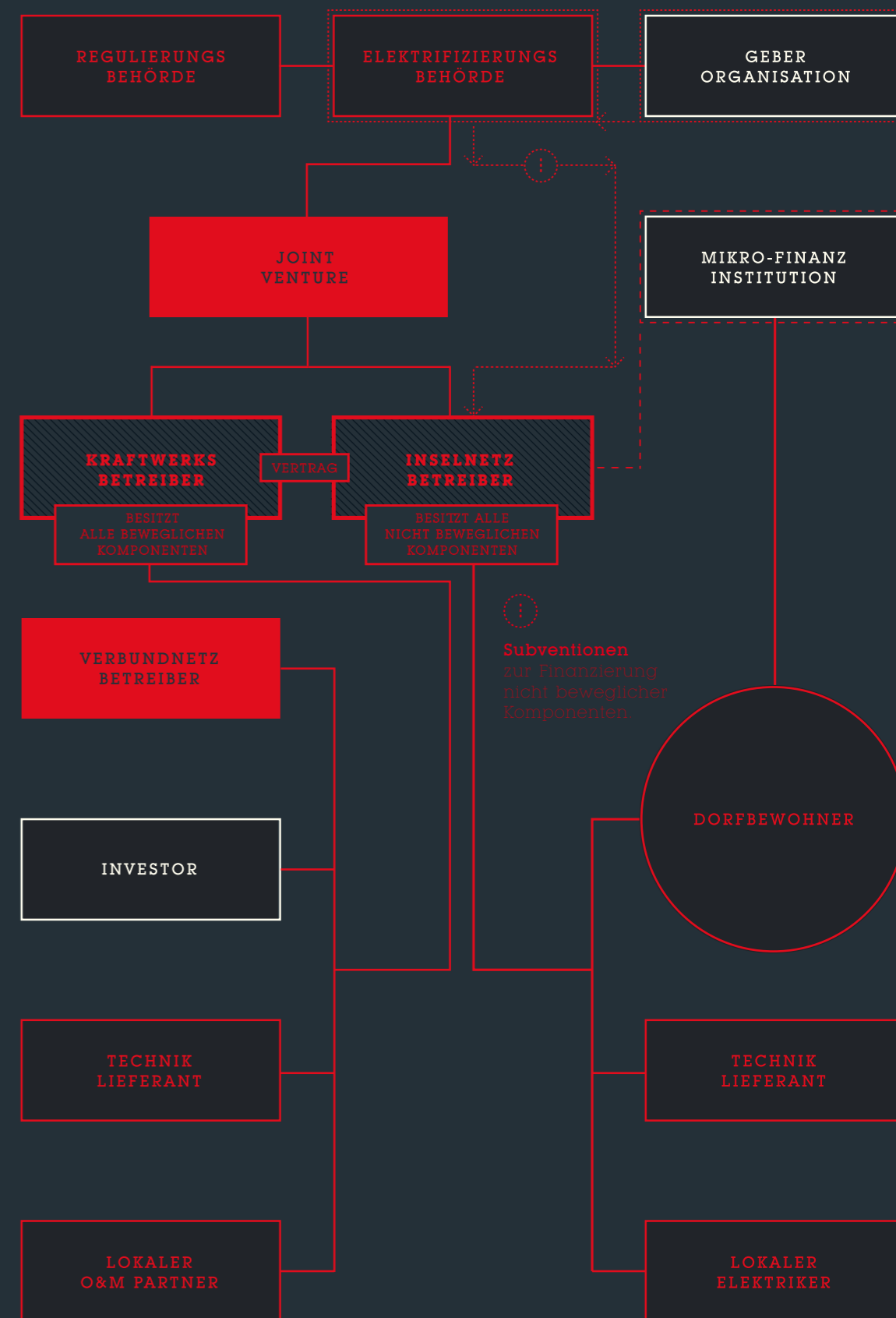
In einigen Ländern stehen Subventionen zur Finanzierung der fest installierten Komponenten im Dorf zur Verfügung. Es ist wichtig für die Funktion der Mikroenergiewirtschaft, dass die Subventionen ausschließlich dem Dorf zugutekommen und nicht in die Hände des Kraftwerksbetreibers gelangen, um keine Marktverzerrung für elektrische Energiedienstleistungen entstehen zu lassen.

Ist der Strombedarf im elektrifizierten Dorf nach einigen Jahren auf ein bestimmtes Volumen angewachsen, kann es unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten Sinn ergeben, das Inselnetz an das Verbundnetz anzuschließen. Betreiber der Sticheitung vom Verbundnetz zum Dorf kann entweder der Verbundnetzbetreiber oder auch der Kraftwerksbetreiber des Dorfes sein. Das existierende Mikrokraftwerk kann ggf. als dezentrale Einspeisung dienen und durch Netzstabilisierung zur Steigerung der Energiequalität beitragen.

Beteiligte Akteure haben gemeinsame, sich gegenseitig unterstützende Ziele und Interessen.

Subventionen werden nur für nicht bewegliche Komponenten des Dorfes verwendet.

Sind keine Subventionen verfügbar, so kann das Dorf mit Unterstützung einer Bank und mit Verweis auf das Mikroenergiewirtschaftsmodell selbst in die nicht beweglichen Komponenten investieren.



Das Tarif- und  
AbrechnungsmodellStatus Quo

Zur Abrechnung werden in bestehenden Inselsystemen aus Kostengründen oft Pauschaltarife erhoben, bei denen der Stromkunde in einem eng begrenzten Leistungsband beliebig viel Energie beziehen kann. Durch das limitierte Leistungsband ist die produktive Nutzung von Strom zum Betrieb elektrischer Maschinen (z.B. Nähmaschinen, elektrische Sägen, Bohrer, etc.) nicht möglich. Dies ist aber notwendig, um einen Wirtschaftskreislauf im Dorf anzuregen, Wirtschaftskraft zu schaffen, somit den Elektrizitätsbedarf zu erhöhen und auch das Inselsystem wirtschaftlich betreiben zu können. Andernfalls werden primär konsumtive Bedürfnisse der Dorfbewohner befriedigt und keine ausschlaggebende Entwicklung angestoßen. Die Flatrates haben eine weitere Schwachstelle: Dadurch, dass die Stromnutzer beliebig viel Energie in ihrem Leistungsband beziehen können, ohne dass dies Auswirkungen auf ihre Stromrechnung hat, werden sie nicht zum sparsamen Umgang mit elektrischer Energie angeregt.

Als Folge wird das Kraftwerk des Inselsystems kontinuierlich überlastet, was u.A. zu beschleunigter Batteriealterung und erhöhtem Kraftstoffbedarf führt. Der Inselsystembetrieb wird somit bald unwirtschaftlich. Zudem legen sich Nutzer mit Pauschaltarifen über längere Zeiträume auf regelmäßige Zahlungen fest, die sie dann auch in finanziellen Notlagen tätigen müssen.

Das Tarif- und  
AbrechnungsmodellInnovation

Die Mikroenergiewirtschaft überwindet diese Problematik durch die Einführung eines Elektrizitätshandelssystems. Im Zentrum dieses Systems steht der Elektrizitätsblock als Handelseinheit. Der Elektrizitätsblock umfasst ein Leistungsband in gewisser Höhe (in Watt) und eine Energiemenge in gewisser Höhe (in Wattstunden), die innerhalb eines festgelegten Zeitraumes genutzt werden kann. Beispielsweise kann ein Elektrizitätsblock ein Leistungsband von 50 W und die Energiemenge von 6 kWh umfassen, welche innerhalb einer Woche konsumiert werden kann. Der Elektrizitätsblock wird dank des Einsatzes von auf die standortspezifischen Verhältnisse optimierter Kraftwerks-Technologie zu verhältnismäßig günstigen Konditionen angeboten. In nahezu allen Regionen der Entwicklungsländer führt der Einsatz von Solarenergie, häufig in Verbindung mit Kleinwindenergie, zu höherer Profitabilität als bei Stromerzeugung mit „klassischen“ Methoden (Dieselaggregaten).

Mehrere Elektrizitätsblöcke können kombiniert werden, so dass dem Nutzer im auf der nächsten Seite dargestellten Beispiel (der Kombination von drei Elektrizitätsblöcken) 150 W Leistung und wöchentlich 6 kWh über die Elektrizitätsblöcke zur Verfügung stehen. Möchte der Stromkunde kurzfristig mehr Leistung oder mehr Strom beziehen, als er in Form von Elektrizitätsblöcken bestellt hat, kann er auch dies tun, muss aber erheblich höhere Strompreise bezahlen, die die Kosten der erhöhten Belastung des elektrischen Systems und den ggf. höheren Kraftstoffverbrauch des Dieselgenerators widerspiegeln.

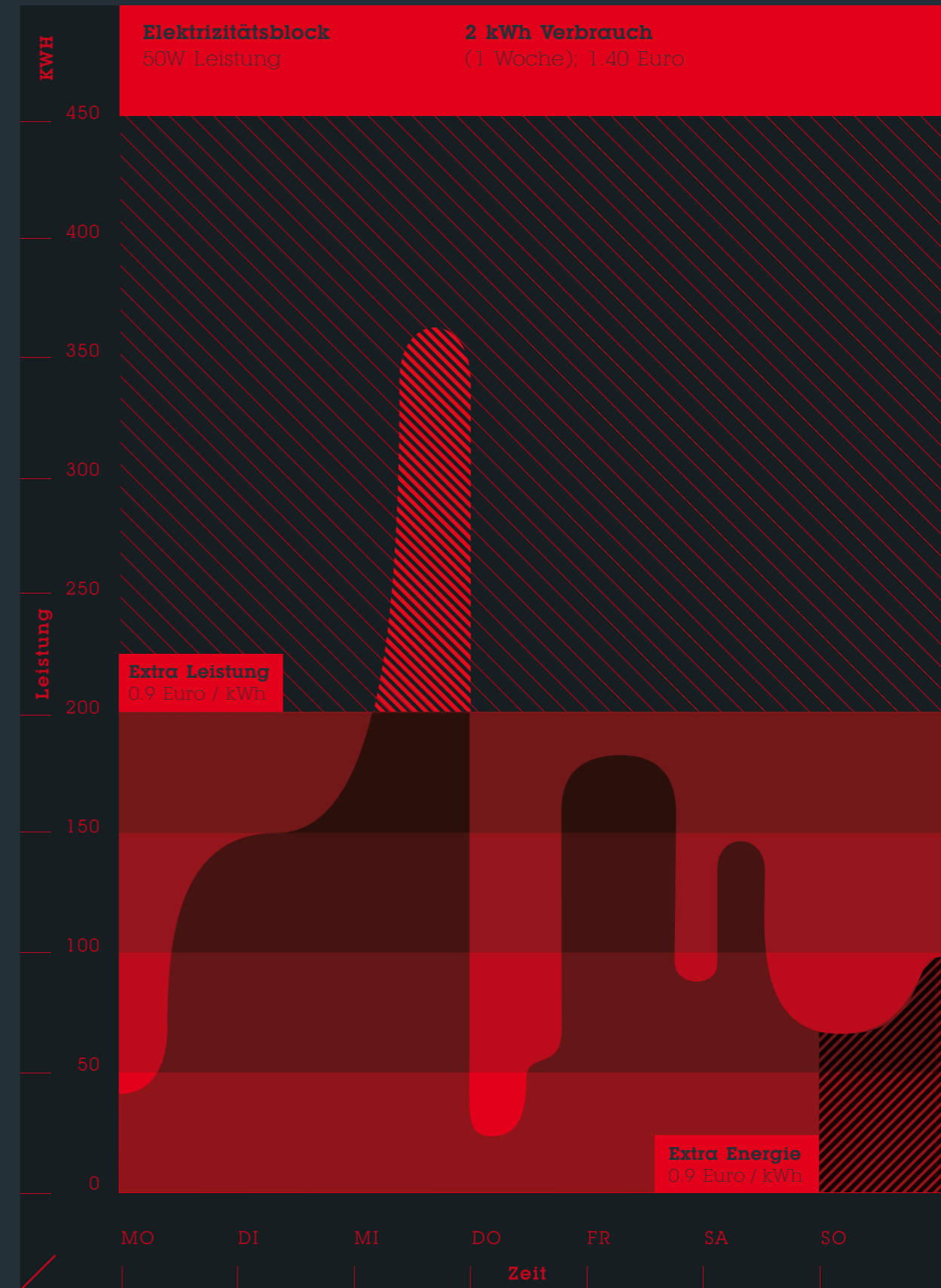
Nach Ablauf von sechs Monaten erhält der Stromkunde zur Erneuerung des Vertrages zwischen Netzbetreiber und Kraftwerksbetreiber die Möglichkeit, die Anzahl der bestellten Elektrizitätsblöcke an seine wirtschaftlichen Bedürfnisse und Möglichkeiten anzupassen. Der Netzbetreiber summiert die Elektrizitätsblöcke aller seiner Stromkunden auf und kann somit dem Kraftwerksbetreiber einen sicheren Zahlungsstrom für die folgenden sechs Monate anbieten. Der Kraftwerksbetreiber legt sein Kraftwerk angesichts der Anzahl der bestellten Elektrizitätsblöcke in Leistungsfähigkeit und Energieertrag der ggf. eingebundenen erneuerbaren Energien nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten aus.

Sollte ein Haushalt innerhalb des Sechsmonatsintervalls in finanzielle Schwierigkeiten geraten, kann dieser die Bezugsrechte/ -pflichten für Elektrizitätsblöcke innerhalb des Dorfes zum Kauf anbieten. Andererseits kann ein Haushalt, der viel Extraenergie benötigt, diese durch günstigere Elektrizitätsblöcke ersetzen und solche im Dorf nachfragen. Der Preis für die Bezugsrechte bildet sich durch Angebot und Nachfrage.

Abbildung – 03

Tarif und Abrechnungsmodell der Mikroenergiewirtschaft. Stromkunden kombinieren Elektrizitätsblöcke, um ihre Grundlast abdecken zu können. Möchten sie mehr Leistung beziehen, als die Elektrizitätsblöcke erlauben, können sie ihr Leistungsband durch Extra Leistung erweitern, die aber zur leichteren Abrechnung auch als Energie verrechnet wird.

Ist die im Elektrizitätsblock enthaltene Energie aufgebraucht, so kann der Stromkunde die für ihn verfügbare Menge elektrischer Energie durch Extra Energie erweitern. Der spezifische Preis von Extra Energie ist höher als der spezifische Preis der Elektrizitätsblöcke.





Die Anzahl der bestellten Elektrizitätsblöcke kann alle 6 Monate erhöht oder verringert werden

### Bestellte Elektrizitätsblöcke nach 6 Monaten

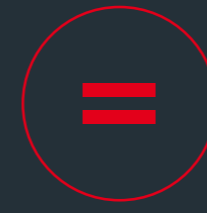
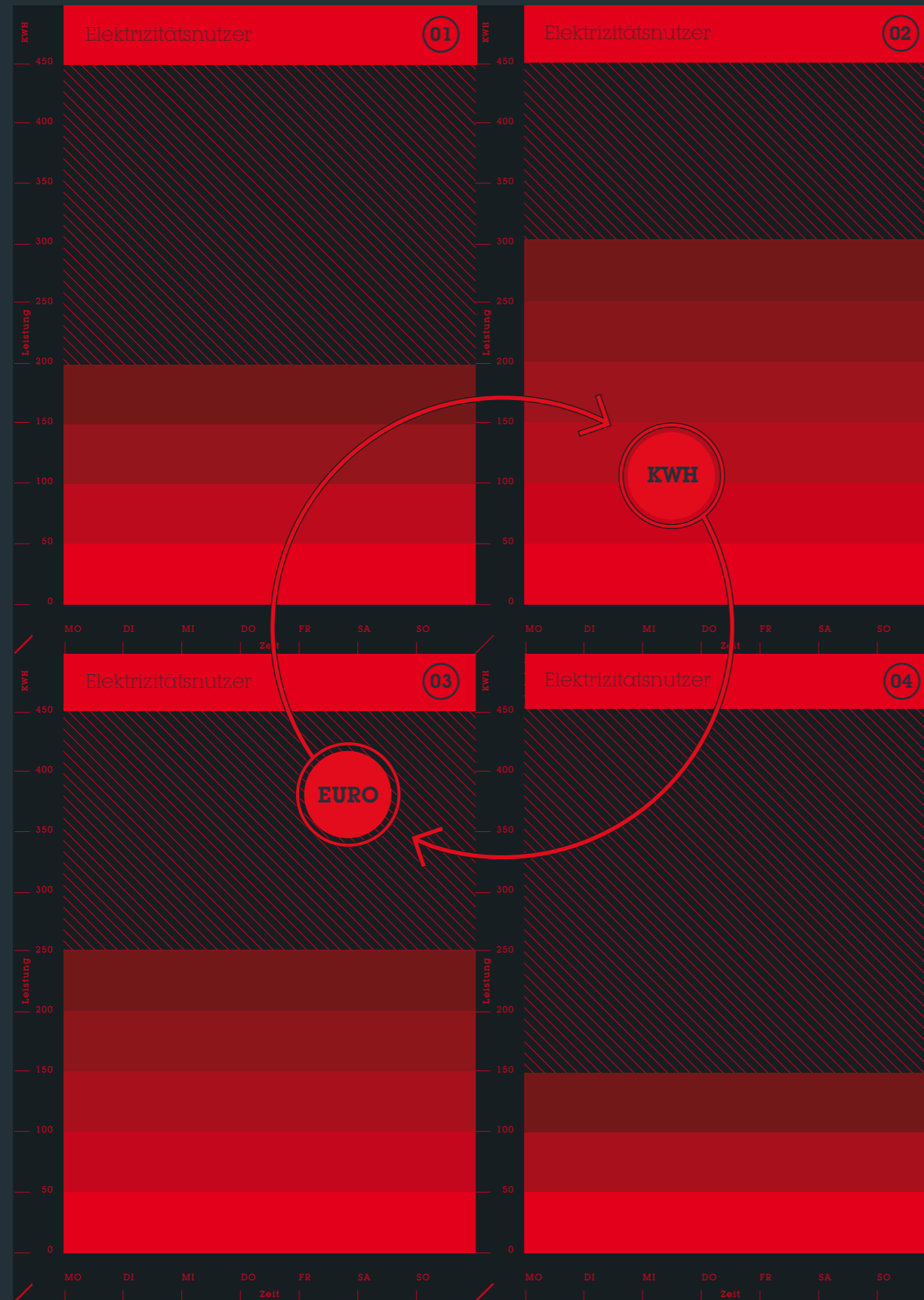
Elektrizitätsblöcke können zwischen den Bewohnern ausgetauscht werden

### Handel

### Abbildung – 04

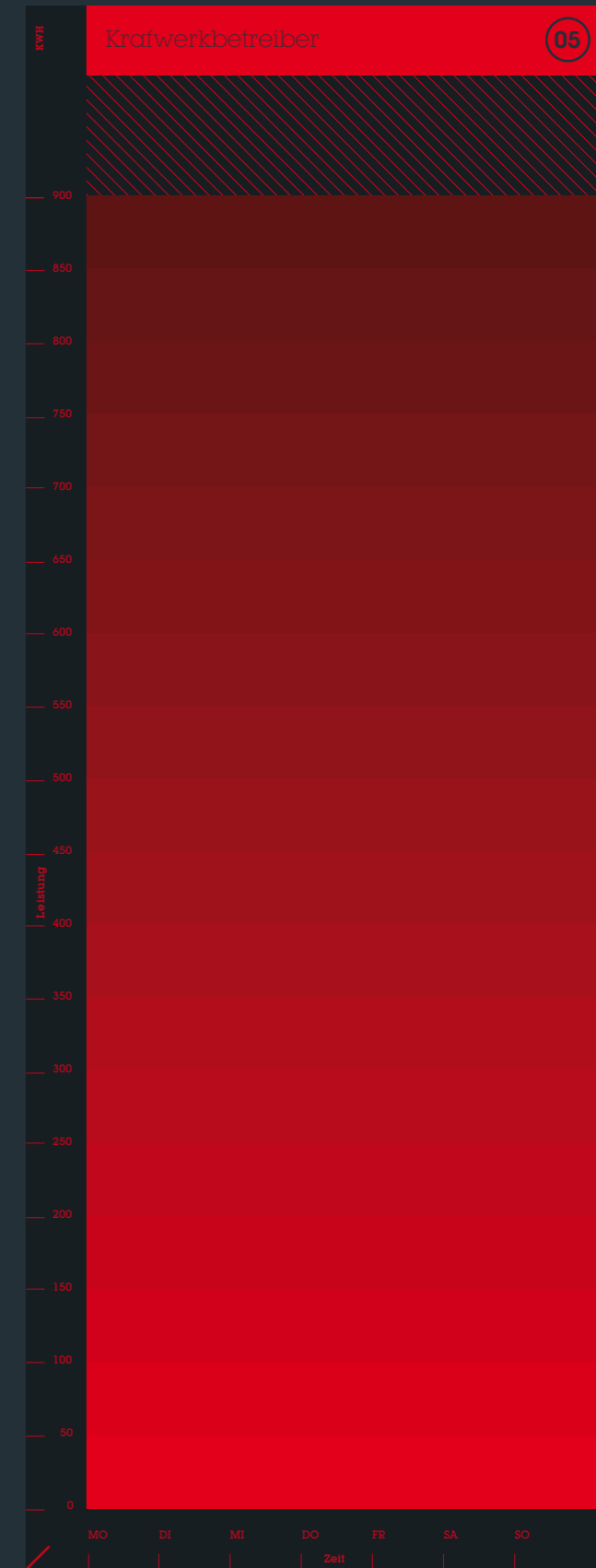
Der Kraftwerksbetreiber legt sein Kraftwerk alle sechs Monate nach der Summe der von den Nutzern bestellten Elektrizitätsblöcke neu aus. Für die bestellten Blöcke erhält er über sechs Monate einen festen Zahlungsstrom.

Innerhalb des Sechsmonatszeitraums können Bezugsrechte/-pflichten für Elektrizitätsblöcke innerhalb des Dorfes gehandelt werden.



Vom Kraftwerksbetreiber zur Verfügung gestellt

### Neue Blöcke



Lastmanagement- und  
Abrechnungseinheit  
(Micro Power Smart  
Metering)Status Quo

Inselsysteme werden aus Kostengründen so ausgelegt, dass sie sehr begrenzte Leistungs- und Energiereserven besitzen. Bei der Überschreitung einer Leistungs- oder Energie-Reserven-Grenze bricht das System zusammen, so dass die Kraftwerkskomponenten nach der Behebung des Überlastfalls in der Regel manuell wieder angefahren werden müssen.

Um einen solchen Fall zu vermeiden, werden in Inselsystemen mit Pauschalтарifen oft sogenannte „Lastbegrenzer“ eingesetzt, die die vom Einzelhaushalt bezogene Leistung limitieren (siehe auch die ökonomischen Folgen der limitierten Leistung oben). Allerdings wird auf diese Weise das Leistungspotential eines Inselnetzes nur sehr selten voll ausgeschöpft und zwar nur dann, wenn der Gleichzeitigkeitsgrad 1 beträgt, d.h. wenn alle Stromkunden gleichzeitig ihr Leistungsband vollständig ausnutzen.

Lastmanagement- und  
Abrechnungseinheit  
(Micro Power Smart-  
Metering)Innovation

Die Lastmanagement- und Abrechnungseinheit (LAE) überwindet die genannte technische Limitierung dadurch, dass sie hohe Leistungsbezüge von Einzelhaushalten zulässt und somit den Betrieb von elektrischen Maschinen ermöglicht, aber dennoch das Gesamtnetz durch Abschaltung von Überlasten stabil hält. Die Kommunikation zwischen dem Kraftwerk und den über das gesamte Dorf verteilten LAEs erfolgt dabei über die Frequenz des elektrischen Netzes. Herrscht ein Mangel an elektrischer Leistung oder Energie im Inselnetz, verringert sich die Frequenz. Bei Unterschreiten eines bestimmten Frequenzschwellenwertes werden einige Verbraucher nach entsprechend einprogrammierter Priorität abgeschaltet. Verbraucher mit der geringsten Priorität zuerst, die mit höchster Priorität gar nicht. Verbraucher mit höchster Priorität können z.B. Krankenhäuser mit Kühlschränken für Medikamente sein. Umgekehrt steigt die Frequenz bei einem Überangebot von Leistung im Netz an. Zu diesem Zeitpunkt werden automatisch Lasten aktiviert, die zeitunabhängig geschaltet werden können.

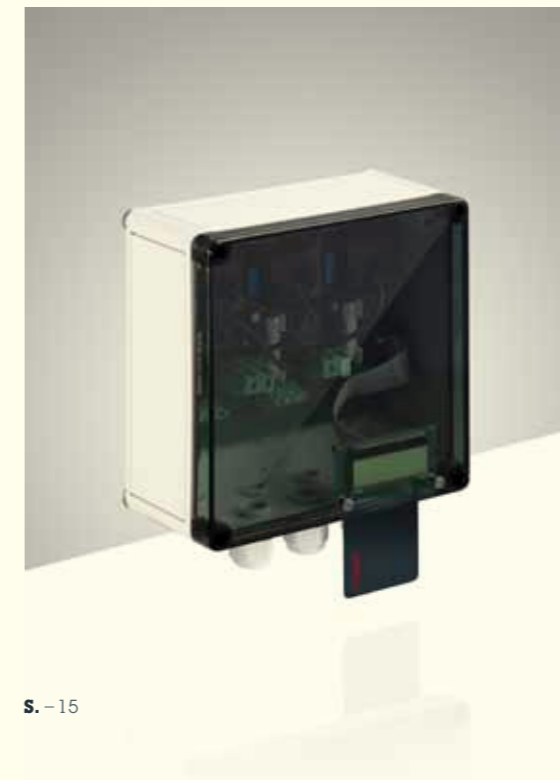
Solche Lasten können z.B. Pumpen sein, die einen Wassertank füllen. Neben der Netzstabilisierung durch aktives Lastmanagement kombiniert die LAE auch die Funktionen von „Prepayment“-Zähler und Haushaltsanschluss in einem kompakten

Gehäuse. Über Chipkarten kann der Nutzer sein Guthaben an der LAE aufladen und den aktuellen Stand über ein Display abrufen. Durch diese Funktionen wird auch der Elektrizitätsblockhandel ermöglicht. Durch die Vorauszahlung sämtlicher bestellter Energie wird die Planungssicherheit des Netz- und Kraftwerksbetreibers weiter erhöht.

Durch die Kombination der genannten Funktionen in einer technischen Einheit und die Kombination von drei Einheiten (pro LAE je drei einphasige bzw. ein dreiphasiger Anschluss) in einem Gehäuse wird die LAE zu einem kostengünstigen Instrument zur Umsetzung der Mikroenergiewirtschaft. Bei Installation der LAE an einem öffentlich zugänglichen Ort, kann Stromklau effektiv verhindert werden.

Abbildung – 05

Lastmanagement- und Abrechnungseinheit. Über die Chipkarte kann Guthaben aufgeladen, über das Display der Kontostand abgelesen werden. Die Lastmanagement- und Abrechnungseinheit kann durch Plomben versiegelt werden.



## 05 STATUS QUO UND AUSBLICK

Die Mikroenergiewirtschaft wurde Anfang 2010 in dem senegalesischen Dorf Sine Moussa Abdou, welches 900 Einwohnern in 100 Haushalten Heimat bietet, erfolgreich umgesetzt. Schon heute zeigt sich, dass das Modell die produktive Nutzung von elektrischer Energie fördert.

Durchgeführt wird die Pilotmaßnahme im Rahmen eines Private Public Partnership Projektes der Unternehmen INENSUS GmbH und MATFORCE CSI (Private Partners) und der Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit mbH (Public Partner). Weitere Dörfer bereiten sich derzeit auf die Elektrifizierung nach dem Mikroenergiewirtschaftsmodell vor. Investoren, die großen Wert auf die Nachhaltigkeit ihrer Investments legen, haben bereits ihr Interesse an einer Beteiligung bekundet. Allein im westafrikanischen Senegal, stellt sich die Situation mit weit über 10.000 nicht elektrifizierten Dörfern als großes Marktpotential für die ländliche Elektrifizierung dar.

Weltweit leben heutzutage nach Angaben der International Energy Agency (IEA) noch fast 1,4 Milliarden Menschen ohne Zugang zu Elektrizität.

