

Smart Meter und Energiemanagement

in der Land- und Forstwirtschaft

Digitale Energielösungen für mehr
Energieunabhängigkeit



Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

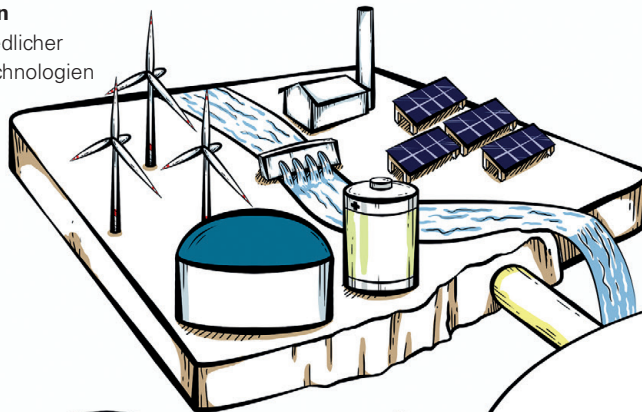
Digitale Energiewende

Das Stromnetz der Zukunft ist eine Plattform zum Austausch erneuerbarer Energien. Eine dezentrale und digital vernetzte Begegnungszone verschiedenster Marktteilnehmer, in der Konsumenten zu Prosumenten und Netzbetreiber zu Serviceprovidern werden.

Die Epoche, in der wenige fossile Kraftwerke die Stromversorgung sicherstellen, geht mit der Energiewende zu Ende. Die Zukunft gehört den lokalen erneuerbaren Energiegemeinschaften, in denen Strom gemeinschaftlich erzeugt, gehandelt und gespeichert wird.

Erneuerbare Energien

Vernetzung unterschiedlicher Energieerzeugungstechnologien



Energieversorgung von morgen



Mikronetz

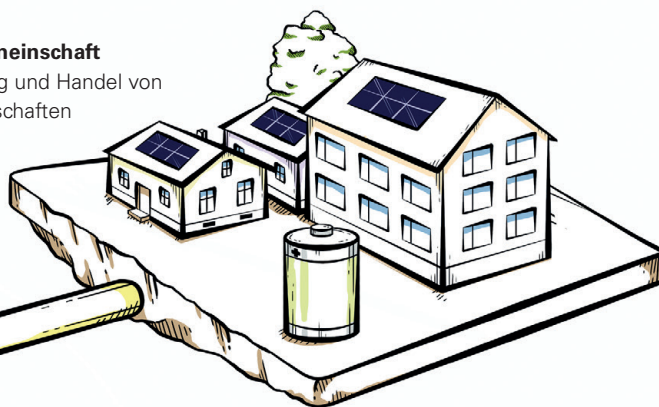
Lokal abgegrenztes Stromnetz mit Option zur Autarkie

Der Smart Meter führt den Kunden in ein neues Energiezeitalter, indem er zeitnah und transparent über seinen Stromverbrauch informiert wird. In weiterer Folge unterstützt die digitale Zählertechnik die Entwicklung smarter Energiedienstleistungen und die Öffnung des lokalen Strommarktes für Privatkunden. Am Ende des Transformationsprozesses steht das Vorhaben, 100 Prozent des Stroms aus erneuerbaren Energien zu gewinnen und eine lückenlose und sichere Versorgung sicherzustellen.

Mit dieser Broschüre möchten wir Ihnen wichtige Informationen zum Smart Meter sowie einen Überblick über intelligente Energiemanagementsysteme geben. In Zukunft werden sich Energieversorgung und Konsumenten immer ähnlicher. Sie beide stehen vor der Herausforderung, die verschiedensten Erzeugungstechnologien der erneuerbaren Energien bestmöglich in das Energiesystem zu integrieren – sei es am eigenen Bauernhof oder im lokalen Stromnetz.

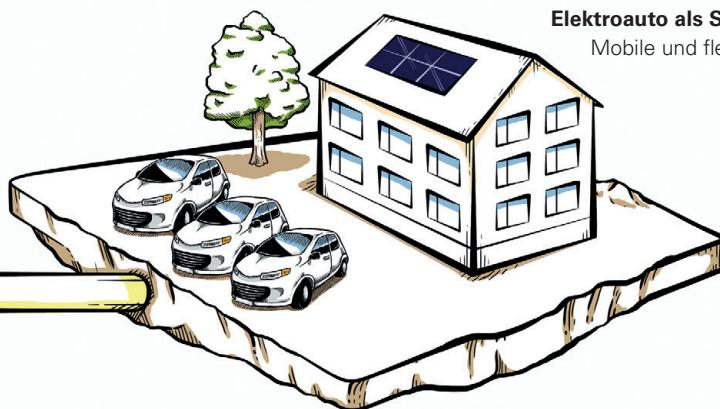
Erneuerbare Energiegemeinschaft

Gemeinsame Speicherung und Handel von Strom in lokalen Gemeinschaften



Elektroauto als Stromspeicher

Mobile und flexible Speicher im Stromnetz



Smart Meter

Digitale Stromzähler ersetzen analoge Ferraris-Zähler.

Die Europäische Union sieht in der Einführung des Smart Meters einen wichtigen Baustein zur Gestaltung der Energiezukunft Europas. Die Verfügbarkeit zeitnaher Stromverbrauchsdaten soll den europäischen Netzausbau kostengünstiger gestalten und die Einbindung erneuerbarer Energien in die bestehende Netzinfrastruktur erleichtern. Für Stromkunden soll mit der digitalen Zählertechnologie die Teilnahme am öffentlichen Stromhandel und die Energieeigenversorgung erleichtert werden. Zudem soll die Verfügbarkeit gesetzlich anerkannter Strommesswerte die technologische Weiterentwicklung smarter Energielösungen vorantreiben.

Energiesparen und Energieeffizienz sind das Herzstück der europäischen Energie- und Klimapolitik. Erstmals in der Geschichte der österreichischen Stromversorgung wird allen Stromkunden das Recht eingeräumt, den Verlauf ihres Stromkonsums tagesaktuell zu beobachten. Auf diese Weise wird das Bewusstsein für den sparsamen Umgang mit Energie geschärft und die praktische Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen erleichtert.

Was ist ein Smart Meter?

Ein Smart Meter ist ein intelligenter Stromzähler, der aus einem elektronischen Zählwerk und einer digitalen Kommunikationseinheit besteht. Im Vergleich zu dem über hundert Jahre alten Ferraris-Zähler enthält die digitale Zählertechnologie keine mechanischen Bauteile. Die Strommessung erfolgt auf Basis

digitaler Halbleiter- und Kommunikationstechnologien, wodurch der Stromverbrauch in einer Auflösung von maximal 15 Minuten (Viertelstundenwerte) dargestellt werden kann. Die gemessenen Stromverbrauchswerte werden über ein gesichertes Strom-, Funk- oder Mobilnetz an den Netzbetreiber übermittelt. Dieser stellt den Stromverbrauch dem Kunden am Folgetag in einem Webportal individuell zur Verfügung.

Welche Zählerkonfigurationen gibt es?

Stromkunden haben das Recht, aus einer von drei Zählerkonfigurationen zu wählen. Die Art der Konfiguration muss am Smart Meter ersichtlich sein:

1) Intelligentes Messgerät in der Standardkonfiguration (IMS)

In der Konfiguration IMS misst der Smart Meter den Stromverbrauch einmal pro Tag und übermittelt diesen Zählerstand einmal pro Tag an den Netzbetreiber. Die Daten werden für 60 Tage im Gerät gespeichert. Eine Fernunterbrechung und -freigabe ist möglich.

2) Intelligentes Messgerät in der erweiterten Konfiguration (IME)

In der Konfiguration IME misst der Smart Meter den Stromverbrauch alle 15 Minuten und übermittelt die innerhalb eines Tages erfassten 96 Zählerstände einmal pro Tag an den Netzbetreiber. Die Daten werden für 60 Tage im Gerät gespeichert. Eine Fernunterbrechung und -freigabe ist möglich.

3) Digitaler Standardzähler (DSZ)

In der Konfiguration DSZ verfügt der digitale Zähler nur über eine Mess- und Datenübertragungsfunktion. Die gemessenen Werte werden nicht gespeichert. Der aktuelle Zählerstand wird nur einmal im Jahr zur Erstellung der Jahresstromabrechnung an den Netzbetreiber übermittelt. Dies wird auch bei einem Lieferanten- bzw. Tarifwechsel durchgeführt.

Was haben Sie aktiv zu tun?

Der Zählertausch ist vom Netzbetreiber zeitgerecht anzukündigen. Ein generelles Behalterecht für den Ferraris-Zähler gibt es nicht. Es besteht jedoch das Recht, über den Funktionsumfang des Smart Meters zu entscheiden:

- **Standardfall**

Ohne aktives Zutun wird der Smart Meter in der Standardkonfiguration (IMS) montiert. Der Zählerstand wird einmal pro Tag gemessen und an den Netzbetreiber gesendet.

- **Recht auf „Opt-in“**

Für die Nutzung des Smart Meter in seiner erweiterten Konfiguration (IME) ist eine schriftliche Meldung an den Netzbetreiber erforderlich. Die Option auf „Opt-in“ ist zu einem späteren Zeitpunkt schriftlich widerrufbar

Es besteht das Recht, einen Smart Meter außerhalb des regulären Installationstermins des Netzbetreibers einzufordern. Der Einbau muss innerhalb einer Frist von längstens sechs Monaten erfolgen.

- **Recht auf „Opt-out“**

Die Funktionen des Smart Meters, nicht das Gerät an sich, können abgelehnt werden. Die Ablehnung muss schriftlich an den Netzbetreiber ergehen. Der Netzbetreiber muss die Ablehnung akzeptieren, und es wird die Funktion des digitalen Standardzählers (DSZ) aktiviert. Der Smart Meter kann schriftlich jederzeit wieder aktiviert werden.

Mögliche Zählerkonfiguration



Welche rechtliche Basis liegt der Einführung zugrunde?

Die Einführung des Smart Meters ist in der Strommarkt-Richtlinie des dritten EU-Binnenmarktpakets (RL 2009/72/EG vom 13. Juli 2009) geregelt. In Österreich wurde diese Richtlinie im Rahmen der Novelle des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetzes in nationales Recht umgesetzt. Die zuständige Regulierungsbehörde E-Control definiert den Funktionsumfang, den Dateninhalt sowie die Informationserfordernisse an den Kunden.

Zusätzlich schreibt die „Intelligente Messgeräte-Anforderungsverordnung 2011“ (IMA-VO 2011) die technischen Mindestanforderungen der Smart Meter fest. Ergänzt wird diese durch die „Intelligente Messgeräte-Einführungsverordnung“ (IME-VO 2012; BGBl. II Nr. 138/2012), zuletzt novelliert im November 2017 (IME-VO Novelle 2017), die die Einführung der Smart Meter in Österreich regelt.

Welche Kundenvorteile bietet der Smart Meter?

- **Zeitnahe Verbrauchskontrolle**

Die zeitnahe Information über den persönlichen Stromverbrauch zeigt, wo potentielle Stromfresser oder Funktionsstörungen elektrischer Geräte zu finden sind. Zusammen mit einer allfälligen Verhaltensanpassung können Energieverbrauchs- und Energiekosteneinsparungen erzielt werden.

- **Zeitersparnis bei Zählerstandablesung**

Mit der Einführung des Smart Meters entfällt die manuelle Ablesung des Stromzählers vor Ort, wodurch sich Kosteneinsparungen ergeben.

- **Kostensparnis**

Der Smart Meter ermöglicht eine zeitpunktgenaue Abrechnung der bezogenen Strommenge. Bei einem Wechsel des Energieversorgers oder einer Umstellung des Stromtarifs bringt dies deutliche Effizienzgewinne in der Verwaltung mit sich. Für den Energieversorger ist außerdem eine bessere Planung der Stromversorgung und der dafür nötigen Stromproduktion möglich, wodurch teure Ausgleichsenergiemaßnahmen verringert bzw. teilweise vermieden werden können.

- **Voraussetzung für Stromeinspeisung**

Für die Einspeisung von Ökostrom, gleich ob von einer Photovoltaikanlage oder sonstigen Stromerzeugungsanlagen, sind Smart Meter Voraussetzung. Mit der genauen Erfassung der Stromeinspeisung wird die Planung für die Netzdurchleitung des Stroms erleichtert.

- **Kundenschnittstelle**

Über diese Schnittstelle werden nur für den jeweiligen Kunden lesbare Echtzeitmesswerte zur Verfügung gestellt, die ein Energie- oder Lastmanagement weiterverarbeiten kann.

Welche Auswirkungen hat der Smart Meter auf die Netzentgelttarife?

Die Netzentgelte sind jene Entgelte, die vom Stromkunden für die Benutzung der Infrastruktur, des Stromnetzes sowie der damit zusammenhängenden Dienstleistungen zu entrichten sind. Mit der Einführung des Smart

Meters ist die Erfassung der tatsächlich in Anspruch genommenen Leistung sowie der Blindenergie möglich. Auf diese Weise können sich Diskrepanzen zwischen der vertraglich erworbenen Leistungsbereitstellung durch den Netzbetreiber sowie dem tatsächlichen Leistungsbezug ergeben.

Im Jahr 2020 sollen die Netzentgelte auf eine neue Tarifstruktur umgestellt werden. Bei der Neugestaltung der Netztarife soll die aus dem Netz bezogene Leistung gegenüber der bezogenen Energiemenge höher gewichtet werden. Außerdem sollen in Zukunft finanzielle Anreize geboten werden, Leistungsspitzen nach Möglichkeit zu vermeiden.

Was ist ein flexibler Stromtarif?

Der Smart Meter ist ein geeignetes Messinstrument für die Einführung von flexiblen Stromtarifen. Das bedeutet, dass sich die Höhe des Strompreises innerhalb eines Tages mehrfach ändern kann. Theoretisch denkbar wäre ein Tarifpreismodell mit 96 unterschiedlichen Strompreisen pro Tag.

In Österreich sammeln bereits erste Energielieferanten praktische Erfahrung mit flexiblen Stromtarifen. Ziel der Energieversorger ist eine bessere Anpassung der kundenseitigen Stromnachfrage an volatile Stromproduktionssysteme – insbesondere von Photovoltaik, Windkraft und Wasserkraft.

Wie sieht der Zeitplan für die Umsetzung aus?

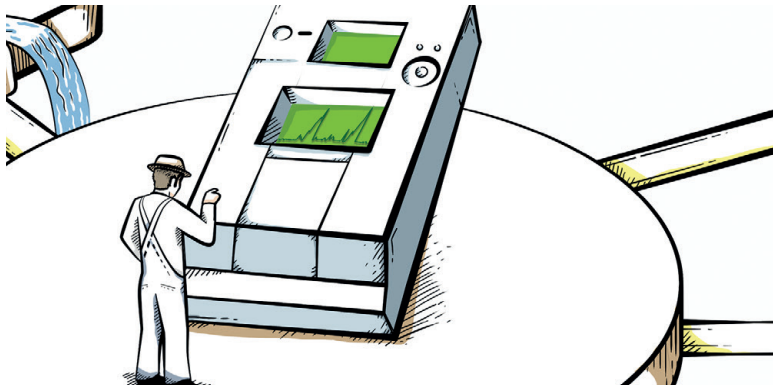
Die Umstellung der analogen Stromzähler auf digitale Messgeräte hat in Österreich bereits gestartet. Ende 2018 waren in Österreich rund 1,1 Millionen Smart Meter installiert. Das entspricht einer Roll-out-Quote von 17 Prozent. Die großflächige Ausrollung der digitalen Stromzähler startet im zweiten Halbjahr 2019. Ende 2022 sollen mindestens 95 Prozent der Zähler umgerüstet sein.

Acht Fakten, die es über einen Smart Meter zu wissen gilt:

- 1) *Weiß mein Netzbetreiber, welches Fernsehprogramm ich gerade sehe?*
NEIN, ein Auslesen des Fernsehprogramms ist nicht möglich.
- 2) *Verbraucht mein Smart Meter mehr Strom?*
NEIN, der Smart Meter besitzt im Vergleich zu den mechanischen Zählern keine beweglichen Teile. Laut einer Studie der Technischen Universität Graz ist der Eigenstromverbrauch des Smart Meters, in Bezug auf die reine Messleistung, um fünf bis acht Prozent geringer als bei den alten Ferraris-Zählern.
- 3) *Beeinflusst die Strahlung des Smart Meters mein Schlafverhalten?*
NEIN, es gelten strenge gesetzliche Grenzwerte für die elektromagnetische Strahlenbelastung. Die Strahlenbelastung durch die Datenübermittlung ist mit dem Versenden einer zusätzlichen SMS pro Tag vergleichbar. Die Geräte sind somit in Hinblick auf gesundheitliche Risiken unbedenklich. Sie senden sowohl in der Standardvariante (IMS) als auch mit der erweiterten Konfiguration (IME) nur einmal pro Tag die Daten an den Netzbetreiber.
- 4) *Ist mein Smart Meter immer online?*
NEIN, die Daten werden nur einmal pro Tag übertragen, und im Fall eines „Opt-out“ nur einmal pro Jahr.
- 5) *Wie sicher sind meine Zählerstände?*
SEHR SICHER, die Übermittlung der Zählerstände erfolgt mit einer Ende-zu-Ende-Verschlüsselung nach Bankenstandards.
- 6) *Muss ich den Zählertausch bezahlen?*
NEIN, die Kosten für den Zählertausch werden vom Netzbetreiber getragen. Der Zählertausch sowie der laufende Betrieb werden durch das Messentgelt auf der Stromrechnung abgedeckt.
- 7) *Ändert sich mein Netztarif durch den Einbau eines Smart Meters?*
NEIN, die Netztarife sind gesetzlich geregelt und vom Einbau eines Smart Meters nicht betroffen. Eine Tarifänderung bedarf der Neugestaltung der Netzentgelttarife.
- 8) *Werden mir Blindenergie und Leistungsspitzen verrechnet?*
NEIN, eine Leistungsverrechnung muss in den Netzentgelten gesetzlich geregelt sein. Die gesetzliche Verrechnungsgrenze liegt derzeit bei über 100.000 Kilowattstunden Jahresverbrauch oder einer Anschlussleistung von mehr als 50 Kilowatt. Im Gegensatz zum Ferraris-Zähler lassen sich über den Smart Meter die Blindenergie und die Leistungsspitzen auslesen. In Zukunft könnte daher deren Verrechnung zum Thema werden.

Energie- und Lastmanagement

Intelligente Steuerungsmöglichkeiten fördern die Einbindung erneuerbarer Energien.



Die Einbindung erneuerbarer Energieanlagen in das öffentliche Stromnetz erfordert eine ständige Kommunikation zwischen Energieerzeuger, Energieverbraucher und Energiespeicher, da die Stromerzeugung aus Windkraft, Photovoltaik und Wasserkraft starken wetterbedingten Schwankungen unterliegt. Praxistaugliche Lösungen im Bereich der Energieverteilung und Energiespeicherung entscheiden über den Fortschritt des weiteren Ausbaus der erneuerbaren Energien. Die Entwicklung von intelligenten Energie- und Lastmanagementsystemen ist Teil der Lösung. Sie informieren über den Istzustand der Energieflüsse und gleichen Stromangebot und Stromnachfrage aus.

Mit der steigenden Marktdurchdringung von Photovoltaikanlagen, Stromspeichern und Elektrofahrzeugen nimmt der Bedarf an Energie- und Lastmanagementsystemen auf landwirtschaftlichen Betrieben zu. Ein intelligentes Energiemanagement erhöht die Energie-

unabhängigkeit und senkt die Energiekosten am Betrieb.

Was ist ein Energiemanagement?

Ein Energiemanagement hilft, die Energieströme am Betrieb zu erfassen, zu steuern und zu dokumentieren. Energiebezug, Energieproduktion und Energiespeicherung werden im Sekundenintervall erfasst und aufgezeichnet. Intelligente Steuerungsmöglichkeiten entscheiden autonom, ob der produzierte Photovoltaikstrom beispielsweise in den stationären Batteriespeicher oder in den Elektroflader fließt. Energiemanagementsysteme können neben den Stromverbräuchen noch weitere Daten erfassen, wie beispielsweise Wärme- und Wasserverbräuche, Wetterdaten, Außen- und Innentemperaturen oder CO₂-Konzentrationen. Ein automatisierter Bericht informiert fortlaufend über die Energiesituation am Betrieb und schlägt bei außergewöhnlichen Abweichungen Alarm.

Vorteile des Energiemanagements:

- Überblick über Energieverbräuche und -kosten
- Entscheidungsgrundlage für die Modernisierung der Anlagentechnik
- Zurechnung der Energiekosten zu Produkten (z.B. Joghurtproduktion, Zimmervermietung)
- Rasche Reaktion auf Energieverbrauchsänderungen durch defekte Geräte
- Lastverschiebungen und Reduktion von Leistungsspitzen

Was ist ein Lastmanagement?

Ein Lastmanagement schaltet elektrische Verbraucher kurzfristig zu oder ab. Ziel ist die Vermeidung kurzfristig auftretender Leistungsspitzen sowie eine effizientere Nutzung des selbst produzierten Stroms. Droht eine Überschreitung von Leistungsspitzen, werden spezifische elektrische Verbraucher kurzfristig deaktiviert oder in der Betriebszeit verschoben. Ist ein Überangebot von Strom aus der eigenen Erzeugung vorhanden, werden definierte Stromverbraucher automatisiert eingeschaltet. Beispiele dafür sind Elektroheizstäbe, Wärmepumpen, Wasserpumpen, Kühlanlagen, Elektrofahrzeuge und Batteriespeicher.

Wie hilft ein Energiemanagement, Stromkosten zu sparen?

Wissenschaftliche Studien zeigen, dass das Sichtbarmachen des unsichtbaren Energieverbrauchs zu einer unterbewussten Verhal-

tensänderung führt. Alleine durch die Änderung des Kundenverhaltens sinken die Stromkosten um bis zu 10 Prozent. Die Umsetzung von technischen Energieeffizienzmaßnahmen auf Basis der Stromverbrauchsanalyse, bringt weitere Einsparungen von bis zu 30 Prozent mit sich. Durch die Verknüpfung von Energieeffizienzmaßnahmen mit der Eigenstromproduktion aus Photovoltaikanlagen können beispielsweise auf landwirtschaftlichen Betrieben Energieautarkiegrade zwischen 40 und 50 Prozent erzielt werden.

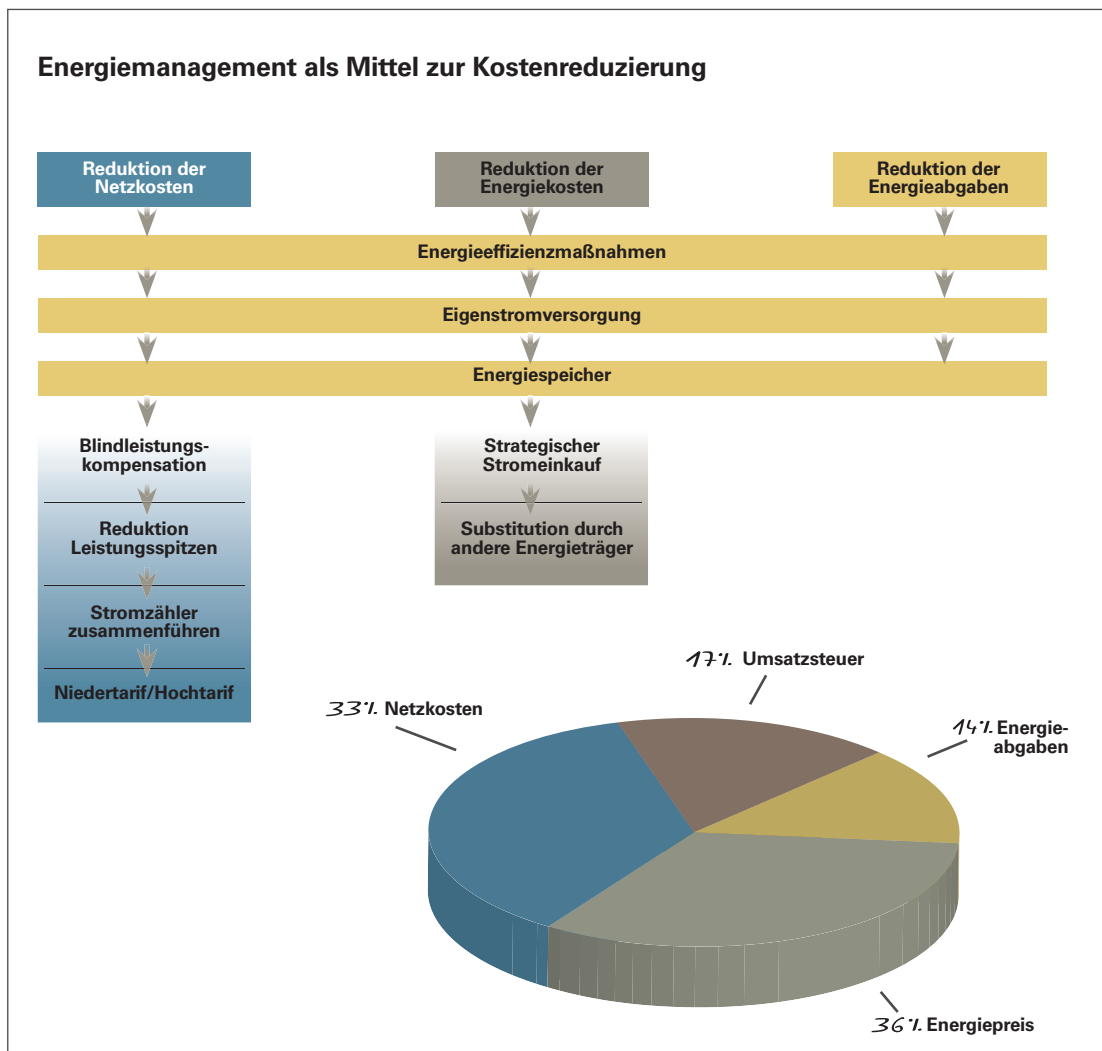
Welche Kosten lassen sich durch ein Energiemanagement reduzieren?

Die größten Kosteneinsparungen werden mit der Umsetzung von Energiesparmaßnahmen, der Eigenstromproduktion sowie der Energiespeicherung erzielt. Es folgt eine Reduktion der Energiekosten, Netzkosten sowie Steuern und Abgaben auf der Stromrechnung.

Die Netzkosten sind von der E-Control auf gesetzlicher Basis geregelt und unterliegen keinen Marktregeln. Im Kontext mit Leistungsmessungen durch die Umrüstung auf Smart Meter ergeben sich Möglichkeiten zur Kosteneinsparung durch die Reduktion der Blindleistung, durch die Vermeidung von Lastspitzen sowie durch die Zusammenführung von internen Stromzählern und die Wahl spezieller Netznutzungsstarife (z.B. unterbrechbare Leistung).

Die Gestaltung des Energiepreises erfolgt nach Marktregeln auf dem Strommarkt. Mit der Liberalisierung des Strommarktes ist ein Stromanbieterwechsel möglich geworden. Durch einen strategisch ausgerichteten

Stromeinkauf sowie den Wechsel auf einen anderen Energieversorger ist eine Reduktion des Energiepreises möglich. Eine Orientierungshilfe bietet der Tarifikalkulator der E-Control.



Methoden und Werkzeuge

zur Aufzeichnung von betrieblichen Energieverbräuchen

Das Energiemanagement gibt einen Überblick über die Energieverbräuche am landwirtschaftlichen Betrieb. Aus den erfassten Energieverbräuchen lassen sich Energieeffizienzmaßnahmen ableiten. Um Einmaleffekte zu minimieren, sind die Energiedaten über einen längeren Zeitraum statistisch zu erfassen.

Wie beginnt die Energiedatenerfassung?

In einem ersten Schritt wird eine Erstaufnahme durchgeführt. Die Energieverbraucher werden lokalisiert, erhoben und nach ihrem Energieverbrauch bewertet. Besonderes Augenmerk wird auf die Energieverbraucher mit dem größten Energieverbrauch gelegt. Dafür sind folgende Informationen erforderlich:

- Dokumentation der Energieverbraucher
- Energiekosten aller Energieträger (z.B. Strom, Biomasse, Diesel)
- Energiebedarf und Verbrauchsentwicklung der letzten drei Jahre
- Aufzeichnung von Zählerständen und Verbrauchsmessungen
- Strom- und Wärmelastprofil des Betriebs

Auf landwirtschaftlichen Betrieben wird der Stromverbrauch mit einem Hauptzähler gemessen. Dies erschwert die Zuordnung der Stromverbräuche zu den einzelnen Verbrauchern. Für eine genauere Analyse kann die Montage von Subzählern sinnvoll sein. Speziell bei Neubauten sollte diese Möglichkeit genutzt werden. Beispielsweise können ein-

zelne Produktionsprozesse (z.B. Weinkühlung, Milchgewinnung), Gebäude (z.B. Direktvermarktungsraum) oder Geräte gemessen und die spezifischen Energieverbräuche laufend kontrolliert werden.

Die Wärmemengen werden nur in den seltensten Fällen direkt gemessen. Sie liefern jedoch unverzichtbare Hinweise für die Erstellung eines Gesamtenergiekonzeptes. Immer öfter wird die Bereitstellung eines Teils des des Wärme- und Kältebedarfs durch die eigene Stromerzeugung erfolgen.

Wie sieht die Feinanalyse aus?

Die in der Erstaufnahme identifizierten Energieverbraucher werden in der Feinanalyse auf ihre theoretisch möglichen Einsparungspotentiale hin untersucht. Die Feinanalyse der Daten ermöglicht die Bestimmung der Wirtschaftlichkeitsparameter sowie die Durchführung einer detaillierten Kostenrechnung für jede Energiesparmaßnahme.

Folgende Daten sind von Relevanz:

- Energieverbrauch in Kilowattstunden
- Energieversorgungs- und Energieverbrauchsstrukturen (Lastgang, Betriebszeiten)
- Anschluss- und Leistungsdaten (Nennleistung, Höchstleistung, Blindleistung)
- Wartungs- und Servicedaten
- Stand der technologischen Entwicklung

Welche Messinstrumente eignen sich für die Erfassung meiner Energiedaten?

Die Messung des Energieverbrauchs erfolgt auf unterschiedliche Arten. Moderne Energiemanager erfassen sowohl den Strombedarf

als auch den Wärmebedarf. Die Wahl der Messmethode wird von Anwendungsfall zu Anwendungsfall definiert. Nicht immer ist es notwendig, mit Kanonen auf Spatzen zu schießen.

	Anwendung	Kosten	Pro	Kontra
Einzelmessungen -> Messen und Anzeigen	<p>Punktuelle Strommessung für Lichtstrom (220 V) und Kraftstrom (380 V/16 A/32 A)</p> <p>Messung des Stromverbrauchs in kWh (z.B. Gefriertruhe, Mühle, Hochdruckreiniger, Kreissäge)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Voltcraft • Schwabe • Easycount 	<p>10 bis 60 Euro pro Messpunkt</p> <p>Kraftstrom: 300 bis 400 Euro pro Messpunkt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kostengünstig • schnelle Kontrolle • Energiedaten mit Smartphone abrufbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Kraft- oder Lichtstromsteckdose notwendig • Einzelmessung • Langfristige Aufzeichnung schwierig • kein Lastprofil • Kraftstrommessgerät sehr teuer für Einzelmessungen • hohe Messungenauigkeit von 10 %
	<p>Fix montierte Messeinrichtung im Verteilerschrank</p> <p>Messung elektrischer Geräte oder Stromkreise (z.B. Haus, Stallgebäude, Melkroboter)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Voltcraft • Eltako 	<p>100 bis 300 Euro pro Messpunkt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • schnelle Kontrolle • einfache Montage auf Hutschiene im Verteilerschrank • hohe Messgenauigkeit • spezifische Zuteilung Energieverbrauch auf Produkte oder Prozesse 	<ul style="list-style-type: none"> • ohne Netzwerk keine Online Datenaufzeichnung • meist keine Erstellung eines Stromlastprofils
	<p>Wärmemengenzähler</p> <p>Messung und Kontrolle des Wärmebedarfs (Solar- und Biomasseheizung)</p>	<p>150 bis 300 Euro pro Messpunkt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • schnelle Kontrolle • einfache Montage 	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten • Datenübermittlung nicht Stand der Technik

	Anwendung	Kosten	Pro	Kontra
Gesamtmessung -> Messen und Aufzeichnen	Messung des Stromverbrauchs sowie grafische Darstellung in Form eines Stromlastprofils. Montage in Haupt- und Subverteilern <ul style="list-style-type: none"> • Efergy • OWL • Fronius Smart Meter 	ab 150 Euro	<ul style="list-style-type: none"> • schnelle und kostengünstige Erstellung von Lastprofilen • umfassende Analyse • Messung mehrerer Messpunkte möglich (z.B. Haus, Stall, Melkstand) • Messung von Photovoltaikstrom möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit zur Steuerung von Verbrauchern nicht gegeben • Funk- und WLAN-Verbindung für optimale Nutzung erforderlich • Messtoleranz plus/minus 10 %

Gesamtmessung -> Messen und Steuern	Messung und Steuerung der Strom- und Wärme Flüsse sowie intelligente Nutzung von selbst erzeugtem Photovoltaikstrom <ul style="list-style-type: none"> • Homee • Meo Energy • Smartfox • Digitalstrom 	ab 1.000 Euro	<ul style="list-style-type: none"> • Umfassende Energieaufzeichnung und Steuerungsmöglichkeit am PC oder Handy • Nutzung von selbst produziertem Sonnenstrom (z.B. Wärmepumpe, E-Heizstab, Elektroauto) • hohe Kompatibilität • Baukastensystem 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Anschaffungskosten • Kompatibilität nicht mit allen Herstellern gegeben • komplexe Installation • Internetanbindung erforderlich • unterschiedliche Funktionen der Anbieter
---	---	---------------	---	--

Analyse von Stromlastprofilen

Lastkurven zeigen Möglichkeiten für Effizienzgewinne.

Ein Lastprofil bezeichnet die bezogene oder erzeugte elektrische Leistung über einen bestimmten Zeitraum. Die Darstellung erfolgt mit Hilfe einer Lastkurve auf den Achsen „Zeit“ und „Leistung“. Die Lastkurve lässt sich für jede beliebige Messstelle erstellen, wie beispielsweise eine gesamte Hofstelle, ein Stallgebäude oder ein Elektrogerät.

Das Lastprofil unterliegt in der Praxis starken tages- und jahreszeitlichen Schwankungen. Deswegen spricht man von Jahres-, Monats-, Wochen- oder Tageslastprofilen.

Der Smart Meter erfasst alle 15 Minuten den Stromverbrauch, der im Webportal anhand einer Lastkurve abgebildet wird. Durch die Erfassung von Viertelstundenwerten werden einerseits die hohen Anlaufströme großer Motoren ausgeglichen und andererseits mit 96 Messpunkten pro Tag die Datenmengen minimiert. Aus den gemessenen Daten lassen sich Grundlast und Spitzenlast ermitteln.

Wozu dient ein Lastprofil?

Ein Stromlastprofil erleichtert die Planung von Photovoltaikanlagen zur Eigenstromproduktion sowie die Umsetzung von Speicherprojekten. Die Energiemanagementsysteme zur Steuerung von nicht direkt nutzbarem Photovoltaikstrom erfassen die Energieströme im Sekundentakt. Nur mit hoher Messgenauigkeit ist eine hohe Eigenstromversorgung gewährleistet.

Was ist ein Standardlastprofil?

Am österreichischen Strommarkt wird die bezogene Strommenge in Viertelstundenwerten gemessen und nach tatsächlicher Leistung verrechnet. Ausgenommen von dieser Regelung sind Kleinverbraucher mit einer Anschlussleistung unter 50 Kilowatt, einer Absicherung von weniger als 63 Ampere oder einem Stromverbrauch unter 100.000 Kilowattstunden pro Jahr. Hier wird der Stromverbrauch nur einmal pro Jahr ermittelt. Von dieser Ausnahmeregelung sind ein Großteil der landwirtschaftlichen Betriebe betroffen. Damit der Energieversorger seinen Stromeinkauf prognostizieren und planen kann, werden für Kleinverbraucher Standardlastprofile definiert. Der Landwirtschaft sind die Standardlastprofile L0, L1 und L2 zugeteilt.

Laufende technologische und klimatische Entwicklungen sind in den Standardlastprofilen nicht abgebildet. Die Einbindung volatiler Energieformen sowie die Verhaltensänderung der Konsumenten, die ihren Strom zunehmend selbst produzieren und speichern, verändern die Spielregeln des Strommarktes. Mit der Einführung des Smart Meters soll es möglich sein, den strategischen Stromeinkauf sowie die Stromproduktion besser an das Verbrauchsprofil der Stromkunden anzupassen.

- **Grundlast**

Als Grundlast wird jene Leistung bezeichnet, die in der Zeit von 00:00 bis 24:00 Uhr nicht unterschritten wird. Der niedrigste Stromverbrauch ist häufig in den frühen Morgenstunden zu finden. Über den Tagesverlauf hinweg wächst der Energiebedarf an.

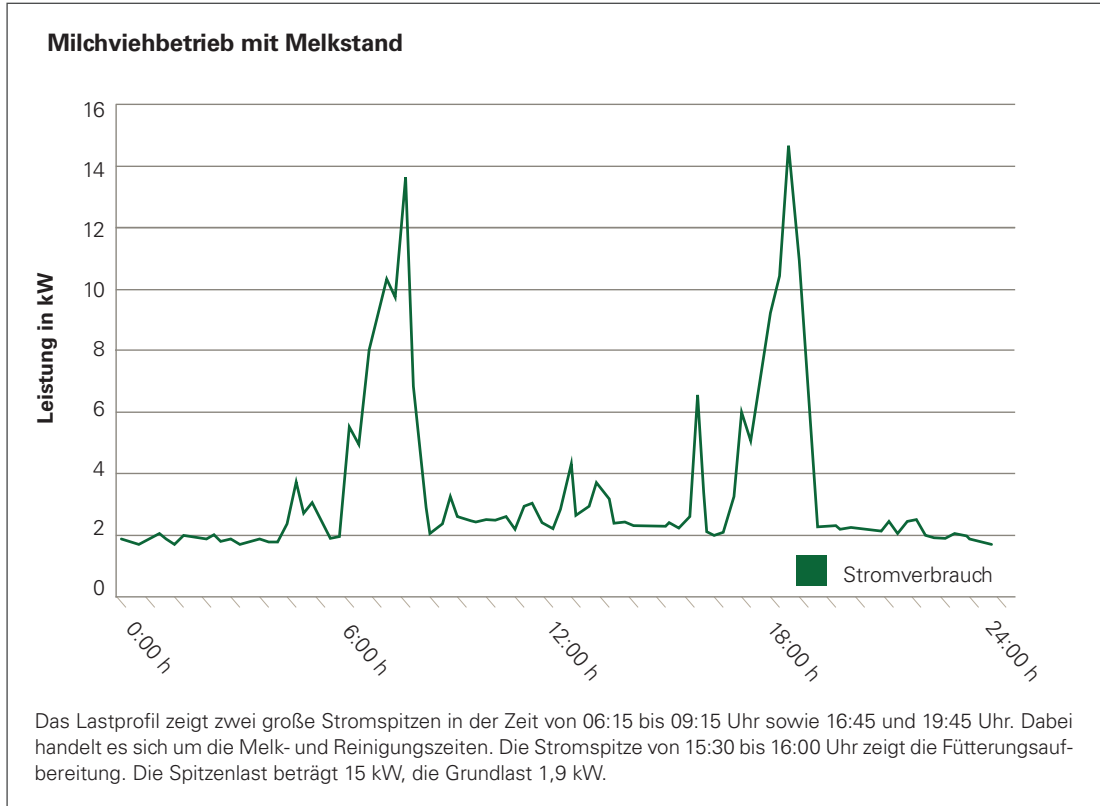
Photovoltaikanlagen eignen sich sehr gut zur Grundlastabdeckung in der Zeit von 09:00 bis 17:00 Uhr. Je besser die Grundlastabdeckung im genannten Zeitraum, desto höher die Eigenverbrauchsquote.

- **Spitzenlast**

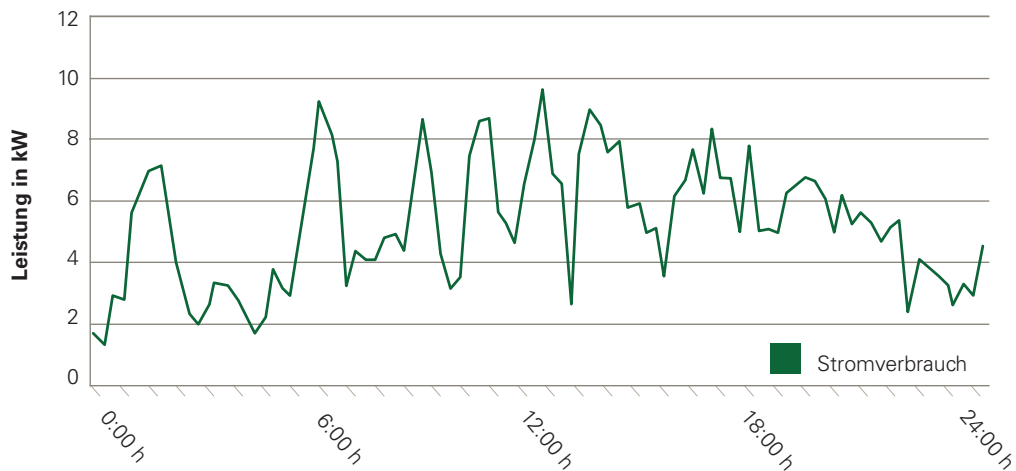
Die Spitzenlast stellt die maximal bezogene Leistung eines Tages dar. Durch die Verkettung mehrerer zufälliger Ereignisse müssen für kurze Zeitabschnitte vom Energieversorger sehr hohe Leistungen zur Verfügung gestellt werden. In Zukunft wird es finanzielle Kostenanreize geben, diese Lastspitzen mittels eines Lastmanagements zu minimieren.

Wie sieht ein Lastprofil in der Praxis aus?

Nachfolgend werden drei unterschiedliche Stromlastprofile von Milchviehbetrieben beschrieben. Diese unterscheiden sich hinsichtlich Melktechnik und Eigenenergieerzeugung.

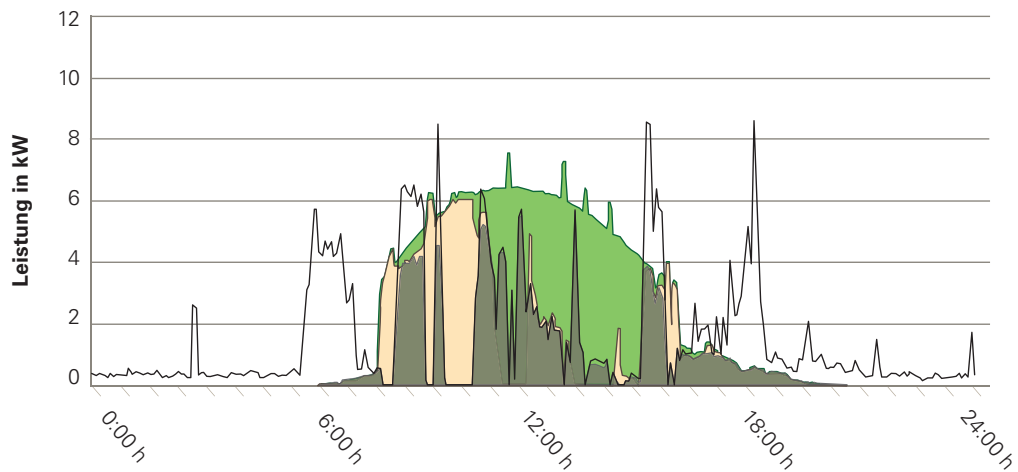


Milchviehbetrieb mit Melkroboter



Das gezackte Lastprofil resultiert aus dem 24-stündigen Einsatz des Melkroboters. In der Zeit von 22:15 bis 0:15 Uhr wurde der Roboter von keiner Kuh besucht. Die Spitzenlast beträgt 9 kW, die Grundlast 1,9 kW. Der Melkroboter verursacht gegenüber dem Melkstand deutlich geringere Stromspitzen.

Milchviehbetrieb mit Melkstand, Photovoltaikanlage und Stromspeicher



Der Strombezug vom Netz wird durch die Direktnutzung des Photovoltaikstroms sowie den Batteriespeicher reduziert. Es entsteht ein Wechselspiel zwischen Direktnutzung, Batterieladung, Stromeinspeisung und Stromentnahme aus der Batterie. Ein Energiemanagementsystem ermittelt zu jeder Sekunde den aktuellen Leistungsbedarf des Betriebs und reagiert mit Maßnahmen zur optimalen Eigenstromversorgung. In der Zeit von 06:00 bis 08:00 Uhr treten geringe Lastspitzen auf, da ein Teil des benötigten Stroms von der Batterie bereitgestellt wird.



Lastmanagement und Eigenstromverbrauch

Mit Photovoltaikstrom die betrieblichen Fixkosten senken.

Die Anschaffungskosten für Photovoltaikanlagen haben sich innerhalb weniger Jahre mehr als halbiert. Die Produktionskosten je Kilowattstunde Photovoltaikstrom liegen zwischen sechs und acht Cent je produzierter Kilowattstunde. Der Photovoltaikstrom ist damit eindeutig wirtschaftlicher als der Strombezug aus dem öffentlichen Netz. Einziger Haken: Der produzierte Photovoltaikstrom muss direkt auf dem landwirtschaftlichen Betrieb verbraucht oder gespeichert werden. Anderenfalls wird der überschüssige Photovoltaikstrom in das öffentliche Stromnetz rückeingespeist und zu marktüblichen Preisen vergütet. Die Marktpreise liegen derzeit unter den Stromproduktionskosten.

Wie erhöhe ich meine Eigenstromversorgung?

Für eine hohe Eigenverbrauchsquote muss die Stromerzeugung im Tages- und Jahreszeitverlauf der Stromnachfrage entsprechen. Ein Energie- und Lastmanagement ist die Grundvoraussetzung zur Maximierung der Eigenstromversorgung. Um den Eigenstromverbrauch durch ein aktives Lastmanagement positiv zu beeinflussen, ist die genaue Kenntnis über alle elektrischen Verbraucher sowie deren zeitlichen Leistungsbedarf erforderlich. Die elektrischen Verbraucher sind bevorzugt tagsüber, und zur Vermeidung von Stromspit-

zen in zeitlicher Abfolge, einzuschalten. Möglich wäre zum Beispiel eine Verschiebung der Futteraufbereitung auf die Mittagszeit.

- Stabile Verbraucher: Melkanlage, Fütterung, Futteraufbereitung, Lüftung, Beleuchtung
- Witterungsbedingte Verbraucher: Klimaanlage, Lüftung, Heizung
- Saisonale Verbraucher: Heutrocknung, Wein- und Obstpresse, Buschenschank, Verarbeitungsprozesse

Photovoltaikanlage, elektrische Verbraucher und Stromspeicher kommunizieren ständig miteinander. Im Idealfall wird aus betrieblicher Sicht der erzeugte Strom zuerst im haus-eigenen Stromnetz verteilt, anschließend im Batteriespeicher oder Elektrofahrzeug zwischengespeichert und am Ende der Verwertungskette mittels Elektroheizstab oder Wärmepumpe für Heizzwecke eingesetzt. Nur der verbleibende PV-Stromüberschuss wird in das öffentliche Netz eingespeist.

Welche Werkzeuge stehen für ein aktives Lastmanagement mit Photovoltaik zur Verfügung?

- **Peak Shaving**

Beim Peak Shaving wird eine Leistungsspitze durch den kurzfristigen und schnellen Abwurf eines vordefinierten Stromverbrauchers („Lastabwurf“) vermieden. Ziel ist es, kurzfristig auftretende Lastspitzen im Stromnetz zu vermeiden. In naher Zukunft könnte die Vermeidung von Lastspitzen auch mit einem Stromspeicher erfolgen. Auf diese Weise rechnet sich der Stromspeicher über die Entlastung des Stromnetzes.

- **Elektromobilität**

Photovoltaikanlagen und Elektrofahrzeuge sind ein fester Bestandteil zukünftiger Energiekonzepte. Die Elektrifizierung von landwirtschaftlichen Maschinen und Autos schreitet rasch voran. Der Photovoltaikstrom kann in Elektromobilitätsanwendungen zwischengespeichert werden. Mit steigender Anzahl elektrischer Anwendungen steigt das zusätzliche Speicherpotential auf landwirtschaftlichen Betrieben. Lastmanagementsysteme geben vor, zu welchem Zeitpunkt die unterschiedlichen Elektrofahrzeuge mit Sonnenstrom beladen werden.

- **Wärme- und Kältespeicher**

Power-to-Heat und Power-to-Cold nennen sich die Energiekonzepte der Zukunft. Das Prinzip dahinter ist denkbar einfach: Der Photovoltaikstrom wird zur Speicherung in Wärme oder Kälte umgewandelt.

Bei „Power-to-Heat“ wird der Photovoltaikstrom entweder direkt über eine Heizpatrone oder indirekt über eine Wärmepumpe als Wärmeenergie in einem Warmwasserspeicher gespeichert. Das Warmwasser wiederum wird zur Reduktion von elektrischer Energie sowie von Leistungsspitzen herangezogen. Beispielsweise reduziert die Verwendung von warmem Wasser in Reinigungsanlagen oder bei der Vorwärmung der Milch in einem Pasteur bei der Joghurtproduktion den elektrischen Leistungsbedarf für die Warmwasseraufbereitung auf einen Bruchteil.

Der Plan für die Kältespeicherung sieht Ähnliches vor. Eine Kälteanlage schaltet zu, wenn der Strom im öffentlichen Netz günstig ist oder selbst produzierter Photovoltaikstrom zur Verfügung steht. Kühlmöbel, Kühlräume und Kühlwaren werden zu Kältepuffern.

In der Milchwirtschaft besteht die Möglichkeit, die Milch mittels Eiswasser zu kühlen. Ein Kälteaggregat speichert die Energie in Form von Kaltwasser, das für die Milchkühlung verwendet wird. Der Eiswasserspeicher erzeugt im Vergleich zur Direktkühlung keine großen Stromspitzen und ermöglicht die direkte Nutzung des Sonnenstroms.

Wie sieht ein Energiemanagement in der Praxis aus?

Der Obstbaubetrieb Max Jonagold plant die Errichtung einer Photovoltaikanlage zur Eigenstromversorgung. Der Betrieb verfügt über zwei Wohnhäuser sowie ein Wirtschaftsgebäude mit Hofverkaufsladen. Der Stromverbrauch schwankt über die Jahreszeit sehr stark. Außerdem ist der Strombedarf in den Som-

mermonaten aufgrund des geringen Kühlbedarfs der Äpfel sehr gering. Um die Biomasse-Hackgutanlage im Sommer effizienter zu gestalten, soll der produzierte Sonnenstrom zur Erwärmung des Warmwassers herangezogen werden. Die Anschaffung eines Elektrofahrzeuges zur Obstlieferung ist in Planung.

Welche Steuerungssysteme stehen dem Betrieb zur Verfügung?

Efergy

©efergy, Austria 2019



Efergy ist eine Lösung zur Messung des Stromverbrauchs. Das Stromlastprofil wird in einem Online-Portal abgebildet. Das System ist erweiterbar, sodass eine Strommessung an mehreren Messpunkten, wie beispielsweise Wirtschaftsgebäude, Kühlanlage und Hofladen, möglich ist. Das gemessene Stromlastprofil dient als Grundlage zur Planung von Photovoltaikanlagen. Ein Lastmanagement sowie die intelligente Ansteuerung eines elektrischen Heizstabes oder einer E-Ladestation sind nicht möglich.

Preis ab 120 Euro www.efergy.com

homee

© meinhomee.at



Homee ist eine Smart-Home-Lösung mit integriertem Energiemanagement. Das System ist modular aufgebaut und misst alle Stromflüsse am Betrieb. Zusätzlich übernimmt es die Steuerung smarter Anwendungen, wie z.B. Heizkörperthermostate, Leuchten, Bewegungsmelder, Regensmesser sowie Jalousien. Mit dem Energiepaket wird der überschüssige Photovoltaikstrom automatisch zur Steuerung von elektrischen Anwendungen herangezogen. Dazu zählen: Elektroheizstab, Wärmepumpe, Elektroladestation, Poolpumpe, Bewässerungssysteme usw.

Preis ab 1.200 Euro www.meinhomee.at

Smartfox



Der Smartfox ist ein Energiemanagementsystem, das die Einbindung von Photovoltaikanlagen, Batteriespeichern sowie Wärmemengen- und Wassermengenzählern ermöglicht. Die Montage erfolgt im Verteilerschrank. Der Smartfox leitet den überschüssigen Photovoltaikstrom automatisch an elektrische Verbraucher innerhalb des Betriebs weiter. Primäres Einsatzgebiet ist die stufenlose Ansteuerung von E-Heizstäben zur Warmwasserbereitung. Weitere Anwendungen sind die Steuerung von Wärmepumpen, Poolpumpen, Kühlaggregaten, Elektrofahrzeugen, Infrarotheizungen und Speichersystemen.

Preis ab 800 Euro www.smartfox.at

Meo Solar



Meo Solar erfasst, analysiert und steuert alle Strom- und Wärmeflüsse am Betrieb. Zur Steuerung des Heizsystems werden Wetterdaten herangezogen. Ein Wettermodell regelt das Biomasse-Heizsystem bei Schönwetter zurück und gibt der Photovoltaik oder Solarthermie den Vorrang in der Wärmeproduktion. Das System bietet die Möglichkeit, bei einem Angebot von überschüssigem Photovoltaikstrom elektrische Verbraucher anzusteuern, wie beispielsweise Elektroheizstab, Klimaanlage, Stromspeicher, Poolpumpe, Wärmepumpe und E-Ladestationen.

Preis ab 2.900 Euro www.meo-solar.at

ELWA



Die ELWA ist ein stufenloser Verbrauchsregler, der den überschüssigen Photovoltaikstrom für die Warmwassererwärmung sowie die Raumheizung heranzieht. Als einziges System bietet ELWA die Möglichkeit, den von der Photovoltaikanlage erzeugten Gleichstrom über einen Elektroheizstab direkt in Wärmeenergie umzuwandeln. Eine Netzanbindung ist in diesem Fall nicht zwingend notwendig. Mit dem AC-Thor lässt sich auch eine elektrische Fußbodenheizung stufenlos mit Photovoltaikstrom versorgen.

Preis ab ca. 1.000 Euro www.my-pv.com

Fronius Ohmplot



Der Fronius Ohmplot ist ein Verbrauchsregler, der den überschüssigen Photovoltaikstrom für die Warmwassererwärmung im Boiler oder Pufferspeicher heranzieht. Der elektrische Heizstab kann in einem Leistungsband zwischen null und neun Kilowatt stufenlos betrieben werden. Weitere Einsatzgebiete für die Nutzung von überschüssigem Photovoltaikstrom sind Infrarotheizungen oder Handtuchtrockner. Steuerungsmöglichkeiten für eine Elektroladestation sowie weitere elektrische Verbraucher sind in der nächsten Produktgeneration enthalten.

Preis ab 1.000 Euro www.fronius.at

Smart Meter und Smart Grids

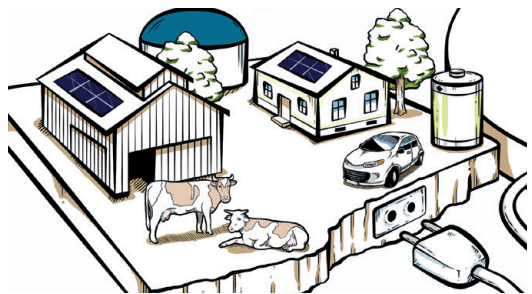
Die Stromversorgung der Zukunft wird bunter und regionaler.

Der Begriff „Smart Grids“ bezeichnet dezentrale und selbstdenkende Stromnetze. Diese Netze verbinden alle Marktteilnehmer des Energiesystems über ein Kommunikationsnetzwerk miteinander. Über das Stromnetz werden Energie und Daten transportiert. Dazu zählen sowohl dezentrale Erzeuger wie Biogasanlagen, Photovoltaikanlagen oder Windräder als auch Stromspeicher und örtliche Stromverteilernetze. Ihre Kommunikationsfähigkeit ist ein zentrales Merkmal, da die Erzeugung von erneuerbarem Strom aus Wind, Wasser und Sonne starken Schwankungen unterliegt. Diese Schwankungen wirken sich auf das Stromnetz, die Stromeinspeisung und somit auf die technische Sicherheit des gesamten Stromnetzes aus.

Der Smart Meter bildet die Basistechnologie für Smart Grids. Dadurch wird eine effiziente Netzsteuerung mit vielen dezentralen Erzeugern möglich. Durch die intelligente Vernetzung der Marktteilnehmer, das Lastmanagement und die Nachfrageflexibilisierung wird eine weitere Integration der erneuerbaren Energien sowie eine Optimierung der Netzauslastung erreicht. Die flächendeckende Kommunikationstechnik ermöglicht es dem Netzbetreiber, laufend Informationen über die Energieproduktion und den Energieverbrauch zu erhalten.

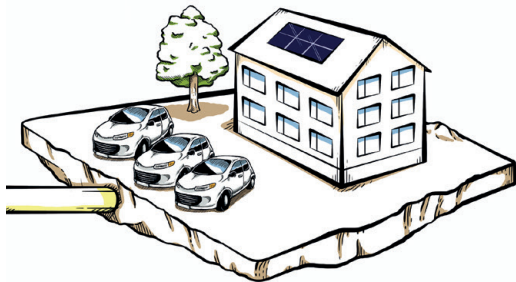
Welche Lösungen stehen für die Zukunft zur Verfügung?

Microgrid



Ein Microgrid bezeichnet ein Stromnetz, das zu jeder Zeit autark als Inselnetz betrieben werden kann. Im täglichen Normalbetrieb ist es ein Teil eines übergeordneten Smart Grids. Microgrids haben jedoch den Vorteil, dass sie bei starken Netzschwankungen in einen autarken Betrieb wechseln können. Auf diese Weise kann die Leistung im öffentlichen Stromnetz reduziert werden. Dies kann für eine kritische Infrastruktur essentiell sein, wie beispielsweise Krankenhäuser mit Intensivstationen, Polizeizentralen oder auch landwirtschaftliche Betriebe.

- **Vehicle-to-Grid**



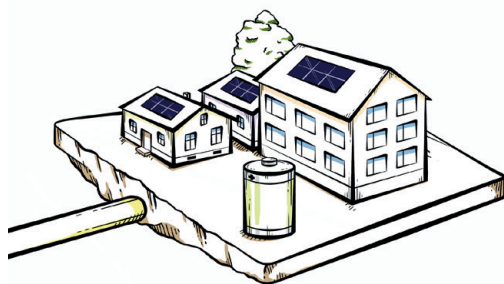
Einige wenige Elektroautos besitzen bereits eine bidirektionale Ladestelle. Damit wird die technische Möglichkeit geschaffen, den Strom aus der Fahrzeugbatterie für den privaten Haushalt zu nutzen. Das Elektroauto wird zum voll funktionsfähigen Stromspeicher. In Zukunft soll dieser Strom ebenso für die Stabilisierung des öffentlichen Stromnetzes herangezogen werden können. Damit ergeben sich neue Geschäftsfelder und Anwendungsmöglichkeiten. Berücksichtigt werden müssen allerdings die maximalen Ladezyklen der Fahrzeugbatterien und die damit im Zusammenhang stehenden Kostenkalkulationen für deren Lebensdauer.

- **Blockchain-Technologie**

Die Blockchain ist eine Informationstechnologie, die einen sicheren, verteilten und dezentralen Datenaustausch in einem Netzwerk von Teilnehmern sicherstellt. Dabei werden sogenannte Daten- oder Informationsketten auf einer Vielzahl von Computern in öffentlichen oder privaten Netzwerken fälschungssicher abgelegt. Eine Änderung der Datenblöcke ist nicht mehr möglich. Im Energiemarkt wird die Blockchain für den Energiehandel genutzt. Die digitalen Verträge erlauben einen

fälschungssicheren und einfachen Energiehandel zwischen zwei Marktteilnehmern ohne die Vermittlung in Form einer Energiebörse oder eines Energiehändlers. Energieproduzent und Energiekonsument treffen direkt aufeinander. Auf diese Weise soll der „Nachbarschaftshandel“ die regionale und dezentrale Stromproduktion fördern.

- **Cloud-Speicher**



Mit dem Cloud-Speicher oder Quartierspeicher wird überschüssiger Photovoltaikstrom in einem regionalen Großspeicher gespeichert, wie beispielsweise im steirischen Heimschuh. Hier speichern neun Haushalte ihren überschüssigen Photovoltaikstrom in einem zentralen 100-kWh-Lithium-Batteriespeicher. Das entspricht einer Speicherkapazität von 20 Heimspeichern. Der gespeicherte Strom wird von den Haushalten nach Bedarf wieder aus dem Speicher bezogen. Durch die gemeinschaftliche Nutzung des Stromspeichers ergeben sich zahlreiche Vorteile: effizientere Auslastung des Stromspeichers, sinkende Anschaffungs- und Wartungskosten, Schonung der natürlichen Ressourcen und Entlastung des lokalen Stromnetzes.

Energieeffiziente Landwirtschaft

Diese Broschüre wurde im Rahmen des Bildungsprojekts „Energieeffiziente Landwirtschaft: Sichert Zukunft. Spart Geld.“ erstellt, das von Bund, Ländern und Europäischer Union unterstützt wird. Ziele des Projekts sind die Erhöhung der Energieeffizienz sowie der Ausbau der erneuerbaren Energien in der Landwirtschaft.

Kontakt und Projektpartner

LK Österreich

DI Kasimir Nemestothy

k.nemestothy@lk-oe.at
Schauflegasse 6, 1010 Wien

LK Salzburg

Ing. Mag. Matthias Kittl

matthias.kittl@lk-salzburg.at
Schwarzstr. 19, 5020 Salzburg

LK Kärnten

Ing. Martin Mayer

forstwirtschaft@lk-kaernten.at
Museumgasse 5, 9020 Klagenfurt

LK Niederösterreich

DI Herbert Haneder

herbert.haneder@lk-noe.at
Wiener Str. 64, 3100 St. Pölten

LK Oberösterreich

Ing. Günter Danninger

guenter.danninger@lk-ooe.at
Auf der Gugl 3, 4021 Linz

LK Steiermark

Mag. Thomas Loibnegger

thomas.loibnegger@lk-stmk.at
Hamerlinggasse 3, 8010 Graz

LK Tirol

Mag. Peter Schießling

peter.schiessling@lk-tirol.at
Brixner Str. 1, 6020 Innsbruck

Impressum 09/2019_20.000: Die eingesetzten Rohstoffe stammen aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern (Papier: Dito – PEFC-zertifiziert). Für den Inhalt verantwortlich: Mag. Thomas Loibnegger, DI Alexander Bachler; Titelfoto: Energie Steiermark; Illustrationen: Cornelia Schwingenschlögl; Konzeption, Layout und Covergestaltung: © tsw.co.at; Lektorat: Mag. Michaela Beichtbuchner; Druck: Druckerei Schmidbauer, Fürstenfeld.

