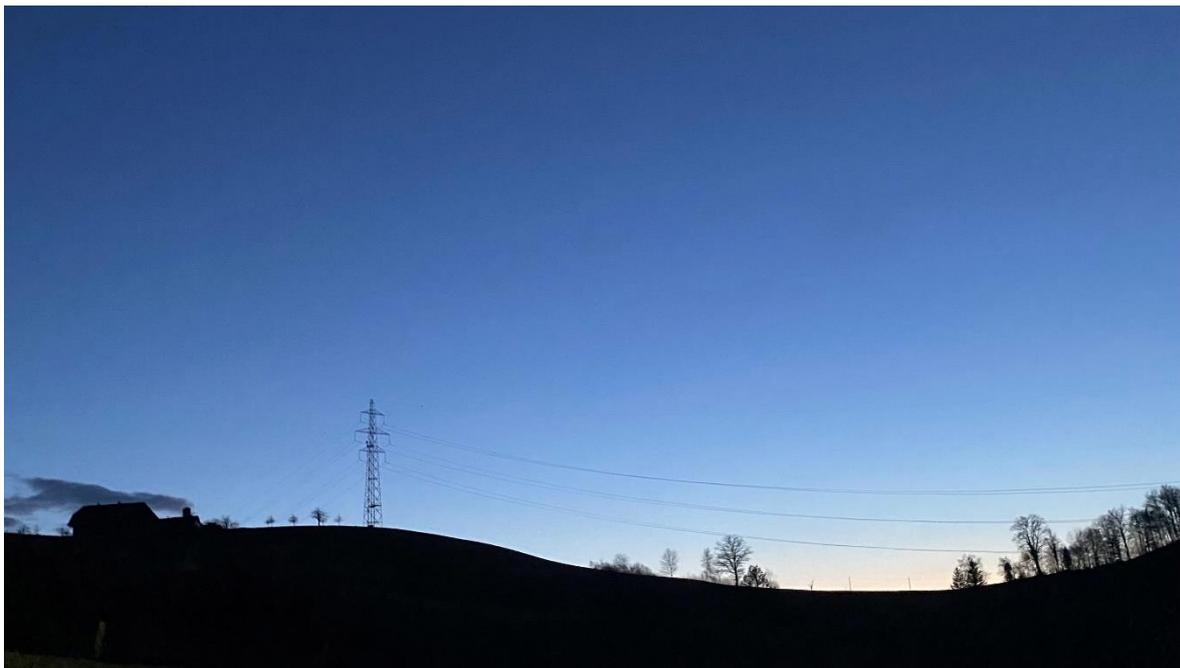


Strommangellage in der Landwirtschaft

Betroffenheit und Vorsorgemassnahmen



Herausgeber:

Schweizer Bauernverband
Hannah von Ballmoos-Hofer
Laurstrasse 10
5201 Brugg
Tel: +41 (0)56 462 51 11
info@sbv-usp.ch
www.sbv-usp.ch

Kapitel II von

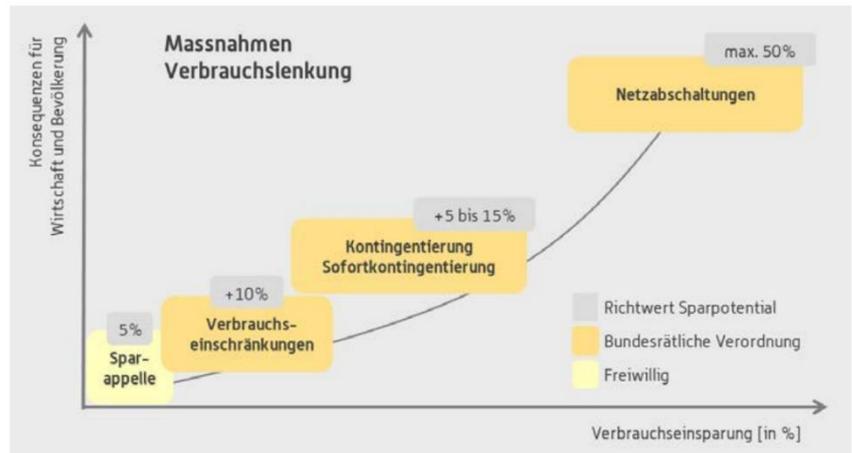
AgroCleanTech 

Nathanaël Gobat

Zusammenfassung

Ausgangslage

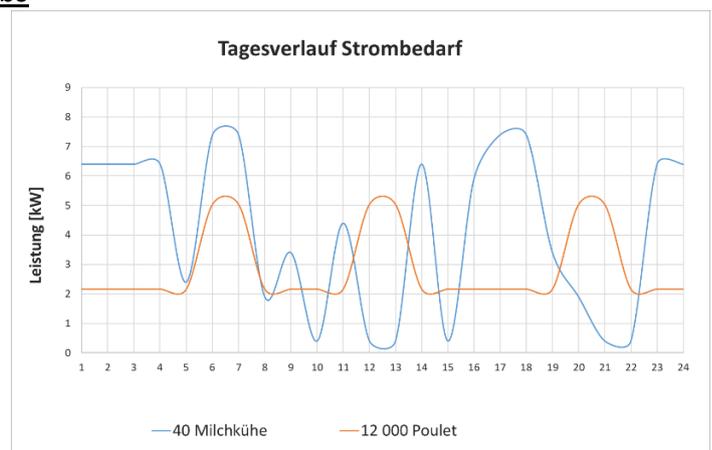
Die Wahrscheinlichkeit einer Strommangellage hat sich in letzter Zeit aufgrund verschiedener Faktoren deutlich erhöht. Auf der anderen Seite hat die Vulnerabilität der landwirtschaftlichen Betriebe und der Nahrungsmittelproduktion durch die Elektrifizierung und Digitalisierung vieler Prozesse immer abhängiger geworden. Wegen der drohenden Mangellage sieht der Bund ein vierstufiges Vorgehen von freiwilligen Sparappellen über Kontingentierung bis zu rotierenden Netzabschaltungen vor. Die Landwirtschaft ist dabei von Betrieb zu Betrieb sehr unterschiedlich betroffen:



- Sparappelle → freiwillige Massnahmen umsetzen, gleich wie restliche Bevölkerung
- Verbrauchseinschränkungen → Verbot von nicht notwendigen, energieintensiven Anlagen betrifft die Betriebe nicht
- Kontingentierung → Grossbetriebe über 100'000kWh/ Jahr, nur wenige Betriebe. Jedoch indirekt durch Abnehmer (limitierte Weiterverarbeitung der tierischen Produkte)
- Rotierende Netzabschaltungen 4h/8h oder 4h/4h → keine Ausnahmen technisch möglich

Stromverbrauch eines Landwirtschaftsbetriebs

Der Strombedarf eines Landwirtschaftsbetriebes variiert je nach Produktionsart stark. Zudem ist der Stromverbrauch auch über das Jahr oder gar den Tag sehr unterschiedlich verteilt. Während die meistens Milchbetriebe morgens und abends eine Verbrauchsspitze aufweisen, haben beispielsweise Geflügelbetriebe eine konstantere Lastenverteilung. Die kritischen Installationen werden in folgender Tabelle aufgeführt.



Rinder - Milchproduktion	Milchtank, Vakuum-/ Milchpumpe, Elektroboiler, Tierfütterung
Rinder - Fleischproduktion	Tierfütterung
Geflügel	Ventilator, Versorgung, Systemsteuerung
Schweine	Ferkelnester, Ventilatoren, Tierfütterung

Stromeffizienzmassnahmen umsetzen und es als Investition sehen

Effizienzmassnahmen helfen nicht nur die Stromkosten zu senken, sondern tragen auch dazu bei das Risiko einer Stromknappheit zu minimieren.



Wärme

1. Wärmepumpeboiler
2. Notheizung
3. Ferkelnetzer
4. Heizsystem Tränke



Kälte

1. Vorkühlung der Milch
2. Wärmerückgewinnung



Belüftung

1. Optimierung der Belüftung
2. Ersatz der Ventilatoren



Prozesse

1. Optimierung Druckluft
2. Ersatz der Beleuchtung
3. Umwälzpumpen

Notstromtechnologien: was gibt es für Lösungen?

Kommt es zu (un)geplanten Netzabschaltungen, ist der Bedarf einer Notstromversorgung abhängig von der Unterbruchdauer und dem Betriebstyp. **Jede LandwirtIn sollte sich die Frage stellen, wie sie mit einem Stromausfall je nach Dauer und wichtigsten Bedürfnissen umgeht. Es ist empfohlen das Thema und die Möglichkeiten mit seinem Elektriker zu besprechen.**

Für eine Notstromversorgung gibt es verschiedene Technologien, die je nach Bedarf unterschiedlich geeignet sind. Eine eigene Stromproduktion (PV- oder Biogasanlage) ist jedoch keine solche Absicherung.

- **Mobile Notstromaggregate**, häufig mit Zapfwellenantrieb möglich. Begrenzt durch die Leistung des Traktors (30kW Aggregat braucht 70kW/100PS Traktor).
Für komplexe Systeme kaum geeignet.
- **Stationäre Notstromaggregate, fossil betrieben**. Für mittlere bis hohe Leistungen, lassen sich ferngesteuert starten.
- **Photovoltaik mit Batterie**. Braucht aufgrund der Spannung und Frequenz eine Batterie.

**Netzentkoppelung
und Inselbetrieb als
Voraussetzung!**

Gezielt agieren, um Risiken zu minimieren

Der Produktionsfaktor des Betriebes (Betriebstyp und Vulnerabilität) sowie das Ausmass eines Produktionsstopps (Anteil an stillgelegten Aktivitäten) im Falle eines Stromausfalls, sind entscheidend für das Risiko. Eine Verminderung lässt sich mit folgenden Punkten erreichen:

- Energetische Bestandsaufnahme Betrieb
- Installation eines Notstromaggregates
- Stromeffizienzmassnahmen
- Lagerung von Treibstoff
- Arbeitsorganisation, kritische Aufgaben

Inhalt

Strommangellage in der Landwirtschaft	1
I Ausgangslage.....	6
1. Energiekrise in Europa/ Stromproduktion und Abhängigkeit CH	6
2. Vorgehen bei Mangellage durch Bund.....	7
3. Betroffenheit Landwirtschaft	8
II Notstromversorgung für einen Landwirtschaftsbetrieb	10
1. Einleitung	10
2. Stromversorgung.....	10
3. Inselbetrieb	12
3.1 Mobile Lösungen.....	12
3.2 Stationäre Lösungen	12
4. Strombedarf von Landwirtschaftsbetrieben	14
4.1 Stromeffizienzmassnahmen.....	16
4.1.1. Milch – Rinder	17
4.1.2. Fleisch – Rinder	17
4.1.3. Eier/Fleisch – Geflügel.....	18
4.1.4. Fleisch – Schweine.....	18
4.1.5. Weinbau	19
5. Technologien für die Stromversorgung.....	19
5.1 Vorbemessung eines Notstromaggregats.....	22
5.1.1. Fall 1: Installation eines mobilen Aggregats mit Anschluss an das Stromnetz des Landwirtschaftsbetriebs	22
5.1.2. Fall 2: Installation eines Notstromaggregats – Dieselgenerator	22
5.1.3. Fall 3: Installation einer Photovoltaikanlage mit einem Batteriespeicher	23
6. Risiko	24
6.1 Risikobewertung	24
6.2 Risikominderung	25
7. Empfehlungen	26
8. Zusammenfassung «Notstromversorgung für einen Landwirtschaftsbetrieb»	27
9. Nützliche Links	28
10. Liste der Hersteller/Importeure von Notstromaggregaten	28
10.1 Notstromaggregate – fossile Energieträger	28
11. Holzenergie, Wärme-Kraft-Kopplung / Batteriespeicher.....	29

I Ausgangslage

Stromversorgungssicherheit gewinnt zunehmend an Bedeutung. Netzengpässe, Strommangellage oder Blackouts können weitreichende Folgen für die Land- und Ernährungswirtschaft haben. Die Vulnerabilität aufgrund von Strommangel hat durch die Elektrifizierung und Digitalisierung von Prozessen stark zugenommen. Auf der anderen Seite hat sich auch die Wahrscheinlichkeit von fehlender Stromverfügbarkeit in letzter Zeit aufgrund verschiedener Faktoren erhöht.

Umgangssprachlich wird oftmals von einem „Blackout“ gesprochen. Obschon sich die Auswirkungen auf einen Landwirtschaftsbetrieb kaum unterscheiden, ist zwischen einem unkontrollierten Blackout und einer Strommangellage zu unterscheiden:

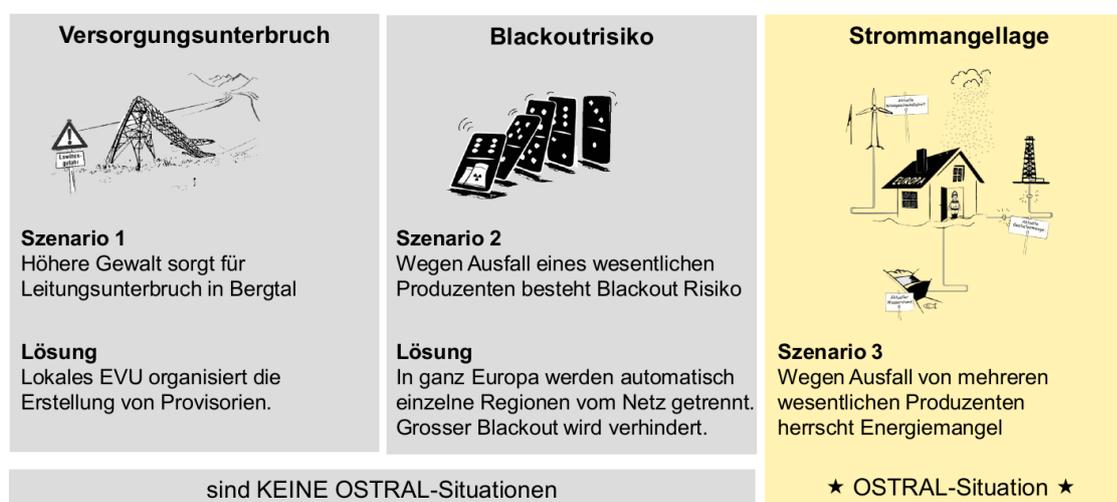


Abbildung 1 Ostral

1. Energiekrise in Europa/ Stromproduktion und Abhängigkeit CH

Während in der Vergangenheit hauptsächlich Naturkatastrophen (Lothar) wie auch Instandhaltungsarbeiten zu Netzunterbrüchen führten, steigt in Zukunft die Netzbeanspruchung aufgrund der Elektrifizierung aber auch durch die wetterbedingten Produktionsschwankungen der erneuerbaren Energien.

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor ist das sistierte Rahmenabkommen mit der EU, ohne welches ein Stromabkommen in weite Ferne gerückt ist. Ohne Stromabkommen kann die Schweiz bei der Festlegung der europäischen Strom-Binnenmarkt Regulierungen nicht mitreden, muss jedoch als Transitland viele Vorschriften übernehmen. Die Schweiz weist seit jeher im Winter ein strukturelles Stromversorgungsdefizit auf, welches durch den Ausstieg aus der Kernenergie und der Dekarbonisierung noch akzentuiert. So kann gemäss Energieperspektive 2050+ des Bundes die Importe in den kältesten Monaten bis zu 40 Prozent betragen. Diese Importe sind ab 2025 mit dem Clean Energy Package der EU noch zusätzlich erschwert, da dieses Package den Mitgliedstaaten vorschreibt mehr Energie für andere Mitgliedstaaten bereitzuhalten. Deshalb hat der Bundesrat im Herbst 2021 Grossverbraucher über eine mögliche Kontingentierung informiert.

Schon vor dem Ukrainekrieg haben sich weltweit die Energiepreise stark erhöht. Mit dem Ausbruch des Kriegs hat sich die Situation nochmals akut verschärft. Europa aber auch die Schweiz ist abhängig von russischem Gas. Der Ersatz von fossilen Brenn- und Treibstoffen im Bereich Mobilität und Heizung hat auch direkte Auswirkungen auf den Stromverbrauch. Ausserdem wird gerade im Winter in gewissen Ländern

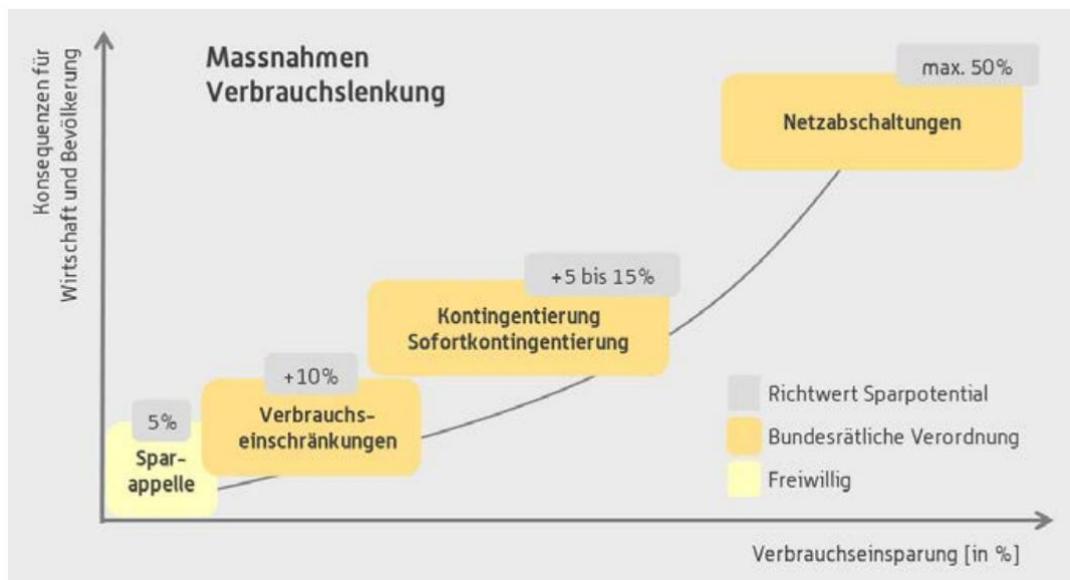
ein Teil des Gases zur Stromproduktion benutzt. Nicht zuletzt sind in Frankreich diverse Atomkraftwerke aufgrund von Mängeln vom Netz genommen worden.

2. Vorgehen bei Mangellage durch Bund

Zeichnet sich eine Mangellage ab, ist der Bundesrat gemäss Art. 102 der Bundesverfassung befugt, Vorbereitungen und Massnahmen zur Sicherstellung der Stromversorgung zu treffen. Der Bund beschliesst mit Verordnungen die Bewirtschaftungsmassnahmen, welche die OSTRAL dann ausführt. OSTRAL ist die Organisation für Stromversorgung in Ausserordentlichen Lagen. Sie ist eine Kommission des Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE).



Bei der Bewirtschaftungsmassnahmen wird zwischen der Angebots- und Verbrauchslenkung unterschieden. Auf der Nachfrageseite sind vier Stufen der Verbrauchslenkung vorgesehen.



- 1) Sparappelle an die Bevölkerung (freiwillige Basis)
- 2) Verbrauchseinschränkungen: Verbot von absolut nicht notwendige, Energieintensiven Geräten (Leuchtreklame, Rolltreppen, Klimaanlage, Saunen ect.)
- 3) Kontingentierung für Grossverbraucher (über 100'000 kWh)
- 4) Rotierende Netzabschaltungen (4h Abschaltung, 4-8h Versorgung je Teilgebiet)

Mit den ersten drei Stufen können bis zu 30 Prozent Strom eingespart werden. Reicht dies nicht, kommt es zu Teilnetzabschaltungen. In anderen Ländern (bspw. Frankreich) gibt es keine Kontingentierung, sondern kommt es direkt zu Netzabschaltungen.

3. Betroffenheit Landwirtschaft

Welche Auswirkungen hat dieses Vorgehen auf die landwirtschaftlichen Betriebe und auf die gesamte Ernährungswirtschaft? Auf Stufe Betrieb gibt es Potentiale den Stromverbrauch mittels **Spar- und Effizienzmassnahmen** zu reduzieren (siehe 4.1). Diese Massnahmen sollen freiwillig und kurz bis mittelfristig umgesetzt werden. **Verbrauchseinschränkungen** von energieintensiven Anwendungen wird es in der Landwirtschaft kaum geben, dementsprechend tief ist die Betroffenheit der Landwirtschaft von den zwei ersten Massnahmestufen.

Von **der Kontingentierung** (Stufe 3) sind die meisten landwirtschaftlichen Betriebe ebenfanur indirekt betroffen, ausser ihr Bedarf übersteigt den Strombedarf von 100'000kWh pro Jahr (Grossverbraucher). Indirekt kann die Kontingentierung von vor- und insbesondere nachgelagerten Bereichen starke Auswirkungen auf landwirtschaftliche Betriebe haben. Können produzierte Nahrungsmittel nicht fristgerecht gekühlt/gelagert, verarbeitet und verkauft werden, kann dies weitreichende Folgen entlang der gesamten Wertschöpfungskette haben. Die Lagerkapazitäten von tierischen Produkten sind häufig beschränkt und aufgrund begrenzter Haltbarkeit auf eine rasche Weiterverarbeitung angewiesen. Täglich werden rund 10 Mio. Liter Milch gemolken, ein rasch verderbliches Frischeprodukt, welches fortlaufend gekühlt und weiterverarbeitet werden muss. Auch die Fleischproduktion, insbesondere von Geflügel und Schweinefleisch ist auf eine termingerechte Verwertung angewiesen, da aufgrund der Trächtigkeits-/ Brutdauer und Aufzucht-dauer keine kurzzeitigen logistischen Anpassungen möglich sind. Die Konsequenz wären überfüllte Ställe mit einer unmittelbaren Gefahr für Tierschutzfälle.

Die rotierende Netzabschaltungen (Stufe 4) gelten als Ultima Ratio und sollen unkontrollierte Netzausfälle verhindern. Bei dieser Massnahme sind alle landwirtschaftlichen Betriebe betroffen, denn Ausnahmen sind aufgrund von technischen Limitierungen schlicht nicht möglich. Die vorgesehenen Abschaltdauern sind jeweils 4h und 8h oder 4h Einschaltdauer, womit zwischen 33% bis 50% des Stromverbrauchs reduziert werden kann. Die Betroffenheit der Betriebe variiert je nach Betriebsstruktur und Prozessen stark, insbesondere hoch technologisierte Abläufe sind auf eine ununterbrochene Stromzufuhr angewiesen. Aber auch schon eine Verschiebung der Melkzeit über mehrere Stunden kann zu einer Gefährdung des Tierwohls führen. Zusätzlich kann es weitere Rückkoppelungseffekte aus den Verarbeitungsbetrieben geben, da auch begrenzte Abschaltdauer mit erheblichen Risiken für das Wiederhochfahren der Prozesse und Anlagen verbunden sind.

	Umsetzung	Betroffenheit Landwirtschaft
1) Sparapelle	Freiwillig	Gleich wie restliche Bevölkerung
2) Verbrauchseinschränkungen	Verbot von nicht notwendig Energieintensiven Anlagen	
3) Kontingentierung	Grossverbraucher ab 100'000 kWh	<ul style="list-style-type: none"> - Direkt nur Betriebe mit hohem Stromverbrauch - Indirekt durch Abnehmer (limitierte Weiterverarbeitung der tierischen Produkte)
4) Rotierende Netzabschaltungen	4h Abschaltung, 4-8h Versorgung je Teilgebiet	Alle Betriebe, keine Ausnahmen

Folgende Erläuterungen sollen aufzeigen wie die Landwirtschaftsbetriebe ihr Risiko reduzieren können und welche technischen Hürden zu beachten sind.

„Jede Kilowattstunde zählt. Nicht nur die produzierte, sondern auch die eingesparte.“

<https://www.strom.ch/de/nachrichten/strommangellage-jetzt-vorbereiten-und-krisenfaehig-machen>

<https://www.strom.ch/de/energiepolitik/stromabkommen>

<https://www.swissinfo.ch/ger/strommangel--die-grosse-angst-vor-dem-blackout/47697658>

<https://www.strom.ch/de/nachrichten/strommangellage-jetzt-vorbereiten-und-krisenfaehig-machen>

<https://www.tagesschau.de/wirtschaft/konjunktur/gasmangel-stromversorgung-101.html>

II Notstromversorgung für einen Landwirtschaftsbetrieb

Studie über die Stromversorgung in der Landwirtschaft im Fall einer länger anhaltenden Strommangellage
 Durchgeführt von AgroCleanTech, Nathanaël Gobat

1. Einleitung

Ziel dieses Dokuments ist es, Referenzen für die Notstromversorgung für einen Landwirtschaftsbetrieb bereitzustellen.

Viele Landwirtschaftsbetriebe sind vom Stromnetz abhängig und wären von einem mehrstündigen Stromausfall stark betroffen.

Im ersten Teil wird das Konzept der «Insel» (vom Stromnetz unabhängiger Betrieb) mit den minimalen Bedingungen und Vorschriften (Installation, Rechtsrahmen usw.) vorgestellt. Der zweite Teil geht auf die möglichen Stromeffizienzmassnahmen in der Landwirtschaft (Senkung des Stromverbrauchs) und potenzielle Technologien von Notstromaggregaten ein.

Zum Schluss wird eine Risikoanalysemethode für den Landwirtschaftsbetrieb vorgeschlagen, und Empfehlungen für eine optimale Vorbereitung werden präsentiert.

2. Stromversorgung

In der Schweiz stellen die Verteilnetzbetreiber (VNB) die Stromversorgung sicher. Sie sind als Eigentümer des Verteilnetzes für dessen Betrieb verantwortlich und garantieren den Endkunden eine konstante Stromlieferung (Spannung: 400 V dreiphasig; Frequenz: 50 Hz). Die von den Verbraucherinnen und Verbrauchern bezogene Höchstleistung [kW] hängt von den Eingangssicherungen ab (Ampere).

Stromstärke [A]	Eingangsleistung [kW] ¹	Art des Betriebs
40	24,8	Rindermast (ca. 30 Mutterkühe)
60	41,4	Milchwirtschaft (ca. 30 Milchkühe)
100	69	Milch-/Käsewirtschaft (ca. 60 Milchkühe)
120	82,8	Grossbetrieb Aufzucht mehrerer Arten (60 Milchkühe + 30 Zuchtsauen)

Tabelle 1: Beispiel der Stromstärke nach Art des Landwirtschaftsbetriebs

¹ Cos(phi) = 0,9

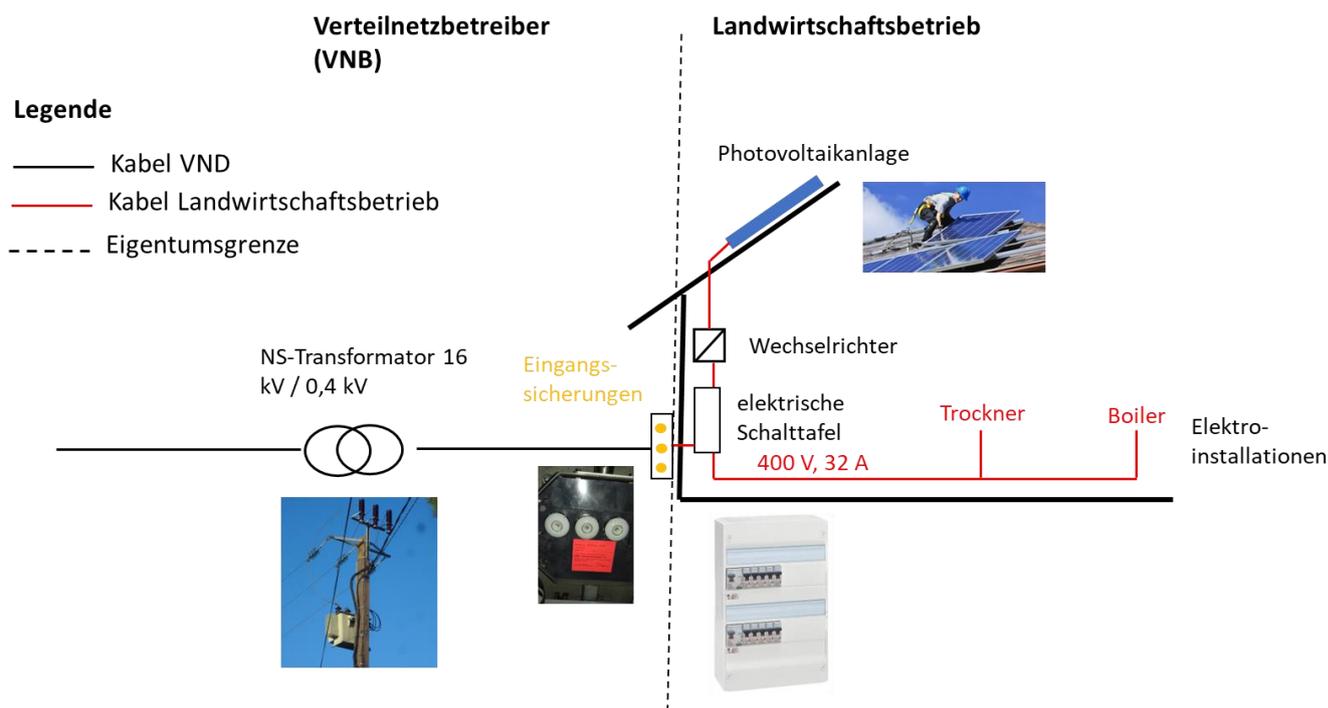


Abbildung 1: Grafische Darstellung der technischen Anlagen eines Landwirtschaftsbetriebs

Aufgabe	Verantwortlich	Rechtlicher Rahmen / Technische Vorschriften
Elektroinstallationen	Landwirtschaftsbetrieb	Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV)
Photovoltaikanlage	Eigentümer der Photovoltaikanlage (Landwirtschaftsbetrieb)	Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV)
Verteilnetz (Betrieb und Eigentum)	Verteilnetzbetreiber (VNB)	Stromversorgungsverordnung (StromVV), technische Vorschriften VNB

Tabelle 2: Zuständigkeiten und rechtliche Grundlagen des Netzanschlusses

Die Eigentumsgrenze verläuft am Hausanschlusskasten. Bis dahin ist der VNB, dem die Strominfrastruktur gehört, daher für den Betrieb (Unterhalt) zuständig. Bei einer Netzänderung auf der Parzelle des Landwirtschaftsbetriebs kann der VNB folglich die Investitionskosten in Rechnung stellen.

Für die Elektroinstallationen hinter dem Hausanschlusskasten ist der Landwirtschaftsbetrieb verantwortlich und verpflichtet, regelmässige Kontrollen und Unterhaltsarbeiten durchzuführen. Bei einem privaten internen Netz (Zusammenschluss zum Eigenverbrauch, ZEV) ist der Landwirtschaftsbetrieb Eigentümer und Verwalter der Stromkabel.

Jegliche Änderung am Stromnetz, die sich auf das elektrische Verteilnetz auswirkt, ist dem lokalen VNB zu melden (Meldepflicht):

- Ladestation für Elektrofahrzeuge
- Stromverbraucher mit einer Leistung >3,6 kVA (>10 A)
- Stromerzeugungsanlagen (z. B. Photovoltaikanlage)

3. Inselbetrieb

Der Begriff Inselbetrieb bezeichnet einen Verbraucher oder eine Verbrauchergruppe, die mit Strom versorgt wird, jedoch galvanisch (z. B. physisch durch einen Schalter) vom Stromnetz getrennt ist.

3.1 Mobile Lösungen

Für sehr einfache Stromverbraucher (Beleuchtung, Pumpe, elektrischer Widerstand usw.) ist die einfachste und beste Lösung die Installation eines mobilen Aggregats an der Zapfwelle des Traktors.



Abbildung 2: Quelle Maschinenring Schweiz «vom Traktor angetriebene Aggregate»

In den meisten Fällen ist dies eine sehr gute Lösung. Allerdings müssen folgende Punkte genau geprüft werden:

- Hilfsmittel für Stromverbraucher. Viele moderne Systeme (Melkroboter) brauchen Hilfsmittel (Druckluft, Warmwasser usw.), deren Stromverbraucher extern angeschlossen sind (andere Stromversorgung). Es besteht das Risiko, dass vergessen wird, die Hilfssysteme anzuschliessen und das Aggregat nur auf den Strombedarf des Verbrauchers (z. B. des Melkroboters) auszulegen.
- Anschluss der Geräte an das Stromnetz. Beim Anschliessen von Geräten ist zwingend zu prüfen, dass das Gerät beim Betrieb mit dem Aggregat korrekt vom restlichen Netz getrennt ist. Es ist äusserst gefährlich (Sicherheit von Personen und Gütern), wenn eine Erdung oder ein Nullleiter nicht richtig angeschlossen ist.
- Spannung [V], Frequenz [Hz]. Grundsätzlich übernimmt das Aggregat die Regelung anhand der Last. Im Allgemeinen funktioniert das gut, ausser bei grossen Lastschwankungen der Verbraucher. Das Aggregat muss richtig auf den Betriebsbereich des Traktors abgestimmt sein.

Der Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass sie für bestimmte Stromverbraucher im Voraus sehr rasch eingerichtet werden kann (Pumpe, elektrischer Widerstand, Beleuchtung usw.).

3.2 Stationäre Lösungen

Diese Betriebsart bedingt ein internes Stromaggregat, das eine Frequenz und eine Spannung gewährleistet, die mit derjenigen des Netzes übereinstimmen. Die meisten Anwendungen betreffen kritische Sektoren, die eine ständige Stromversorgung erfordern (Spitäler, Infrastruktur [Trinkwasser/Abwasserreinigung], Rechenzentren usw.), wo sich eine zusätzliche Stromversorgung rechtfertigt.

Eine Inselanlage wird vom VNB (Meldepflicht) nur genehmigt, wenn folgende Punkte erfüllt sind:

- Galvanische Trennung (Trennung zwischen elektrischem Verteilnetz und Insel)
- Spannung und Frequenz vom Verantwortlichen der Insellösung garantiert
- Meldung der Insellösung an das Eidgenössische Starkstrominspektorat (ESTI)

Es ist wichtig zu wissen, dass eine Photovoltaikanlage mit einem Batteriespeicher zur Optimierung des Eigenverbrauchs **keine Autarkie zulässt (Insel)**. Es muss ein System installiert werden, dass die Trennung vom Netz und die Schaffung einer Strominsel ermöglicht.

Beim Betrieb von **stationären** Notstromaggregaten in Insellösungen ist bei internen Verbrennungsmotoren die Luftreinhalte-Verordnung (LRV) einzuhalten:

- Max. 50 mg/m³ an staubförmigen Emissionen
- Periodische Messung und Kontrolle alle sechs Jahre

Bei den stationären Notanlagen handelt es sich um Verbrennungsmotoren, die höchstens 50 Std./Jahr betrieben werden dürfen. Wird dieser Zeitraum überschritten, gelten die Standardnormen. Bei einer stationären Anlage entspricht die elektrische Überprüfung derjenigen der Elektroinstallationen (alle 10 Jahre für neuere Anlagen).

Momentan wird geprüft, ob die Notstromaggregate für den Winter 2022/2023 in Anbetracht der besonderen Lage ausnahmsweise nicht der LRV unterstellt sein sollen (Beschränkung auf 50 Stunden, Emissionsgrenzen usw.).

Aufgabe	Verantwortlich	Rechtlicher Rahmen / Technische Vorschriften
Meldepflicht VNB, ESTI	Elektroplaner, Elektroinstallateure	Technische Vorschriften VNB, Anforderungen an Energieerzeugungsanlagen, ESTI-Weisung 220, Version 0621
Anschluss von Aggregaten an das Stromnetz	Elektroplaner, Elektroinstallateure	Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV), Installationsbewilligung
Emissionen der Aggregate	Landwirtschaftsbetrieb	LRV, Einhaltung von <50 Std./Jahr für Aggregate

Tabelle 3: Überblick über die Aufgaben bei der Installation eines Notstromaggregats

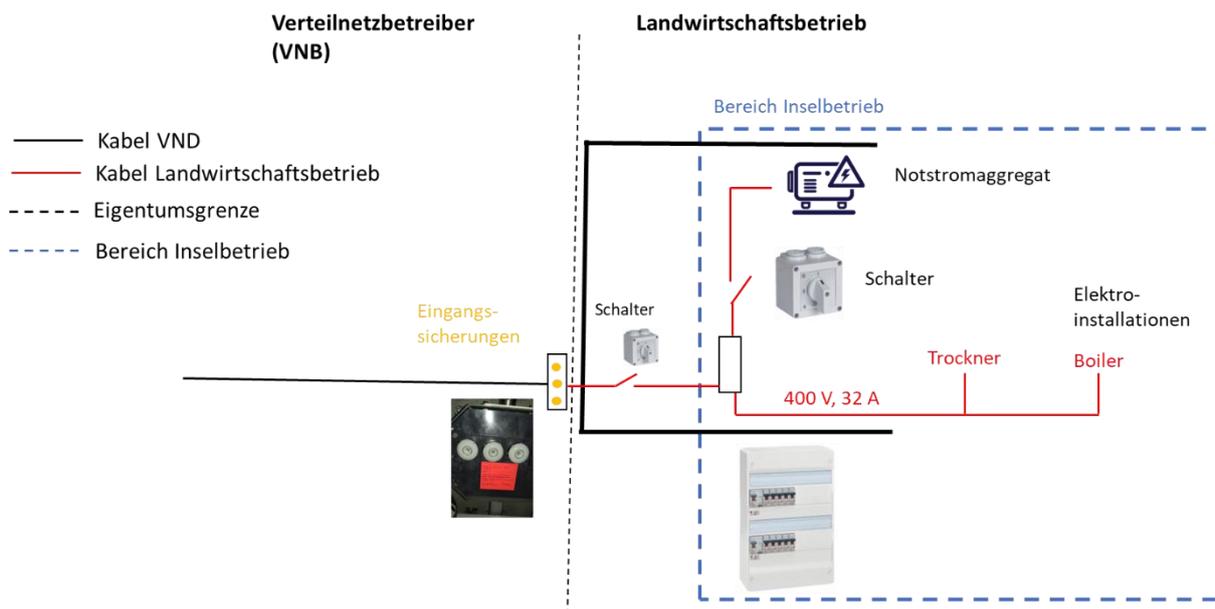


Abbildung 3: Funktionsschema eines Landwirtschaftsbetriebs im Inselbetrieb

4. Strombedarf von Landwirtschaftsbetrieben

Die allermeisten Landwirtschaftsbetriebe sind am Stromnetz angeschlossen und beziehen Strom. Der Strombedarf schwankt je nach Produktionsbranche stark:

- Milch – Rinder. Die Milchproduktion ist ein grosser Stromverbraucher mit Schwerpunktbedarf in den Bereichen Kälte (Milchtank), Wärme – hauptsächlich aus Strom – (Elektroboiler) und Prozesse (Vakuumpumpe, Milchpumpe, Tierfütterung, Kran usw.).
- Fleisch – Rinder. Die Erzeugung von Rindfleisch ist nicht stromintensiv. Die Hauptverbraucher befinden sich im Bereich Prozesse (Tierfütterung, Trockner usw.).
- Fleisch/Eier – Geflügel. Die Erzeugung von Geflügelfleisch (Mastpoulets) ist mässig stromintensiv. Die Hauptverbraucher sind die Belüftung (Lüftung im Hühnerstall) und die Prozesse (Tierfütterung, Systemsteuerung usw.). Der Wärmebedarf wird bei Mastbetrieben (Poulets) hauptsächlich durch fossile Energieträger abgedeckt (Erdgas oder Propan).
- Fleisch – Schweine. Die Erzeugung von Schweinefleisch ist äusserst stromintensiv. Die Hauptverbraucher sind die Heizung (Zuchtbetriebe), die Belüftung (Lüftung im Schweinestall) und die Prozesse (Tierfütterung usw.).
- Weinbau. Die Weinerzeugung ist mässig stromintensiv. Die wichtigsten Verbraucher sind Kälte (Kühlaggregat), Belüftung (Kellerlüftung), Wärme (Weiterführung der Prozesse im Winter) und die Prozesse (Druckluft, Prozesspumpen, Weinpresse usw.).
- Wohnen. Die Hauptverbraucher im Bereich Wohnen sind neben der Heizung und dem Warmwasser die Küche (Kochfeld, Ofen, Mikrowelle und Tiefkühler/Kühlschrank) sowie die Wäsche (Waschmaschine, Wäschetrockner und Bügeleisen).

Auf die Gemüsebaubetriebe (Treibhäuser) wird in diesem Dokument nicht eingegangen, da die meisten Betriebe über die Rückerstattung der CO₂-Abgabe Stromeffizienzmassnahmen umsetzen (Verringerung des Strombedarfs). Der Bedarf und die Stromverbraucher werden nach Art des Betriebs in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Stromverbraucher			
Art Landwirtschaftsbetrieb	Bedarf	Wichtige Verbraucher	Kritische Verbraucher
Milch – Rinder	Wärme, Kälte, Belüftung, Prozesse	Milchtank, Elektroboiler, Trockner, Vakuumpumpe, Kran	Milchtank, Vakuumpumpe, Elektroboiler
Fleisch – Rinder	Prozesse	Tierfütterung, Trockner	Tierfütterung
Fleisch – Geflügel	Wärme, Belüftung, Prozesse	Ventilator, Versorgung, Systemsteuerung	Ventilator, Versorgung, Systemsteuerung
Eier – Geflügel	Belüftung, Prozesse	Ventilator, Versorgung, Systemsteuerung	Ventilator, Versorgung, Systemsteuerung
Fleisch – Schweine	Wärme, Belüftung, Prozesse	Ferkelnester, Ventilatoren, Tierfütterung	Ferkelnester, Ventilatoren, Tierfütterung
Weinbau	Kälte, Wärme, Belüftung, Prozesse	Kühlaggregat, Zusatzheizung	Kühlaggregat, Transferpumpe

Der durchschnittliche Stromverbrauch nach Art des Landwirtschaftsbetriebs sieht wie folgt aus:

Art Landwirtschaftsbetrieb	Stromverbrauch [kWh/Tier/Jahr, Liter Wein/Jahr]	Beispiel
Milch – Rinder	600 kWh/Milchkuh/Jahr	40 Milchkühe: 24 000 kWh Strom/Jahr
Fleisch – Rinder	350 kWh/Mutterkuh/Jahr	40 Mutterkühe: 14 000 kWh Strom/Jahr
Fleisch – Geflügel	3 kWh/Pouletplatz/Jahr	12 000 Poulets: 36 000 kWh Strom/Jahr
Eier – Geflügel	2 kWh/Pouletplatz/Jahr	12 000 Hühner: 24 000 kWh Strom/Jahr
Fleisch – Schweine	100 kWh/Mastschweinplatz/Jahr 500 kWh/Ferkelnest/Jahr (wenn Nester isoliert sind)	300 Plätze: 30 000 kWh Strom/Jahr 20 Nester: 10 000 kWh Strom/Jahr
Weinbau	0,3 kWh/Liter Wein/Jahr	100 000 Liter Wein/Jahr: 30 000 kWh Strom/Jahr

Tabelle 4: Stromverbrauch nach Art des Landwirtschaftsbetriebs²

Der tägliche und der jährliche Stromverbrauch unterscheiden sich je nach Landwirtschaftsbetrieb. Milchbetriebe haben grosse Verbrauchsspitzen am Morgen und am Abend (Melken), während Geflügelbetriebe eine konstante elektrische Last aufweisen. Die Lastprofile der verschiedenen Produktionsbranchen werden nachfolgend vorgestellt.

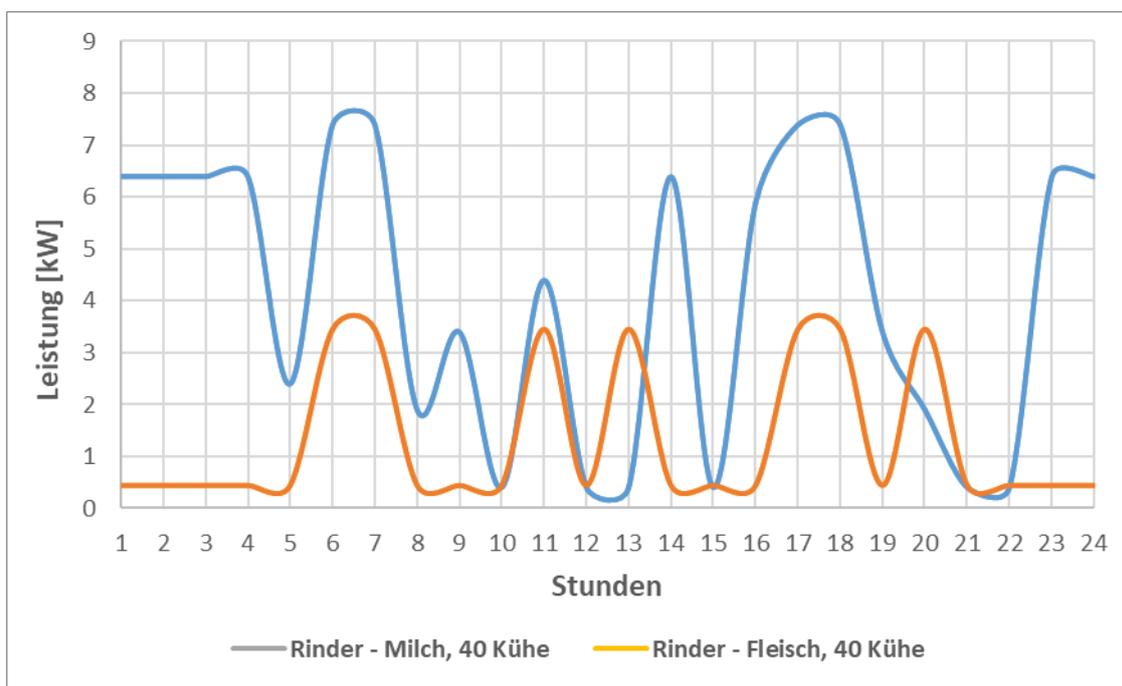


Abbildung 4: Lastprofile Rinderbetriebe (Milch, 40 Milchkühe + Mast, 40 Mutterkühe)

² Quellen Projekt CEPAR (Energieberatung für die Westschweizer Landwirtschaft), AgroCleanTech

Der Milchbetrieb zeichnet sich durch starke Leistungsspitzen aus (Melken). Den Rest des Tages ist der Stromverbrauch nicht genau vorhersehbar (Güllerührwerk, Stallbelüftung, Kühlen der Milch usw.). In der Nacht schalten die meisten Milchbetriebe den Elektroboiler ein, um den günstigeren Nachtтарif zu nutzen.

Auch ohne das Melken braucht die Fütterung der Tiere Strom (Beleuchtung, elektrische Mischanlage, Heukran/Kran usw.), jedoch weniger. Diese Tätigkeit könnte in den meisten Betrieben ohne Strom ausgeführt werden.

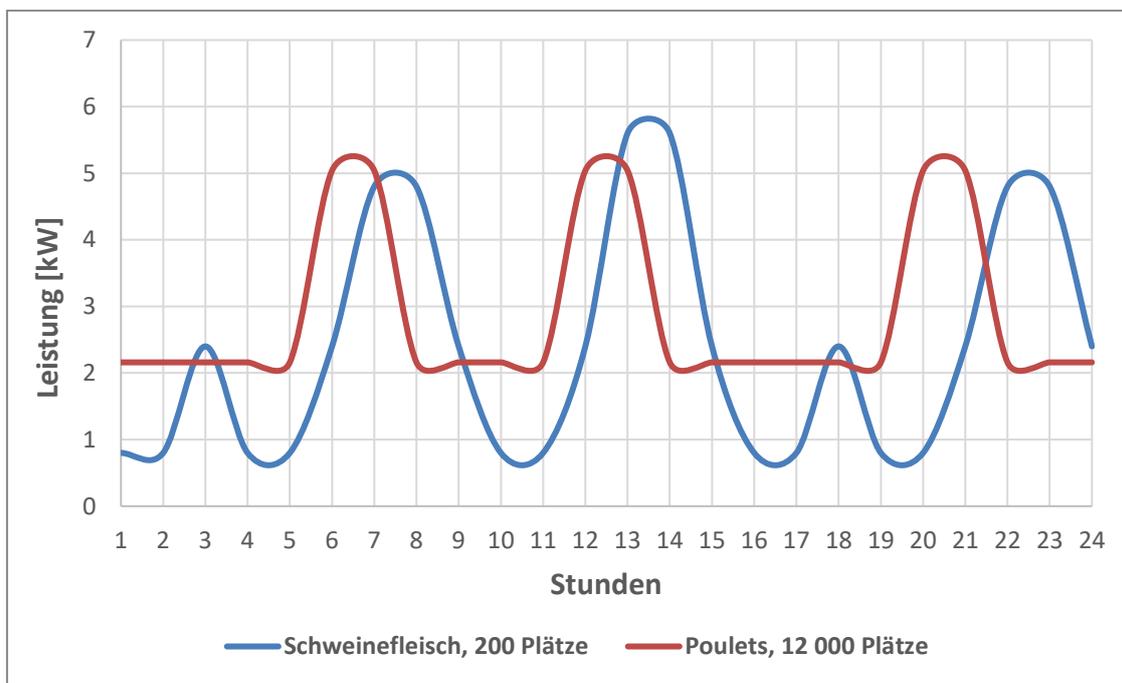


Abbildung 5: Lastprofile Schweinezucht (200 Plätze), Hühnermast (12 000 Plätze)

In den Schweinezuchtbetrieben stammt der Hauptstromverbrauch aus dem Belüftungsbedarf (Einschaltung alle 4 Stunden). Die Fütterung der Tiere, die zweimal am Tag stattfindet, erfolgt in der Regel elektrisch und verbraucht daher auch Strom.

Der typische Hühnermastbetrieb hat ein konstantes Lastprofil, weil die Beheizung der Gebäude, auch mit Gas oder Propan, eine Stromzufuhr erfordert. Die Belüftung und die Steuerung des Gesamtsystems (Futterautomat usw.) sind die Hauptverbraucher.

4.1 Stromeffizienzmassnahmen

Eine Möglichkeit, das Risiko eines Produktionsausfalls zu minimieren, ist eine Investition in Stromeffizienzmassnahmen (Verringerung des Stromverbrauchs).

Die wichtigsten Massnahmen werden für die kritischen Verbraucher im Folgenden nach Produktionsbranche vorgestellt. Weitere Angaben enthält das Dokument «Bonnes pratiques énergétiques dans les nouvelles constructions agricoles»³ (Bewährte Energiepraktiken in landwirtschaftlichen Neubauten).

Um einen detaillierteren Überblick über alle Energieeffizienzmassnahmen zu erhalten, wird empfohlen, ein AgriPEIK-Audit auf dem Landwirtschaftsbetrieb durchzuführen. Eine Photovoltaikanlage **ist keine**

³ https://www.agrocleantech.ch/images/Landwirte/CEPAR/211125_module_Nouvelles_constructions.pdf

Stromeffizienzmassnahme, weil der Stromverbrauch mit oder ohne Photovoltaikanlage gleich bleibt. Nur die aus dem Stromnetz bezogene Energiemenge variiert.



Abbildung 6: Wichtigste Stromeffizienzmassnahmen nach Energiebedarf in der Landwirtschaft

4.1.1. Milch – Rinder

Wert	Beschreibung	Einsparung [kWh/Jahr]	Kosten [CHF]	Rentabilität [Jahre]	Umsetzung
Ersatz der Beleuchtung	Ersatz der T8-Leuchtstoffröhren durch LED-Röhren	25/Röhre	20.–/Röhre	< 5	+
Vorkühlung der Milch	Installation Wärmetauscher zwischen Wasser in der Tränke / Milch vor dem Eintritt in den Milchtank	2000–3000 kWh/Jahr	4000–6000.–	< 8	++
Wärmepumpeboiler – andere Vorheizung	Installation eines Wärmepumpeboilers oder einer Holzheizung / von Sonnenkollektoren, um das Warmwasser für das Melken vorzuheizen (max. 60 °C)	2500–3500	5000–6500.–	< 8	++
Entfernung Tränkeheizung	Isolation oder Anpassung des Wasserkreislaufs der Tränken	1000–4000	500–2000	< 6	++
Umwälzpumpe (Tränke)	Ersatz der Heizungsumwälzpumpen	1000–1200	800–1000.–	< 8	++

Tabelle 5: Wichtigste Stromeffizienzmassnahmen in der Milchproduktion

4.1.2. Fleisch – Rinder

Wert	Beschreibung	Einsparung [kWh/Jahr]	Kosten [CHF]	Rentabilität [Jahre]	Umsetzung
Ersatz der Beleuchtung	Ersatz der T8-Leuchtstoffröhren durch LED-Röhren	25/Röhre	20.–/Röhre	< 5	+
Entfernung Tränkeheizung	Isolation oder Anpassung des Wasserkreislaufs der Tränken	1000–4000	500–2000	< 6	++
Umwälzpumpe (Tränke)	Ersatz der Heizungsumwälzpumpen	1000–1200	800–1000.–	< 8	++

Tabelle 6: Wichtigste Stromeffizienzmassnahmen in der Rindfleischproduktion

4.1.3. Eier/Fleisch – Geflügel

Wert	Beschreibung	Einsparung [kWh/Jahr]	Kosten [CHF]	Rentabilität [Jahre]	Umsetzung
Ersatz der Beleuchtung	Ersatz der T8-Leuchtstoffröhren durch LED-Röhren	25/Röhre	20.–/Röhre	< 5	+
Optimierung der Belüftung	Anpassung Betriebszeit der Belüftung an effektiven Bedarf	3000–4000 kWh/Jahr	2000–3000.–	< 3	++
Ersatz der Ventilatoren	Ersatz der Ventilatoren durch effiziente IE4-Modelle	2000–3000 kWh/Ventilator	3000–4000.–/Ventilator	< 5	++
Notheizung	Ersatz elektrische Notheizung durch Wärmepumpen-Splitinstallation	1000–1500 kWh/Heizung	1500–2500.–/Heizung	< 6	++
Umwälzpumpen (Heizung)	Ersatz der Heizungsumwälzpumpen	1000–1200	800–1000.–	< 8	++

Tabelle 7: Stromeffizienzmassnahmen in der Geflügelbranche

4.1.4. Fleisch – Schweine

Wert	Beschreibung	Einsparung [kWh/Jahr]	Kosten [CHF]	Rentabilität [Jahre]	Umsetzung
Ersatz der Beleuchtung	Ersatz der T8-Leuchtstoffröhren durch LED-Röhren	25/Röhre	20.–/Röhre	< 5	+
Optimierung der Belüftung	Anpassung Betriebszeit der Belüftung an den effektiven Bedarf	3000–4000 kWh/Jahr	2–3000.–	< 3	++
Ersatz der Ventilatoren	Ersatz der Ventilatoren durch effiziente IE4-Modelle	2000–3000 kWh/Ventilator	3000–4000.–/Ventilator	< 5	++
Wärmepumpenboiler – andere Vorheizung	Installation eines Wärmepumpenboilers oder einer Holzheizung / von Sonnenkollektoren, um das Warmwasser für die Reinigung der Boxen vorzuheizen	2500–3500	5000–6500.–	< 8	++
Effiziente Ferkelnester	Ersatz der Ferkelnester durch effiziente Modelle	1200 kWh/Ferkelnest	1000.–/Nest	< 8	++
Optimierung der Druckluft	Verringerung des Drucks, Behebung von Undichtigkeiten im Druckluftnetz	2000–8000	1500.–	< 2	+

Tabelle 8: Wichtigste Stromeffizienzmassnahmen in der Schweineproduktion

4.1.5. Weinbau

Wert	Beschreibung	Einsparung [kWh/Jahr]	Kosten [CHF]	Rentabilität [Jahre]	Umsetzung
Ersatz der Beleuchtung	Ersatz der T8-Leuchtstoffröhren durch LED-Röhren	25/Röhre	20.–/Röhre	< 5	+
Ersatz der Ventilatoren	Ersatz der Ventilatoren durch effiziente IE4-Modelle	2000–3000 kWh/Ventilator	3000–4000.–/Ventilator	< 5	++
Notheizung	Ersatz elektrische Notheizung in der zweiten Fermentierung durch eine mobile Wärmepumpen-Split-Installation	2500–3000 kWh/Heizung	800–1500.–/Heizung	< 4	+
Umwälzpumpen (Prozesse)	Ersatz der Prozessumwälzpumpen (Kühlaggregat, Wanne usw.)	1000–1200	800–1000.–	< 8	++
Optimierung der Druckluft	Verringerung des Drucks, Behebung von Undichtigkeiten im Druckluftnetz	2000–8000	1500.–	< 2	+
Wärmerückgewinnung (Gebäudeheizung/Brauchwarmwasser)	Wärmerückgewinnung aus Kühlaggregat zur Heizung des Gebäudes/Brauchwarmwassers (Senkung des Stromverbrauchs)	4000–12 000	10 000–20 000.–	< 12	++

Tabelle 9: Wichtigste Stromeffizienzmassnahmen im Weinbau

5. Technologien für die Stromversorgung

in der Stromversorgung gibt es viele Technologien. Oberstes Ziel ist es, jederzeit einen Stromunterbruch ausgleichen zu können. Es gibt zwei Arten der Notstromversorgung:

- Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV). Dabei handelt es sich um ein Notstromaggregat mit einer Batterie, die bei einem Stromunterbruch eine Fortführung der Stromversorgung ermöglicht. Diese Art der Notstromversorgung ist äusserst komplex und kostenintensiv in der Umsetzung. In diesem Dokument wird nicht darauf eingegangen. Mit dieser Technologie sind beispielsweise Spitäler und Rechenzentren ausgestattet.
- Standard-Notstromversorgung. Dazu gehören Notstromaggregate, die es bei einem Stromunterbruch erlauben, einen Teil der unterbrochenen Verbraucher weiterzubetreiben. Die Notstromversorgung wird manuell eingeschaltet.

Nachfolgend werden die Technologien für die Stromversorgung vorgestellt.

Bezeichnung	Energiequelle	Mobil (M) Stationär (S)	Leistungsbereich [kW]	Investition [CHF/kW] ⁴	Anwendung in der Landwirtschaft
Benzin-/Dieselgenerator	Benzin	M/S	1–200	600	Ja
	Diesel				
Propangenerator	Propan	M/S	1–30	700	Ja
Zapfwellengenerator	Diesel (Traktor)	M	1–40	400	Ja
PV – Batteriespeicher	PV	M/S	1–30	1200	Mittel
Pellets/Stirling	Pellets	S	2–7	4000	Sehr schwach
Schnitzel/ORC	Holz	S	>200 kW thermisch	4000	Sehr schwach

Tabelle 10: Technologien für die Notstromversorgung

Bei den Technologien gibt es zwei Hauptgruppen:

- Notstromaggregate mit fossilem Antrieb. Die Aggregate kommen hauptsächlich bei einem Stromunterbruch zum Einsatz. Die wichtigsten Energiequellen sind Erdgas, Benzin, Diesel oder Propan.
 - Mobil. Bis zu einer Leistung von 50 kW, 3-Phasen-Steckdose 60 A, existieren mobile Aggregate. Für die Landwirtschaftsbetriebe gibt es Aggregate, die direkt an der Zapfwelle des Traktors angeschlossen werden können. Allerdings ist die Leistung des Traktors massgeblich für die Grösse des Aggregats, siehe «Vorbemessung eines Notstromaggregats». So ist für ein 30-kW-Notstromaggregat ein Traktor mit einer Leistung von 70 kW, d. h. rund 100 PS, erforderlich, und zwar wegen der Übertragungsverluste, des Wirkungsgrads des Motors und der Höchstleistung, die von der Antriebswelle übertragen wird.
 - Stationär. Stationäre Notstromaggregate werden insbesondere für mittlere bis hohe Leistungen verwendet (> 20 kW). Ein Vorteil besteht darin, dass sich das Aggregat bei einem Stromunterbruch automatisch fernsteuern lässt (Starten). Ausserdem ist es bei einem hohen Wärmebedarf mit fossilen Heizungen (Gas, Propan), der mit einem hohen Stromverbrauch gekoppelt ist (Mastpoulets, Treibhäuser usw.) günstiger, eine Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlage zu installieren, die fossile Energie (Erdgas) besser nutzt.

- Andere Notstromaggregate. Weitere verwendete Energiequellen sind Photovoltaikenergie und Energieholz. Zwar werden diese Quellen nur selten genutzt, aber es gibt sie.
 - Photovoltaik. Auch eine Photovoltaikanlage kann mit einem Batteriespeicher als Inselanlage betrieben werden. Die Anschlussbedingungen für den Inselbetrieb sind ähnlich wie bei einem Aggregat mit fossilem Antrieb. Diese Lösung hat den Vorteil, dass die Batteriekapazität auch in einem normalen Setting (ohne Netzunterbruch) zur Optimierung des Eigenverbrauchs genutzt werden kann. Mit einer Photovoltaikanlage alleine ist aber kein Inselbetrieb möglich, da Referenzspannung und -frequenz für die Einspeisung von Wechselstrom vom Stromnetz stammen.

⁴ Investition ohne Änderung des Stromanschlusses und administrative Schritte

- Energieholz. Energieholz wird hauptsächlich zur Wärmeerzeugung verwendet. In einigen Fällen wird Energieholz aber auch für die Stromerzeugung genutzt. Namentlich bei ORC-Maschinen (Organic Rankine Cycle) ab 200 kW therm. oder bei Pelletsheizkesseln (2–7 kW elektr.). Diese Lösungen existieren zwar, werden in der Schweiz nur sehr selten betrieben.

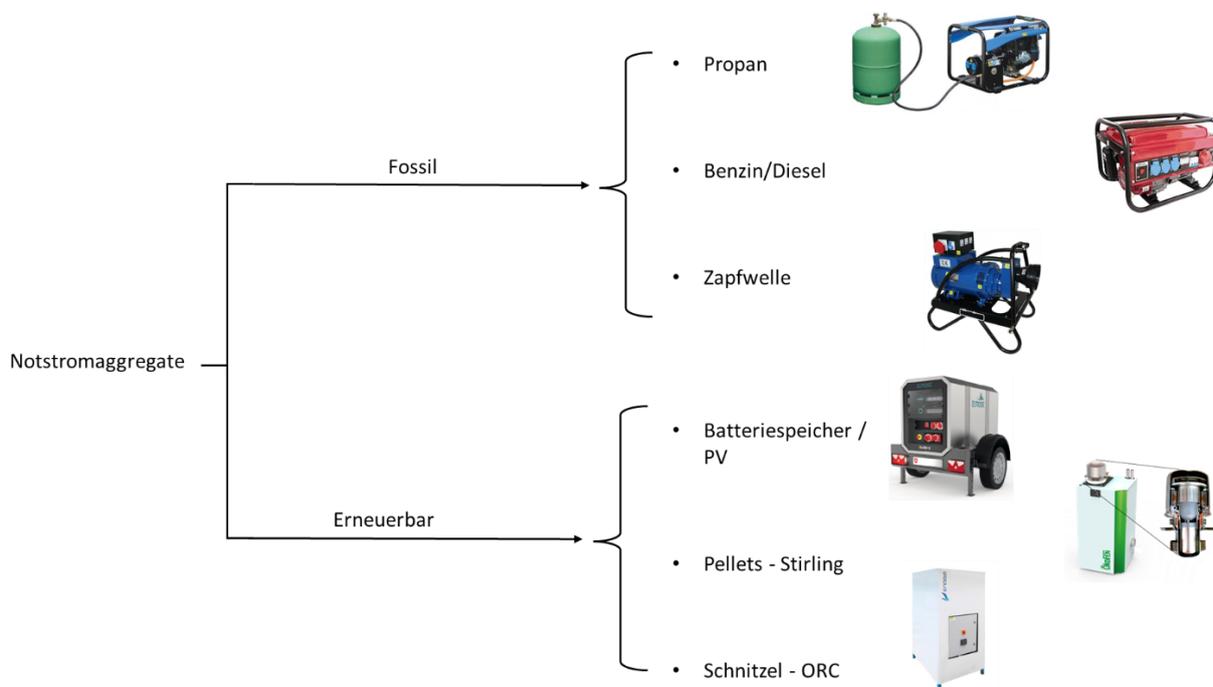


Abbildung 7: Art von Notstromaggregaten

Bezeichnung	Energiequellen	Betriebskosten [CHF/kWh elektr.] ⁵	Umsetzung	Autarkiegrad	CO ₂ -Emissionen [kg CO ₂ / kWh elektr.]
Benzin-/Dieselgenerator	Benzin/Diesel	0,8	++	++	1
Propangenerator	Propanflaschen	1	++	++	0,9
Zapfwellengenerator	Diesel (Traktor)	1	+	+	1,3
PV – Batteriespeicher	Sonne (Strom)	0,2	+++	+	Gering (< 0,1)
Pellets/Stirling	Pellets (Holz)	1,2	+++	++	Neutral
Schnitzel/ORC	Holzschnitzel	?	+++	+++	Neutral

Tabelle 11: Betriebskosten Notstromaggregate

⁵ Gemäss den Energiepreisen 2022

Bei den Betriebskosten handelt es sich um die Kosten für den Betrieb der Anlage. Sie hängen von den Preisen für Brennstoffe/Strom sowie vom Wirkungsgrad der Aggregate ab.

Die Stromversorgungstechnologien mit fossilem Antrieb können in jeder Situation eingesetzt werden. Die Reserve an Treib-/Brennstoffen ist der limitierende Faktor. Für die anderen Technologien braucht es bei Stromunterbrüchen von über 4 Stunden eine alternative Stromversorgung. Energieholztechnologien kommen in der Schweiz nur selten zur Anwendung.

5.1 Vorbemessung eines Notstromaggregats

5.1.1. Fall 1: Installation eines mobilen Aggregats mit Anschluss an das Stromnetz des Landwirtschaftsbetriebs

Ein Landwirtschaftsbetrieb verfügt über kritische Verbraucher (10 kW, max. 15 kW), die während 4 Stunden, 2x2h am Tag laufen müssen. Angestrebt wird eine Autarkie von 72 Stunden ohne Stromzufuhr oder Möglichkeit, Treibstoff zu beschaffen.

Die vorgeschlagene Lösung: ein mobiles 20-kVA-Aggregat (Traktor mit 100 PS, rund 80 kW mit einem 300-l-Tank) mit folgenden Merkmalen und Kosten:

Merkmale		Position	Kosten [CHF]
max. elektrische Leistung [kW]	18	Aggregat	8000
mechanische Leistung Traktor [kW]	60 kW (76 PS)	Stromanschluss	6000
Treibstoffverbrauch Traktor [l/Std.]	4	Verschiedenes (ESTI-Kontrolle usw.)	4000
Autarkie ohne Tank [Std.]	75	Total	18 000

Tabelle 12: Merkmale Aggregat an der Zapfwelle des Traktors, 20 kVA

5.1.2. Fall 2: Installation eines Notstromaggregats – Dieselgenerator

Ein Landwirtschaftsbetrieb verfügt über kritische Verbraucher (6 kW, max. 8 kW), die während 4 Stunden am Tag laufen müssen (Bandenergie). Angestrebt wird eine Autarkie von 72 Stunden ohne Stromzufuhr oder Möglichkeit, Treibstoff zu beschaffen.

Die vorgeschlagene Lösung: ein stationärer 10-kVA-Dieselgenerator mit folgenden Merkmalen und Kosten:

Merkmale		Position	Kosten [CHF]
max. elektrische Leistung [kW]	10	Aggregat	6000
Treibstoffverbrauch [l/Std.]	2,5	Stromanschluss	10 000
Autarkie ohne Tank [Std.]	40	Treibstofflagerung + Anschluss	2000
Zusatztank [l]	100	Verschiedenes (ESTI-Kontrolle usw.)	4000
		Total	23 000

Tabelle 13: Installation 10-kVA-Diesel-Notstromaggregat, Autarkie 72 Std.

Hinweis: Die angestrebte Autarkiedauer von 72 Stunden bei einem stündlichen Treibstoffverbrauch von 2,5 l Diesel (Volllast) bedingt neben dem internen Tank des Aggregats die Nutzung eines zusätzlichen 100-Liter-Tanks.

Der Vorteil eines solchen Systems besteht darin, dass bei einem Bedarf an Bandenergie (Schweinställe oder Hühnermastbetriebe) Strom in Form von gelagertem Treibstoff gespeichert werden kann.

5.1.3. Fall 3: Installation einer Photovoltaikanlage mit einem Batteriespeicher

Ein Landwirtschaftsbetrieb verfügt über kritische Verbraucher (8 kW, max. 25 kW), die während 1,5 Stunden am Tag laufen müssen (0,75 Std. am Morgen und 0,75 Std. am Abend). Angestrebt wird eine Autarkie von 72 Stunden ohne externe Stromzufuhr und auch bei schlechtem Wetter. Die bestehende 25-kW-Photovoltaikanlage erlaubt alleine keine Unabhängigkeit vom Stromnetz, kann aber auch in ungünstigen Fällen dazu beitragen, den Batteriespeicher zu füllen.

Die vorgeschlagene Lösung: ein Batteriespeicher von 25 kWh (50 kW), der an die bestehende 20-kW-Anlage angeschlossen wird (nicht in den Kosten enthalten), mit folgenden Merkmalen und Kosten:

Merkmale		Position	Kosten [CHF]
max. bezogene elektrische Leistung [kW]	25	25-kWh-Batteriespeicher, Wechselrichter/Gleichrichter	60 000 (mobil) 30 000 (stationär)
Stromverbrauch [kWh/Tag]	12	Stromanschluss	8000
Autarkie ohne Photovoltaikanlage [Std.]	3,125	Verschiedenes (ESTI-Kontrolle usw.)	4000
Autarkie mit Photovoltaikanlage [Std.]	>72 Std.	Total	42 000 (stationär)

Tabelle 14: Installation einer 50-kW-Notbatterie, 25 kWh, Autarkie 72 Std.

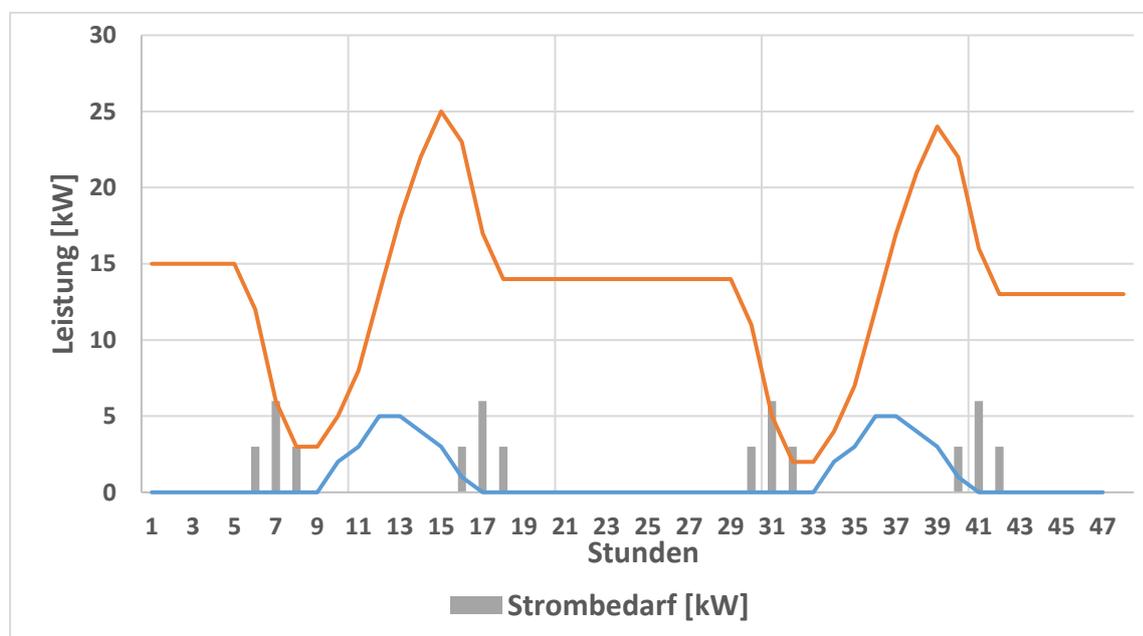


Abbildung 8: Simulation einer Photovoltaikanlage mit einem Batteriespeicher im Winter

Der Vorteil dieser Lösung ist, dass mit der Installation eines Batteriespeichers eine Stromversorgung unter Nutzung der Photovoltaikanlage besteht. Dieser Fall wird bei einem geringen Strombedarf (10–20 kWh/Tag) mit grosser Leistung (max. 50 kW) empfohlen.

6. Risiko

Auf die Risiken eines Stromunterbruchs, der nicht die Landwirtschaftsbetriebe, sondern die Verarbeitung landwirtschaftlicher Erzeugnisse betrifft (Schlachthöfe, Käsereien, Mühlen usw.), wird in diesem Dokument nicht eingegangen.

6.1 Risikobewertung

In diesem Kapitel wird das Risiko eines Stromunterbruchs thematisiert. Das Risiko, die Wahrscheinlichkeit, dass ein Stromunterbruch eintritt, ist eine Gewichtung zwischen dem Produktionsstopp multipliziert mit dem Produktionsfaktor.

$$\text{Risiko} = \text{Produktionsstopp [-]} * \text{Produktionsfaktor [-]}$$

Das Risiko wird anhand des Ergebnisses der Berechnung auf einer Skala von 1 bis 3 bewertet.

- **Produktionsstopp.** Der Produktionsstopp entspricht dem Prozentsatz der Tätigkeiten, die bei einem Stromausfall unterbrochen werden. Je grösser der Technisierungsgrad der landwirtschaftlichen Tätigkeit, desto grösser ist die Abhängigkeit der landwirtschaftlichen Produktion vom Strom und desto schwerwiegender sind Produktionsstopps. Ab einem Produktionsstopp von 50 Prozent der «normalen» landwirtschaftlichen Tätigkeiten (Fütterung der Tiere, Melken usw.) werden die Auswirkungen als gross eingestuft. Selbstverständlich werden die alltäglichen landwirtschaftlichen Tätigkeiten betrachtet (z. B. keine Heutrocknung).

Produktionsstopp [% Produktion]	Gewichtung
0–20	1
20–50	2
>50	3

Tabelle 15: Gewichtung von Produktionsstopps

- **Produktionsfaktor.** Der Produktionsfaktor gibt die Art des Betriebs und dessen Anfälligkeit im Falle eines Stromunterbruchs an. In Anbetracht des Strombedarfs wären die grossen Landwirtschaftsbetriebe in den Bereichen Geflügel, Milch und Schweinezucht von einem Stromunterbruch sehr stark betroffen.

Kategorie Landwirtschaftsbetrieb	Grösse Landwirtschaftsbetrieb		
	< 30 GVE < 30 000 l Wein	< 80 GVE < 80 000 l Wein	> 100 GVE > 100 000 l Wein
Milch – Rinder	1	2	2
Fleisch – Rinder	1	1	1
Fleisch – Geflügel	3	3	3
Eier – Geflügel	2	3	3
Fleisch – Schweine	2	3	3
Weinbau	1	2	2

Tabelle 16: Gewichtung nach Art des Landwirtschaftsbetriebs

Die Risikobewertung erfolgt unter Berücksichtigung der 3 Parameter und der Ausgangsdaten des Betreibers. Je nach Endwert kann das Risiko anhand der nachstehenden Tabelle als mehr oder weniger gross eingestuft werden.

		Produktionsfaktor		
		1	2	3
Produktionsstopp [%]	1	1	2	6
	2	2	4	6
	3	3	6	9

Abbildung 9: Risikomatrix je nach ausgewählten Parametern

Je nach Risikobewertung wird empfohlen, Massnahmen auf dem Betrieb zu ergreifen. Liegt der Wert über 5, wird stark dazu geraten, eine Reduktionsmassnahme zu treffen (siehe Risikominderung). Bei einem Wert zwischen 3 und 5 muss eine Bestandsaufnahme des Landwirtschaftsbetriebs gemacht werden (z. B. Auflistung kritischer Stromverbraucher, Durchführung eines AgriPEIK-Audits, um einen Überblick über den Energieverbrauch zu haben). Keine Schritte müssen bei einem Wert unter 3 eingeleitet werden, da das Risiko dann gering ist.

Risikobewertung	Resultat
<3	keine Massnahmen erforderlich
>3	Bestandsaufnahme im Landwirtschaftsbetrieb
>5	Massnahmen erforderlich

Tabelle 17: Ergebnis der Risikobewertung

6.2 Risikominderung

Sobald das Risiko ermittelt und bewertet wurde, kann es mit verschiedenen kurzfristigen Massnahmen (< 6 Monate) gemindert werden:

- **«Energetische» Bestandsaufnahme im Landwirtschaftsbetrieb.** Eine Bestandsaufnahme des Landwirtschaftsbetriebs und der landwirtschaftlichen Tätigkeiten ist sehr sinnvoll. Dank einem AgriPEIK-Audit erhält man eine Liste geeigneter Energieeffizienzmassnahmen. Ebenfalls wird empfohlen, eine Liste der Stromverbraucher zu erstellen sowie die kritischen Komponenten bzw. das Notfallmanagement des Landwirtschaftsbetriebs zu überprüfen (Notstromaggregat, Inspektion Dieseltank, Wartung des Kühlaggregats usw.) Eine gute Wartung der Systeme erlaubt es, neben dem Risiko einer Strommangellage auch das Risiko von Ausfällen unter aussergewöhnlichen Betriebsbedingungen zu verringern (z. B. Anhalten des Kühlaggregats bei einem Stromunterbruch).
- **Stromeffizienzmassnahmen.** Dank der vorgeschlagenen Stromeffizienzmassnahmen kann der für die kritischen Stromverbraucher benötigte Stromverbrauch ebenfalls gesenkt werden und damit der allfällige Bedarf, der mit einem Aggregat abgedeckt werden muss. Zudem sind diese Massnahmen in einem Zeitraum von weniger als 10 Jahren rentabel.

- **Arbeitsorganisation, Bewertung kritischer Aufgaben.** Eine Liste der kritischen Aufgaben (z. B. Tierfütterung, Melken) ist zu erstellen. Es können Alternativen (manuelle Möglichkeiten oder mit einer mit Diesel angetriebenen Maschine) gefunden werden.
- **Installation eines Notstromaggregats.** Bei Landwirtschaftsbetrieben mit sehr hohem Risiko, Produktionsstopp > 50 % und Kategorie kritischer Betrieb, ist auch die Installation eines Notstromaggregats auf dem Betrieb zu prüfen. Es wird aber nicht empfohlen, diese Massnahme allein umzusetzen.
- **Lagerung von Treibstoff.** Ein Notstromaggregat alleine reicht nicht aus. Bei Notstromaggregaten mit internen Tanks beträgt die Autarkie bei Volllast 20 bis 30 Stunden. Bei einer Strommangellage wird empfohlen, ein Reservoir zu unterhalten, das einen unterbrechungsfreien Betrieb von 72 Stunden bei Volllast erlaubt.

Längerfristig (>1 Jahr) muss man den Energieverbrauch bei einem landwirtschaftlichen Neubau überdenken. Der Leitfaden «Bonnes pratiques énergétiques dans les constructions agricoles» bietet einen Überblick über die richtigen Energiemassnahmen bei der Bemessung landwirtschaftlicher Infrastrukturen.

So ist etwa ein Wasserversorgungssystem für das Vieh, das im Normalbetrieb ohne Strom auskommt (Pumpen und/oder Frostschutz) und das beim Bau bereits geplant wurde, die beste Lösung für die Wasserversorgung.

7. Empfehlungen

Der Landwirtschaftsbetrieb kann und muss sich im Voraus auf eine geplante Strommangellage oder einen geplanten Unterbruch des Stromnetzes einstellen.

Dazu kann der Landwirtschaftsbetrieb verschiedene Schritte unternehmen:

- **Risikobewertung.** Das nachfolgende Schema zeigt ein Vorgehen auf, um das Risiko eines Stromunterbruchs zu senken.
- **Ausrüstung/Installation von Risikominderungsmassnahmen.** Die Liste im Anhang führt die wichtigsten Hersteller/Importeure von Notstromaggregaten sowie die in der Vermarktung von Batteriespeichern tätigen Unternehmen auf.
- **Information.** Der Landwirtschaftsbetrieb kann sich für einen Stromanschluss für eine Notstromversorgung an den lokalen Verteilnetzbetreiber (VNB) wenden.

Suche nach VNB: <https://www.strom.ch/de/service/verzeichnis-verteilnetzbetreiber>

Suche nach VNB nach Strompreis: <https://www.strompreis.elcom.admin.ch/>

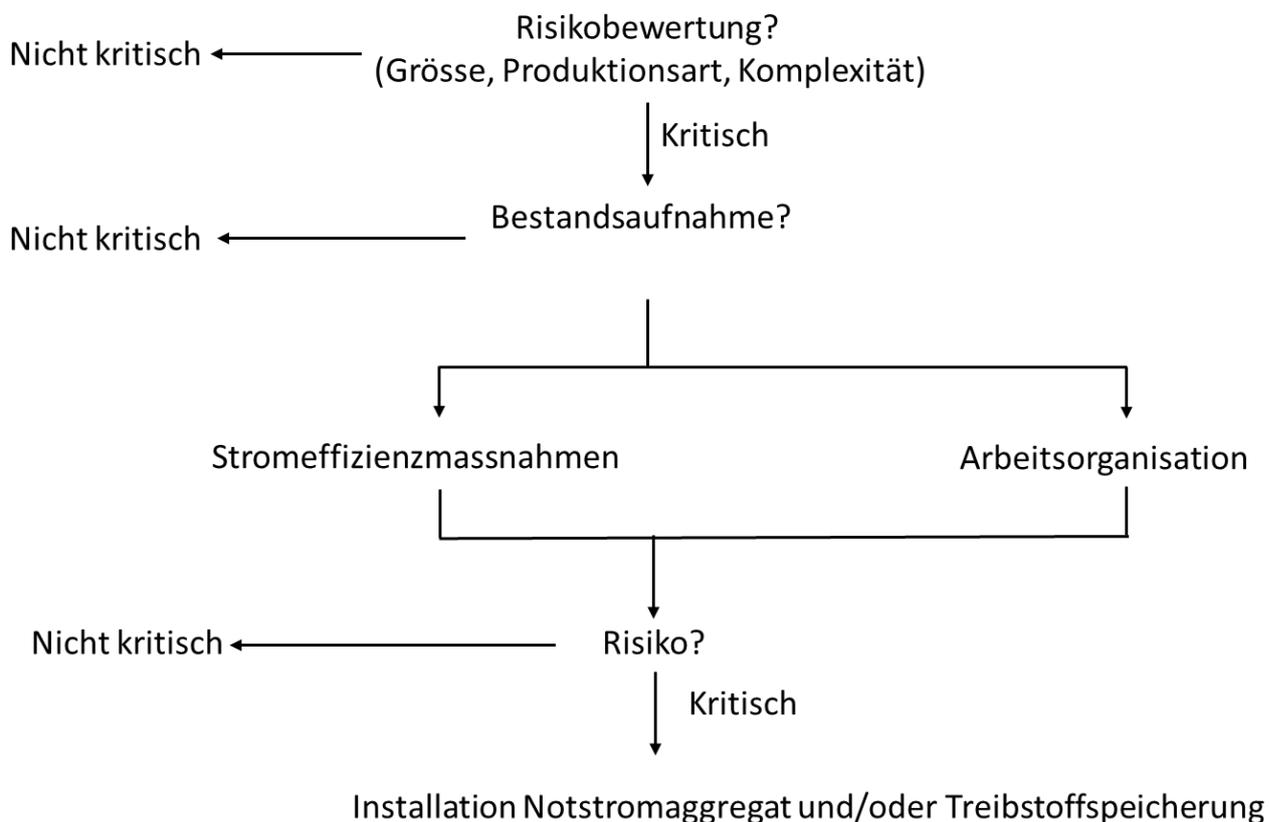


Abbildung 10: Entscheidungsdiagramm für die Risikobewertung eines Landwirtschaftsbetriebs

8. Zusammenfassung «Notstromversorgung für einen Landwirtschaftsbetrieb»

Der Teil II dieses Dokuments thematisiert die Notstromversorgung in der Landwirtschaft bei einer Strommangellage.

Auf den meisten Landwirtschaftsbetrieben kann ein Inselbetrieb eingerichtet werden (vom Stromnetz getrennter Betrieb unter besonderen Bedingungen). Mit der Genehmigung des VNB installiert der Elektriker ein Notstromaggregat, das es erlaubt, Spannung und Frequenz im Inselbetrieb aufrechtzuerhalten, und er schafft eine galvanische Trennung zwischen dem Stromnetz und der Inselanlage. Die allgemeinen Vorschriften sind einzuhalten (CO₂-Emissionen, elektrische Überprüfung, Meldung an die ESTI usw.).

Der Strombedarf der Landwirtschaftsbetriebe schwankt je nach Produktionsart stark. Milchbetriebe haben mehr Spitzen als Mastbetriebe (Schweine und Geflügel), die eine konstante elektrische Last aufweisen. Der Strombedarf betrifft folgende Bereiche: Wärme (max. 80 °C), Normalkühlung (0 °C), Belüftung und Prozesse (elektrische Antriebe und Beleuchtung).

Eine sehr einfache Stromeffizienzmassnahme ist der Austausch der Leuchtmittel (T8-36-W-Neon-Leuchtröhren) durch LED-Röhren. Stromeffizienzmassnahmen mit einer Rentabilität von unter 10 Jahren erlauben es, den Stromverbrauch um rund 15 Prozent zu senken.

Bei den Technologien für die Stromversorgung gibt es zwei Möglichkeiten. Fossil angetriebene Notstromaggregate erlauben es, den Bedarf jederzeit zu decken. Die anderen Lösungen (Energieholz oder PV mit Batteriespeicher) erfordern bei einem Stromunterbruch von über 4 Stunden eine andere Stromversorgung oder werden in der Schweiz nur sehr selten eingesetzt (Pellets/Stirling, Holzschnitzel, ORC).

Das Risiko jedes Landwirtschaftsbetriebs kann anhand einer Matrix beurteilt werden und Risikominde-
 rungsmassnahmen können umgesetzt werden.

9. Nützliche Links

Swissolar, Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie: <https://www.swissolar.ch/>

ElCom, Eidgenössische Elektrizitätskommission: <https://www.elcom.admin.ch/elcom/de/home.html>

ElCom, Strompreise nach Gemeinde/Kanton: <https://www.strompreis.elcom.admin.ch/>

OSTRAL, Organisation für Stromversorgung in Ausserordentlichen Lagen: <https://www.ostral.ch/>

VSE, Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen: <https://www.strom.ch/de>

VESE, Verband unabhängiger Energieerzeuger, Abnahmevergütung: <https://www.vese.ch/pvtarif/>

10. Liste der Hersteller/Importeure von Notstromaggregaten

Anhang zur Studie über die Notstromversorgung für einen Landwirtschaftsbetrieb in einer Strommangel-
 lage

10.1 Notstromaggregate – fossile Energieträger

Bezeichnung	Technologie	Pro- dukte	Leistungsbereich [kW]	Kontakt	Bemerkung
Stadelmann Maschinen AG	Benzin, Die- sel, Propan	KS-Sorti- ment	1–30	https://www.stama.ch/	Importeur
Endress	Benzin, Die- sel, Propan, Zapfwelle	ESE-, EZG- Sorti- ment	2–80	https://www.endress-generator.com/	Deutscher Hersteller
Profi-Stromge- nerator	Benzin, Die- sel, Propan	FME, Honda, Endress, ITC Power	2–80	https://www.stromgene-rator.pro/	Importeur, Wiederver- käufer, Deutschland
Honda	Benzin, Die- sel	EU-Sor- timent	1–10	https://www.de.honda.c h/industrial.html	Hersteller
RPower	Benzin, Die- sel, Zapf- welle	ITC Power, Cham- pion	2–80	https://rpower.shop/	Grosshändler, Frankreich
Köner & Söh- nen	Benzin, Die- sel, Propan	KS-Sorti- ment	2–50	https://koenner-soehnen.com/	Deutscher Hersteller
Champion Power Equipment	Benzin, Die- sel, Propan, Zapfwelle	Cham- pion-Sor- timent	2–40	https://www.champion-powerequipment.de/	Amerikani- scher Herstel- ler
Avesco	Benzin, Die- sel	CAT-C- Sorti- ment	10–1000	https://www.avesco.ch/	Schweizer Hersteller

Atlas Copco	Diesel	QES-Sortiment	5–1000	https://www.atlascopco.com/de-ch	
-------------	--------	---------------	--------	---	--

11. Holzenergie, Wärme-Kraft-Kopplung / Batteriespeicher

Bezeichnung	Technologie	Produkte	Leistungsbereich [kW], Batteriekapazität [kWh]	Kontakt	Bemerkung
ÖkoFEN	Pellets – Stirling	Condense_e	0,6 kW elektr. 6 kW therm.	https://www.oekofen.com/de-ch/pelletheizung/	-
EC Power A/S	Wärme-Kraft-Kopplung Gas/Strom	Power House, XRGI	20–60 kW elektr. 50–200 kW therm.	https://www.ecpower.eu/de/	Wärme-Kraft-Kopplung Wohnungen, Industrie
Bluesky Energy	Batteriespeicher	Greenrock	5–150 kWh	https://www.bluesky-energy.eu/	
Commeo	Batteriespeicher	HV	50–150 kWh	https://www.commeo.com/	
fenecon	Batteriespeicher	-	30–300 kWh	https://fenecon.de/	
Innov energy	Batteriespeicher		8–30 kWh	https://www.innov.energy/de/	Salztechnologie
enogia	ORC-Hersteller	ENO-Sortiment	10–180 kW elektr. 80–500 kW therm.	https://enogia.com/	ORC-Hersteller

* * * * *