

Der notwendige Einsatz von Netzersatzanlagen in landwirtschaftlichen Produktionsanlagen

Dr.-Ing. H. ROSSNER, KDT*
Dr. agr. H. FITZTHUM, KDT*

Bei der modernen landwirtschaftlichen Produktion, in der Rinderhaltung, Schweinehaltung, Großgeflügelhaltung und in Gewächshausanlagen, treten durch Unterbrechungen der Elektroenergieversorgung irreversible Schäden auf, die bis zum Totalausfall der Produktion führen können. Es wird in der Landwirtschaft mit Hilfe lebender Organismen produziert, die bestimmte Anforderungen an die Umwelt stellen. Dieser Produktionsprozeß, der gleichzeitig ein Lebensprozeß ist, darf nicht unterbrochen und nur bedingt zeitlich verschoben werden.

Netzsituation

In der DDR sind die Elektroenergieerzeuger und -verbraucher im Verbundsystem zusammengeschlossen. Die Stromkreislängen in den Übertragungs- und Verteilungsnetzen der Energieversorgung betragen im Hochspannungsbereich etwa 90 000 km und im Niederspannungsbereich etwa 125 000 km. Ungefähr 600 Umspannwerke und 60 000 Transformatoren sind in den Übertragungs- und Verteilungsanlagen der öffentlichen Energieversorgung im Einsatz.

Die Übertragungs- und Verteilungsanlagen sind hinsichtlich ihrer Versorgungszuverlässigkeit in unterschiedlichem Zustand. Neben Netzen, die mehrfach überdimensioniert und recht zuverlässig sind, gibt es in manchen Gebieten noch unzulängliche Versorgung. Dabei ist ein ständiges Bemühen der Energieversorgungsbetriebe um die Erhöhung der Versorgungszuverlässigkeit durch Einsatz funktions-tüchtiger Betriebsmittel, Schutzeinrichtungen mit kurzen Kommandozeiten bzw. Ansprechzeiten, Zusammenschluß der Netze zu Ring- oder Maschennetzen, Doppelleitungen, 2- und 3fach-Sammelschienen, Reservetransformatoren teilweise mit halbautomatischer Zuschaltung sowie Verriegelung, Fernmeß-, Fernsteuereinrichtungen u. a. zu erkennen.

Trotzdem ist eine absolut störungsfreie Versorgung aus technischen und ökonomischen Gründen nicht anzustreben. Zum Beispiel ist festzustellen, daß in der DDR im Mittel 4,68 Prozent der höchstmöglichen oder 5,78 Prozent der gesamten verfügbaren Kraftwerksleistung durch Störungen ausfallen [1]. Für das Gesamtnetz können keine Werte angegeben werden, da die Störungsstatistik für jedes Gebiet andere Werte ausweist. Ist ein bestimmter Zuverlässigkeitsgrad erreicht, muß jede weitere Erhöhung desselben mit hohem Aufwand erkauft werden. Es muß deshalb der Aufwand für den Netzausbau, den Betrieb und die möglichen Schäden als Funktion der Zuverlässigkeit bestimmt werden. Danach ist der Zuverlässigkeitsgrad auszuwählen, für den der gesellschaftliche Gesamtaufwand minimal wird. Die Energieversorgungsbetriebe können somit nicht verpflichtet werden, an jedem Netzpunkt eine unterbrechungslose Elektroenergieversorgung zu garantieren.

Es ist erforderlich, den Erwartungswert des Schadens infolge Energieausfall für große landwirtschaftliche Produktionsanlagen zu ermitteln. Mit Hilfe der Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion [2] kann dieser Erwartungswert je Unterbrechung über der Unterbrechungsdauer dargestellt werden. Bei Produktionsanlagen mit mehreren Elektroenergieanschlüssen bzw. mit Netzersatzanlagen ist zwischen Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion für totale oder teilweise Unterbrechung der Elektroenergieversorgung zu unterscheiden.

Der Energieversorgungsbetrieb kann mit Hilfe von Häufigkeits-Unterbrechungsdauerspektren für Systemknotenpunkte oder Abnehmer die zu erwartende Häufigkeit der totalen Unterbrechung oder der Minderung der Elektroenergieversorgung über der Unterbrechungsdauer angeben.

Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion

Zur Ermittlung der Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion sind folgende Schritte erforderlich:

- Gültigkeit der Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion (Zeitpunkt der Ermittlung, Zeitraum der Gültigkeit)
- Ermittlung der Schadensart (zeitproportionale Schäden, konstante Schäden)
- Ermittlung der Schadenshöhe
- Ermittlung des Erwartungsfaktors für den Schaden (der Erwartungsfaktor gibt das Verhältnis der jährlichen Stundenzahl, in der der Schaden auftreten kann, zur Gesamtstundenzahl eines Jahres an)
- Berechnung des Erwartungswertes des Schadens je Unterbrechung
- zusammenfassende Darstellung aller Erwartungswerte des Schadens je Unterbrechung in der Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion

Werden Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktionen für landwirtschaftliche Produktionsanlagen aufgestellt, sind zwei wichtige Schlußfolgerungen zu erkennen:

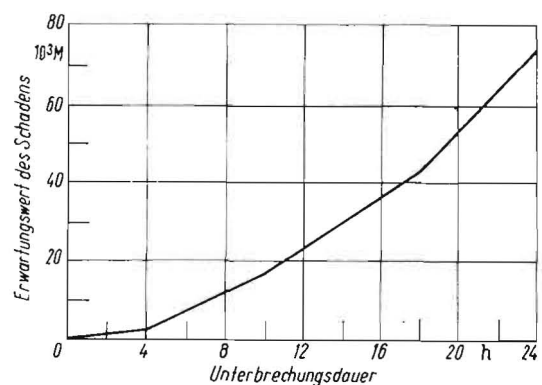
- Bis zu einer bestimmten Unterbrechungszeit der Elektroenergieversorgung entsteht kein Schaden. Danach steigt der Schaden stark an.
- Der Schaden wird erheblich geringer, wenn eine Teillieferung der Elektroleistung möglich ist. Als spezifischer Wert zur Schadensermittlung kann der mittlere spezifische Schaden, d. h. der auf eine ausgefallene kWh bezogene Schaden, herangezogen werden.

Um die Größenordnung moderner Anlagen und die Schäden bei Elektroenergieausfall zu veranschaulichen, sollen Beispiele angeführt werden:

In der Milchviehhaltung werden Anlagen bis zu einer Konzentration von etwa 2 000 Tieren betrieben. Eine derartige Anlage ist energiewirtschaftlich durch folgende Kennwerte zu charakterisieren [3]:

Anschlußwert: $P_{AN} = 1\,000\text{ kW}$	Licht $P_{AN} = 150\text{ kW}$
	Kraft $P_{AN} = 840\text{ kW}$
	Wärme $P_{AN} = 10\text{ kW}$
Leistungsanspruchnahme:	$P_{max} = 400\text{ kW}$
	$S_{max} = 615\text{ kVA}$
Ausnutzungsgrad des Anschlußwertes:	$a_{P_{AN}} = 0,40$
Leistungsfaktor: (bei S_{max})	$\cos \varphi = 0,65$
Elektroenergieverbrauch:	$A = 700\text{ MWh/a}$

Bild 1. Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion einer Milchviehanlage mit 2000 Tierplätzen



* Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik (Direktor: Prof. Dr. agr. habil. R. THURM)

Erste Untersuchungen in derartigen Anlagen ergaben, daß eine Unterbrechung der Elektroenergieversorgung etwa die in Bild 1 dargestellte Schadensfunktion auslöst. Diese Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion bezieht sich auf Totalausfall der Elektroenergie.

Als weiteres Beispiel sei die Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion einer Bullenmastanlage für 10 000 Mastbullen angeführt (Bild 2). An diesem Beispiel sollen einige Erläuterungen die Aussagen der Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion verdeutlichen.

Längerer Ausfall der Fütter- oder Wasserzuführung vermindert die Massezunahme der Tiere, und durch Unruhe der Tiere können Schäden an den Stalleinrichtungen bzw. Verletzungen vorkommen. Der mit dem Elektroenergieausfall verbundene Lüfterausfall führt dazu, daß in der Anlage Sauerstoffmangel eintritt, der bis zum Erstickungstod von Tieren führen kann. Das Öffnen der Türen und der wenigen Fenster der Ställe kann die Erstickungsgefahr nicht beseitigen, da durch die Öffnungen ein ausgleichender Gasaustausch nicht gewährleistet ist. Es ist damit zu rechnen, daß nach 2 bis 3 h ein erheblicher Ausfall im Tierbestand beginnt. Nach 11 h Elektroenergieunterbrechung kann ein Schaden von 10 Mill. Mark angesetzt werden.

Dieser Wert entspricht einem mittleren spezifischen Schaden von 10 000 Mark je ausgefallener kWh. Für diese landwirtschaftliche Produktionsanlage ergibt sich somit die Notwendigkeit, eine Elektroenergiebereitstellung zu garantieren, bei der in Ausnahmefällen mit Unterbrechungsdauern von maximal 1 h gerechnet werden muß.

In der Projektierungsphase einer derartigen Produktionsanlage muß mit dem Energieversorgungsbetrieb vereinbart werden, ob durch netzseitige Maßnahmen die geforderte Versorgungszuverlässigkeit garantiert werden kann. Anderenfalls sind zur Produktionsanlage gehörende Netzersatzanlagen erforderlich.

Netzersatzanlagen

Netzersatzanlagen bestehen aus einer mit Ersatzenergie angetriebenen Antriebsmaschine und einem Elektrogenerator. Gebräuchliche Energieträger für die Antriebsmaschine sind Dieselöl, Vergaserkraftstoff oder Gas. Netzersatzanlagen können stationär aufgestellt oder fahrbar sein. Für große Anlagen werden statt des Kolbenmotors auch Gasturbinen eingesetzt. Je nach der zulässigen Unterbrechungsdauer der Elektroenergiebereitstellung ist zwischen handgesteuerten und automatikgesteuerten Netzersatzanlagen zu wählen.

Bei landwirtschaftlichen Produktionsanlagen sind bis jetzt noch keine Produktionseinrichtungen bekannt, die unterbrechungslos oder mit zulässigen Energieausfallzeiten von wenigen Sekunden arbeiten müssen. Deshalb genügen Netz-

ersatzanlagen, die in wenigen Minuten einsatzbereit sind. Bei großen, nach industriemäßigen Gesichtspunkten arbeitenden landwirtschaftlichen Produktionsanlagen kommen mobile Netzersatzanlagen nicht in Frage. Zweckmäßig sind stationäre automatikgesteuerte Anlagen.

Wie erste Untersuchungen zeigen, ist es zu aufwendig, die gesamte benötigte Elektroleistung durch Netzersatzanlagenleistung bei Elektroenergieausfall bereitzustellen. Mit Hilfe einer Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion für den Betrieb mit Elektroteilleistung kann der auftretende Schaden abgeschätzt und die erforderliche Netzersatzanlagenmindestleistung bestimmt werden.

Die für Netzersatzanlagen erforderlichen Investitionen sind in modernen landwirtschaftlichen Produktionsanlagen anlagebedingt und können bei der Anlagenprojektierung nicht vernachlässigt werden.

Zusammenfassung

Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktionen für Produktionsanlagen in der Landwirtschaft geben darüber Auskunft, mit welchen Schäden in Abhängigkeit von der Zeit zu rechnen ist. Die Funktionen sind für Großanlagen getrennt aufzustellen, wobei sowohl direkte Produktionsausfälle und Qualitätsschäden am Produkt berücksichtigt, aber auch die komplizierten biologischen Vorgänge qualitativ und quantitativ erfaßt werden müssen.

Aus einer exakt erarbeiteten Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion lassen sich mit dem Zuverlässigkeitsgrad am entsprechenden Netzpunkt ökonomisch richtige Entscheidungen über den Einsatz von Netzersatzanlagen treffen. Netzersatzanlagen sind dann ökonomisch gerechtfertigt, wenn die Gegenüberstellung des Zuverlässigkeitsgrades mit der Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion höhere wahrscheinliche Schadenswerte erwarten läßt, als die Anschaffung, der Betrieb und die Unterhaltung von Netzersatzanlagen verursachen würden.

In modernen landwirtschaftlichen Produktionsanlagen mit industriemäßigem Charakter und hoher Tierkonzentration tritt diese Notwendigkeit des Einsatzes von Ersatzanlagen auf.

Für weitere Untersuchungen kann geschlußfolgert werden: Die Methoden zur Aufstellung von Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktionen sind weiterzuentwickeln, so daß diese Funktionen mit geringem Aufwand zu ermitteln sind.

Es sind Wege zu suchen, Zuverlässigkeitskennwerte für bestimmte Netzpunkte schnell zu ermitteln.

Darüber hinaus sind genauere Untersuchungen anzustellen, welche Prozesse in den Produktionsanlagen bei Elektroenergieausfall durch die Netzersatzanlagen betrieben werden und auf welche Prozesse verzichtet werden kann. Diese Untersuchungen sind für die Dimensionierung der Netzersatzanlagen wichtig.

Literatur

- [1] SCHILLER, G.: Verfahren zur Berechnung der wirtschaftlichen Störungsreserve der Erzeugerleistung. Tagungsheft Netztagung, Leipzig 1969, Bd. 1
- [2] LINDNER, H.: Beitrag zur Beurteilung des wirtschaftlichen Schadens infolge Störungen der Elektroenergieversorgung. TU Dresden, Sektion Elektrotechnik, Großer Beleg Nr. F 48/66
- [3] Ingenieurbüro für Energetik in der Landwirtschaft: Kennziffernkatalog für die Energieanwendung in der Landwirtschaft. Rostock 1970 A 8400

Bild 2. Schadens-Unterbrechungsdauer-Funktion einer Milchviehanlage mit 10 000 Tierplätzen

