

Fertigungsbetriebe ohne Verständigung der Projektierungseinrichtungen ihre Produktion ändern oder gar einstellen.

Erwähnt muß werden, daß eine Auswertung der Ergebnisse nach der Inbetriebnahme der projektierten Anlage erfolgt und die gewonnenen Erkenntnisse den Projektanten zur Verbesserung seiner Projektierungsleistungen zufließen. Dies geschieht auf der Grundlage von Beispielanlagen durch Prüfung und Erprobung. Nach der Prüfung und Erprobung werden dann die Angebotsprojekte erarbeitet. Diese Reihenfolge wird aber oft nicht eingehalten. Hinzu kommt, daß der Projektant trotz ernsthafter Bemühungen die funktionsfähige Anlage selten besichtigen darf. Bauausführender und Projektant sollten gemeinsame Lösungen suchen und sich dabei effektiv unterstützen.

### Zusammenfassung

Die Erfahrungen der Praxis und die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse müssen sich in jedem Projekt widerspiegeln. Durch fachliche Zusammenarbeit zwischen Anlagenerrichter und Projektant ist zu sichern, daß die Anlagen projektgetreu errichtet werden.

Der Auftraggeber sollte erkennen, daß die Projektierung und Errichtung von industriemäßigen Anlagen mit höchstem volkswirtschaftlichem Nutzen und geringstem materiellem und finanziellem Aufwand nur dann erfolgen kann, wenn Termine vorgegeben werden, die sich ohne Überstürzung realisieren lassen. Nur so können in enger sozialistischer Gemeinschaftsarbeit die neuen modernen Anlagen der industriemäßigen Pflanzen- und Tierproduktion errichtet werden.

A 1028

## Optimierung von Netzersatzanlagen

Dr.-Ing. H. Rößner, KDT, Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim

Dr. agr. H. Fitzthum, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

### Untersuchungsproblematik

Eine Besonderheit des Produktionsablaufs in der Tierproduktion ist, daß er zeitlich nicht unterbrochen werden kann. Technologische Prozesse sind nur innerhalb verhältnismäßig kleiner Zeittoleranzen zu verschieben, ohne daß Schäden durch Produktionsverluste, Absinken der tierischen Leistung und Minderung der Qualität des Produkts eintreten bzw. Mehraufwendungen für die Schadensvermeidung notwendig werden. Diese Feststellung ist vor allem für industriemäßige Produktionsanlagen zutreffend. Bei diesen Anlagen ist durch den Grad der Tierkonzentration, den Umfang der Produktion sowie durch den Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad bei Ausfall von Teilsystemen der Produktionsanlage ein vorübergehender Übergang zur Handarbeit nicht mehr möglich.

Die bei Netzausfall eintretenden Schäden steigen mit wachsender Anlagengröße und Produktionsintensität. Je größer die Energieintensität des Produktionsprozesses ist, desto höher ist die Schadenserwartung. Obwohl diese Tatsache prinzipiell bekannt ist, fehlten bisher detaillierte Untersuchungen und vor allem quantitative Aussagen zum Bestimmen der Schadenshöhe in Abhängigkeit von der Unterbrechungsdauer.

Die in Tierproduktionsanlagen erreichten energiewirtschaftlichen Größenordnungen und die Tendenz, daß in naher Zukunft durch Vergrößerung der Anlagen der Leistungsbedarf weiterhin ansteigen wird, führen dazu, daß sich industriemäßige Anlagen der Tierproduktion zu einem Lastschwerpunkt für Elektroenergieabnahme im Territorium entwickeln.

Es wurden Untersuchungen vorgenommen, um zu ermitteln, welche Arbeits- und Produktionsprozesse mit Hilfe der Elektroenergie betrieben werden, und um Ansatzpunkte dafür zu erhalten, welche Produktionsprozesse im Havariefall mit Elektroenergie zu versorgen sind. Außerdem war zu ermitteln, wo eine Vollversorgung notwendig ist oder die Ersatzleistung reduziert werden kann. Die Ergebnisse lassen sich in folgenden Formulierungen zusammenfassen:

- In Tierproduktionsanlagen müssen bestimmte Prozesse unbedingt und im vollen Umfang betrieben werden (z. B. Melken bei der Milchviehhaltung), wenn kein Schaden eintreten soll.
- Eine Anzahl von Arbeitsprozessen kann ohne Schadensbildung im reduzierten Umfang durchgeführt werden (z. B. Klimatisierungsprozesse).
- Einige Prozesse können ohne Schadenserwartung unterbrochen werden (z. B. Entmistung, Gülleabtransport).

Diese Erkenntnisse führten zur Definition des Begriffs der Havarietechnologie und des Havariefaktors für Tierproduktionsanlagen [1].

### Zulässige Unterbrechungsdauer von Arbeitsprozessen

Unter Havarietechnologie sind anlagenspezifische oder verallgemeinerte Maßnahmen zu verstehen, die geeignet sind, Schäden beim Ausfall von Maschinen zu verhindern oder zu vermindern. Der Havariefaktor ist der prozentuale Versorgungsanteil mit Ersatzenergie im Havariefall, der anlagenspezifisch mit Hilfe der Havarietechnologie zu erarbeiten ist. Der Havariefaktor hat beispielsweise für Fütterung, Milchgewinnung, Desinfektion und Reinigung den Wert 1,0, für Beleuchtung, Klimatisierung, Entmistung den Wert 0,3 bis 0,7, für Güllebehandlung, Futterannahme den Wert 0.

Mit Hilfe der Havarietechnologie und der Havariefaktoren können die Kennwerte der Leistungsanspruchnahme berechnet werden. Eine Leistungssenkung im Havariefall durch technisch-technologische Maßnahmen gestattet den Einsatz kleinerer Reserveaggregate und wirkt sich dadurch ökonomisch günstig aus.

Es ist beispielsweise möglich, in Milchviehanlagen mit 2000 Tierplätzen im Havariefall mit 44% der elektrischen Leistung auszukommen. Für eine große Bullenmastanlage wurde als erforderliche Leistung 50% der Normleistung ermittelt, für eine Schweinzuchtanlage 60% und für eine Legehennenanlage 68%. Wichtig ist zu wissen, welche Unterbrechungsdauer von Arbeitsprozessen zulässig ist. Dabei ist festzustellen, daß das Leistungsverhalten der Tiere einem sehr komplizierten Wirkungsmechanismus unterliegt. Ererbte Faktoren bestimmen die Leistungen der Tiere zu etwa 30%, mit etwa 70% sind Umweltfaktoren für die Leistungsbildung verantwortlich. Untersuchungen zeigten eine große Zahl von leistungsbeeinflussenden Größen und entsprechende Unsicherheiten in der Bestimmung der Schadenshöhe bei Netzausfall. Entsprechende Betrachtungen wurden unter dem Aspekt gesehen, daß keine Tierverluste durch Verenden von Tieren eintreten dürfen.

Um für Berechnungen konkrete Werte der zulässigen Unterbrechungsdauer für Elektroenergie zu erhalten, wurden für die industriemäßige Tierproduktion Durchschnittswerte ermittelt:

Milchviehhaltung	120 min
Mastrinderhaltung	120 min
Mastschweinehaltung	30 min
Zuchtschweinehaltung	60 min

## Geflügelhaltung

30 min

Bei diesen Zeitgrenzen handelt es sich um Durchschnittswerte, die gebildet wurden ohne Beachtung der Besonderheiten, die sich aus der unterschiedlichen Tiermasse, der unterschiedlichen Haltungsförm u. a. Faktoren ergeben[2].

## Zuverlässigkeit der Elektroenergieversorgung

Untersuchungen wurden darüber angestellt, inwieweit die Einrichtungen der Elektroenergieversorgung eine derartig hohe Zuverlässigkeit gewährleisten, daß Schäden in landwirtschaftlichen Produktionsanlagen ausgeschlossen werden können. Das Elektroenergiesystem mit seiner Vielzahl an Systemelementen (Generatoren, Transformatoren, Leistungsschalter, Schaltzellen, Freileitungen, Kabel u. a.) muß einer ständigen Bedarfssteigerung genügen. Deshalb und wegen des moralischen und physischen Verschleißes aller Systemelemente ist eine kontinuierliche Rekonstruktion des Elektroenergiesystems erforderlich. Daraus ergibt sich, daß ein einheitlicher Qualitätszustand aller Systemelemente nicht erreicht werden kann. Aus technischen und ökonomischen Gründen ist es nicht sinnvoll, eine absolut störungsfreie Elektroenergieversorgung für alle Abnehmer generell anzustreben. Der Aufwand für den Netzausbau, den Netzbetrieb und die zu erwartenden Schäden bei Netzunterbrechung muß berücksichtigt werden bei der Betrachtung der Versorgungszuverlässigkeit in einem bestimmten Gebiet. Das Risiko von Störungen muß somit bei der Elektroenergieversorgung eingeplant werden.

Statistisches Material liefert Unterlagen für Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen zur Versorgungszuverlässigkeit mit Elektroenergie. Für das Niederspannungsnetz wird z. B. ausgewiesen, daß im Jahr bei 100 Ortsnetztransformatoren durchschnittlich 5 Schäden auftreten. Im Kabelnetz muß je 100 km Länge mit 50 Schäden jährlich gerechnet werden. Mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsgesetze kann für jeden Netzknotenpunkt die zu erwartende Häufigkeit von Unterbrechungen und deren Dauer vorausbestimmt werden. Es liegt ein Rechnerprogramm vor, mit dem für jeden Netzknotenpunkt im Mittelspannungsnetz das sogenannte Häufigkeits-Unterbrechungsdauer-Spektrum berechnet werden kann.

Für große landwirtschaftliche Tierproduktionsanlagen ist es erforderlich, ein Häufigkeits-Unterbrechungsdauer-Spektrum für den Standort der Anlage zu berechnen. Dieses Spektrum dient dann als Grundlage für die Festlegung, welche Maßnahmen netzseitig zur Erhöhung der Versorgungszuverlässigkeit erforderlich sind bzw. welche Netzersatzanlage gegebenenfalls vorzusehen ist.

## Netzersatzanlagen und ihr optimaler Einsatz

Unter Netzersatzanlagen werden vom Versorgungsnetz der öffentlichen Energieversorgung unabhängige Stromerzeugungsanlagen verstanden, durch die bei Netzunterbrechung ein Weiterbetrieb von elektrotechnischen Anlagen, gegebenenfalls in beschränktem Umfang, ermöglicht wird. Der oft noch verwendete Begriff „Notstromversorgung“ war für kleine landwirtschaftliche Produktionsanlagen angebracht. Die konsequente Verwendung des Begriffs „Netzersatzanlage“ soll verdeutlichen, daß es sich um für die Produktion notwendige technische Anlagen zum Ersatz der unterbrochenen Elektroenergieversorgung handelt und kein „Notfall“ vorliegt.

In Erweiterung der genannten Begriffsbestimmung werden zur Netzersatzanlage die erforderlichen Schalt-, Meß-, Steuer- und Regeleinrichtungen sowie die Installationsanlage zugerechnet. Erst dadurch ist eine Optimierung der komplexen Einrichtungen zum Ersatz des öffentlichen Energieversorgungsnetzes möglich. Für das Stromerzeugungsgerät wird der Begriff „Reserveaggregat“ benutzt.

Reserveaggregate bestehen aus einer mit Dieselöl, Vergaserkraftstoff oder Gas angetriebenen Verbrennungskraftmaschine und einem Synchrongenerator. Die Maschinen können mobil oder stationär eingesetzt werden. Für den Einsatz bei großen landwirtschaftlichen Produktionsanlagen sind nur stationäre Anlagen zweckmäßig. Der Vorteil der Umsetzbarkeit mobiler Reserveaggregate ist bei den Großanlagen bedeutungslos, da bei

Elektroenergieunterbrechung nicht genügend Zeit vorhanden ist, um erst ein mobiles Reserveaggregat zu besorgen. Außerdem muß damit gerechnet werden, daß für mehrere Produktionsanlagen die Elektroenergieversorgung unterbrochen ist, so daß für jede industrielle Produktionsanlage Reserveaggregate vorzusehen sind.

Der optimale Einsatz von Reserveaggregaten hängt von verschiedenen Kriterien ab. Neben technischen Gesichtspunkten spielen vor allem ökonomische Kriterien eine wichtige Rolle. Ausgangspunkt für die Auswahl eines oder mehrerer Reserveaggregate für eine bestimmte landwirtschaftliche Produktionsanlage ist in jedem Fall der berechnete Wert der erforderlichen maximalen Leistungsanspruchnahme (Havarieleistung). Für diesen Wert können dann Aggregate ausgewählt und miteinander verglichen werden.

Ausgehend von wichtigen in der DDR hergestellten Reserveaggregaten im Nennleistungsbereich von 75 bis 1000 kVA wurden Untersuchungen über den zweckmäßigen Einsatz derartiger Reserveaggregate vorgenommen. Für den Einsatz in landwirtschaftlichen Großanlagen eignen sich Dieselmotoren und Gasturbinen als Antriebsmaschinen. Gasturbinen besitzen eine kompaktere Bauweise, benötigen wenig umbauten Raum ohne teure Fundamente und weisen kurze Anfahrzeiten von 1 bis 2 Minuten auf. Nachteilig sind starke Lärmentwicklung, hohe Geschwindigkeit und Temperatur der Abgase sowie schlechterer energetischer Wirkungsgrad gegenüber dem Antrieb des Generators durch einen Dieselmotor.

In der Landwirtschaft sollten nur noch Reserveaggregate eingesetzt werden, die einen hohen Automatisierungsgrad aufweisen. Es ist prinzipiell möglich, eine unterbrechungslose Elektroenergiebereitstellung durch automatisierte Netzersatzanlagen zu verwirklichen. In der Landwirtschaft ist ein unterbrechungsloser Betrieb nicht erforderlich. Deshalb kann z. B. eine Dieselaomatik eingesetzt werden, die den automatischen Start, die Überwachung der Hauptbetriebsgrößen und die Stillsetzung des Reserveaggregats verwirklicht. Die Untersuchungen ergaben, daß in der Mehrzahl der Anwendungsfälle der Startbefehl für das Einschalten der Reserveaggregate von Hand gegeben werden kann. Die Einschaltung sollte erst dann erfolgen, wenn nach 3 bis 5 Minuten die Unterbrechung der Elektroenergieversorgung mit Sicherheit feststeht. Der Parallelbetrieb von Reserveaggregaten sollte in der Landwirtschaft unbedingt mit automatisierten Synchronisierereinrichtungen erfolgen.

## Zur Projektierung von Reserveaggregaten

Um zu beurteilen, welche Reserveaggregate einzusetzen sind, wurden entsprechende ökonomische Berechnungen durchgeführt. Da hinsichtlich der Betriebszuverlässigkeit an Netzersatzanlagen hohe Anforderungen gestellt werden müssen, läßt das Betreiben von mehr als einem Reserveaggregat bei Ausfall einer Maschine immer noch einen reduzierten Havariebetrieb zu. Deshalb sollte ab 160 kVA Nennleistung der etwas höhere Kostenaufwand für den Einsatz von zwei Reserveaggregaten in Kauf genommen werden. In Tafel 1 sind Untersuchungsergebnisse zur zweckmäßigen Auswahl der Leistungsgrößen von Reserveaggregaten im Einzel- oder Parallelbetrieb zusammengestellt.

Tafel 1. Einsatz von Reserveaggregaten (Dieselmotor)

Lfd. Nr.	Havarieleistung in kW bis ...	Anzahl von Reserveaggregaten	Nennleistung in kVA
1	65	1	75
2	95	1	105
3	140	1	155
4	160	2	105
5	225	2	155
6	300	3	105
7	400	2	250
8	540	2	330
9	660	2	450
10	750	2	450
11	1000	2	600

Um den Berechnungsaufwand für die Bestimmung der Havarieleistung und der erforderlichen Reserveaggregate zu vermindern, wurde ein Rechenprogramm erarbeitet. Mit dem Programm werden folgende Aufgaben erfüllt:

- Bestimmung des Erwartungswerts des Schadens bei Elektroenergieunterbrechung, bezogen auf den Standort der Anlage
- Ermittlung der Tagesbelastungskurven für Normal- und Havariebetrieb und Berechnung des Anschlußwerts, der maximalen Leistungsanspruchnahme und des Ausnutzungsgrades des Anschlußwerts
- Berechnung des Aufwands für die erforderlichen Reserveaggregate
- Entscheidung über die Notwendigkeit des Einsatzes einer Netzersatzanlage
- Auswahl der Reserveaggregate, die den geringsten Aufwand erfordern.

Das erarbeitete Rechenprogramm soll bei der Projektierung großer landwirtschaftlicher Produktionsanlagen nützlich sein. Zur Zeit wird damit begonnen, eine Projektierungsrichtlinie zu erarbeiten, in der die neuesten Erkenntnisse berücksichtigt werden.

Die zu Netzersatzanlagen gehörenden Schalteinrichtungen und die Elektroinstallation müssen in landwirtschaftlichen Produktionsanlagen so ausgewählt bzw. projektiert werden, daß bei Havariebetrieb ohne Schwierigkeiten das Umschalten auf die Reserveaggregate erfolgen kann. Die selbsttätige Herstellung des Schalt- bzw. Betriebszustands im Havariefall soll so geschehen, daß die Abgänge oder Verbraucher, die nicht benötigt werden, keine und alle anderen nach erfolgter Umschaltung weiter Spannung erhalten. In der Praxis wurde bisher das Reserveaggregat zur Produktionsanlage nur „dazugestellt“ und nicht sinnvoll integriert. Dadurch kann es passieren, daß beim Einschalten von zu vielen Verbrauchern das Reserveaggregat überfordert wird, der Überstromschutz anspricht und die Abschaltung des Aggregats erfolgt. Wird demgegenüber bereits bei der Projektierung der Elektroanlage die Netzersatzanlage berücksichtigt, so kann mit wenig oder ohne Mehraufwand erreicht werden, daß optimale Verhältnisse bei Havariebetrieb vorliegen. Die Havarietechnologie schreibt vor, wie der Produktionsablauf bei Netzunterbrechung zu organisieren ist. Da nur für die produktionswichtigen

Verbraucher Reserveenergie zur Verfügung steht, müssen die Schaltungen so aufgebaut sein, daß Verbrauchergruppen entsprechend ihrer Wertigkeit geschaltet werden können.

Die Untersuchung einer Vielzahl von Schaltungsvarianten führte zu Vorzugsvarianten, durch die der technische und ökonomische Mehraufwand beim Einsatz von Netzersatzanlagen am geringsten ist und der Havariebetrieb sicher beherrscht wird.

Vorhandene Netzersatzanlagen müssen entsprechend gewartet und instand gehalten werden. Zu diesem Zweck muß in jeder Anlage ein Plan erarbeitet werden, aus dem die Verantwortlichkeit hervorgeht, Fristen für Probetrieb, Kontrollen usw. vorgeschrieben sind. Darüber hinaus sollten alle Beschäftigten von Zeit zu Zeit über den Havariebetrieb belehrt werden. Zweckmäßig ist außerdem, hin und wieder den Havariefall zu simulieren, also ein Havarietraining durchzuführen, damit im Falle der Netzunterbrechung keine unvorhergesehenen Pannen auftreten.

#### Zusammenfassung

- Die Versorgungssicherheit von Elektroenergie ist je nach den örtlichen Bedingungen unterschiedlich, jedoch selten so hoch, daß Unterbrechungen ausgeschlossen werden können.
- Für industriemäßige Tierproduktionsanlagen sind deshalb in der Vielzahl der Fälle Netzersatzanlagen erforderlich.
- Netzersatzanlagen bestehen aus den Reserveaggregaten und aus entsprechenden Stromkreisen zur Versorgung der bei Havarie betriebenen Teilsysteme, den dazugehörigen Trenn- und Schalteinrichtungen.
- Netzersatzanlagen können richtig bemessen werden, wenn mit Hilfe der Havarietechnologie die zur Schadensvermeidung unbedingt erforderliche Leistung ermittelt wird.
- Zur Entscheidungsfindung über den zweckmäßigen Einsatz von Netzersatzanlagen existiert ein Rechnerprogramm.
- Vorhandene Netzersatzanlagen sind entsprechend zu warten. Belehrungen der Beschäftigten und Havarietraining sollten durchgeführt werden.

#### Literatur

- [1] Fitzthum, H.; Rößner, H.: Optimierung von Netzersatzanlagen. TU Dresden, Forschungsbericht 1974 (unveröffentlicht).
- [2] Rößner, H.; Fitzthum, H.: Über zulässige Unterbrechungsdauern von Arbeitsprozessen in landwirtschaftlichen Produktionsanlagen. agrartechnik 23 (1973) H. 7, S. 313.

A 1014

## Einsatz von Hell- und Dunkelstrahlern in der Landwirtschaft

Obering. H. Ribbecke, KDT, Inspektor der Technischen Überwachung der DDR

### 1. Grundsätzliche Festlegungen

Mit Beginn der kalten Jahreszeit ist immer wieder festzustellen, daß die Anzahl der Brände in den landwirtschaftlichen Objekten zunimmt. Die Brandursachen sind überwiegend Nichtbeachtung des allgemeinen Brandschutzes, mangelhafte Kenntnis im Umgang mit elektrotechnischen Geräten und unzureichende Kenntnisse bei der Anwendung von Infrarotstrahlern. Der Einsatz von Infrarotstrahlern erfolgt hauptsächlich in der Aufzucht von Kleintieren (Küken und Ferkel), um den Jungtieren die erforderliche Nestwärme zu ersetzen. In Stallungen mit Heizung werden die Infrarotstrahler mit Beginn der kalten Jahreszeit als Übergangslösung eingesetzt oder an besonders kalten Tagen als Zusatzheizung genutzt.

In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß die Infrarotstrahlergeräte kein Ersatz für eine Raumheizung sind und auch nicht sein können. Die Infrarotstrahlung ist eine Wärmestrahlung, die durch die Absorption im Medium (Tier, Streu u.a.) und nur im Strahlungsbereich wirksam ist. Bei Unterbrechung der Stromzufuhr, z. B. durch Abschalten des Strahlers oder bei Netzausfall, ist somit keine Strahlungswärme mehr vorhanden.

Überwiegend kommen heute nur noch Infrarothellstrahler zum Einsatz, insbesondere die Infrarotbiothermstrahler, da diese ein günstiges Strahlungsspektrum aufweisen, das biologisch den Stoffwechsel der Tiere beeinflusst und damit günstig auf die Zuchtergebnisse einwirkt. Der Infrarotdunkelstrahler (Infratrop) ist allerdings im Vergleich zu den Hellstrahlern wirtschaftlicher, da bei geringerem Stromverbrauch eine höhere Bestrahlungstemperatur und eine größere Bestrahlungsfläche erreicht werden.

Für die Anwendung von Infrarotstrahlergeräten ist die Arbeitsschutz- und Brandschutzanordnung 103/1 vom 14. März 1960 — Anwendung von Infrarotstrahlergeräten in der Tierzucht und Tierhaltung — nach wie vor verbindlich. Für die Herstellung und Lieferbedingungen gilt der DDR-Standard TGL 16544 — Elektrowärmeegeräte, Tieraufzuchtgeräte mit Infrarotstrahlung — vom August 1963. Es dürfen in den landwirtschaftlichen Anlagen nur Infrarotstrahlergeräte betrieben werden, die vom Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung (ASMW, vormals DAMW) geprüft und mit Prüfzeichen und Leistungsschild versehen sind.

Es ist nicht zulässig, Infrarotstrahler in Heizsonnengehäusen, Tischleuchten, Hängeleuchten u. ä. zu betreiben, da diese Geräte aufgrund ihrer Konstruktion eine erhöhte Oberflächentemperatur