

Biogasgärreste

Einsatz von Gärresten aus der Biogasproduktion als Düngemittel



Nr. 1 – 3/2009

Zusammengestellt von der Arbeitsgruppe I (Substratproduktion) im
„Biogas Forum Bayern“ von:

Einsatz von Gärresten aus der Biogasproduktion

Gärreste entstehen aus den verschiedensten Ausgangssubstanzen, die während des Gärprozesses in Abhängigkeit von der Verweildauer, der Temperatur und dem Mischungsverhältnis unterschiedlichen Abbauraten unterliegen. Sie werden auf landwirtschaftliche Flächen zur Nährstoffversorgung der Kulturen ähnlich des Wirtschaftsdüngers Gülle ausgebracht. Sind die Gärreste aus der Vergärung von pflanzlichen Materialien aus landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Betrieben (auch gemischt mit tierischen Ausscheidungen) entstanden, werden sie als Wirtschaftsdünger betrachtet. Werden andere Stoffe (z. B. Bioabfälle) mitvergoren, handelt es sich nach der Düngemittelverordnung um organische Düngemittel. Durch den Gärprozess entstehen jedoch qualitative und quantitative Veränderungen, die eine angepasste fach- und umweltgerechte Ausbringung erfordern.

Stoffliche Zusammensetzung des Gärrestes

Im Verlauf des anaeroben Gärprozesses wird organische Trockenmasse abgebaut, folglich liegt der Trockenmassegehalt des vergorenen Materials deutlich unter dem des Eingangsmaterials. In der Praxis werden häufig TS-Gehalte von 5 bis 7 % gemessen.

Der Nährstoffgehalt der Gärreste ist von der Zusammensetzung der Eingangssubstrate, deren Nährstoffgehalte und den Gärbedingungen abhängig. Ergebnisse der Gärrestuntersuchungen von Praxisbetrieben zeigen, dass die TS- und Nährstoffgehalte stark schwanken (Tab. 1). Daher können keine allgemein gültigen Tabellenwerte abgeleitet werden. Für eine pflanzenbaulich und umweltgerechte Verwertung des Gärsubstrates sind betriebsspezifische Untersuchungen der Gärreste unerlässlich und in Anbetracht der gestiegenen Düngemittelpreise anzuraten. Nach der Düngeverordnung muss bei Eigenverwertung jährlich mindestens eine Gärrestuntersuchung vorliegen. Für die Abgabe von Gärresten gelten die Vorschriften der Düngemittelverordnung mit Untersuchungen zu den Hauptabgabeterminen. Die Werte der Tabelle 1 können daher lediglich als Anhaltspunkt dienen.

Tab. 1: Analyse von Gärsubstraten (Praxisbetriebe)

	TS (in %)	N ges. (kg/m ³)	NH₄-N (kg/m ³)	P₂O₅ (kg/m ³)	K₂O (kg/m ³)
Min.	2,9	2,4	1,5	0,9	2,0
Max.	13,2	9,1	6,8	6,0	10,6
Ø	6,7	5,4	3,5	2,5	5,4

Für die Lagerung der Gärreste wird eine Lagerkapazität von mindestens 6 Monaten empfohlen. Weitere Hinweise sind in der LfL-Information „Wirtschaftsdünger und Gewässerschutz“ http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_34348.pdf enthalten.

Bewertung der Stickstofffraktionen

Die absoluten Nährstoffgehalte in der Frischsubstanz ändern sich durch die Vergärung nur unwesentlich. Von besonderer Bedeutung ist der durch den Abbau organischer Substanz steigende pflanzenverfügbare Stickstoff, der sich in einem höheren Ammoniumanteil am Gesamtstickstoff zeigt. Während dieser sofort wirksame Stickstoff z. B. in Rindergülle einen Anteil von 40 bis 50 % des Gesamtstickstoffes einnimmt, werden in Gärresten in Abhängigkeit von den Einsatzstoffen und des Gärprozesses Werte von 50 bis 80 % erreicht.

Beim Gärprozess wird nur die leicht abbaubare organische Masse abgebaut, es bleibt hauptsächlich schwerer abbaubare, relativ stabile organische Substanz zurück worin der restliche Stickstoff gebunden ist. Ein kleiner Teil davon wird relativ schnell mineralisiert (ca. 10 %) und zusammen mit dem Ammoniumstickstoff als im Anwendungsjahr verfügbarer Stickstoff (N_{schnell}) bezeichnet. Der verbleibende Stickstoff wird sehr langsam mineralisiert, je nach Witterung und Bodenbearbeitungsintensität ist mit Freisetzungsraten von 1 bis 3 % des Gesamtstickstoffes pro Jahr zu rechnen.

Separierung

Viele Biogasanlagen gehen auch dazu über, die anfallenden Gärreste zu separieren. Es entsteht eine flüssige und relativ feste Phase. Erste Untersuchungen zeigen, dass auch in der festen Phase ein hoher schnell pflanzenverfügbarer Anteil von Ammoniumstickstoff verbleibt (Tab. 2). *Auch die feste Phase darf daher **nicht** in der von der Düngeverordnung vorgegebenen Sperrfrist ausgebracht werden.* Außerhalb der Sperrfristen darf die Ausbringung nicht auf überschwemmten, wassergesättigten, gefrorenen oder durchgängig mit mehr als fünf Zentimeter mit schneebedecktem Boden erfolgen. Untersuchungsergebnisse über die pflanzenbauliche Wirkung der separierten festen Gärreste stehen noch aus, aufgrund der stofflichen Zusammensetzung ist eine der Rindergülle ähnliche oder etwas langsamere, dafür länger anhaltende Stickstoffwirkung zu erwarten.

Die in allen Arten von Gärresten enthaltenen Phosphat- und Kalimengen sind in ihrer Wirkung langfristig denen der Mineraldünger gleichwertig und können in der Düngeplanung voll angesetzt werden.

Tab. 2: Durchschnittliche Analyseergebnisse von separierten Gärresten

	TS (in %)	N ges. (kg/m ³)	NH ₄ -N (kg/m ³)	P ₂ O ₅ (kg/m ³)	K ₂ O (kg/m ³)
flüssige Phase	5,7	4,9	3,0	2,3	6,2
feste Phase	24,3	5,8	2,7	5,0	5,8

Schwermetalle unterliegen keinem biologischen Abbau, sie konzentrieren sich daher in der verbleibenden Trockenmasse des Gärrückstandes. Da die tolerierbaren Schwermetallgehalte (z. B. BioAbfV, DüMV) in mg/kg Trockenmasse angegeben werden, kann es in manchen Fällen zu Grenzwertüberschreitungen kommen, obwohl die Gesamtfrachten gleich bleiben.

Pflanzenbauliche Bewertung

Der üblicherweise reduzierte TS-Gehalt der Gärreste führt zu einer höheren Fließfähigkeit und zu einem schnelleren Abfließen der Gärreste von den Pflanzen. Weniger Pflanzenverschmutzung und schnellerer Bodenkontakt sind die Folge, wodurch Gärreste vor weiteren gasförmigen Verlusten geschützt sind.

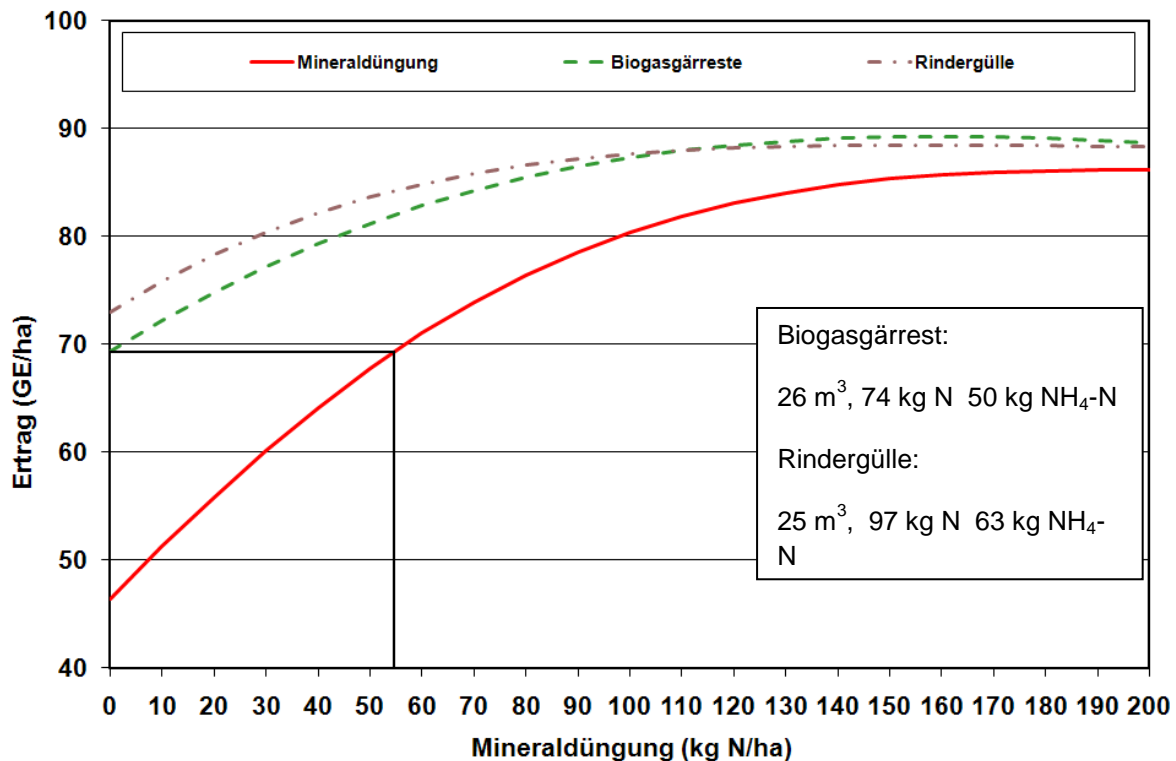


Abb. 1: N-Ertragskurven verschiedener organischer Dünger mit mineralischer Ergänzung (nach Boguslawski & Schneider), Ertragsmittel aus 1999 bis 2006, Puch. Wie aus Versuchen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft hervorgeht, ist der durch den Gärprozess gestiegene Ammoniumanteil am Gesamtstickstoff sofort pflanzenverfügbar und kann in seiner Wirkung mit Mineraldünger verglichen werden. Im Durchschnitt mehrerer Jahre wurde durch den Einsatz von 26 m³ Gärrest ohne mineralische Ergänzung ein Ertrag von 69 GE/ha erzielt, die gleiche Menge wie mit ca. 53 kg Stickstoff aus der mineralischen Düngung. Gärreste eignen sich daher gut zur Bestandesführung, erfordern jedoch auch einen gezielten Einsatz zeitnah zum Bedarf der Pflanzen. Mit Rindergülle wurde im Schnitt der Jahre sowohl mehr Gesamtstickstoff als auch Ammoniumstickstoff ausgebracht, daher konnten etwas höhere Erträge erzielt werden.

Resultierend aus dem fermentativen Abbauprozess steigt der pH-Wert des Gärrestes. Der höhere Ammoniumanteil in Verbindung mit den steigenden pH-Werten birgt die Gefahr von gasförmigen Verlusten in Form von Ammoniak während der Ausbringung des Gärrestes. Bei steigenden pH-Werten nimmt der Ammoniakanteil zu und der Ammoniumanteil entsprechend ab. Hohe Temperaturen beschleunigen diesen Vorgang. Die Risiken lassen sich durch eine verlustarme Ausbringung und sofortige Einarbeitung minimieren. Bei Kopfdüngung oder auf Grünland ist eine bodennahe, großtropfige Ausbringung bei bedecktem Himmel oder in den Abendstunden zu empfehlen.

Humuswirkung

Humus nimmt als Gesamtheit der organischen Substanz des Bodens eine grundlegende Funktion in Sachen Bodenfruchtbarkeit und Ertragsbildung ein. Dies gilt sowohl für den ökologischen als auch den integrierten Landbau. Zwar ist der Humusgehalt vorwiegend durch die Bodenart bestimmt, dennoch kann auch die ackerbauliche Nutzung Einfluss auf den Humusgehalt haben. Entscheidende Parameter sind Fruchtfolgegliederung, Art und Intensität der Bodenbearbeitung und Qualität der organischen Düngung.

Zur Erhaltung der organischen Substanz und zum Schutz der Bodenstruktur müssen bestimmte Anforderungen erfüllt sein, welche im Rahmen von Cross Compliance (CC) vorgegeben werden. Hierbei ist entweder der Humusgehalt der Ackerflächen zu ermitteln oder auf betrieblicher Ebene eine Humusbilanz zu erstellen. Beispielhaft ist in Tabelle 3 eine Humusbilanzierung nach CC für Silomais aufgeführt.

Tab. 3: Humuswirkung nach Cross Compliance (CC) für Silomais

Kultur	Humuswirkung nach CC	Gärrest (m ³)	Humuswirkung Gärrest	Humussaldo
Silomais	- 560	40	360	- 200

Bei den Berechnungen wurde ein Biogasgärrest mit 7 % TS angesetzt. Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, werden durch die Abfuhr von Silomais dem Boden 560 kg Humus-C entzogen. Im Gegenzug werden mit der Ausbringung der Gärreste 360 kg Humus-C zurückgeführt. Um nun eine ausgeglichene Humusbilanz zu erreichen, müssen humusmehrende Fruchtarten in die Fruchtfolge aufgenommen werden. Ein Humusbilanzausgleich durch höhere Gärrestdüngung ist aufgrund der Stickstofffrachten meist limitiert. Im Rahmen einer Biogasfruchtfolge kommt als Humusmehrer insbesondere den Zwischenfrüchten eine wichtige Rolle zu.

Nährstoffkreislauf im landwirtschaftlichen Betrieb

Ziel der Betrachtung des Nährstoffkreislaufes ist es, einen Überblick über die Summe der Nährstoffzu- und -abflüsse im Betrieb oder auf der Fläche zu gewinnen. Ein unausgeglichener Nährstoffsaldo kann einerseits zu Umweltbelastungen führen, andererseits den Abbau von Vorräten bedeuten. Mit sogenannten Nährstoffbilanzierungen ist es möglich, dies durch die Quantifizierung von Zu- und Abfuhr, bezogen auf einzelne Schläge oder auf die Gesamtflächen des Betriebes, zu beurteilen. Besonders für Biogasbetriebe die Substrate zukaufen ist es wichtig auf einen ausgeglichenen Nährstoffsaldo zu achten. Das Beispiel der Abbildung 2 verdeutlicht den Nährstoffkreislauf auf einer Fläche, die zum Anbau von Substraten für die Biogasanlage genutzt wird.

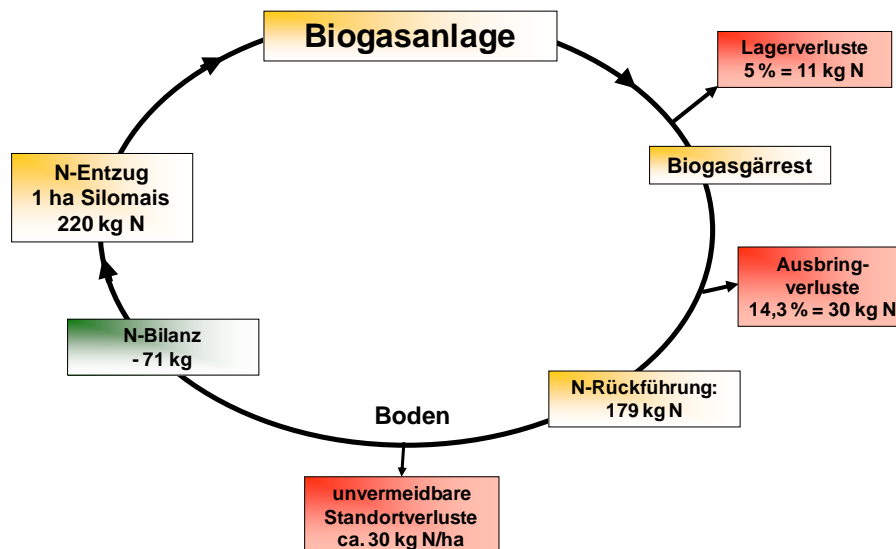


Abb. 2: Beispiel eines Nährstoffkreislaufes

Ein Hektar Silomais für die Produktion von Biogas entzieht ca. 220 kg Stickstoff/ha und Jahr. Dieser mit dem Pflanzenmaterial der Biogasanlage zugeführte Stickstoff geht im Laufe des Gärprozesses, abgesehen von Lagerverlusten in Höhe von 5 %, nicht verloren. Die bei der Ausbringung entstehenden Verluste können bis zur Höhe von 14,3 % berücksichtigt werden und sind durch die Anwendung einer verlustarmen Technik zu minimieren. Rechnerisch gelangen somit 179 kg Stickstoff mit dem Gärsubstrat wieder zurück auf das Feld. Auch bei Beachtung aller Aspekte der guten fachlichen Praxis sind Standortverluste in Höhe von 15 bis 40 kg Stickstoff nicht vermeidbar. Wird nur die Summe der genannten Verluste in Höhe von 71 kg (einschließlich 30 kg Standortverluste) durch Mineraldünger (oder andere Düngemittel) ersetzt, ist die Stickstoffbilanz als fachlich ausgeglichen zu betrachten und entspricht den Vorgaben der Düngeverordnung. Die Verluste können z. T. auch durch Gärreste ersetzt werden, die durch Substrate gewonnen wurden welche nicht dem Biogasbetrieb entstammen. Überschreiten die zugekauften Mengen die zum innerbetrieblichen Bilanzausgleich nötige Düngemenge trotz Abzug der unvermeidbaren Verluste, so muss Gärsubstrat abgegeben werden. Vorzugsweise sollte dieser überschüssige Gärrest an die Betriebe, die das Ausgangsmaterial geliefert haben zurückgegeben werden. Andernfalls besteht die Gefahr, die in der Düngeverordnung festgelegten Werte für eine gute fachliche Praxis zu überschreiten. In einigen Fällen kann auch die Phosphatfracht begrenzend wirken, betriebsindividuelle Berechnungen können darüber Auskunft geben.

Berechnungsprogramm unter <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung> → Nährstoffbilanz Bayern
 Bei der Berechnung der Nährstoffbilanz für Stickstoff nach der Düngeverordnung werden für pflanzliche Substrate bei Eigenerzeugung und Ausbringung auf Eigenflächen gasförmige Lager- und Ausbringverluste in Höhe von 18,6 % berücksichtigt. Für tierische Wirtschaftsdünger gelten die Verluste entsprechend Anlage 2 der Düngeverordnung. Kauft ein Betrieb pflanzliche Substrate oder organische Dünger zur Vergärung in der Biogasanlage zu, werden die darin enthaltenen Nährstoffe als Zugang bewertet. Für den Anteil des auf eigene Flächen aufgetragenen Gärrestes können wieder die genannten Verluste abgezogen werden. Bei Abgabe von Gärresten an andere Betriebe werden die Nährstoffuntersuchungsergebnisse multipliziert mit der abgegebenen Menge als Abfuhr aus dem betrieblichen Kreislauf verbucht.

Die Ausbringverluste (keine Lagerverluste) entstehen dann im aufnehmenden Betrieb.



Auszug wesentlicher Vorschriften der Düngeverordnung

Folgende auszugsweise wiedergegebenen Regelungen der Düngeverordnung sind für Biogasbetriebe besonders wichtig:

- Zeitliche und mengenmäßige Ausbringung so, dass die Nährstoffe von den Pflanzen weitestgehend ausgenutzt und Nährstoffverluste vermieden werden.
- Vor der Ausbringung ist der Düngebedarf der Kulturen festzustellen (Anrechnung von N_{\min} und N-Nachlieferung). Für Phosphat sind dafür spätestens alle 6 Jahre Bodenuntersuchungen durchzuführen.
- Die Ausbringung darf nicht erfolgen, wenn der Boden überschwemmt, wassergesättigt, gefroren oder durchgängig mit mehr als fünf Zentimeter mit Schnee bedeckt ist.
- Der direkte Eintrag in oberirdische Gewässer ist zu vermeiden. Es sind Mindestabstände zur Böschungsoberkante je nach Art der Ausbringtechnik und Neigung des Geländes vorgeschrieben.
- Die Ausbringung darf nur erfolgen, wenn der Gehalt an Gesamtstickstoff, Ammoniumstickstoff und Phosphat festgestellt wurde. Gärreste sind mindestens einmal jährlich auf der Grundlage wissenschaftlich anerkannter Messmethoden zu untersuchen. Bei Abgabe von Gärresten können auch mehrere Untersuchungen notwendig sein.
- Bei der Ausbringung auf unbestelltes Ackerland sind die Gärreste unverzüglich einzuarbeiten.
- Auf Ackerland darf vom 01. November bis 31. Januar, auf Grünland vom 15. November bis 31. Januar kein Gärsubstrat ausgebracht werden.
- Nach Ernte der letzten Hauptfrucht dürfen Gärsubstrate nur zu im gleichen Jahr angebauten Folgekulturen einschließlich Zwischenfrüchten bis in Höhe des aktuellen Düngebedarfes der Kultur oder als Ausgleichsdüngung zu auf dem Feld verbliebenem Getreidestroh bis zur maximalen Höhe von 40 kg Ammonium- oder 80 kg Gesamtstickstoff je Hektar ausgebracht werden. Als letzte Hauptfrucht gilt (bei zwei Hauptfrüchten im Jahr) eine Frucht, deren Ansaat vor dem 10. August erfolgt und die im Ansaatjahr noch beerntet wird.
- Stickstoff aus tierischen Wirtschaftsdüngern darf im Durchschnitt der landwirtschaftlich genutzten Fläche des Betriebes bis maximal 170 kg je Hektar und Jahr ausgebracht werden (abzüglich tierartsspezifischer Stall- und Lagerungsverluste). Ist tierischer Wirtschaftsdünger im Gärrest enthalten, wird **nur** dieser Anteil auf die Stickstoffobergrenze angerechnet.
- Jährlich müssen betriebliche Nährstoffvergleiche für Stickstoff und Phosphat erstellt werden. Darin müssen die dem Betrieb zur Biogasnutzung zugeführten und ggf. abgeführten Substrate ebenso berücksichtigt werden wie die ausgebrachten Gärreste.
- Enthält das Gärsubstrat Knochenmehl, Fleischknochenmehl oder Fleischmehl, ist der Einsatz auf landwirtschaftlich genutztem Grünland und als Kopfdüngung untersagt.

Eine aktuelle Ausgabe der Düngeverordnung ist im Internet der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft zu finden (<http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung> → Düngeverordnung)



Weitere Rechtsbereiche

- Düngegesetz vom 09.01.2009
- Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln, Düngemittelverordnung vom 16.12.2008
- Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden vom 21. 09.1998

Das „Biogas Forum Bayern“ ist eine Informationsplattform zum Wissenstransfer für die landwirtschaftliche Biogasproduktion in Bayern

Arbeitsgruppe I (Substratproduktion)

hier erarbeiten Experten Publikationen zu folgenden Themen:

- Züchtung und Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen
- Fruchtfolgen
- Gärrestverwertung und Düngung

Mitglieder der Arbeitsgruppe I (Substratproduktion)

- **Landesanstalt für Landwirtschaft**
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz
- **Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe**
- **Bayerisches Landesamt für Umwelt**
- **Amt für Landwirtschaft Ansbach**
- **Technische Universität München**
Lehrstuhl für Rohstoff- und Energietechnologie
- **Renergie Allgäu e.V.**
- **Fachverband Biogas**
- **Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung**
- **Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.**



Herausgeber:

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik
und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.
Vöttinger Straße 36
85354 Freising
Telefon: 08161/71-3460
Telefax: 08161/71-5307
Internet: <http://www.alb-bayern.de>
E-Mail: info@alb-bayern.de