

Büro für Flugunfalluntersuchungen

UNTERSUCHUNGSBERICHT

über den Unfall

des Flugzeuges Piper PA-28RT-201T "Turbo-Arrow IV", D-EDEV

vom 21. August 1998

unterhalb Lischboden, Gurnigelgebiet/BE

Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zwecke der Flugunfallverhütung erstellt. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen ist nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung (Art. 24 des Luftfahrtgesetzes vom 21.12.1948, LFG, SR 748.0).

0. **ALLGEMEINES**

0.1 **Kurzdarstellung**

Der Pilot startete am 21. August 1998 um 0953 Uhr¹⁾ in Eggenfelden (D), mit seiner Ehefrau als Passagierin, zu einem privaten Flug nach Annemasse (F). Die Piper PA-28 Turbo-Arrow stieg in der Gegend von Thun auf eine Flughöhe von über 18'000 ft. Das Flugzeug wurde beobachtet, wie es im Sturzflug aus den Wolken fiel und dabei Teile verlor. Der Aufschlag im Gurnigelgebiet erfolgte um ca. 1205 Uhr. Beide Insassen fanden den Tod.

0.2 **Untersuchung**

Der Unfall ereignete sich um ca. 1205 Uhr. Die Meldung traf um ca. 1230 Uhr beim Büro für Flugunfalluntersuchungen (BFU) ein. Die Untersuchung wurde am 21. August 1998 um ca. 1400 Uhr an der Unfallstelle in Zusammenarbeit mit der Kantonspolizei Bern eröffnet.

1. **FESTGESTELLTE TATSACHEN**

1.1 **Flugverlauf**

Der Flugverlauf wurde aufgrund von Zeugenaussagen, Radar-, Sprechfunkaufzeichnungen und den Erkenntnissen aus der technischen Untersuchung rekonstruiert.

Bei seinem Eintreffen in der Luftaufsicht Eggenfelden (D) am Morgen des 21.8.89 wurde der Pilot mit den wichtigen Daten (Wetter, NOTAM) versorgt. Mit seiner Gattin als Passagierin an Bord startete er mit der Piper PA-28 Turbo-Arrow, D-EDEV um 0953 Uhr mit Zielflugplatz Annemasse (F).

Der Pilot meldete sich erst um 0944 Uhr im Raum Sarnen auf der Frequenz von "Zürich Delta" auf FL (Flugfläche) 120. Mit dem Transponder (Radarantwortgerät)-Code wurden der Flugweg und die Flughöhe der D-EDEV auf dem Radar sichtbar. Um 0947 Uhr verlangte der Pilot aus Wettergründen den Steigflug auf FL140 und wurde um 0955 Uhr "Genève Delta" übergeben. Das Flugzeug beschrieb einen geraden, westlichen Flugweg mit einer Geschwindigkeit von 130 kt über Boden. Nachdem der Pilot "Genève Delta" Position, Flugweg und -höhe angegeben hatte, verlangte er, nach dem Einstellen eines neuen Transponder-Code, infolge der Wolken einen Steigflug auf FL160. Bevor FL160 erreicht wurde, fragte der Pilot der D-EDEV um die Freigabe für FL170. Um 1159 Uhr erkundigte er sich nach Wetterinformationen für den vor ihm liegenden Flugweg, weil er vermutete, es könnten Vereisungsbedingungen herrschen.

¹⁾ Alle Zeiten sind Lokalzeiten (UTC + 2)

Der Flugverkehrsleiter antwortete mit: "stand-by, I call you back" und wies die D-EDEV an, nicht in die Luftstrasse G-5 einzufliegen, sondern direkten Kurs Richtung Annemasse einzuschlagen. Auf die Frage, ob er sich über den Wolken befinde, antwortete der Pilot, er wolle infolge des Eises weiter auf FL190 steigen, in der Hoffnung, dort ausserhalb Vereisungsbedingungen fliegen zu können. Die Freigabe wurde sofort erteilt. Um 1202:48 Uhr verlangte der Pilot erneut Wetterinformationen für den Flugweg. Der Flugverkehrsleiter antwortete ihm um 1202:59 Uhr, er könne eine Besserung in etwa 20 Meilen erwarten und er schlage ihm einen südlichen Flugweg vor, um die Wolken zu meiden.

Während des Steigfluges von FL140 bis zu der maximal erreichten Flughöhe von FL181 stieg das Flugzeug mit 600 - 700 ft/min und einer Geschwindigkeit von 95 - 110 kt über Grund. Der letzte Funkspruch des Flugverkehrsleiters wurde vom Piloten nicht bestätigt. Anstelle einer Linkskurve Richtung Süden zeigt die Radaraufzeichnung eine Rechtskurve mit stark zunehmender Geschwindigkeit und einer Sinkrate von über 10'000 ft/min.

Zeugen beobachteten, wie das Flugzeug mit heulendem Motor, um die Längsachse drehend im Sturzflug aus den Wolken auftauchte und Teile verlor. Nachdem sich die Flügel mit einem Knall vom Rumpf getrennt hatten, schlug dieser mit den beiden Insassen an Bord am Nordosthang, unterhalb Lischboden, Gurnigelgebiet, auf. Dabei wurden Pilot und Passagierin tödlich verletzt und das Flugzeug zerstört.

Koordinaten der Unfallstelle: 599 824 / 177 182 Höhe: 1'300 m/M
Gemeinde: 3154 Rüscheegg-Heubach
Landeskarte der Schweiz: 1:25'000, Blatt Nr. 1206

1.2 **Personenschäden**

	Besatzung	Passagiere	Drittpersonen
Tödlich verletzt	1	1	---

1.3 **Schaden am Luftfahrzeug**

Zerstört.

1.4 **Sachschaden Dritter**

Geringer Flurschaden.

1.5 **Beteiligte Personen**

1.5.1 **Pilot**

+Deutscher Staatsangehöriger, Jahrgang 1963.

Lizenz: für Privatluftfahrzeugführer, gültig bis 12.5.1999. Musterberechtigung: einmotorige, kolbengetriebene Landflugzeuge bis 2'000 kg Höchstmasse.

Allgemeines Sprechfunkzeugnis für den Flugfunkdienst.

Fliegerärztliche Tauglichkeit: Klasse III, ohne Auflagen.
Letzte Untersuchung: 11. April 1997.

Erweiterungen: keine

Eingetragene
Flugzeugmuster: keine

Der Flugzeugtyp Piper PA-28 Turbo-Arrow war in seiner allgemeinen Berechtigung enthalten. Der Pilot wurde gemäss Verfahren des Flugsportvereins mit dem Flugzeugtyp "vertraut gemacht". Der Gebrauch der Sauerstoffanlage wurde erklärt, jedoch nicht geübt. Grund: Der Pilot war mangels CVFR/IFR-Berechtigung nicht berechtigt, Flüge über FL100 (Luftraum C) durchzuführen.

Flugerfahrung

Insgesamt ca. 172:35 Std., wovon ca. 05:02 Std. auf dem Unfallmuster. In den letzten 90 Tagen ca. 05:02 Std., alle auf dem Unfallmuster.

Beginn der fliegerischen Ausbildung am: 05.07.1991.
PPL-Prüfung: 01.08.1993, Deutschland. Am 28.02.1998 absolvierte der Pilot auch die Privatpilotenprüfung in den USA. Das Training zu dieser Lizenz beinhaltete auch 1,5 Stunden Instrumentenflug.

Qualifikationen/Charakter: Der Pilot zeigte durchschnittliche fliegerische Leistungen. Er hatte ein ernsthaftes Interesse an der Fliegerei. Er galt als selbstbewusst und vernünftig.

1.5.2 Passagierin

+Deutsche Staatsangehörige, Jahrgang 1965.

Keine fliegerischen Ausweise.

1.6 Flugzeug

Muster: Piper PA-28RT-201T "Turbo-Arrow IV"
Hersteller: Piper Aircraft, Inc., Vero Beach Florida, USA
Charakteristik: 4-sitziger Ganzmetalltiefdecker mit Einziehfahrwerk
Baujahr / Werknummer: 1980 / 28K-8031146
Motor: Hersteller: TCM, Model TSIO-360-fb
Propeller: Hersteller: Hartzell, 3-Blatt Verstellpropeller
Verkehrsbewilligung: gültig
Lufttüchtigkeitszeugnis: gültig
Eigentümer und Halter: Privat
Zulassungsbereich: VFR, Vermerk: kein IFR mangels B-RNAV.
Betriebsstunden
im Unfallzeitpunkt: 2078:25. Letzte 50-Std.-Kontrolle bei 2037:21 Std.

Masse und Schwerpunkt:	Innerhalb der vorgeschriebenen Limiten.
Flugzeitreserve:	Ca. 2:15 Std. Der Tank des Flugzeuges wurde vor dem Flug bis zum Steg aufgefüllt.
Unterhalt:	Das Flugzeug wurde den Vorschriften entsprechend gewartet. Es gab keine bekannten technischen Mängel vor dem Flug.
Sauerstoff:	Die D-EDEV war mit einem Sauerstoffsystem für Pilot und Passagiere ausgerüstet. Beim Unfallflug war die Sauerstoffflasche jedoch nicht eingebaut. Der Verein verfügte nur über ein Gerät, welches im Hangar zurückblieb.
Ausrüstung:	Das Flugzeug war IFR, inkl. mit 2 Vakuumpumpen ausgerüstet. Zusätzlich war ein GPS-Empfänger (VFR) eingebaut.

1.7 **Wetter**

1.7.1 Gemäss Bericht der Meteorologischen Anstalt Zürich (SMA) Zürich

Allgemeine Wetterlage:

Ein kräftiges Tiefdruckgebiet mit Zentrum über Norwegen steuert eine Warmfront gegen die Schweiz. Diese erreicht die Alpennordseite gegen Mittag, zwei Staffeln der dazugehörenden Niederschlagszone durchqueren das Mittelland zwischen 10 Uhr und 12 Uhr LT.

1.7.2 Wetter am Unfallort und zur Unfallzeit

Wetter/Wolken:	1-2/8 Basis um 5'000 ft/AMSL, 3-5/8 Basis 9'000-11'000 ft/AMSL, leichter Regen. Eine erste Niederschlagszone erstreckt sich um 10 Uhr von Basel nord-nordostwärts. Sie verlagert sich bis 12 Uhr weiter nach Osten in den Bodenseeraum, ihr aktives Südende dabei ungefähr dem Rhein entlang. Ausläufer dieser Zone reichen um 1030 Uhr bis in den Genferseeraum. Ab 11 Uhr erreicht eine zweite Staffel den Jura von Westen und überquert diesen in der Folge. Um 1130 Uhr liegt diese Zone zwischen Basel und etwa Fribourg. In der Folge wird sie aktiviert, das Niederschlagsschwergewicht liegt vorerst in der NW-Schweiz. Bis 1210 Uhr fällt dann aber zwischen Basel und dem Genferseegebiet verbreitet, im Boden nahen Gebiet eher schwacher, Regen.
Sicht:	6 – 8 km (am Boden)
Wind:	am Boden 240/10 kt, auf FL180 ca. 300/40 kt.
Temperatur/Taupunkt:	10°/10°C, Grenze: 12'000 ft/AMSL
Luftdruck:	1015 hPa QNH (LSZB)
Gefahren:	Westwindturbulenz mit Böen von 30 – 40 kt oberhalb von ca. 4'000 ft/AMSL.

Sonnenstand: Azimut: 146° Höhe: 51°
Bemerkungen: 1. Vereisung: oberhalb von ca. FL120 mässig bis stark. Die Flugwetterzentrale in Genf hat Pilotenreports erhalten, die von mässiger bis starker Vereisung sprechen.

2. Wolkenobergrenze: Aufgrund der Radiosondierung von Payerne, die um ca. 1150 Uhr gestartet wurde, lässt sich eine kompakte Wolkendecke mit Plafond FL080-100 und Obergrenze FL170-180 erahnen, aufgrund des Warmfrontcharakters wahrscheinlich teilweise in Layers. Darüber, bis ca. FL210, dürfte noch aufgelockerte Bewölkung vorhanden gewesen sein.

3. Wettermeldungen, welche dem Piloten vor dem Flug zur Verfügung standen:

München EDDM Metar: 0650 (UTC) 25012KT
CAVOK 21/11 Q1013 NOSIG =

Bern LSZB TAF: 210615 VRB03KT 9999 SCT070
BKN120 BECMG 0709 26007KT TEMPO 1115
29012KT – RA

Genf LSGG TAF: 210413 24008KT 9999 BKN100
TEMPO 0613 –RA SCT040 BKN070

Streckenwetter (GAFOR), Satellitenbild, Significant Weather Chart (SWC) und Höhenwindkarten sind in der Beilage ersichtlich.

1.8 **Navigations-Bodenanlagen**

Nicht betroffen.

1.9 **Funkverkehr**

Der Funkverkehr zwischen der D-EDEV und den Flugverkehrsleitstellen wickelte sich ohne Probleme ab. Umschrift siehe Beilage.

1.10 **Flughafenanlagen**

Nicht betroffen.

1.11 **Flugschreiber**

Nicht vorgeschrieben, nicht eingebaut.

1.12 Befunde am Wrack

1.12.1 Leitwerkteile und Flügel wurden während des Sturzfluges vom Rumpf getrennt. Die Endlage des Rumpfs und der abgetrennten Teile sind in der Beilage ersichtlich. Der Rumpf, welchem das Höhenruder des T-Leitwerks, der linke Flügel und der rechte Flügelteil (im Bereich des Fahrwerks abgetrennt) fehlten, lag mit dem Bug talwärts auf der linken Seite. Der Motor hatte sich ca. 1 m ins Erdreich gegraben. Das Fahrwerk war durch Ueberlast ausgefahren, die Landeklappen waren eingefahren.

1.12.2 Beobachtungen am Wrack und an der Unfallstelle:

Die technische Untersuchung wurde in Zusammenarbeit mit dem Hersteller (Piper) und Spezialisten der EMPA (Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) durchgeführt.

Instrumente: Die Fluglage, Navigations- und Triebwerkinstrumente wurden beim Aufschlag weitgehend zerstört.

Motor: das Verformungsbild des Propellers zeigt, dass der Motor beim Aufschlag keine Leistung abgab.

Steuerelemente: Die Untersuchung ergab, dass Teile der Steuerung infolge Ueberbelastung brachen. Die einstellbaren Endanschläge des Höhenruders waren stark gestaucht.

Allgemeinzustand: sehr gut, ohne Anzeichen von Korrosion.

Es wurden keine technischen Mängel gefunden, welche dem Unfallgeschehen hätten zugeordnet werden können.

1.13 Medizinische Feststellungen

Die beiden Leichen wurden im Institut für Rechtsmedizin in Bern einer Obduktion unterzogen. Zusammengefasst lauten die Befunde wie folgt:

- Der Pilot und die Passagierin erlitten beide sehr ähnliche Verletzungen. Bei beiden Personen lag als Todesursache eine umfangreiche Zertrümmerung des Schädels vor.
- Die chemisch-toxikologischen Untersuchungen ergaben, dass bei beiden Personen weder Alkohol, noch Drogen, noch Medikamente nachgewiesen werden konnten. Auch die Kohlenmonoxyd-Konzentration lag unter 3%, so dass auch eine derartige Intoxikation auszuschliessen ist.
- Bei der histologischen Untersuchung konnten im Herzmuskel sogenannte fettfreie Blasen in der Umgebung der Herzmuskelzellen festgestellt werden, die auch die Herzmuskelzellen an mehreren Stellen eindeuteten. Es handelt sich dabei um einen Befund, der einen recht konkreten Hinweis darauf liefert, dass etwa 10 bis 30 Minuten vor dem Todeseintritt ein allgemeiner Sauerstoffmangel bestand. Infolge einer damit verbundenen Hirnleistungsstörung kann dadurch auch die Flugfähigkeit beeinträchtigt gewesen sein.

1.14 **Feuer**

Es brach kein Feuer aus.

1.15 **Ueberlebenschancen**

Der Unfall war nicht überlebbar.

1.16 **Besondere Untersuchungen**

Befunde der Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA):

Zitat:

“Bruchflächenuntersuchung linker Flügel

Bruchfläche Rumpf/Hauptholm:

Alles Gewaltbruchflächen (scherflächig); makroskopisch verformt.

- Bruch verläuft mehrheitlich durch Nietbohrungen.
- Allgemeiner Zustand der Nieten und Nietbohrungen sehr gut. Keine Spuren von Korrosion.
- Flügel ist zuerst auf der Oberseite gebrochen, dann auf der Unterseite. Die Bruchflächen auf der Unterseite zeigen sekundäre Reibspuren sowie Torsion in der Art, dass der Flügel nach hinten weggekippt ist.
- Aussenteil des Flügels nach unten weggekippt.

Bruchfläche Innen-/Aussenteil des linken Flügels:

- Alle Bruchflächen scherflächig. Keine Anzeichen von Korrosion. Nieten in Ordnung.

Bruchflächenuntersuchung rechter Flügel

Bruchfläche Innen-/Aussenteil des Flügels:

- Gewaltbruchflächen (scherflächig); keine Anzeichen von Korrosion. Die Nieten und die Nietbohrungen befinden sich in sehr gutem Zustand.
- Rechte Bruchfläche aussen nach unten abgebrochen.

Bruchflächenuntersuchung rechtes Höhenruder / Seitenleitwerk

- Gewaltbruchflächen (scherflächig); keine Anzeichen von Korrosion. Nieten und Nietbohrungen in Ordnung.

- Das Höhenruder ist offenbar durch einströmende Luft explosionsartig aufgebläht worden.

Bruchflächenuntersuchung linkes Höhenruder / Seitenleitwerk

- Gewaltbruchflächen (scherflächig); keine Anzeichen von Korrosion. Nieten und Nietbohrungen in Ordnung.

Bemerkungen:

Das Flugzeug befindet sich in einem sehr guten Zustand (Baujahr 1980). Es liegen in den kritischen Bereichen von Nietbohrungen, Falzen, "Double skin"-Bereichen keine Anzeichen von Korrosion vor. Der Farbanstrich ist ebenfalls in den kritischen Bereichen als sehr gut zu bezeichnen. Der rechte äussere Flügel sowie das rechte Höhenruder fehlen." *Ende Zitat.*

1.17 **Informationen über Organisation und Verfahren**

Der Pilot war Mitglied des Flugsportvereins Eggenfelden. Er hatte das Flugzeug zu privaten Zwecken gemietet.

1.18 **Verschiedenes, zusätzliche Informationen**

Sauerstoffvorrat

Laut den Betriebsregeln für die gewerbsmässige Luftfahrt müssen Besatzungsmitglieder in folgenden Fällen mit Sauerstoff versorgt werden:

- wenn der Flug zwischen 10'000 ft und 13'000 ft länger als 30 Minuten dauert, oder
- wenn während der ganzen Flugdauer über 13'000 ft geflogen wird.

Diese Vorschrift ist für private Flüge nicht zwingend.

2. **BEURTEILUNG**

2.1 **Technisches**

Laut Zeugenaussagen drehte der Motor während des Sturzfluges mit hoher Drehzahl. Der Grund dafür, dass der Motor beim Aufschlag keine Leistung abgab, ist auf den Unterbruch der Treibstoffzufuhr beim Verlust der Flügeltanks zurückzuführen. Die stark gestauchten Höhenruderanschlüsse deuten darauf hin, dass das Höhenruder während des unkontrollierten Sturzfluges wegen massivem Ueberschreiten der strukturellen und/oder aerodynamischen Maximalgeschwindigkeit ins Flattern geriet. Der zu hohe Luftdruck brachte das Höhenruder schliesslich zum Platzen, worauf es vom Seitenleitwerk abgerissen wurde. Das Flattern des Höhenruders führte zum Ueberschreiten der Lastvielfachen; dabei kam es zum Bruch der Flügelhauptholme in der negativen Beschleunigung. Ein Ausfall des künstlichen Horizontes, welcher von zwei Vakuumpumpen angetrieben wurde, ist nicht auszuschliessen, jedoch eher unwahrscheinlich. Ob und in welcher Funktion der Autopilot (2-achsig) benützt wurde, konnte nicht ermittelt werden.

2.2 Operationelles

Dem Piloten wären genügend Daten zur Verfügung gestanden, um vor dem Abflug in Eggenfelden die Wettersituation beurteilen zu können. Die Streckenwettervorhersagen (GAFOR) und SWC für Deutschland und die Schweiz, sowie die METAR und TAF von München, Zürich, Bern und Genf zeigen, dass der Flug "untendurch", d.h. unter der Wolkenbasis der aufziehenden Front hätte geplant werden können. Der Vergleich der Wettervorhersage und des tatsächlichen Wettergeschehens zeigt eine weitgehende Übereinstimmung.

Von Eggenfelden bis in den Raum südlich von Luzern herrschten ideale Sichtflugwetterbedingungen (VMC). Obwohl mangels Radardaten – der Pilot hatte bis in den Raum Sarnen keinen Funkkontakt aufgenommen – der genaue Flugweg unbekannt ist, kann angenommen werden, dass die D-EDEV auf ziemlich geradem Kurs (GPS) in einer Flughöhe von FL100 – 120 (aus topographischen Gründen) flog.

Die Wetterfront, welche über dem Mittelland lag, zwang den Piloten kurz nach Kontaktaufnahme mit "Zürich Delta", seine Flughöhen zu ändern, um nicht in Instrumentenflugwetterbedingungen (IMC) zu geraten. Für Flüge in IMC hatte der Pilot weder eine Erweiterung/Berechtigung noch die dazu nötige Ausbildung. Er hatte die Möglichkeit abzusinken und einen Weg "untendurch" zu suchen oder die Wolken zu überfliegen. Offensichtlich entschloss er sich zu Letzterem und verlangte in mehreren Etappen einen Steigflug bis FL190. Die vollständige Ausrüstung, mit Ausnahme der Sauerstoffanlage, und die gute Steigleistung der "Turbo-Arrow" mögen ihn zu dieser Entscheidung verleitet haben.

Ob und in welchem Ausmass während des Steigfluges Vereisung auftrat, muss offen bleiben. Die Tatsache, dass das Flugzeug von FL120 bis FL181 mit durchschnittlich 600 - 700 ft/min stieg und dabei eine Geschwindigkeit gegenüber Grund von ca. 100 kt einhielt, lässt vermuten, dass Vereisung nicht das Hauptproblem darstellte. Unter Berücksichtigung der Gegenwindkomponente -20 kt ergibt dies auf FL180 eine Anzeigte Geschwindigkeit von ca. 90 kt. Wahrscheinlich gelang es dem Piloten während des Steigens stets über den Wolken, in denen mittlere bis starke Vereisungsbedingungen herrschten, zu bleiben.

Auf FL181 schliesslich, als der Flugverkehrsleiter dem Piloten empfahl, einen südlichen Kurs zu steuern, beschrieb die D-EDEV anstelle der sich aufdrängenden Linkskurve eine Rechtskurve. Der anschliessende Flugweg lässt erkennen, dass der Pilot die Kontrolle über das Flugzeug verloren hatte. Der Sturzflug im Ubergeschwindigkeitsbereich und das Demontieren in der Luft lassen den Schluss zu, dass das Flugzeug führungslos und mit hoher Motorleistung dem Boden zu raste.

2.3 Medizinisches

Das Ausbleiben einer Bestätigung auf den Funkspruch des Flugverkehrsleiters sowie die unmotiviert Rechtskurve mit dem anschliessenden Sturzflug lässt den Schluss zu, dass der Pilot wegen Sauerstoffmangels das Bewusstsein verloren hatte. Auch der Befund des Instituts für Rechtsmedizin, in welchem anhand der fettfreien Blasen in der Umgebung der Herzmuskelzellen Sauerstoffmangel nachgewiesen wurde, unterstützt diese These.

Inwiefern der Pilot über das Auftreten, Erkennen und über die Auswirkungen des Sauerstoffmangels Kenntnis hatte, muss offen bleiben.

3. SCHLUSSFOLGERUNGEN

3.1 Befunde

- Der Pilot besass gültige Führerausweise, um den vorgesehenen Flug unter VFR durchführen zu können.
- Der Pilot war durch Sauerstoffmangel in seiner Flugfähigkeit beeinträchtigt.
- Es konnten keine vorbestandenen technischen Mängel am Flugzeug festgestellt werden.
- Es wurde kein Sauerstoffgerät mitgeführt.
- Der Pilot verlor die Kontrolle über das Flugzeug in einer Flughöhe von 18'100 ft (FL181).
- Das Flugzeug brach vor dem Aufschlag in der Luft auseinander.

3.2 Ursache

Der Unfall ist auf den Verlust der Kontrolle über das Flugzeug infolge Sauerstoffmangel zurückzuführen.