



Schlussbericht der Eidgenössischen Flugunfall-Untersuchungskommission

über den Unfall

des Heissluftballons Thunder AX9-140 S II, HB-BSG
vom 15. September 1991
in Tägerig/AG

Résumé HB - BSG

Le pilote de la montgolfière HB-BSG, accompagné de quatre passagers (deux femmes et deux hommes), quitte Obermumpf par un vent de 10 km / h. Après une heure et demie de vol, il décide de se poser à l'abri d'une forêt, au sud de Tägeri (AG). Il informe au préalable ses passagers sur le comportement à adopter pendant la manoeuvre d'atterrissage. Le ballon touche le sommet des derniers arbres, ce qui le freine un peu. L'atterrissage a lieu au moyen de la commande de soupape. Descendant à une vitesse assez élevée de 1,5 - 2 m / sec., la nacelle touche violemment le sol. Sous l'effet du vent, l'aérostat remonte légèrement pour se poser 20 m plus loin, légèrement incliné. Dans un premier temps, le pilote veut vider l'enveloppe sur place; il ferme alors les robinets des deux bouteilles et éteint les veilleuses. Il demande aux deux hommes de descendre pour l'étendre dans la bonne direction. Se ravissant, il décide de ne pas la vider, mais de la réchauffer pour transporter le ballon vers un terrain plat. Après avoir allumé la veilleuse droite, il tente de regonfler l'enveloppe. Celle-ci est alors entraînée par le vent et la nacelle se renverse lentement, le brûleur heurtant le sol. Un incendie se déclare et l'une des passagères se trouve prise dans les flammes; malgré une intervention rapide, elle sera grièvement brûlée. La nacelle, tout son contenu et l'enveloppe sont détruits par le feu.

Causes

- Incendie dans la nacelle, dû au fait que le tuyau de gaz s'est vidé de son contenu à la suite de la rupture d'un raccord à collerette endommagé.
- Robinet d'isolement (raccord) de la conduite de gaz présentant un risque.

Die rechtliche Würdigung des Unfallgeschehens ist nicht Gegenstand der Untersuchung und der Untersuchungsberichte (Artikel 2, Absatz 2 der Verordnung über die Flugunfalluntersuchungen vom 20. August 1980).

0. ALLGEMEINES

0.1 Kurzdarstellung

Am 15. September 1991, um 1625 Uhr¹⁾, startete der Pilot mit vier Passagieren mit dem Heissluftballon HB-BSG in Obermumpf/AG zu einer Sportfahrt. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit betrug ca. 10 km/h. Der Pilot entschloß sich im Windschatten eines Waldes zur Landung. Der Ballon kam in mässiger Hanglage zum Stehen. Der Pilot wollte die Hülle vorerst an diesem Landeplatz entleeren. Da sich unterhalb des Landeplatzes eine ideale Wiese zum Entleeren anbot, entschied sich der Pilot, den Ballon durch erneutes Aufheizen zu entlasten und auf den vorgesehenen Platz transportieren zu lassen. Bei diesem Manöver wurde die bereits schlaffe Hülle durch Windeinwirkung vom Hang weggetrieben und brachte den Korb zum Kippen. Kurz nachdem der Brenner am Boden aufgeschlagen hatte, entzündete sich Flüssiggas und sofort breitete sich das Feuer stark aus. Eine Passagierin erlitt schwere Brandverletzungen. Der Korb und das gesamte Brennersystem brannten total aus. Die Hülle wurde durch den Brand praktisch vollständig zerstört. Der Sachschaden an der Wiese war gering.

Ursachen

Der Unfall ist zurückzuführen auf:

- Ausbruch des Feuers durch Entleerung des gefüllten Gasschlauches nach Bruch eines geschädigten Anschlussfittings.
- Gefahrenbegünstigende Absperrventile (Fittings) am Gasverbund.

0.2 Untersuchung

Der Unfall ereignete sich um 1835 Uhr. Die Voruntersuchung wurde von Erich Zweifel geleitet und mit Zustellung des Voruntersuchungsberichtes vom 18. Juni 1992 an den Kommissionspräsidenten am 6. August 1992 abgeschlossen.

1. FESTGESTELLTE TATSACHEN

1.1 Fahrtverlauf

Die Passagierfahrt vom 15. September 1991, mit Start in Obermumpf/AG um 1625 Uhr, verlief problemlos. Aufgrund der herrschenden Winde und Wetterbedingungen

1 Alle Zeiten sind Lokalzeiten (UTC+2)

war eine ruhige Fahrt mit ca. 10 km/h in Richtung Freiamt zu erwarten. Im Korb befanden sich der Pilot und vier Passagiere. Für die Fahrt wurden vier Gasbehälter à 15 Gallonen und ein Gasbehälter à 10 Gallonen Propangas mitgeführt.

Die Fahrt führte auf 900 m/M mit ca. 10 km Windgeschwindigkeit in SE Richtung gegen das Freiamt. Nach einer Fahrtdauer von ungefähr 1 1/2 Stunden entschloß sich der Pilot gelegentlich zu landen. Nach einer Tieffahrt über die Waldhöhe südlich von Tägerig/AG bereitete der Pilot die Landung vor und orientierte die Passagiere über das Verhalten beim Landemanöver. Kurz vor der Einfahrt in die Reussebene entschließt sich der Pilot, die windabgekehrte Seite des nahen Waldrandes zur Landung auszunutzen.

Mit dem Korb touchierte er noch die letzten Baumwipfel, was die Fahrt zusätzlich noch etwas abbremsste. Der Ballon wurde nach den letzten Bäumen durch Ventilzug ins Sinken gebracht. Die Sinkgeschwindigkeit von ca. 1 1/2 - 2 m/s war etwas hoch und bewirkte ein relativ hartes Aufsetzen des Korbes auf der ca. 70 m breiten, ebenen Wiese am Waldrand. Nach dem ersten Aufsetzer hob der Ballon nochmals leicht vom Boden ab und setzte kurz vor der Geländekuppe wieder auf. Da die schwache Windströmung an dieser Stelle wieder auf die Ballonhülle einwirken konnte, wurde der Ballon erneut weitergetrieben und blieb ca. 20 m unterhalb der Kuppe in leichter Schräglage stehen.

In dieser Situation entschloß sich der Pilot vorerst, die Hülle zu entleeren und schloß deshalb die Haupthahnen der beiden Flaschen und löschte die Pilotflamme. Der Gasverbund wurde jedoch nicht entleert. Zur Entleerung der Hülle ließ der Pilot die beiden männlichen Passagiere aussteigen und bat sie, mit der "Top-Leine" in die Ebene zu gehen und die sich entleerende Hülle in die gewünschte Richtung zu ziehen. Der Pilot entschied sich jedoch, die Entleerung nicht durchzuführen, sondern den Ballon nochmals aufzuheizen, zu entlasten und in die Ebene tragen zu lassen. Er setzte deshalb das Brennersystem auf der rechten Korbseite nochmals in Betrieb und versuchte die bereits recht schlaff gewordene Hülle aufzuheizen. Die Hülle wurde Richtung Ebene getrieben. Dies bewirkte, dass der Korb langsam vornüberkippte und der Brenner am Boden aufschlug. Der Pilot stand zu dieser Zeit zwischen Korb und Brenner und schloß sofort die Ventile. Die beiden Insassen kamen links und rechts des Piloten zwischen Korb und Brenner zu liegen. In diesem Moment begann es vom Brenner her Richtung Korb zu brennen. Der Pilot erfaßte sofort, dass er diese Flamme nicht löschen konnte. Die links neben ihm liegende Frau befand sich voll in den Flammen und war zusätzlich noch mit einem Bein im Korb eingeklemmt. Mit Hilfe der herbeigeeilten männlichen Passagiere konnte sie sofort geborgen und in Sicherheit gebracht. Die verbleibende Passagierin konnte sich selbst befreien und trug nur eine leichte Brandverletzung am Fuß davon. Der Pilot blieb unverletzt.

In der Folge entstand ein Vollbrand des Korbes, wobei die sich im Korb befindenden Gasflaschen durch die Hitzeentwicklung Ueberdruck bekamen und über das Sicherheitsventil abfackelten. Der leere Leichtmetallzylinder explodierte und wurde aus dem Korb geschleudert.

Koordinaten der Unfallstelle: 663 700 / 250 150. Höhe: 400 m/M.

Landeskarte der Schweiz 1:50'000, Blatt Nr. 225.

1.2 Personenschäden

	<u>Besatzung</u>	<u>Passagiere</u>	<u>Drittpersonen</u>
Erheblich verletzt		1	
Leicht oder nicht verletzt	1	3	

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Der Heissluftballon wurde durch Brand praktisch vollständig zerstört.

1.4 Sachschaden Dritter

Es entstand leichter Flurschaden.

1.5 Beteiligte Personen

1.5.1 Pilot

Schweizer Bürger, Jahrgang 1959.

Ausweis für Ballonfahrer, ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 17. September 1990, gültig bis 17. September 1992.

Erweiterungen: - Nationale Radiotelefonie

Bewilligte Ballonmuster: - Kategorie B Heissluftballone

Bemerkungen: Die Ausweispapiere sind beim Unfall verbrannt.

Flugerfahrung (Ballon)

Insgesamt 67:01 Std. mit 45 Fahrten, wovon 67:01 Std. auf dem Unfallmuster; in den letzten 90 Tagen 26:27 Std. mit 14 Fahrten, wovon 26:27 Std. auf dem Unfallmuster.

Beginn der fliegerischen Ausbildung: 1990.

1.5.2 Passagiere

Schweizerbürger, Jahrgang 1955

Keine fliegerischen Ausweise und Erfahrung.

Schweizerbürgerin, Jahrgang 1965

Keine fliegerischen Ausweise und Erfahrung.

Deutsche Staatsangehörige, Jahrgang 1956

Keine fliegerischen Ausweise und Erfahrung.

Deutscher Staatsangehöriger, Jahrgang 1956

Keine fliegerischen Ausweise und Erfahrung.

1.6 **Heissluftballon HB-BSG**

Muster:	Thunder AX9 - 140 S II
Hersteller:	Thunder & Colt Ltd., Oswestry, UK
Baujahr/Werknr.:	1990/1845
Eigentümer und Halter:	Privat
Verkehrsbewilligung:	Die Papiere wurden beim Brand vernichtet. Gemäss den technischen Akten war das Luftfahrzeug lufttüchtig und zugelassen.

1.7 **Wetter**

1.7.1 **Gemäss Bericht der Meteorologischen Anstalt Zürich**

Allgemeine Wetterlage:

Flaches Hochdruckgebiet über Mitteleuropa.

Wetter am Unfallort und zur Unfallzeit:

Wetter/Wolken:	4/8, Basis um 1600 m/M
Sicht:	um 10 km
Wind:	West, um 5 kt
Temperatur/Taupunkt:	21°C/11°C
Luftdruck:	1021 hPa QNH
Gefahren:	---
Sonnenstand:	Azimut: 263°. Höhe: 11°

1.8 **Navigations-Bodenanlagen**

Nicht betroffen.

1.9 **Funkverkehr**

Nicht betroffen.

1.10 **Flughafenanlagen**

Nicht betroffen.

1.11 **Flugschreiber/Barograph**

Nicht mitgeführt, nicht vorgeschrieben.

1.12 **Befunde am Wrack**

1.12.1 **Beim Eintreffen auf der Unfallstelle (vgl. Fotos Nr. 1 - 6)**

Beim Eintreffen des Untersuchungsleiters auf der Unfallstelle brannte der Korb und das gesamte Brennersystem immer noch. In zeitlichen Abständen fackelten die Gasflaschen mit einer großen Stichflamme ab und ein Gaszylinder explodierte, weshalb die Feuerwehr das Risiko einer frühzeitigen Löschaktion nicht einging. Beim sofortigen Einsatz der Feuerwehr hätte ohnehin nichts mehr gerettet werden können.

Nachdem sämtliche Gasflaschen durch das Ueberdruckventil, resp. die geborstenen Manometer entleert waren und keine unmittelbare Gefahr für die Feuerwehr mehr bestand, wurde der Brand mittels Schaum gelöscht.

1.12.2 **Befunde am Brennersystem, am Korb und dessen Inhalt**

Der Korb war komplett niedergebrannt. Die Instrumente und die persönlichen Effekten wurden ebenfalls total zerstört. Die Untersuchung des Brennersystems in unveränderter Lage ergab folgendes:

- An einem Stahlbehälter war ein Fitting zum Gasverbund abgebrochen. Da die Möglichkeit sich abzeichnete, dass dieser Bruch durch eine äußere Kraft im Moment des Umkippen des Korbes verursacht worden ist, wurden die Ueberreste sichergestellt. Ein Teil der Gasschläuche waren nicht mehr in den Presshülsen.
- Die Vermutung lag nahe, dass der Feuerausbruch beim nicht entleerten Gasverbund auf diesen Bruch zurückzuführen ist.
- Beim ca. 6 m entfernt liegenden Leichtmetall-Behälter "Worthington 10 Gal" war der Fitting ebenfalls abgebrochen. Dieser Bruch dürfte allerdings beim Hinausschleudern durch die Explosion entstanden sein.

1.12.3 **Untersuchungen**

Am Folgetag wurden die sichergestellten Bestandteile im Beisein eines Flugmaterialexperten des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL), einer näheren Prüfung unterzogen. Dabei wurde folgendes festgestellt:

- Die Vermutung, dass der gebrochene Fitting zum Brandausbruch beigetragen haben könnte, erhärtete sich.

- Es wurde festgestellt, dass anlässlich der Uebnahmeprüfung des Ballons am 28. Februar 1991 lediglich der "Worthington" Propangasbehälter vorgeführt wurde. Ein weiterer an der Prüfung vorgewiesener Behälter war defekt und mußte zur Ueberprüfung an den Lieferanten zurückgebracht werden. Für die Funktionskontrollen wurde von einem andern Ballonhalter ein Behälter leihweise zur Verfügung gestellt.
- Die am Unfalltag benutzten vier Stahlbehälter Thunder & Colt V 30 waren vom Halter nach der amtlichen Uebnahmeprüfung dazugekauft und in den Ballon montiert worden. Sie waren von der EMPA nicht geprüft und durften somit weder gefüllt noch in gefülltem Zustand transportiert werden. Siehe TM-W Nr.F13.140 -30 des BAZL.
- Es wurde weiter festgestellt, dass alle Gasbehälter mit stehenden Absperrventilen ausgerüstet waren, welche den Schutzrand um 7 cm überragten (s. Skizze und Fotos 7 + 8) und deshalb gegen mechanische Einwirkungen von Aussen nicht geschützt waren. Durch die Hebelwirkung ist die Gefahr eines Bruches entsprechend hoch. Ein ähnliches Problem wurde von der Firma Cameron Balloons Ltd., Bristol, in einem Rundschreiben vom 19. Dezember 1990 angesprochen, von welchem die Flugmaterialexperten des BAZL am 28. Dezember 1990 Kenntnis erhielten. In der Informationszeitschrift "Contact 122.25" der schweizerischen Ballonfahrer (Ausgabe 2, April 1991) gelangte das BAZL mit diesem Problem an die Oeffentlichkeit, wobei es im letzten Absatz deutlich darauf hinwies, dass solche Installationen keineswegs auf Cameron-Ballone beschränkt seien. Dem Halter war diese Veröffentlichung bekannt, da es sich aber um einen anderen Hersteller handelte, sah er sich nicht veranlasst, seine Anlage zu ändern.

1.12.4 Fraktographische und Metallographische Untersuchung

Aufgrund der vorliegenden Tatsachen wurde der EMPA der Auftrag zur Ermittlung des Bruchs erteilt. Der umfassende Untersuchungsbericht der EMPA Nr. 141 339 vom 16. März 1992 kommt zu folgenden Feststellungen (nur auszugsweise):

Fraktographische Untersuchung

"Die Bruchfläche weist an allen auswertbaren Bereichen einen interkristallinen Charakter auf. An der Innenwand des Fittings wurden außerdem zahlreiche Nebenrisse festgestellt ...

Aus der vorliegenden Bruchart ist abzuleiten, dass an den Korngrenzen des Werkstoffs eine signifikante Schädigung vorgelegen hat, welche als gravierender bruchbegünstigender Faktor anzusehen ist."

Metallographische Untersuchung

"An dem von der Bruchpartie des Fittings hergestellten Mikroschliff wurden im wesentlichen die fraktographischen Befunde bestätigt. ...

Von dem beim Augenschein vom 10.3.1992 in der EMPA entnommenen Fitting des intakten Zwischenstücks, wurde nach visueller Kontrolle ebenfalls ein Mikroschliff hergestellt. An diesem Teil wurden an der Innenwand zwar ebenfalls kleinere Korrosionsangriffe in Form von selektiver Korrosion mit Entzinkungserscheinungen bis in Tiefen 50 μ m vorgefunden, Rissbildungen konnten nicht festgestellt werden."

Zusammenfassung und Beurteilung

Aus den Untersuchungsergebnissen geht hervor, dass der Bruch des Fittings als Folge einer gravierenden Vorschädigung infolge interkristalliner Spannungskorrosion herbeigeführt worden ist. Da auf der fraktografisch auswertbaren Bruchfläche keine Restbruchanteile nachgewiesen werden konnten, muß davon ausgegangen werden, dass die Werkstoffschädigung beim Bruchgeschehen bereits so weit fortgeschritten war, dass nur noch geringe Kräfte nötig waren, um den Bruch herbeizuführen. Es ist aus diesem Grund durchaus denkbar, dass die beim Umkippen des Korbes aufgetretenen Kräfte ausgereicht haben, um den Schaden auszulösen.

Korrosionsschäden der vorliegenden Art treten dann auf, wenn hierfür drei Bedingungen erfüllt sind: Korrosionsanfälliger Werkstoff in der Umgebung eines korrosiv wirkenden Mediums unter gleichzeitiger Einwirkung von Spannungen, wobei bereits Eigenspannungen oder auch Montagespannungen genügen, um den Prozeß ablaufen zu lassen. Bezüglich des für Messing spezifischen Korrosionsmediums seien in erster Linie Stickstoffverbindungen (z.B. in gravierendem Masse Ammoniak) und in geringerem Masse gewisse Schwefelverbindungen genannt. Im vorliegenden Fall kann im Rahmen dieser Untersuchung über die Herkunft des Korrosionsmediums keine Aussage gemacht werden. Nachdem Propan keinerlei solcher Verbindungen enthält, müsste das Auftreten derartiger Stoffe auf Verunreinigungen beim Tanken zurückzuführen sein.

1.12.5 Weitere Befunde

Da nach dem Brand auch einige Schläuche aus den Presshülsen ausgerissen waren, wurden diese Bestandteile ebenfalls der EMPA (SVDB/EGI) zur Untersuchung zugestellt.

Der abschliessende Bericht vom 10. Juni 1992 stellt fest, dass die Schläuche mit großer Wahrscheinlichkeit nicht durch äussere Krafteinwirkung aus den Presshülsen gerissen wurden. Es sei eher denkbar, dass sich die Schläuche, nachdem die Neopren-Umhüllung durch Hitze geschmolzen war, aus den Hülsenverbindungen gelöst haben.

Der Bericht bestätigt ebenfalls, dass die Unfallursache beim gebrochenen Fitting liegt.

1.13 Medizinische Feststellungen

Die erlittenen Verletzungen waren ausschließlich auf Verbrennungen durch Flüssiggas zurückzuführen.

1.14 **Feuer**

Durch die Pilotflamme entzündete sich das auslaufende Flüssiggas. Innert kurzer Zeit stand der ganze Korb in Flammen.

1.15 **Ueberlebenschancen**

Der Unfall war überlebbar.

1.16 **Besondere Untersuchungen**

1.17 **Verschiedenes**

2. **BEURTEILUNG**

Aufgrund der Wetterprognose und der Wetterbeobachtung am Startort waren die Voraussetzungen für eine ruhige, problemlose Fahrt gegeben. Der Landeentschluss wurde frühzeitig und mit ausreichender Gasreserve gefaßt. Die Wahl des Standplatzes war nicht optimal, kann jedoch als brauchbare Möglichkeit betrachtet werden, zumal die Einschätzung eines Terrains bezüglich Neigung und Bodenbeschaffenheit von der Luft aus recht schwer ist.

Die Entscheidung des Piloten, den Ballon nach dem endgültigen Stillstehen des Korbes nochmals aufzuheizen und in das ebene Gelände transportieren zu lassen, ist auf mangelnde Erfahrung zurückzuführen. Das Umkippen des Korbes ist bei Ballonfahrten nichts ungewöhnliches und hätte im Normalfall zu keinem Gasaustritt geführt. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass der Bruch des Fittings durch eine kräftige äußere Einwirkung seitens des Piloten oder der Passagiere zurückzuführen ist. Es darf mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass der Bruch des Fittings und die daraus entstandenen Folgen ausschließlich auf die vorbestandene Spannungskorrosion zurückzuführen ist und durch den Aufprall des Korbes am Boden ausgelöst wurde.

3. **SCHLUSSFOLGERUNGEN**

3.1 **Befunde**

- Der Pilot besaß einen gültigen Führerausweis.
- Der Ballon war zum Verkehr zugelassen und lufttüchtig.
- Die mitgeführten Stahlbehälter Thunder & Colt V 30 gaben als Luftfahrzeugteil zu keinen Bemerkungen Anlass. Eine Füllung ohne vorgängige Prüfung durch die EMPA war jedoch gemäss TM 13.140-30 des BAZL nicht statthaft.
- Die Beladung des Ballons lag innerhalb der Zulassung und die Gasreserve war ausreichend.
- Die Fahrt und der Landeentschluss war mit Umsicht vorbereitet worden.
- Die Wahl des Landeplatzes war nicht optimal und ist auf die geringe Erfahrung des Piloten zurückzuführen. Ein Umkippen des Korbes ist nichts Aussergewöhnliches.
- Die Passagiere waren über das vorgesehene Manöver orientiert worden.

3.2 **Ursachen**

Der Unfall ist zurückzuführen auf:

- Ausbruch des Feuers durch Entleerung des gefüllten Gasschlauches nach Bruch eines geschädigten Anschlussfittings.
- Gefahrenbegünstigende Absperrventile (Fittings) am Gasverbund.

An den Sitzungen vom 27. August 1992 und 28. Oktober 1992 nahmen H. Angst J.-B. Schmid, M. Marazza, R. Henzelin und M. Soland teil. Die Kommission verabschiedete den Schlussbericht einstimmig.

Bern, 28. Oktober 1992/28. Januar 1993

EIDG. FLUGUNFALL-
UNTERSUCHUNGSKOMMISSION
Der Präsident:

gez. H. Angst



1.

Sicht aus Fahrtrichtung (West) in die Ebene von Tägerig.



2.

Ueberreste Korb mit Brenner und Gasflaschen.



Sicht aus Norden



Sicht aus Nord-West
1 = Stillstand des Korbes
2 = Lages des Alu-Zylinders



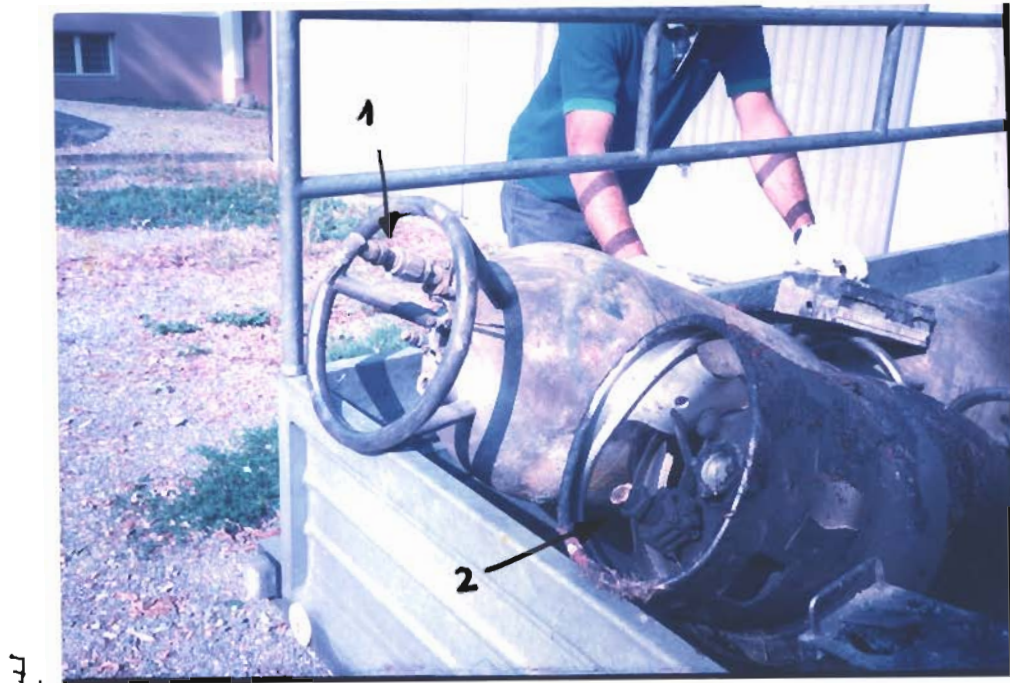
5.

Alu-Zylinder geborsten unter Hülle, ca. 6 km vom Korb entfernt



6.

Geborstener Alu-Zylinder Worthington 10 Gal



Gaszylinder mit vertikalen Fittings
1 Intakt: Stahlzylinder Colt V 30
2 Gebrochen: Alu-Zylinder Worthington 10 Gal



Gasverbund linke Korbseite