

30 Jahre Ballonkatheter: Andreas Grüntzig, ein Pionier in Zürich

M. Schlumpf

Am 12. Februar 1974, also vor genau 30 Jahren, behandelte Andreas Grüntzig zum ersten Mal einen Patienten mit dem von ihm entwickelten Ballonkatheter. Aus diesem Anlass wirft seine engste wissenschaftliche Mitarbeiterin, die 1987 mit dem Andreas-Grüntzig-Preis für ihren herausragenden Beitrag bei der Entwicklung der interventionellen kardiovaskulären Medizin von der Emory University in Atlanta ausgezeichnet wurde, ein Licht auf die gemeinsame Zürcher Zeit.

Die ersten Rekanalisationen ohne Naht und Narkose

Die Entdeckung, einen Gefässverschluss ohne Schnitt, Naht oder Narkose mechanisch zu behandeln, geht auf ein Versehen zurück. Der amerikanische Radiologe Charles Dotter durchbohrte bei einer Katheteruntersuchung versehentlich eine arteriosklerotisch verschlossene Arterie, die danach wieder durchgängig war. Dotter erkannte die klinische Bedeutung dieser Beobachtung, entwickelte daraus ein therapeutisches Prinzip und publizierte das Verfahren 1964.

Damit hatte er ein neues Kapitel in der Geschichte der Herz- und Gefässtherapie aufgeschlagen: die Verwendung des diagnostischen Katheters zur Rekanalisation kurzstreckiger arterieller Segmentverschlüsse.

1969 hörte der dreissigjährige Andreas Roland Grüntzig zum ersten Mal von dieser Dotter-Methode. Grüntzig stammte aus Ostdeutschland, war am 25. Juni 1939 in Dresden zur Welt gekommen und hatte 1957 sein Abitur in Leipzig abgelegt. Gemäss der damaligen Planwirtschaft war für ihn eine Lehre als Maurer vorgesehen, doch 1958 flüchtete Grüntzig auf einem Lastwagen aus Ostdeutschland. Er begann noch im selben Jahr in Heidelberg mit dem Medizinstudium. Nach dem Staatsexamen, Promotionen und den ersten Assistenzjahren begann sich Grüntzig den arteriellen Herzerkrankungen zuzuwenden.

Während seiner Assistenz Tätigkeit in Darmstadt nahm Grüntzig an einer Konferenz in Frankfurt teil, an der der Radiologe Eberhard Zeitler seine Erfahrungen mit der Dotter-Methode darlegte. Grüntzigs Chef in Darmstadt distanzierte sich von der Idee, verengte Arterien mit übereinandergeschobenen Kathetern wieder



Andreas Grüntzig mit seiner Erfindung 1985 (alle Abbildungen im Privatbesitz Schlumpf).

durchgängig zu machen, und erklärte, dass er eine solche Behandlung in seiner Klinik nie dulden würde. Die Idee, Patienten mit arteriellen Durchblutungsstörungen ohne Operation erfolgreich behandeln zu können, liess Grüntzig jedoch von da an nicht mehr los.

1969 trat er als Assistent ins damalige Kantonsspital Zürich ein, wo er zuerst auf der angiologischen Abteilung bei Alfred Bollinger arbeitete. Das ist auch der Zeitpunkt, an dem meine gemeinsame Forschungsarbeit mit Andreas Grüntzig begann. 1971 wechselte Grüntzig zur radiologischen Abteilung. Josef Wellauer ermöglichte ihm einen Besuch bei Eberhard Zeitler in Deutschland (Engelskirchen), um sich mit der Dotter-Methode vertraut zu machen. Grüntzig war begeistert und wollte diese Methode auch in Zürich einführen.

Korrespondenz:
Maria Schlumpf
UniversitätsSpital Zürich
Interdisziplinäre
Klinische Forschungsstation
CH-8091 Zürich

E-Mail: maria.schlumpf@usz.ch

Die Dotter-Methode kommt nach Zürich

1971 wurde Eberhard Zeitler an einen Ärztekongress nach Luzern eingeladen, und Grüntzig lud ihn ein, bei dieser Gelegenheit die Dotter-Methode im Kantonsspital Zürich zu demonstrieren. Zeitler willigte ein.

Grüntzig fand einen geeigneten Patienten mit einer Stenose der proximalen Arteria femoralis superficialis und stellte die Unterlagen an einer interdisziplinären Besprechung vor. Nach einer hitzigen Diskussion wurde entschieden, der Versuch solle stattfinden. Der Patient erteilte seine Einwilligung und Zeitler reiste sofort aus Luzern an. Grüntzig assistierte ihm während der Rekanalisation, der ich ebenfalls beiwohnte. Alles ging gut, bis sich gegen Ende des Eingriffs ein Plaque löste und in die Arteria poplitea embolisierte. Obschon bekannt war, dass diese Komplikation in 5% der Fälle auftreten konnte, frohlockten einige Kollegen unter den Zuschauern. Grüntzig behandelte den Patienten mit Dextran und wärmte ihm vorsichtig das Bein. Innert drei Stunden wendete sich alles zum Guten: Die Bein-schmerzen verschwanden, die Hauttemperatur normalisierte sich, und als Grüntzig das Bein kontrollierte, waren alle Fusspulse palpabel.

Das war ein rauher Start. Wegen der eingetretenen Komplikation standen viele Kollegen der Methode noch ablehnender gegenüber als zuvor, was zu Schwierigkeiten führte, weitere Patienten für diese Behandlung zu bekommen. Dennoch ermunterte Walter Siegenthaler, Chef der Inneren Medizin, Grüntzig dazu, einen zwei-

ten Patienten mit der Dotter-Methode zu rekanalisieren, und entgegen dem Rat der Chirurgen wurde die Behandlung bewilligt.

Wir führten alle Voruntersuchungen nach einem von Grüntzig entworfenen Protokoll durch, um eine wissenschaftliche Beurteilung der Methode vornehmen zu können. Effektiv bewährte sich dieses Protokoll: nach 15 Jahren hatten wir bei den Langzeitkontrollen ein lückenloses Daten-Follow-up.

Am 15. Dezember 1971 führte Andreas Grüntzig die erste eigene Rekanalisation eines 2 cm langen Verschlusses der Arteria femoralis superficialis nach Dotter durch.

Der Eingriff verlief reibungslos, bis Grüntzig plötzlich bemerkte, dass wiederum ein schmaler Plaque embolisiert war. Zwei Tage nach dem Eingriff entwickelte sich in der Leiste ein nuss-grosses Aneurysma spurium, das von den Chirurgen übernährt werden musste. Die rekanalisierte Arterie aber blieb durchgängig (und war bei der Nachkontrolle nach 15 Jahren immer noch offen).

Ein paar Wochen wiederholten die Chirurgen ihre Bedenken gegenüber der Dotter-Methode und sprachen sich gegen eine Weiterführung dieser Behandlung aus. Dank der Fürsprache von Åke Senning, Chef der Herzchirurgie, durfte Grüntzig die Dotter-Behandlungen dennoch fortsetzen. Während zweier Jahre behandelte Grüntzig nun eine kleine Serie von 42 Patienten mit der Dotter-Methode. Die Ergebnisse waren gut, doch Grüntzig erkannte auch klar die Grenzen dieser Methode. Das Vorwärtsbougieren der Katheter in den Arterien brachte ein erhöhtes Embolierisiko mit sich, und die relativ grossen Katheterdurchmesser führten gerne als Komplikation zu Nachblutungen in der Leistengegend, die dann chirurgisch übernährt werden mussten.

Die Idee des Ballons

Grüntzig wollte diese Methode verbessern. Der Katheter sollte kleiner sein und den neuen Gefässkanal durch zentrifugale Kräfte (ohne längsgerichtete Bewegungen) formen, und das dehnbare Segment des Katheters sollte sich der Anatomie des befallenen Gefässes anpassen können.

Ein Ballon – das war die Idee! An den folgenden Abenden bastelten wir in Grüntzigs Küche mit verschiedenen schon vorhandenen Kathetern und Gummimaterialien.

Aber es war immer das gleiche: sobald wir an unserem Modell die Ballone aufbliesen, wichen diese künstlich hergestellten «Stenosen» sand-



Maria Schlumpf am Küchentisch bei der Entwicklung des Ballonkatheters.

uhrförmig aus und verformten sich, ohne die Einengung an die Wand zu drücken. Der Gummiballon passte sich einfach der Verengung an. Unter Mitarbeit des Herzchirurgen Marko Turina sowie der Pathologen Hans Jörg Leu und Jakob Schneider erprobten wir verschiedene andere Techniken im Tierversuch.

Eine der aussichtsreichsten Methoden beruhte auf einem elastischen, dünnen Stahldraht. Das distale Ende des Drahts, das die Form eines Ellipsensegments aufwies, führten wir ins verengte Gefäss ein, während wir das proximale freie Ende an eine Bohrmaschine anschlossen und in Drehung versetzten. Bei einer Rotationsgeschwindigkeit von 3000 U/Min. formte sich der gebogene Draht zu einem Ellipsoid und presste die Thrombenmassen an die Wand. Nebst diesen im Tierversuch erfolgreichen Eingriffen führten wir auch erste Experimente mit Lasern durch, doch war damals noch keine Firma bereit, an einem solchen Projekt mitzuarbeiten. Immerhin führte Grüntzig als «Nebenprodukt» seiner Forschungen den Laserzeigstab ein.

1973 wechselte Grüntzig auf die kardiologische Abteilung zu Willy Rutishauser, der sein Vorhaben unterstützte. Grüntzig war immer noch fest überzeugt, dass die Lösung der Rekanalisation in einer Art Ballon zu suchen sei. Doch wie konnte das Problem der Ballonverformung unter Druck gelöst werden? Er verfolgte die Vorstellung, die äussere Ballonform zu begrenzen. Der Ballon sollte mit einer vorgeformten Hülle umgeben werden, die im unaufgeblasenen Zustand weich ist, aber unter starkem Druck die einmal vorgegebene Form beibehält.

Als Leitidee diente ihm der Feuerwehrschauch, der einerseits klein zusammengelegt werden kann, aber unter starkem Wasserdruck seine äussere Form nicht mehr verändert. Grüntzig legte die Problematik der Bandfabrik Niederlenz vor, liess Wachsbällone umweben und entfernte danach in einem Schmelzvorgang die Wachsfüllung wieder. So entstand eine vorgegebene Aussenform, in welche die gebastelten Ballone gebracht werden konnten. Zu diesem Zeitpunkt liess uns aber ein Gespräch mit Chemiker Heinrich Hopff von der ETH aufhorchen. Hopff hatte bereits darüber publiziert, dass dünnwandige Polyvinylchloridschläuche durch Parallelrichtung der langen Molekülketten, d. h. durch sogenannte Reckung, in der Form verändert werden können und diese veränderte Form selbst unter starkem Druck beibehalten würden. Wir machten uns auf die Suche nach solchen Schläuchen. Herr Kienast von der Firma Gummi Maag AG beriet uns und stellte verschiedene PVC-Schläuche zu Versuchszwecken zur Verfügung.

Grüntzig studierte Hopffs Publikation «Die Polyamide», die 1954 in Berlin erschienen war, und wir begannen – der Beschreibung folgend – in Grüntzigs Küche zu experimentieren. Nach Hunderten von Versuchen gelang es uns endlich, brauchbare, wurstförmige Ballonsegmente herzustellen. Die Ballone mussten an beiden Enden mit Kleber befestigt und mit Nylonfaden umgeben werden. Manchmal klebten nicht nur die Ballone, sondern auch unsere Finger daran fest, und zwar so stark, dass wir diese nur mit Hilfe einer Rasierklinge wieder loslösen konnten. Die Katheter hängten wir zum Trocknen in der Küche mit Wäscheklammern an einer Leine auf.

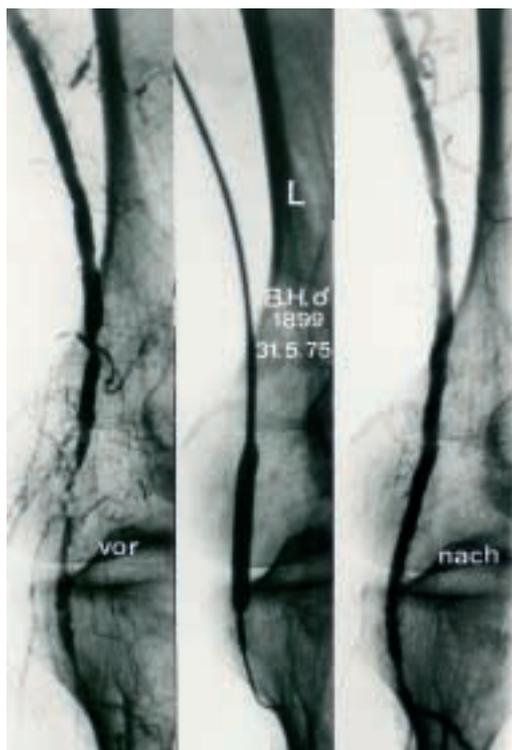
Die Druckversuche auf die Ballonsegmente zeigten, dass sich die durch Reckung vorgegebene Wurstform selbst bei einem Überdruck von 5 bis 8 atü nicht veränderte. Das war der grosse Durchbruch. Jeden Abend bastelten wir nun zusammen mit unseren Ehepartnern Michaela und Walter Ballone in verschiedenen Längen und Durchmessern.

Die erste Ballondilatation

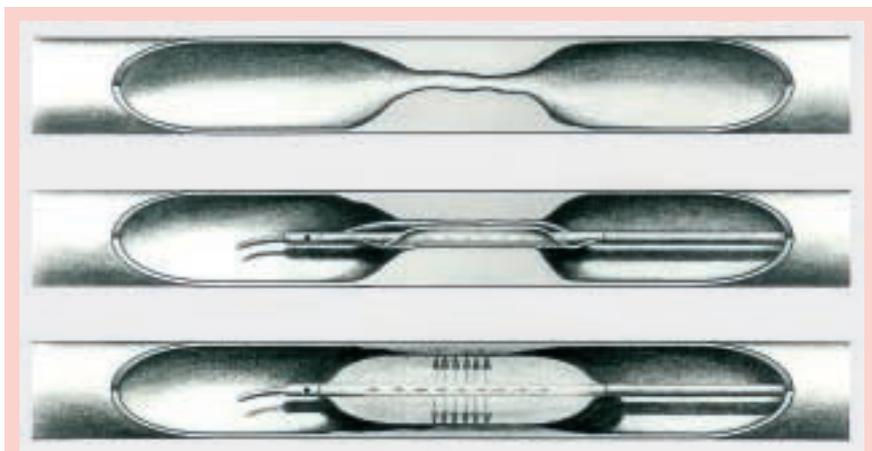
Am 12. Februar 1974 war es soweit. Andreas Grüntzig dilatierte erstmals mit dem Ballonkatheter die Beinarterie eines Patienten. Der Eingriff war ein grosser Erfolg, und wir setzten den Ballonkatheter an weiteren Patienten ein. Grüntzig mass anhand des Röntgenbildes die Verengung bei jedem einzelnen Patienten aus. Nach diesen Massen stellten wir die Ballonkatheter einzeln und individuell weiterhin zu viert in der Küche her. Allerdings musste Grüntzig, um überhaupt mit dem einlumigen Katheter dilatieren zu können, das Lumen zeitweise mit einer Tip-Okklusion verschliessen, damit er sowohl Kontrastmittel spritzen wie auch den Ballon aufblasen konnte.

Da die Lösung trotz der Erfolge nicht befriedigte, suchte Grüntzig verschiedene Firmen auf mit der Bitte, aus dem einlumigen einen doppelumigen Katheter zu entwickeln. Doch keine der Firmen war an der Weiterentwicklung interessiert, denn niemand glaubte an den Erfolg der Methode.

Schliesslich entschloss sich Grüntzig, den doppelumigen Katheter selber zu entwickeln. Helmuth Schmid von einer kleinen medizintechnischen Firma, die für uns andere medizinische Hilfsmittel verfertigte, bastelte einen winzigen Hobel und fräste damit in die Aussenseite des Grundkatheters eine Längsrille ein. In dieser Rille liess sich der Polyvinylchloridschlauch mit dem Ballon nach unten über den ganzen Grund-



Dokumentation einer Ballondilatation an einer Beinarterie durch Grüntzig 1975.



Das Prinzip des Ballonkatheters. Nach einer Skizze von Grüntzig.

Der doppelumige Dilatationskatheter besitzt nun ein Haupt- und ein Nebelum. Das Hauptlumen dient der Passage des Führungsdrahts, der Druckmessung oder Kontrastmittelinjektion. Das Ballonsegment an der Spitze des Katheters kann im verengten oder verschlossenen Gefäss in Position gebracht werden und über den Nebenkanal mit Flüssigkeit gefüllt werden. Unter einem Druck von 4 bis 6 atü wird das arteriosklerotische Verschlussmaterial während 10 bis 30 Sekunden an die Gefässwand gepresst. Der maximale Ballondurchmesser misst 4 mm für die Oberschenkelarterien und 8 mm für die Beckenarterien. Wird der Ballon entleert, öffnet sich das neugeformte Gefässlumen für den Blutstrom. Im entleerten Zustand liegt der Ballon wie ein Regenschirm wieder eng am Katheter an und kann zurückgezogen werden. Der Eingriff ist beendet.

katheter ziehen, und zwischen dem Schlauch und dem Katheter befand sich das zweite Lumen.

Von da an fräste Schmid nun regelmässig Rillen in die Grundkatheter, damit wir die gebastelten Schläuche mit den Ballonen darüber ziehen konnten. Einige Zeit später erhielt er jedoch ein Verbot für diese Beschäftigung, da für die Firma kein Nutzen ersichtlich sei. Schmid versuchte seinen Arbeitgeber noch zu überzeugen, wurde aber schliesslich entlassen.

Noch fehlte ein Y-förmiges Verbindungsstück, um die beiden Lumina einzeln benützen zu können. Wir bastelten fast ein Jahr, bis am 23. Januar 1975 der erste doppelumige Katheter einsatzbereit war. Noch anderthalb Jahre stellten wir die doppelumigen Katheter an den Wochenenden selber her.

Grüntzig behandelte so rund 200 Patienten. Die angiographischen Nachkontrollen belegten, dass das durch den Thrombus gebohrte Loch vom Blutstrom effektiv als neues Lumen akzeptiert wird und sich anfängliche Wandunregelmässigkeiten in der Folgezeit glätteten. In dieser Zeit fanden unsere Ballonkatheter durch die beiden Kardiologen Pierre Levis und Pierre Wirz erstmals auch ausserhalb des Kantonsspitals Zürich Anwendung. Erst ab Mitte 1976 übernahmen die Firmen Cook und Schneider die Produktion der Oberschenkel- und Beckenkatheter.

Der Einsatz an Herzkranzgefässen

Ebenfalls aus Grüntzigs Küche stammten die ersten Ballonkatheter für tierische Herzkranzgefässe, mit welchen Grüntzig am 24. September 1975 begann, die erste Koronardilatation im Tierversuch erfolgreich durchzuführen. Am 15. November 1976 stellte Grüntzig seine Experimente, die der Schweizerische Nationalfonds finanziell unterstützte, im Heart Association Meeting in Miami vor. Dort lernte er Richard Myler aus San Francisco und Martin Kaltenbach aus Frankfurt kennen, die ihm ihre Zusammenarbeit anboten.

Myler und der Herzchirurg Elias Hanna boten Grüntzig im Mai 1977 die Gelegenheit, in San Francisco intraoperative Dilatationen am Menschen durchzuführen. Die Eingriffe erfolgten komplikationsfrei und bestärkten Grüntzig in der Annahme, dass auch Ablagerungen in den menschlichen Herzkranzgefässen erfolgreich an die Arterienwand gepresst werden könnten, ohne Embolien auszulösen. Die Basis für die Koronardilatation war damit gelegt.



Grüntzig setzt seinen Ballonkatheter am Patienten ein.

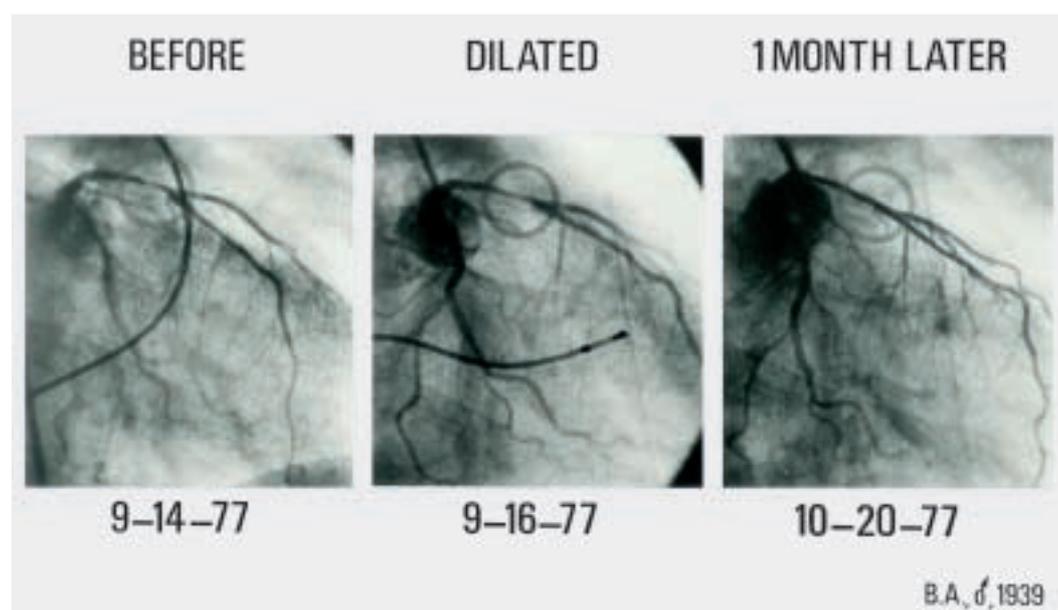
Gegen den massiven Widerstand von vielen Seiten unterstützte ihn einmal mehr Åke Senning, der mitten in einer Fallbesprechung aufstand und sagte: «Machen Sie's, falls etwas passiert, operiere ich!» Dieser Satz des weltberühmten Herzchirurgen war für Grüntzig von grösster Bedeutung und brachte manchen Gegner am Kantonsspital Zürich zum Schweigen.

Die Suche nach geeigneten Patienten gestaltete sich schwierig, da nur medikamentös erfolglos therapierten Patienten zu einer Koronarangiographie geraten wurde. Was Grüntzig aber

für die erste Koronardilatation (PTCA) am lebenden Menschen brauchte, war ein Patient mit einer isolierten, proximalen Stenose ohne zusätzliche Koronarerkrankungen. Ein aussichtsreicher Patient wurde lange nicht gefunden, und ein erster Dilatationsversuch an einem schwerkranken Patienten, der als nichtoperabel galt, war nicht durchführbar. Erst eine Reise zu Richard Myler, der ihm anerbote, die erste PTCA bei ihm in San Francisco durchzuführen, bewog die Kollegen in Zürich zur Akzeptanz eines geeigneten Patienten. Es handelte sich um einen 38jährigen Versicherungsfachmann mit einer proximalen, isolierten, engen LAD-Stenose, der an Angina pectoris litt, die schon in Ruhe auftrat.

Der aufgeschlossene Patient willigte sofort ein, worauf Andreas Grüntzig am 16. September 1977 bei diesem Patienten die erste Koronardilatation am Menschen erfolgreich durchführte. Drei Monate später folgte die erste Dilatation der Nierenarterie und am 27. März 1979 der Arteria mesenterica.

Der Erfolg der koronaren Dilatation hat sich auf der ganzen Welt so schnell verbreitet, dass viele Ärzte aus aller Welt zu Grüntzig reisten. Dies beeinträchtigte seine Arbeit als Oberarzt derart, dass er sich entschloss, einen Demonstrationkurs live im Kantonsspital Zürich durchzuführen. «Wenn die Methode gut ist, muss sie sich auch in einer Livedemonstration bewähren, tut sie das nicht, zeigt sie es uns, bevor wir unsere Patienten gefährden!», begründete er diesen mutigen Auftritt. Der erste Kurs fand am 7. August



Dokumentation der ersten PTCA vom 16. September 1977.

1978, fast ein Jahr nach der ersten Koronardilatation, statt. Grüntzig hielt dazu fest, es sei dieser erste Kurs in Zürich gewesen, «dort, wo die kritischen Zuschauer aus dem In- und Ausland die Dilatation verfolgten – ganz am Anfang meiner Lernkurve, welcher mir am meisten brachte».

Der Auszug aus Seldwyla

1980 boten ihm die Harvard University in Boston, die Emory University in Atlanta und weitere renommierte Universitäten der USA eine Stelle an. Grüntzig hatte absolut keine Lust, in die USA auszuwandern, aber die Situation in Zürich wurde immer untragbarer. Es wurden ihm nur sehr wenige Spitalbetten zur Verfügung gestellt, so dass die Wartezeit zeitweise über drei Monate betrug und die Warteliste immer länger wurde, obschon die Gefässverschlüsse eine sofortige Behandlung erforderten. Grüntzig hatte noch lange gehofft, die Klinikdirektoren in Zürich würden sich einigen und ihm einige der vielen leerstehenden Betten in der umgebauten Frauenklinik oder irgendwo zur Verfügung stellen, aber «man wollte einfach keinen Weg

finden», wie es die Weltwoche in einem mit «Medizinisches Seldwyla» betitelten Artikel ausdrückte. Der Sekretärin wurde es verboten, die Dilatationskorrespondenz für Grüntzig zu erledigen, er solle dies in seiner Freizeit und übers Wochenende selber tun. Die personelle, technische und räumliche Infrastruktur, die er unbedingt für die Weiterentwicklung seiner Methode benötigte, wurde ihm nicht bewilligt, und vieles andere mehr.

Zürich verunmöglichte ihm ein Weiterarbeiten. Aber auch alle andern europäischen Universitäten boten ihm keine Chance, nicht einmal Deutschland, wo er sich damals um zwei Professuren beworben hatte. Schweren Herzens entschied sich Grüntzig, die Stelle als Professor für Medizin und Radiologie und Direktor der interventionellen kardiovaskulären Abteilung der medizinischen Fakultät an der Emory University in Atlanta anzunehmen. Seinen Auszug nach Übersee hat Andreas Grüntzig nie bereut – Amerika wurde ihm zu einer letzten Heimat. Grüntzig hegte den Traum, mit dem Ballonkatheter bis in die Hirnarterien vorzudringen. Dazu sollte es nicht mehr kommen: Am 27. September 1985 nahm sein Leben bei einem Flugzeugabsturz in Georgia (USA) ein jähes Ende.