

## Vergleichende Untersuchungen ein- und zweireihiger Anastomosen am Schweinedünndarm

G. Müller\*, G. Kieninger, G. Breucha, I. Bustamante und W. Neugebauer

Chirurgische Universitätsklinik (Direktor: Prof. Dr. med. L. Koslowski),  
Calwer Str. 7, D-7400 Tübingen, Bundesrepublik Deutschland

### Comparative Study on Single Layer and Two Layer Anastomoses of Small Intestine

**Summary.** The one layer anastomosis after Gambee is compared with the two layer anastomosis after Dick at the small bowel of 20 minipigs. The end-to-end anastomosis after Gambee consists of an interrupted, inverting suturing of the bowel wall. Dick suggested a closed method, applying bronchial clamps before resecting the bowel. Seromuscular sutures and inner all layer sutures are inserted interrupted. Experimental studies have been done after 4, 7, 14 and 21 days. In Histology two layer anastomoses caused delayed wound healing after 4 days. Twenty-one days after the operation histological findings in both groups were equal. Microangiographic studies showed, that in single layer anastomoses revascularization began 3 days earlier than in two layer anastomoses. Measuring of the bursting strength showed no significant differences. All parameters suggest equal value of both techniques. In our opinion the two layer anastomosis after Dick combines the advantages of a closed method with a simple, easy performable technique. We therefore apply it all over the gastrointestinal tract with exception of esophagel and rectal anastomoses.

**Key words:** Small bowel anastomosis – One layer suture – Two layer suture – Microangiography – Bursting strength.

**Zusammenfassung.** Am Dünndarm von 20 Göttinger Zwergschweinen wurden Anastomosen in einreihiger und zweireihiger Nahttechnik angelegt. In den folgenden 3 Wochen wurden neben der makroskopischen Beurteilung der Anastomosen histologische und mikroangiographische Untersuchungen sowie Berstungsdruckmessungen durchgeführt.

Histologisch konnte bei den zweireihigen Anastomosen eine stärkere Entzündung im Anastomosenbereich gesehen werden, die den Heilvorgang im Vergleich zu den einreihigen Anastomosen verzögerte. Nach 21 Tagen waren

\* Adresse für Sonderdruckanforderungen

zwischen einreihigen und zweireihigen Anastomosen weder makroskopisch noch histologisch Unterschiede nachweisbar. Anhand der mikroangiographischen Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß bei den schichtgerecht Stoß auf Stoß adaptierten einreihigen Anastomosen die Revascularisierung 3 Tage früher einsetzte als bei den zweireihigen. Nach 14 Tagen waren jedoch keine Unterschiede im Vascularisierungsgrad mehr nachweisbar. Bei der Berstungsdruckmessung fand sich in der Festigkeit ein- und zweireihiger Anastomosen kein signifikanter Unterschied. Die untersuchten Parameter lassen die zwei Anastomosierungsverfahren als gleichwertig erscheinen.

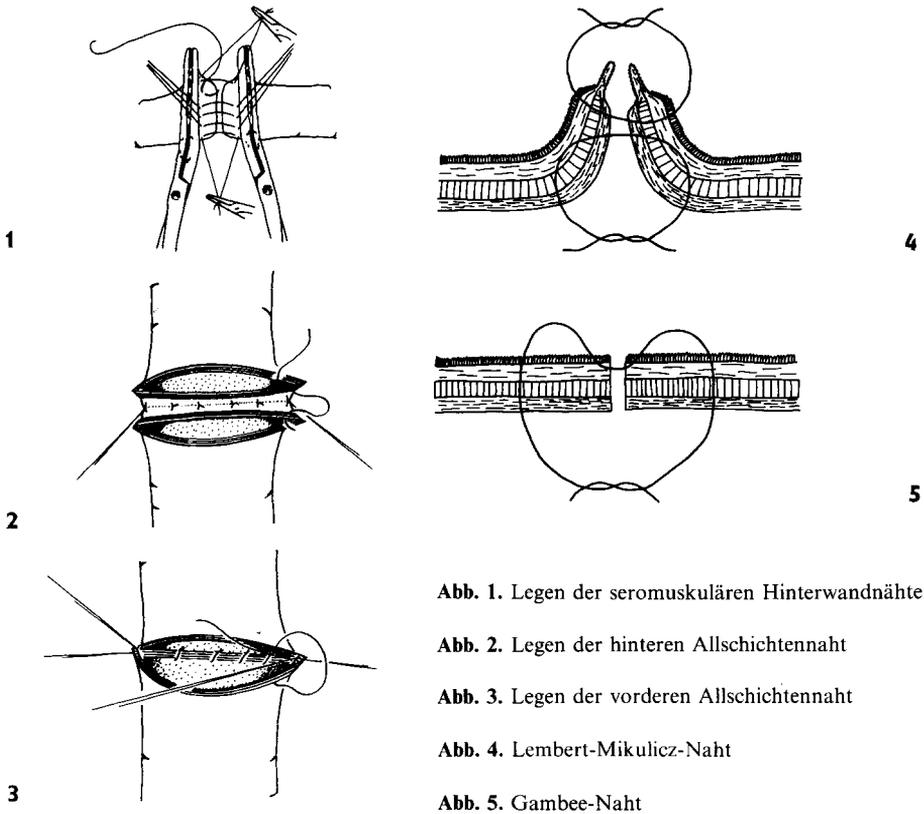
Darmanastomosen wurden schon vor über 100 Jahren in ein- oder ausstülpender, ein-, zwei- oder dreireihiger Technik klinisch und tierexperimentell erprobt. Neuere Mitteilungen hierüber beschreiben in der Regel weniger Änderungen der Anastomosentechnik, sondern beschäftigen sich vorwiegend mit den Heilungsvorgängen und der funktionellen Belastbarkeit der Anastomosen. Geeignete Untersuchungsmethoden sind neben der histologischen Beurteilung die Mikroangiographie und die Messung des Berstungsdruckes.

Die Grundlagen der einstülpenden Darmnaht schuf im Jahre 1826 Lembert, der die breite Vereinigung von Serosa für die Voraussetzung einer erfolgreichen Wundheilung am Darm hielt. Seiner ursprünglich einreihigen seromuskulären Naht wurde von Czerny 1877 eine darüberliegende zweite Nahtreihe beigefügt, um größere Sicherheit zu gewährleisten. Halsted wies 1887 auf die relative Einengung des Darmlumens bei der invertierten zweireihigen Anastomose hin. Er empfahl eine einreihige Naht, bei der durch Mitfassen der Submucosa eine ausreichende Festigkeit garantiert werden sollte. Nach zunehmender Anwendung der offenen Anastomosierung führte Gambee [4] 1956 eine einreihige Stoß-auf-Stoß-Naht ein, die nach Durchstechen der gesamten Wand die Mucosa in Form eines Rückstiches adaptiert. Seit 1955 benutzen wir an der Chirurgischen Universitätsklinik Tübingen als Standardverfahren der Darmnaht die zweireihige invertierende Lembert-Mikulicz-Naht in der Modifikation nach Dick. Die Besonderheit dieser Anastomosentechnik besteht in der Verwendung von Bronchusklemmen zur Markierung der Resektionsränder. Ziel der vorliegenden tierexperimentellen Untersuchungen war der Vergleich der eigenen Anastomosentechnik mit der einreihigen Stoß-auf-Stoß-Naht nach Gambee.

## Material und Methodik

Die Versuche wurden an 20 Göttinger Zwergschweinen mit einem durchschnittlichen Gewicht von 20 kg durchgeführt. Um methodisch bedingte Verfälschungen der Versuchsergebnisse weitgehend auszuschalten, wurden sämtliche Anastomosen unter identischen Versuchsbedingungen vom gleichen Operateur angelegt. Bei jedem Versuchstier wurden gleichzeitig 6 Dünndarmanastomosen angefertigt: in jeweils 30 cm Abstand, beginnend 50 cm aboral der Flexura duodeno jejunalis, zunächst die drei zweireihigen, daran anschließend die drei einreihigen Anastomosen. Als Nahtmaterial wurde für alle einreihigen Anastomosen sowie für die seromuskuläre Naht der zweireihigen Anastomose resorbierbares Polyglaktin<sup>1</sup>, für die innere Allschichtennaht der zweireihigen Anastomose Catgut verwandt. Alle

<sup>1</sup> Vicryl®



**Abb. 1.** Legen der seromuskulären Hinterwandnähte

**Abb. 2.** Legen der hinteren Allschichtennaht

**Abb. 3.** Legen der vorderen Allschichtennaht

**Abb. 4.** Lembert-Mikulicz-Naht

**Abb. 5.** Gambee-Naht

Nähte wurden in Form von Einzelknopfnähten angelegt. Bei der *Anastomosentechnik nach Dick* wurden nach entsprechender Skelettierung des Mesenteriums Bronchusklemmen mit längsgeriffelten Branchen rechtwinklig zum Verlauf des Dünndarms angelegt. Nach Durchtrennung des Darmes unmittelbar an den Metallbranchen mit dem Paquelin wurde zur Anlage der seroserösen Hinterwandnähte direkt an der Bronchusklemme ein- und nach Erfassen eines genügend großen seromuskulären Anteils knapp vor der Bronchusklemme der Gegenseite ausgestochen (Abb. 1). Nach Knoten der seromuskulären Hinterwandnähte wurden die Bronchusklemmen vorsichtig abgenommen. Die Quetschränder am Dünndarm blieben in der Regel geschlossen und zeigten das Längsprofil der Klemmen. Unter Bereithaltung eines Saugers wurden beide Darmlumina zur Anlage der inneren Nahtreihe der Hinterwand eröffnet. Die Catgut-Einzelknopfnähte wurden als Allschichtennaht im gesunden Gewebe unterhalb der Quetschfurchung angelegt (Abb. 2). Die gleichfalls mit Catgut ausgeführte Vorderwandnaht erfolgte nach Mikulicz in Form von invertierenden Einzelknopfnähten, wobei Serosa an Serosa zu liegen kommt (Abb. 3). Die vordere seromuskuläre Nahtreihe waren wieder Einzelknopfnähte im Sinne von Lembert (Abb. 4). Bei der *Anastomosentechnik nach Gambee* (Abb. 5) wurden zunächst zwei weiche Darmklemmen am Dünndarm angelegt. Zur Anlage der Einzelknopfnähte wurde die Darmwand etwa 3 mm vom Resektionsrand entfernt von außen nach innen durchstochen. Der Rückstich wurde zwischen Tunica mucosa und Muscularis propria herausgeführt. Auf der Gegenseite wurde entsprechend zwischen Tunica mucosa und Muscularis propria zum Lumen hin ein- und anschließend durch alle Darmschichten zurück nach außen gestochen. Beim Knüpfen adaptierte sich die Darmwand Stoß auf Stoß mit der Gegenseite. Die Entnahme der Präparate erfolgte nach 1, 2, 4, 7, 14 und 21 Tagen zur makroskopischen Beurteilung und zur histologischen Untersuchung. Parallel dazu wurden die Anastomosen nach 4, 7, 14 und 21 Tagen zur Messung des Berstungsdruckes sowie zur mikroangiographischen Darstellung entnommen. Von 120 Dünndarmanastomosen, davon 60 einreihigen und 60 zweireihigen Anastomosen, wurden insgesamt 60 histologisch, 48 mikroangiographisch sowie 48 zur Berstungsdruckmessung aufgearbeitet.

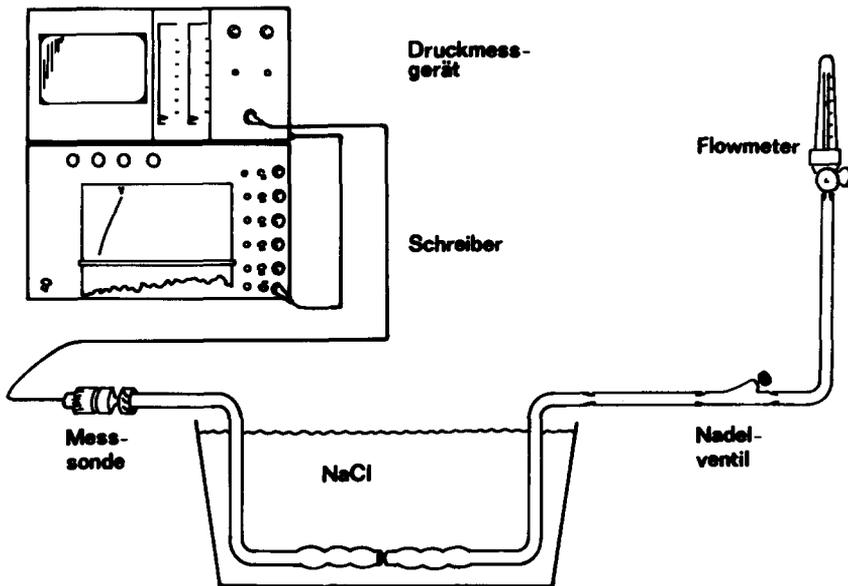


Abb. 6. Schematische Darstellung der Versuchsanordnung zur Berstungsdruckmessung

Die histologische Untersuchung der Gewebeproben erfolgte an  $5\mu$  dicken Schnitten in Hämatoxylin-Eosin und van Gieson-Färbung. Zur Mikroangiographie wurde das bariumsulfathaltige Kontrastmittel Mikropaque im Verhältnis 1:1 mit Aqua destilata sowie einem oberflächenentspannenden Mittel gemischt. Das anastomosenträgende Segment wurde unter Schonung des Mesenterialgefäßstieles durch Verschluss beider Enden mit Klemmen aus der Darmkontinuität herausgelöst. Nach Punktion eines geeigneten arteriellen Gefäßes wurde das Kontrastmittel langsam eingespritzt. Je nach Art und Alter der Anastomose kam es zu einem mehr oder minder raschen Übertritt des Kontrastmittels über die Anastomose hinweg zur Gegenseite. Der ausreichende Füllungsgrad der Anastomosenregion wurde anhand der weißlichen Verfärbung des Gefäßnetzes beurteilt. Danach wurden die Präparate entnommen und nach 48stündiger Fixierung mit dem Mammographiegerät unter Verwendung von Industriefilm als Aufsichtspräparat sowie in Längsschnitten geröntgt. Zur Auswertung wurden auf photographischem Wege 6,5fache Vergrößerungen der Aufnahmen hergestellt. Zur Messung des Berstungsdruckes wurde auf beiden Seiten der anastomosenträgenden Darmsegmente eine 7 mm Durchmesser starke Glasröhre eingebunden. Der im zuführenden Schenkel erzeugte Druck wurde mittels Druckmeßsonde im abführenden Schenkel gemessen und von einem Schreiber registriert. Nach Befestigen des locker ausgespannten Darmsegmentes in einer mit isotoner Kochsalzlösung gefüllten durchsichtigen Plastikwanne wurde der Druck linear um 1 mm Hg/s gesteigert, bis der sich zunehmend blähende Darm platzte und Luftblasen aufstiegen (Abb. 6). Der Druckabfall wurde vom Schreiber registriert.

## Ergebnisse

**Makroskopie.** Bei den nach unterschiedlichen Zeitintervallen (s. o.) vorgenommenen Relaparotomien zeigten die einreihigen Anastomosen bei exakter Stoß-auf-Stoß-Adaptation keine Einengung des Darmlumens. Diese Idealverhältnisse waren jedoch nur bei 20 der 60 Anastomosen gegeben. Durch partielles Ein- bzw. Auskrepeln entstanden in der frühen postoperativen Phase Wulstbildungen bis zu 4 mm, die sich bis zum 21. postoperativen Tag rückbildeten. Die Anastomosen zeigten anfänglich die Tendenz mit der Umgebung zu verkleben. Diese Verklebun-

gen hatten sich bis zum 21. postoperativen Tag weitgehend gelöst. Die zweireihigen invertierend genähten Anastomosen waren lückenlos von Serosa bedeckt. Sie zeigten nach 48 h eine zirkuläre Wulstbildung, die bis zum 7. postoperativen Tag an Dicke zunahm und am aufgeschnittenen Präparat eine Höhe bis 5 mm aufwies. Bis zum 21. Tag wiesen alle Anastomosen eine normale Weite des Darmlumens auf. Der eingestülpte Rand war als Narbenring tastbar.

*Histologie.* Die histologische Untersuchung der nach 24 h entnommenen Präparate zeigte eine granulocytäre Infiltration der Submucosa sowie der Subserosa, die bei den zweireihigen Anastomosen deutlich stärker ausgeprägt war. Während sich bei exakt Stoß auf Stoß genähten einreihigen Anastomosen kein nekrotischer Gewebesaum fand, zeigten ins Lumen hineinragende Geweberänder eine kleine Bürzelnekrose, die von Granulocysten demarkiert war. Ab dem 4. postoperativen Tag zeigten sich histologisch unregelmäßige Mucosaüberbrückungen der Anastomose, am 7. postoperativen Tag war die Reepithelisierung abgeschlossen. Bei den zweireihigen Anastomosen war der ins Lumen hineinragende Quetschrand nach 48 h von einem Granulocytensaum demarkiert und bei einigen Anastomosen bereits nach 4 Tagen, spätestens jedoch nach 7 Tagen, ins Lumen abgestoßen. Am 4. postoperativen Tag begann die Bindegewebsneubildung in der Muscularis mucosae. Die Epithelüberbrückung der Anastomosen konnte erstmals am 7. postoperativen Tag beobachtet werden, zeigte nach 14 Tagen weiterhin Defekte und war erst nach 21 Tagen vollständig vorhanden.

*Mikroangiographie.* Mikroangiographisch hatte bei den einreihigen Anastomosen die Vascularisierung bereits am 4. postoperativen Tag in allen Schichten begonnen, vereinzelt war der Anschluß zur Gegenseite schon gefunden. Am 7. postoperativen Tag durchzog eine Vielzahl kleiner Gefäße das Anastomosengebiet, so daß der Anastomosenspalt nur noch schwer zu erkennen war. Das zunächst lockere Gefäßnetz nahm bis zum 21. Tag ein der normalen Darmwand entsprechendes Verteilungsmuster an. Bei den zweireihigen Anastomosen ließen sich die Querverbindungen erst ab dem 7. postoperativen Tag vereinzelt nachweisen. Das Gefäßwachstum schritt in der Subserosa am schnellsten voran, während sich zum Lumen hin im Bereich der eingestülpten Wandteile ein gefäßloser Spalt zeigte. Ab dem 14. postoperativen Tag begannen Gefäße diesen Spalt in lockerer Anordnung zu durchsprossen. Am 21. Tag war der Durchbau vollendet.

*Berstungsdruckmessung.* Die Messung des Berstungsdrucks zeigte 4 Tage nach Anlage der Anastomose, daß einreihige Anastomosen einen etwas höheren intraluminalen Druck tolerierten als zweireihige Anastomosen (Abb. 7). Der mittlere Berstungsdruck beider Anastomosenformen lag zu diesem Zeitpunkt unter dem des intakten Dünndarmes mit 235 mm Hg. Am 7. und 14. postoperativen Tag lag der Berstungsdruck beider Anastomosenformen geringfügig über dem des intakten Darmes. Nach 21 Tagen stieg die Drucktoleranz der zweireihigen Anastomosen bis auf 267 mm Hg an, während sie bei den einseitigen Anastomosen mit 207 mm Hg auf den Ausgangswert des 4. postoperativen Tages abfiel. Für die Signifikanzberechnung wurde der *t*-Test nach Gosset angewandt, wobei alle vier Entnahmetermine keine signifikanten Unterschiede der Druckwerte zwischen beiden Anastomosenarten ergaben. Als schwächste Stelle der Anastomo-

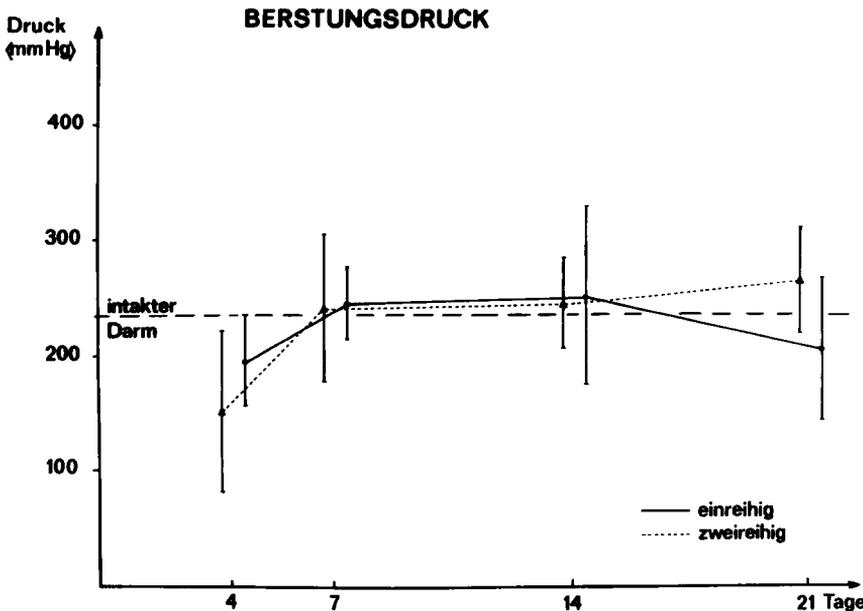


Abb. 7. Berstungsdruck an anastomosentragenden und anastomosenfreien Dünndarmabschnitten

sen erwiesen sich bis zum 7. postoperativen Tag die Stichkanäle; dort begannen die Fäden ein Loch in den überblähten Darm zu reißen. Bei Messung am 14. Tag platzte der Darm eher im Bereich der intakten Wand als an der Anastomose. Wurde die Drucksteigerung bei 160 mm Hg, d. h. bei etwa dem Dreifachen der maximalen Druckbelastung des menschlichen Darmes gestoppt [12], ergab sich folgendes Bild: Die einreihigen Anastomosen hielten nach 4 Tagen in 66 % der Fälle, nach 7 Tagen in 100 %, nach 14 und 21 Tagen in 83 % der Fälle dem Druck stand. Die zweireihigen Anastomosen hielten der gleichen Druckbelastung nach 4 Tagen in 50 %, nach 7, 14 und 21 Tagen in 100 % der Fälle stand.

## Diskussion

Die erfolgreiche klinische und experimentelle Anwendung verschiedener Techniken der Darmanastomosierung zeigt, daß mehrere gangbare Wege existieren. Werden generelle Voraussetzungen, wie die spannungsfreie Verbindung der Darmenden, gesicherte Blutversorgung, sowie die Druckentlastung im Intestinum beachtet, spielt die Zahl der Nahtreihen, die Frage der offenen oder geschlossenen Anastomosierung oder das Nahtmaterial eine sekundäre Rolle. Da dem Chirurgen jedoch daran gelegen sein muß, auch geringfügige Mängel seiner Anastomosen, die im Einzelfall zu fatalen Komplikationen führen können, zu verbessern, sind jene oben genannten Detailfragen immer wieder Gegenstand von Diskussionen.

Nach wie vor leuchtet bei der Lembertschen Theorie ein, daß die breite Vereinigung von Serosaf lächen zur raschen Verklebung der Nahtstelle führt, und damit der Keimverschleppung vom Lumen in die Bauchhöhle entgegenwirkt.

Durch das Einstülpen der Serosa, sei es in einreihiger oder zweireihiger Nahttechnik, gibt man jedoch die schichtgerechte Adaptation der zu vereinigenden Darmlumina auf. Unsere tierexperimentellen Untersuchungen bestätigten histologisch den schnelleren Heilungsvorgang bei der einreihigen Stoß auf Stoß adaptierten Anastomose [6–8]. In Form einer Primärheilung war bereits am 4. Tag die Mucosa vollständig regeneriert und der Anastomosenspalt von einem schmalen Saum gefäßreichen Granulationsgewebes überbrückt. Am 7. Tag war eine durchgehende Muscularis mucosae, am 21. Tag eine durchgehende Muscularis propria vorhanden. Bei der zweireihigen Anastomosentechnik verlief der Heilvorgang als Sekundärheilung über den Umweg eines Gewebeumbaus mit gleichzeitiger Gewebenekrose und Abstoßung. Hierin unterscheidet sich jedoch die Anastomosentechnik nach Dick grundlegend von den anderen invertierenden Nahttechniken, da der eingestülpte Saum stark gequetscht ist und somit rascher Nekrose anheim fällt. Entgegen anderer Meinung [7, 10] konnten wir nachweisen, daß dieser Quetschrand nach 48 h von einem Granulocytensaum demarkiert und teilweise nach 4, immer jedoch nach 7 Tagen ins Lumen abgestoßen war. Wurde bei der einreihigen Anastomosentechnik nicht gequetschte Darmwand invertiert, verzögerten sich der Gewebeumbau sowie die Abstoßung bis zum 14. postoperativen Tag. Als weiterer Nachteil der zweireihig invertierenden Nahttechnik wird die relative Stenosierung des Lumens angeführt (1, 5, 7–9, 12). Mit der Dickschen Technik ist der eingestülpte Saum durch die Breite der Branchen festgelegt. Auch hierbei macht sich das Quetschen dieses Saumes vorteilhaft bemerkbar, da er papierdünn und damit von weicher Konsistenz wird. Selbst am 7. postoperativen Tag, als die Wulstbildung im Tierexperiment ihren Höhepunkt erreicht hatte, war es bei keiner der 60 Dünndarmanastomosen zu einer relevanten Stenosierung gekommen. Dies bestätigt die an der Tübinger Klinik seit 1956 gewonnene gute klinische Erfahrung mit dieser Darmnaht. Nach den Erfahrungen von Herrmann [6], der an Ratten 220 einreihige Colonanastomosen nach der Lembertschen Technik anlegte, traten gleichfalls Sekundärheilungen mit Abstoßung von nekrotisch eingestülpten Säumen bis zum 14. Tag auf. Trotz der verbesserten Adaptation der Darmränder durch die Gambee-Naht ergab die genaue Inspektion unserer eigenen einreihigen Anastomosen immer wieder eine teilweise Einstülpung der Ränder. Die dadurch hervorgerufene Wulstbildung führte zur Sekundärheilung, war insgesamt jedoch schwächer ausgeprägt als bei zweireihigen Anastomosen.

Zusammenfassend zeigte das histologische Bild, daß durch die zweireihige Anastomosentechnik eine Sekundärheilung in Kauf genommen wird. Unter Verwendung der Dickschen Technik verzögert sich durch Quetschen des Wundrandes der Heilverlauf gegenüber der exakt Stoß auf Stoß genähten einreihigen Anastomose um 3–4 Tage. Eine Einengung des Darmlumens kommt jedoch nicht zustande. Adhäsionen und Insuffizienzen werden durch die sichere Adaptation der Serosa vermieden. Nach 21 Tagen ist der histologische Durchbau und die Weite der Anastomosen mit denen der einreihigen Anastomosen identisch.

Neben dem histologischen Nachweis der Gefäßneubildung stehen heute mikroangiographische Techniken der Gefäßdarstellung zur Verfügung. Mittels 6,5facher fotografischer Vergrößerung wurde versucht, dabei eine Beurteilbarkeit in mikroskopischen Dimensionen zu erreichen. Es bestätigte sich, daß die Vascularisierung bei den einreihigen Stoß auf Stoß adaptierten Anastomosen

3 Tage früher als bei den zweireihigen Anastomosen einsetzte [7.] Spätestens ab dem 7. postoperativen Tag fanden sich jedoch auch bei der zweireihigen Anastomose vasculäre Querverbindungen. Bis zum 21. Tag hatte sich bei den Anastomosenarten ein lockeres, zur Blutversorgung ausreichendes Gefäßnetz gebildet. Unsere Beobachtungen entsprechen denen von Abramowitz [1]. Im Gegensatz dazu beschrieb Langer [8] bei der zweireihigen Anastomose eine völlige Avaskularität der Naht für 2 Wochen und zarte, die Anastomose überbrückende Gefäßsprossen erst ab der 3. Woche. Dies widerspricht den eigenen Befunden, da sich gerade die zweireihige Anastomose infolge ausgeprägter granulocytärer Infiltrationen, Abstoßung des Quetschsaumes sowie beginnender Bindegewebsneubildung und Reepithelialisierung schon zu einem früheren Zeitpunkt in einer Phase höchsten Gewebeumbaus und -neubaus befanden. Die Ursache dieser Diskrepanz liegt möglicherweise in der von uns angewandten Dickschen Anastomosentechnik. Langer [8] legte die zweireihige Anastomose unter Verwendung einer fortlaufenden Schleimhautnaht an, als deren Nachteil eine verstärkte Durchblutungsstörung diskutiert wird. Bei der Dickschen Technik dagegen werden ausschließlich Einzelknopfnähte verwandt, außerdem stößt sich der invertierte Quetschrand, wie oben beschrieben, zu einem früheren Zeitpunkt ab und ermöglicht somit den raschen Gefäßdurchbau.

Der Mikroangiographie scheinen technische Grenzen gesetzt. So lassen sich ein- und zweireihige Anastomosen in Planschnitten nicht exakt vergleichen, da die einreihigen Anastomosen plan sind, die zweireihigen Anastomosen jedoch infolge der Einstülpung in Schichten übereinander liegen. Von besonderer Aussagekraft wären wiederholte mikroangiographische *in vivo*-Darstellungen, die den fortschreitenden Prozeß der Gefäßeinsprossung an der gleichen Anastomose erkennen ließen.

Die eigenen mikroangiographischen Befunde lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Vascularisierung beginnt bei den einreihigen Anastomosen 3 Tage früher als bei den zweireihigen, am 21. Tag liegen jedoch keine Unterschiede in der Gefäßversorgung mehr vor. Die angewandte Dicksche Anastomosentechnik scheint hinsichtlich des Zeitpunktes der Vascularisierung der Anastomose gegenüber anderen Techniken der zweireihigen Anastomose vorteilhafter.

Die Belastbarkeit von Darmanastomosen läßt sich experimentell durch Prüfung der Reißfestigkeit oder durch Berstungsdruckmessung ermitteln. Da die Anwendung eines intraluminären Druckes eher der natürlichen Belastung des Darmes entspricht, wurde diese Meßmethode gewählt. Mit ihr wird gleichzeitig die schwächste Stelle der Anastomose ermittelt, während die Untersuchung der Reißfestigkeit an einem subjektiv ausgewählten Anastomosenabschnitt von unterschiedlicher Dicke erfolgt.

Die eigenen Ergebnisse bestätigen die Untersuchungen anderer Autoren [2, 3, 6, 12–14]. Die Festigkeit der Anastomosen war um den 4. postoperativen Tag geringer als diejenige des intakten Darmes. Danach stieg die Belastbarkeit an und erreichte am 7. Tag diejenige des normalen Darmes. Die vergleichende Untersuchung ein- und zweireihiger Anastomosen zeigte keine signifikanten Unterschiede der Festigkeit.

Der Druck im Magen-Darm-Trakt von Schweinen überschreitet unter physiologischen Bedingungen auch bei starker Peristaltik nie 50 mm Hg [12]. Bei

Zugrundelegung dieses Druckwertes als obere Grenze der Berstungsdruckmessung wären sämtliche geprüften Anastomosen dicht geblieben. Dies entsprach den Relaparotomieergebnissen. Bei Zugrundelegung eines unphysiologischen Maximaldruckes von 160 mm Hg zur Prüfung der Belastbarkeit bestanden zwischen beiden Anastomosentechniken keine signifikanten Unterschiede.

Die vorliegenden tierexperimentellen Untersuchungsergebnisse bestätigen 20jährige klinische Erfahrungen mit der Technik der zweireihigen Anastomose nach Dick. Ihre entscheidenden Vorteile sind:

1. Endgültige Festlegung der Resektionslinie am Darm.
2. Maximale Ausbreitung und gleichzeitige Fixierung der zu anastomosierenden Darmabschnitte.
3. Exakte Blutstillung an der Anastomose.
4. Seromuskuläre Hinterwandnaht unter aseptischen Verhältnissen.
5. Schnelle Abstoßung des schmalen gequetschten Gewebesaaumes.
6. Adaptation ungleicher Darmlumina durch schräges Anlegen der Klemmen.

Mit Ausnahme der Anastomosen am Oesophagus und bei tiefen Rectumresektionen wird daher an der Tübinger Klinik die zweireihige Anastomosentechnik nach Dick als Standardmethode bevorzugt.

Die tierexperimentellen Untersuchungen wurden im Rahmen zweier Inaugural-Dissertationen von Fräulein C. M. Grzeschiuchna und Herrn M. Dürr durchgeführt. Besonderer Dank für die Beurteilung der histologischen Präparate gebührt Frau Priv.-Doz. Dr. H. Fischbach.

## Literatur

1. Abramowitz, H. B., Mc Alister, W. H.: A comparative study of small bowel anastomoses by angiography and microangiography. *Surgery* **66**, 564–569 (1969)
2. Chlumsky, V.: Experimentelle Untersuchungen über die verschiedenen Methoden der Darmvereinigung. *Brunns' Beitr. Klin. Chir.* **25**, 539–600 (1899)
3. Fellows, N. M., Burge, J., Hatch, C. St., Prince, P. B.: Suture strength and healing strength of end to end intestinal anastomoses. *Surg. Forum* **3**, 111–117 (1951)
4. Gambee, L. P.: Ten years experience with a single layer anastomosis in colon surgery. *Am. J. Surg.* **92**, 222–227 (1956)
5. Getzen, L. C., Roe, R. D., Holloway, C. K.: Comparative study of intestinal anastomotic healing in inverted and everted closures. *Surg. Gynecol. Obstet.* **123**, 1219–1227 (1966)
6. Herrmann, J. B., Woodward, S. C., Pulaski, E. J.: Healing of colonic anastomoses in the rat. *Surg. Gynecol. Obstet.* **119**, 269–275 (1964)
7. Herzog, B.: Mikroangiographische Studien am Rattendarm zur Prüfung verschiedener Anastomosenarten. *Helv. Chir. Acta* **38**, 179–184 (1971)
8. Langer, S., Pesendorfer, H., Breining, H., Cen, M.: Klinische und tierexperimentelle Studien zur Anastomosentechnik in der Darmchirurgie. *Langenbecks Arch. Chir.* **335**, 309–320 (1974)
9. Loeb, J. M.: Comparative strength of inverted, everted, and end-on intestinal anastomoses. *Surg. Gynecol. Obstet.* **125**, 301–304 (1971)
10. Maurath, J.: Zur Anastomosentechnik am Magen-Darm-Kanal. *Chir. Praxis* **10**, 43–47 (1966)
11. Nelsen, T. S., Anders, C. J.: Dynamic aspects of small intestinal rupture with special consideration of anastomotic strength. *Arch. Surg.* **93**, 309–314 (1966)
12. Reichel, K., Nagel, R.: Erfahrungen und Komplikationen bei der zwei- und einreihigen Enteroanastomose. *Langenbecks Arch. Klin. Chir.* **323**, 362–372 (1969)
13. Tauber, R.: Wundheilung und Wundfestigkeit. Vortrag 24.1.1976 in Bad Dürkheim
14. Wise, L., Mc Alister, W., Stein, Th., Schluck, P.: Studies on the healing of anastomoses of small and large intestines. *Surg. Gynecol. Obstet.* **141**, 190–194 (1975)

*Eingegangen am 13. Februar 1978*