

## Über den Einfluss der Äthernarkose auf die Körpertemperatur und den Kohlehydratstoffwechsel.

Von

**Karl Grube.**

Zu den Giften, welche Glykosurie hervorrufen können, gehört auch der Äther, und zwar dann, wenn er in solchen Mengen eingeatmet wird, dass er Narkose erzeugt. Diese Ätherglykosurie zeigt bestimmte charakteristische Züge, welche ihr Studium theoretisch interessant machen, und da der Äther zur Narkose häufig verwendet wird, hat es auch praktische Bedeutung, die Umstände zu kennen, unter denen die Äthernarkose von einer Glykosurie begleitet ist, und welche Momente andererseits das Auftreten der Glykosurie verhindern können.

Über die experimentelle Ätherglykosurie bei Tieren, vornehmlich an Hunden, hat Selig eingehende Untersuchungen angestellt<sup>1)</sup>.

Er fand, dass die Äthernarkose beim Hunde und Kaninchen eine Zuckerausscheidung hervorrufen konnte, welche oft bedeutend war — bis zu 10% —, und dass dieselbe nach Aufhören der Narkose bald wieder verschwand. Dass sie ferner bei mit Fleisch gefütterten Hunden regelmässig zu beobachten war, während sie nach Kohlehydratfütterung nur dann auftrat, wenn die Fütterung kürzere Zeit vor der Narkose stattgefunden hatte, 8—10 Stunden, dagegen ausblieb, wenn die Kohlehydrate längere Zeit, 20—22 Stunden, vor der Narkose gegeben worden waren. Bei gleichzeitiger intravenöser Sauerstoffinjektion trat die Glykosurie nicht auf; dagegen konnte eine bereits bestehende Glykosurie durch nachträgliche Sauerstoffinjektion nicht zum Verschwinden gebracht werden.

Was die Ätherglykosurie beim Menschen angeht, so fand Röhrich<sup>2)</sup> bei 100 Patienten, die nach der Witzel'schen Tropf-

1) Über Ätherglykosurie. Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmakol. Bd. 52 S. 481. 1905; Bd. 54 S. 206. 1906.

2) Klinische Beobachtungen über Glykosurie nach Äthernarkosen. Beitr. zur klin. Chirurgie Bd. 38 S. 535. 1906.

methode narkotisiert waren, 12 mal Glykosurie, bei 8 Männern und 4 Frauen. Meist trat die Glykosurie direkt nach der Narkose auf, sie betrug im Maximum 1 %.

Dass nicht die Operation bzw. der durch diese gesetzte Chok die Ursache der Glykosurie war, zeigten die Glykosurien, welche nach Narkosen auftraten, welche nur zum Zwecke der Diagnose und ohne nennenswerten operativen Eingriff vorgenommen waren. Bei sechs solcher Narkosen war 3 mal Glykosurie zu konstatieren.

Im Gegensatz von Röhricht stehen die Beobachtungen von E. Pflüger, Schöndorff und Wenzel<sup>1)</sup>. Diese Untersuchungen, 144 an Zahl, waren angestellt worden, um den Einfluss chirurgischer Eingriffe auf den Stoffwechsel festzustellen, d. h. nachzuweisen, ob chirurgische Eingriffe eine Glykosurie hervorzurufen imstande seien, wie das von anderer Seite (Minkowski, Neumeister) behauptet worden war. Es konnte kein einziges Mal eine Glykosurie beobachtet werden. Da sich unter diesen 144 Beobachtungen auch 83 Äthernarkosen befinden, also nahezu so viele wie bei Röhricht's Untersuchungen, so ist der Gegensatz der Resultate auffallend. Es fragt sich, ob sich für dies verschiedene Verhalten eine Erklärung finden lässt, welche nicht, wie die Annahme Röhricht's, von der besonderen Disposition der von der Glykosurie befallenen Narkotisierten, nur ein Notbehelf ist.

Meine eigenen Versuche sind sämtlich an Hunden angestellt worden. Sie ergaben zunächst eine Bestätigung der von Selig beobachteten Tatsache, dass bei den mit Fleisch gefütterten Hunden bei der Äthernarkose eine oft bedeutende Glykosurie auftrate.

### Versuch I.

Hund, 5 kg, 2 Tage lang mit Fleisch gefüttert. Vor dem Versuch katheterisiert; 80 ccm Harn; frei von Zucker und Eiweiss.

9<sup>h</sup> 45'. Narkose begonnen, Äther, Tropfmethode nach Witzel. Temperatur im Rektum 39,4° C.

10<sup>h</sup> 45'. 3 ccm Harn; kein Zucker, kein Eiweiss.

11<sup>h</sup>. Temperatur im Rektum 38,6° C.

11<sup>h</sup> 45'. 2,5 ccm Harn: schwache Reaktion mit Worm-Müller. Temperatur im Rektum 36,8° C.

---

1) Pflüger's Arch. Bd. 105 S. 121. 1904.

1<sup>h</sup>. Temperatur im Rektum 34,5 C.; 3,5 ccm Harn, enthaltend 2,28 % Zucker (polarisiert). Der Harn zur Untersuchung auf 30 ccm verdünnt. Polarisiert vor und nach Vergärung. Bis zum anderen Morgen lässt der Hund 150 ccm Harn; keine Reaktion mit Worm-Müller, Spuren Eiweiss.

### Versuch II.

Hündin von 4,9 kg, 2 Tage mit Fleisch gefüttert.

9<sup>h</sup> 40'. Beginn der Narkose, vorher 4,5 ccm Harn durch Katheter entleert; kein Zucker, kein Eiweiss. Temperatur im Rektum 38,8° C.

12<sup>h</sup> 15'. 4 ccm Harn: kein Zucker, kein Eiweiss. Temperatur 35° C.

12<sup>h</sup> 50'. Temperatur 34,2° C.; 5 ccm Harn: 1,16 % Zucker.

1<sup>h</sup> 20'. 5 ccm Harn: 3,5 % Zucker, Spur Eiweiss. Harn auf 25 ccm verdünnt, vor und nach Vergärung polarisiert.

### Versuch III.

Derselbe Hund wie in Experiment I. Fleischfütterung; vor dem Versuch katheterisiert: kein Zucker, kein Eiweiss.

9<sup>h</sup> 30'. Narkose begonnen, Temperatur 38,2° C.

10<sup>h</sup> 30'. 4 ccm Harn: kein Zucker, kein Eiweiss.

11<sup>h</sup> 50'. Temperatur 35,3°; 5 ccm Harn, schwache Reaktion mit Worm-Müller.

12<sup>h</sup> 50'. Temperatur 34,3° C.; 5 ccm Harn: 5 % Zucker, Spur Eiweiss.

### Versuch IV.

Hund von 3,5 kg. Mit Fleisch und Fett gefüttert.

9<sup>h</sup> 40'. Beginn der Narkose. Katheterisiert: kein Zucker, kein Eiweiss. Temperatur 38,2° C.

10<sup>h</sup> 40'. Temperatur 35,1° C.

11<sup>h</sup> 40'. 14 ccm Harn: 6 % Zucker.

12<sup>h</sup> 10'. Temperatur 33,6° C.; 8 ccm Harn: 7,16 % Zucker, Spuren Eiweiss.

Am folgenden Morgen ist der Harn zuckerfrei; dagegen dauert die Eiweissausscheidung mehrere Tage an.

Bei allen Narkosen zeigte sich eine beträchtliche Abnahme der Körpertemperatur. Dies legte den Gedanken nahe, dass die Abkühlung trotz der gegenteiligen Ansicht Selig's für das Entstehen

der Glykosurie von Bedeutung sein könnte. Es wurden deshalb Versuche angestellt, bei denen dieser Abkühlung entgegengewirkt wurde, und zwar in der Weise, dass das Tier während des Versuchs in einem Wasserbade von konstanter Temperatur ( $40^{\circ}\text{C.}$ ) gehalten wurde. Ehe die Tiere in das Wasserbad gebracht wurden, wurde die Temperatur im Rektum gemessen und die Blase durch Katheter entleert. Der Katheter blieb während des Versuches liegen, durch einen Gummischlauch wurde der Harn in ein neben dem Wasserbad stehendes Gefäss geleitet. Die Hunde wurden 2—3 Tage vor dem Versuch mit Fleisch gefüttert.

#### Versuch V.

Hund von 8,7 kg, 2 Tage mit Pferdefleisch gefüttert.

3<sup>h</sup>. Beginn der Narkose, Harn ohne Zucker und Eiweiss. Temperatur  $38^{\circ}\text{C.}$

4<sup>h</sup>. Temperatur  $37,2^{\circ}\text{C.}$

5<sup>h</sup>. Temperatur  $34,8^{\circ}\text{C.}$ ; 12 ccm Harn, enthaltend 4,3% Zucker.

Nach 5 Tagen wurde dasselbe Tier abermals zu einem Versuche verwendet, und zwar im Wasserbad von  $40^{\circ}\text{C.}$

#### Versuch VI.

9<sup>h</sup> 50'. Beginn der Narkose, Temperatur  $38,6^{\circ}\text{C.}$ , Harn frei von Zucker und Eiweiss.

10<sup>h</sup> 30'. 4 ccm Harn: kein Zucker und Eiweiss.

11<sup>h</sup> 45'. Temperatur  $39^{\circ}\text{C.}$ ; 35 ccm Harn, frei von Zucker und Eiweiss.

12<sup>h</sup> 45'. Temperatur  $39,9^{\circ}\text{C.}$ ; 10 ccm Harn: kein Zucker und Eiweiss.

1<sup>h</sup> 30'. 8 ccm Harn: frei von Zucker und Eiweiss.

#### Versuch VII.

Hund von 9,5 kg. 2 Tage mit Fleisch gefüttert.

1<sup>h</sup> 15'. Temperatur  $37,8^{\circ}\text{C.}$ , Harn frei von Zucker und Eiweiss. Wasserbad von  $40^{\circ}\text{C.}$

Beginn der Narkose. Nach  $4\frac{1}{2}$  stündiger Narkose und Temperatur von  $39,2^{\circ}\text{C.}$  im Harn weder Zucker noch Eiweiss. Drei weitere Versuche hatten ein analoges Resultat.

Nach Äthernarkose mit gleichzeitiger Immersion des betreffenden Tieres in ein Wasserbad, welches die Abkühlung verhindert,

bzw. die Körpertemperatur etwas erhöht, treten weder Glykosurie noch Eiweiss im Harn auf.

Diese Versuche lassen es also als höchstwahrscheinlich erscheinen, dass die Äthernarkose, zum Teil wenigstens, in der Weise die Glykosurie hervorruft, dass sie eine Störung der Wärmeregulation bedingt.

Dass Abkühlung sowohl Glykosurie wie Albuminurie hervorrufen kann, haben die Untersuchungen von Araki<sup>1)</sup> gezeigt, der nach energischer Abkühlung bei Hunden und Kaninchen Glykosurie und Albuminurie auftreten sah. Ferner hat Lüt h j e in neuer Zeit festgestellt<sup>2)</sup>, dass die Grösse der Zuckerausscheidung beim pankreaslosen Hunde in hohem Maasse von der Aussentemperatur abhängig ist. Er beobachtete eine geringe Zuckerausscheidung bei hoher und eine hohe bei niederer Temperatur. Ferner beobachteten Lüt h j e<sup>3)</sup>, Embden und Liefmann<sup>4)</sup>, dass die Blutzuckermenge bei niederer Aussentemperatur steigt und vice versa. Es mag noch hervor gehoben werden, dass die betreffenden Tiere nach Angabe der Verfasser mit Pferdefleisch gefüttert worden waren.

Auch einige klinische Beobachtungen über das Auftreten von Glykosurie nach Abkühlung sind mitgeteilt worden. Glässner<sup>5)</sup> berichtet von vier Fällen starker Abkühlung mit nachfolgender Glykosurie. Er schreibt: „An der hiesigen Abteilung ist seit Jahren von Herrn Primarius Bamberger die Beobachtung gemacht worden, dass bei Personen, welche den Tod durch Ertrinken suchten, und so längere Zeit hochgradiger Kältewirkung ausgesetzt waren, Zucker im Urin eintritt.“ Er gibt an, dass die Erscheinung nicht in allen Fällen von hochgradiger Abkühlung auftritt, so hatten von neun von ihm beobachteten Fällen solcher Abkühlung nur vier Glykosurie. Auch fand Glässner, dass es immer die ersten Portionen des Harnes waren, welche den Zucker enthielten, während derselbe

---

1) Über die Bildung von Milchsäure und Glykose im Organismus bei Sauerstoffmangel. Zeitschr. f. physiol. Chemie 1892 S. 451.

2) Über den Einfluss der Aussentemperatur und die Grösse der Zuckerausscheidung. Verhandl. d. XXII. Kongr. f. innere Medizin S. 268. 1905.

3) Beitrag zur Frage der Zuckerökonomie im Tierkörper. Verhandl. d. XXIV. Kongr. f. innere Medizin 1907 S. 264.

4) Über den Einfluss der Aussentemperatur auf den Blutzuckergehalt. Hofmeister's Zeitschr. Bd. 10 S. 265. 1907.

5) Über Abkühlungsglykosurie. Wiener klin. Wochenschr. Bd. 19 Nr. 30. 1906.

nicht zu finden war, wenn der Patient nach längerer Zeit zur Beobachtung kam.

Die Verfasser der Beobachtungen über die Vermehrung des Blutzuckers bei niedriger Aussentemperatur sehen die biologische Bedeutung der Abhängigkeit des Blutzuckergehaltes von der Aussentemperatur in wärmeregulatorischen Vorgängen. Die beim Warmblüter in der Kälte gesteigerten Verbrennungsprozesse bedingen einen gesteigerten Verbrauch an Brennmaterial. Dieses Material ist zum Teil der Zucker. Dieser wird vom Ort der Produktion, also an erster Stelle der Leber, nach dem Orte der Verbrennung, als welche vielleicht die Muskeln anzusehen sind, in vermehrter Menge transportiert, und somit wird das Blut zuckerreicher.

E. Pflüger<sup>1)</sup> weist zur Erklärung des Kältediabetes auf die Erscheinung, dass die Kartoffeln bei nicht tödlicher Kälte süsser werden, was darauf beruht, dass der Lebensprozess fortwährend Stärke in Zucker verwandelt, während die gesunkene Temperatur die Oxydation des Zuckers hindert.

Dafür, dass die Glykosurie bei der Äthernarkose in einer vermehrten Produktion bei vermindertem Gebrauch beruht, spricht das schnelle Aufhören derselben nach der Narkose.

Betrachtet man daraufhin die Vorgänge bei der Äthernarkose, so können zwei, vielleicht drei Momente in Betracht kommen: einmal der gesteigerte Glykogenzerfall als Folge der durch die Inhalation grosser Äthermengen hervorgerufenen Abkühlung, und zweitens die verminderte Oxydation. Diese ist wieder die Folge von zwei Faktoren: zunächst der infolge der Äthereinatmung herabgesetzten Sauerstoffaufnahme und zweitens der durch die betäubende Wirkung des Äthers aufgehobenen Muskelarbeit. Da die Organe, in denen die Oxydation unter normalen Verhältnissen hauptsächlich stattfindet, durch die Narkose gänzlich gelähmt sind, kann in ihnen auch nur eine ganz geringe Oxydation stattfinden. Das mit vermehrtem Brennmaterial versorgte Blut kann seinen Vorrat nicht loswerden, der Überschuss muss daher sofort durch die Nieren ausgeschieden werden. Da infolge der Lähmung der Muskulatur die Oxydation in den Muskeln stark herabgesetzt sein muss, erklärt es sich auch, warum bei der Ätherglykosurie die Abkühlung nicht so bedeutend zu sein braucht,

---

1) Untersuchungen über den Pankreasdiabetes. Pflüger's Arch. Bd. 118 S. 310.

um Glykosurie hervorzurufen, als bei der Abkühlung ohne gleichzeitige Narkose.

Sobald die Narkose beendet ist, hört auch die vermehrte Bildung von Zucker auf, während andererseits durch vermehrte Oxydation wieder mehr Brennmaterial gebraucht wird. Daher verschwindet die Glykosurie bald nach Beendigung der Narkose.

Als drittes Moment könnte möglicherweise für das Auftreten der Glykosurie noch eine vermehrte Durchlässigkeit der Nieren in Betracht kommen, da diese ja, wie die Albuminurie beweist, in einen abnormen Zustand geraten. Doch ist die Frage nach der Durchlässigkeit der Nieren für Zucker noch so wenig aufgeklärt, dass dieses Moment von der Betrachtung ausgeschlossen werden muss.

Von den beiden Momenten, Abkühlung und verminderte Oxydation, würde das erstere in Wegfall kommen, wenn durch Wärmezufuhr von aussen, wie es im warmen Wasserbade geschieht, dieser Abkühlung entgegengewirkt würde. Man muss sich die durch die Ätherinhalation bewirkte Abkühlung in ihrer Wirkung auf die inneren Organe wesentlich intensiver denken, als sie bei äusserer Abkühlung, ausser bei sehr tiefer Aussentemperatur, sein kann.

Wie entsteht nun diese Abkühlung? Man könnte sich vorstellen, dass dieselbe in den Lungen zustande käme, dass die Einatmung der mit Ätherdämpfen geschwängerten kalten Luft eine Abkühlung des Blutes in den Lungen selbst hervorrufe, oder die Abkühlung kann zustandekommen durch starke Wärmeabgabe durch die Haut. Es ist bekannt, dass der Äther einen starken vasodilatatorischen Einfluss ausübt, so dass also durch die Erweiterung der Hautgefässe ein starker Blutzufluss zu den peripherischen Gefässen stattfindet, der seinerseits zur ausgiebigen Wärmeabgabe durch die Haut Veranlassung gibt. Auf diesem vasodilatatorischen Einfluss zusammen mit der aufgehobenen Muskeltätigkeit beruht es wohl auch, dass die Temperaturerniedrigung bei der Äthernarkose so viel stärker ist, als wenn das Tier bei gleicher Aussentemperatur ohne Narkose längere Zeit festgebunden wird. Und es erklärt sich, warum im letzteren Falle die Glykosurie ausbleibt. Die Äthernarkose verhindert die Wärmeregulation, die beim nicht narkotisierten Tiere durch Kontraktion der Hautgefässe zustande kommen kann.

Die Richtigkeit dieser Ansicht beweisen zunächst schon die Versuche im warmen Wasserbade, bei denen der Wärmeabgabe durch

die Haut entgegengewirkt wird. Aber es genügt auch schon gutes Zudecken des Tieres, wie der folgende Versuch dartut.

### Versuch X.

Hund, 2 Tage mit Fleisch gefüttert. Narkose begonnen um 11<sup>h</sup> 40'. Tier mit Watte und Tüchern gut zugedeckt, ausserdem hat der Operationstisch eine Vorrichtung, dass er erwärmt werden kann. Um die Temperatur im Innern des Tieres genau zu erfahren, wird durch einen kleinen Einschnitt in der Mittellinie unterhalb des Brustbeins ein Thermometer unter die Leber bis zum Diaphragma eingeschoben, während ein zweites Thermometer im Rektum liegt.

12<sup>h</sup> 30'. Temperatur im Abdomen 40,9° C. Temperatur im Rektum 40,9° C.

1<sup>h</sup>. Temperatur im Abdomen 41,3° C. Temperatur im Rektum 41,3° C.

1<sup>h</sup> 50'. Temperatur im Abdomen 42,4° C. Temperatur im Rektum 42,3° C.

5 ccm Harn geben mit Worm-Müller keine Reaktion.

Um festzustellen, ob die Abkühlung durch Erwärmung der eingeatmeten Luft verhindert wird, wurde folgender Versuch angestellt:

### Versuch XI.

Hund, 2 Tage mit Fleisch gefüttert.

Äthernarkose, begonnen um 10<sup>h</sup> 30'. Das Tier wird nicht zugedeckt. Thermometer im Abdomen und Rektum, wie im vorigen Versuch. Temperatur im Abdomen 37,8° C., im Rektum 37,8° C.

Kanüle in Trachea, dieselbe wird mit dem Apparat für künstliche Atmung verbunden. Die Luft streicht vor ihrem Eintritt in die Lungen durch einen elektrisch erwärmten Zylinder. Nach zirka 1½ Stunden beträgt die Temperatur im Abdomen 36,2° C., im Rektum 35,9° C. 3 ccm Harn geben eine starke Reaktion mit Worm-Müller.

Es ist demnach die Abkühlung bei der Äthernarkose bedingt durch die starke Wärmeabgabe durch die Haut, als Folge der durch den Äther hervorgerufenen Vasodilatation.

Die Unterschiede, die man beim Menschen nach Äthernarkose in bezug auf das Auftreten von Glykosurie beobachtet hat, beruhen möglicherweise darauf, dass bei den Narkotisierten mit nachfolgender Glykosurie eine stärkere Abkühlung während der Narkose stattgefunden hat und nicht auf einer besonderen Veranlagung.