

Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck	Band 57 Festschr. Scheminzky	S. 143–146	Innsbruck, Dez. 1969
-------------------------------	---------------------------------	------------	----------------------

## Anionen-abhängige Natrium-Permeabilität der Froschhaut

von

R. FRIEDEL, C. JOB und R. SCHULZ

(Aus dem Institut für Physiologie und Balneologie der Universität Innsbruck; Vorstand:  
Univ.-Prof. Dr. F. SCHEMINZKY)

### Anion-dependent sodium permeability of the frog skin

**Synopsis:** The inward penetration of sodium ions through frog skin is influenced by anions in a similar way as the sodium accumulation in the root of mustard germs. The permeability increases in  $O_2$ -baths in the following sequence:  $Cl' < SO_4'' \ll HCO_3'$ . In baths bubbled by a mixture of 95%  $O_2$  and 5%  $CO_2$  the sodium penetration is reduced as result of the acidification of the skin. The exceptional high sodium permeability from hydrogencarbonate solutions is probably due to the fact, that this anion penetrates as  $CO_2$ -gas, which is converted into  $HCO_3'$  inside the cell by the reaction with the cell water.

Einzel-salzlösungen der Hydrogencarbonate von Alkalien (Na, K) und Erdalkalien (Ca, Mg) beeinflussen die Entwicklung von Senfpflanzen in charakteristischer Weise: sie hemmen anfänglich die Auskeimung von Senfsamen und fördern in einem späteren Stadium das Wachstum der Jungpflanzen stärker als entsprechende Sulfat- und Chlorid-Lösungen (JOB 1969). Für diese Sonderstellung der Hydrogencarbonate scheinen zwei Vorgänge maßgebend zu sein: die intrazelluläre Alkalisierung durch Hydrolyse und die Einschleusung von Kationen durch Ionenaustausch. Aschenanalysen ergaben, daß Senfwurzeln aus Hydrogencarbonat-Lösungen mehr Kationen (Na, K, Ca) aufnehmen als aus Sulfat- und Chlorid-Lösungen (JOB 1967).

Man wird nun vielleicht fragen, in welcher Absicht diese Pflanzenversuche an einem Balneologischen Institut ausgeführt wurden, da nicht ohne weiteres einzusehen ist, wie sie zur Klärung therapeutischer Wirkungen von Heilquellen beitragen können. Der Leitgedanke hierfür war, daß an der Samenschale und Pflanzenepidermis biologische Grundvorgänge modellmäßig untersucht werden können, die allgemein bei der Einwirkung von Ionen auf vielzellige Membranen und deshalb auch an der menschlichen Haut auftreten können, die als Angriffsfläche des Heilbades und möglicher Ausgangspunkt seiner therapeutischen Wirkungen in erster Linie in

Betracht kommt. Der besondere Wert von Versuchen an einfachen Testobjekten besteht außerdem darin, daß sich Fragestellungen präzisieren, die die Suche nach Analogien anregen. So hat auch die vorliegende Studie über den Einfluß der Anionen auf die Na-Permeabilität der Froschhaut ihren Ausgang von der pflanzenphysiologischen Beobachtung genommen, daß die Na-Aufnahme in die Wurzeln von Senfpflanzen von der Art des begleitenden Anions abhängt.

#### Methode:

Nach Dekapitation des Frosches (*Rana esculenta*) wurde die Oberschenkelhaut abpräpariert und am Kniegelenk flüssigkeitsdicht unterbunden. Der so entstandene Hautsack wurde mit der Oberfläche nach außen auf das Ende eines Kunststoffstabes aufgebunden und konnte durch zwei Bohrungen im Stab luftblasenfrei mit isotoner Saccharose-Lösung gefüllt bzw. entleert werden (Abb. 1). Die Füllung erfolgte unter gleichbleibendem minimalen hydro-

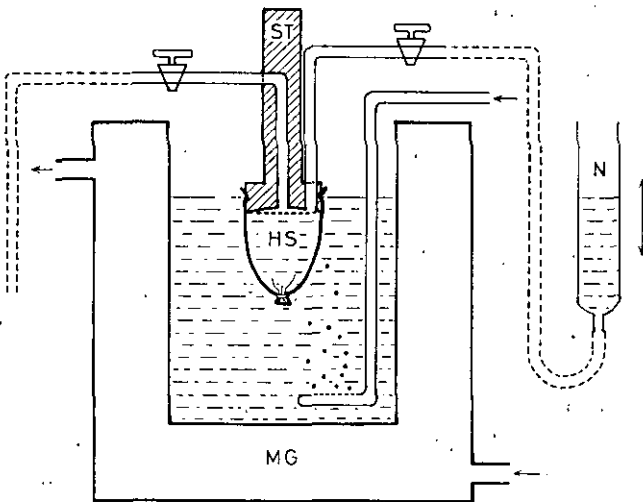


Abb. 1:

Versuchsanordnung: Die in Kniegelenkhöhe zugebundene Froschhaut ist als Hautsack (HS) an dem Stab (ST) montiert und kann durch das rechte Rohr mit isotoner Saccharose-Lösung aus dem Niveaugefäß (N) gefüllt und durch das linke Rohr entleert werden. Das Präparat befindet sich in einem Mantelgefäß (MG), das mit temperaturkonstantem Wasser durchströmt wird. Die Schlauchverbindungen sind als unterbrochene Linien dargestellt.

statischen Druck (10 mm H<sub>2</sub>O). Darauf ist zu achten, da der Na-Einstrom aus dem Bademedium u. a. auch vom hydrostatischen Druck im Hautsack abhängt (R. SCHULZ). Nach einstündigem Bad in dest. Wasser wurde der Hautsack entleert (Vorversuch), mit frischer Saccharose-Lösung gefüllt in 50 mval-Lösungen von Na-Sulfat, -Chlorid bzw. -Hydrogencarbonat gebracht und wiederum nach einer Stunde entleert (Hauptversuch). Die Entleerung besorgt der hydrostatische Druck des Bades, wenn das Ende des Auslaufrohres tiefer als der Wasserspiegel des Bades liegt.

Beide Füllungen wurden gewogen und ihr Na-Gehalt flammenphotometrisch bestimmt. Aus der Na-Konzentration in den Proben des Vor- und Hauptversuches wurde die Na-Menge berechnet, die in 1 Stunde durch 1 cm<sup>2</sup> Haut eindringt. Unmittelbar nach dem Hauptversuch wurde der Hautsack auf Papier ausgebreitet, dessen Gewicht pro Flächeneinheit bekannt war. Nach Abzeichnen des Hautumrisses mit einem Bleistift wurde das Papier ausgeschnitten und gewogen. Jede Salzlösung wurde zweimal unter gleichen Bedingungen untersucht. Bei Abweichungen von mehr als 10% wurde der Versuch wiederholt.

Das Bad wurde mit reinem O<sub>2</sub> oder einem Gemisch von 92% O<sub>2</sub> und 8% CO<sub>2</sub> (Oxymix 8%) begast. Die Temperatur des Bades betrug 20 ± 0,1 °C.

## Ergebnisse:

Der Na-Durchtritt durch die Froschhaut zeigt im großen und ganzen dieselbe Anionen-Abhängigkeit wie die Na-Aufnahme der Wurzeln von Senfkeimlingen (Tab. 1), die in 1-millivaligen Na-Lösungen aufgezogen wurden (JOB 1967). Hier

Tab. 1: Na-Gehalt der Saccharose-Lösung im Froschhautsack und Na-Gehalt von Senfwurzeln nach Aufenthalt in verschiedenen Na-Salzlösungen und im destillierten Wasser ( $H_2O$ ) bei  $O_2$ - bzw. *Oxymix*-Begasung. Relativwerte bezogen auf Natriumsulfat in Klammern.

	FROSCHHAUT		SENFWURZEL
	Nanoval/cm <sup>2</sup> /h		Mikroval/g
	$O_2$	<i>Oxymix</i>	$O_2$
$H_2O$	88	97	83
$Na_2SO_4$	540 (1,00)	246 (1,00)	450 (1,00)
NaCl	583 (1,08)	189 (0,77)	472 (1,05)
$NaHCO_3$	821 (1,52)	742 (3,02)	1028 (2,28)

wie dort ist die Na-Aufnahme bei  $O_2$ -Begasung aus Na-Sulfat-Lösungen etwas stärker als aus Na-Chlorid-Lösungen und aus Na-Hydrogencarbonat-Lösungen weitaus am stärksten. In *Oxymix*-begasteten Lösungen ist der Na-Durchtritt durch die Froschhaut schwächer als bei  $O_2$ -Begasung. Die Na-Permeabilität der Froschhaut wird durch die  $CO_2$ -bedingte Säuerung bei der *Oxymix*-Begasung des Bademediums vermindert, wobei sich auch das Permeabilitätsverhältnis zwischen Sulfaten und Chloriden zugunsten der Sulfate ändert. Die Sonderstellung der Hydrogencarbonate bleibt aber erhalten. Vergleichswerte für die Na-Aufnahme in Senfwurzeln unter *Oxymix*-Begasung liegen bisher nicht vor.

## Diskussion:

Der Na-Durchtritt durch die Froschhaut ist in gleicher Weise wie die Na-Aufnahme in Senfwurzeln Anionen-abhängig. In beiden Fällen dringen aus der Na-Hydrogencarbonat-Lösung viel größere Na-Mengen ein als aus Sulfat- und Chlorid-Lösungen. In Anbetracht des großen Unterschiedes im Bau und in der Funktion der beiden Versuchsobjekte spricht dieser Befund sehr dafür, daß die Anionen-abhängige Permeabilität der Kationen ein allgemeiner biologischer Grundvorgang ist. Die besondere Schleusenwirkung der Hydrogencarbonate, hier für Na (in Versuchen an Senfpflanzen auch für K und Ca, JOB 1967) führt zur Annahme, daß der Kationen-Durchtritt nicht allein von der Kationen-Durchlässigkeit biologischer Membranen abhängt, sondern auch vom Eindringungsvermögen der begleitenden Anionen gesteuert wird. Die Permeabilität der Hydrogencarbonate nimmt eine Sonderstellung unter den Anionen ein, weil Hydrogencarbonat-Lösungen stets zugehörige

freie Kohlensäure enthalten, wodurch eine „maskierte“ Einschleusung von Hydrogencarbonaten erfolgen kann:  $\text{CO}_2$  überwindet als neutrale Verbindung die Membranbarrieren viel leichter als die elektrisch geladenen Anionen. Das intrazellulär eingedrungene  $\text{CO}_2$  bildet durch die Reaktion  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons{\quad} \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$  wiederum Hydrogencarbonat-Ionen, wobei H-Ionen gegen extrazelluläre Kationen ausgetauscht werden. In Übereinstimmung mit dieser Annahme verstärkt  $\text{CO}_2$ -Zufuhr (*Oxymix*-Begasung) die Einschleusung von Na-Ionen aus Hydrogencarbonatlösungen in die Froschhaut — allerdings nur *relativ*, da dem „Schleuseneffekt der  $\text{CO}_2$ “ eine pH-bedingte Abnahme der Kationen-Permeabilität überlagert ist: Bezogen auf Na-Sulfat (1,00) dringen unter *Oxymix*-Begasung aus Hydrogencarbonatlösungen rund doppelt soviel Na-Ionen durch die Froschhaut (3,02) als unter  $\text{O}_2$ -Begasung (1,52).

#### Literatur

- JOB, C. (1967): Vorläufige Mitteilung in F. SCHEMINZKY: „Die Tätigkeit des Forschungsinstitutes Gastein der Österreichischen Akademie der Wissenschaften im Jahre 1966, Mitt. Nr. 315, S. 51—53.
- JOB, C. (1968): Die Wirkung von Akratothermen auf die Auskeimung von Pflanzensamen und das Wachstum junger Pflanzen. Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, 57: 69—77.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1969

Band/Volume: [57](#)

Autor(en)/Author(s): Job Carl, Friedel R., Schulz R.

Artikel/Article: [Anionen-abhängige Natrium-Permeabilität der Froschhaut. 143-146](#)