



Klaus Ruppertsberg (IPN Kiel) und Petra Mischnick (TU Braunschweig)

Hintergrund und Ziele

Die **Wöhlk-Probe (Kopenhagen 1904, mit Ammoniak)** und der sehr ähnliche **Fearon-Test (Dublin 1942, mit Methylamin)** sind halbquantitative Bestimmungsreaktionen für *Lactose und Maltose* [1]. Eine Verbesserung nach **Malfatti (Innsbruck 1905, zusätzlich KOH)** wurde bis in die 1960er Jahre im urologischen Labor zur Unterscheidung von Schwangerschaftsdiabetes und Milchstau verwendet [2].

Durch eine Adaptation an den Schulunterricht lässt sich bei dem Standardexperiment „Stärkeabbau durch Speichelamylase“ nun endlich auch das Endprodukt Maltose halbquantitativ nachweisen [3].

Neuere Nachforschungen und Experimente zeigen, dass unerwartet auch *weitere Zucker, z.B. Cellobiose und Lactulose*, den leuchtenden lachsroten Farbstoff ergeben, der einst nur für Lactose und Maltose beschrieben wurde. Eine inspirierende Recherche zu den Gründen wurde durch systematische Untersuchungen im Labor ergänzt, bei denen auch ein chemieinteressierter Schüler am Agnes-Pockels-SchülerInnen-Labor an der TU Braunschweig mitwirkte.



Abb. 1: Zuckertlösungen nach Wöhlk-Probe (v.l.n.r: jeweils 50 mg Lactose, Maltose, Cellobiose, Lactulose, Saccharose, Glucose, Fructose, Galactose, Gemisch Galactose/ Glucose, nach Anleitung in [2]).

Nicht nur Lactose und Maltose reagieren lachsrot

Im Agnes-Pockels-SchülerInnenlabor wurden die Ergebnisse von Ruppertsberg und Hain [1, 2] überprüft. Wenngleich der visuelle Eindruck der rot gefärbten Proben unabhängig vom Substrat gleich war, sollte ein Vergleich von UV/Vis-Spektren zeigen, ob sie auch dasselbe Absorptionsverhalten zeigen. Alle rot gefärbten Lösungen zeigten sehr intensive Absorptionen bei 306 und 362 nm sowie ein für den roten Farbeindruck verantwortliches Maximum bei 527 nm.

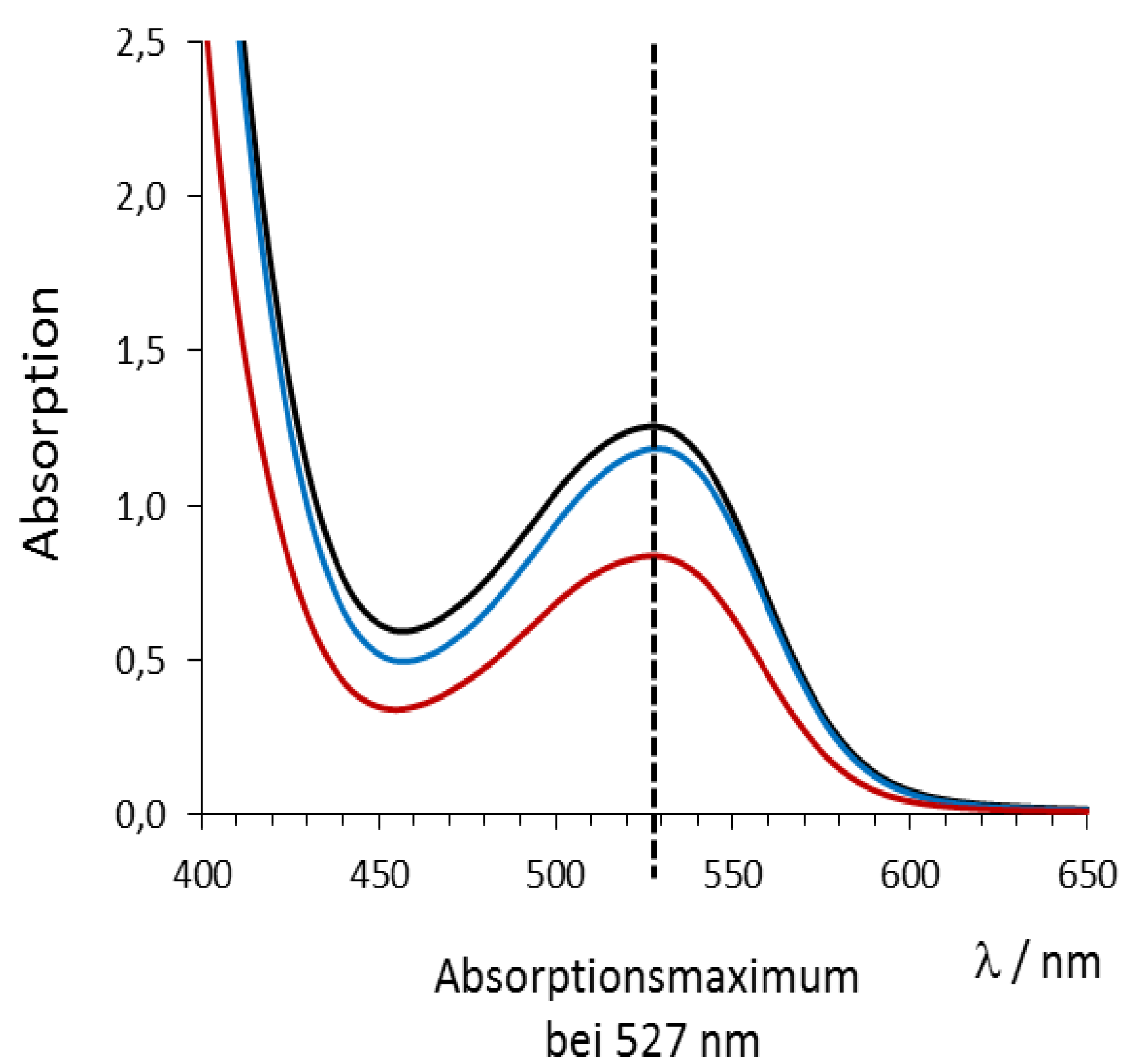


Abb. 2: Überlagerte Ausschnitte der UV/Vis-Spektren der „Wöhlk-Produkte“ von Lactose, Maltose und Lactulose. Vergrößerung der Absorption des roten Farbstoffs bei 527 nm, oben rechts: Schüler am Agnes-Pockels-SchülerInnenlabor bei der Messung der Absorption nach Wöhlk-Probe.

Stand der Überlegungen

Die Beobachtung, dass auch Cellobiose, Maltulose, Maltose und Maltotriose das lachsrote „Wöhlk-Produkt“ liefern, legt nahe, dass der Schutz an C-4 der reduzierenden Glucoseeinheit durch einen offensichtlich austauschbaren Zucker die Reaktion in eine bestimmte Bahn lenkt. Hier setzte eine gezielte Literaturrecherche an, deren Ergebnis diese Vermutung stützt. Hollnagel und Kroh berichteten 2002 über die Umsetzung von Glucose, Maltose und Maltotriose in Abwesenheit und in Gegenwart der einfachsten Aminosäure Glycin. Nur bei Maltose und Maltotriose, nicht aber bei Glucose und verstärkt in Gegenwart der Amino-komponente wird die Bildung von 3-Deoxypentosulose (3-DP) beobachtet.

Der Zucker an O-4 fungiert dabei als Abgangsgruppe, die die Reaktion in Richtung des 1-Amino-1,4-dideoxyhexosons (1,4-DDH) lenkt (s. Abb. 3). Durch Angriff von OH⁻ kann die tautomere Iminform unter C-C-Spaltung 3-DP liefern. Bereits 2000 beschrieben Hollnagel und Kroh die ausgeprägte Bildung des Vorläufers 1,4-DDH als Eliminierungsprodukt von Maltose. Henle et al. beschreiben in verschiedenen Arbeiten ebenfalls besondere Reaktionswege von 1,4-Disacchariden mit Aminosäuren. Dabei weisen sie auch eine 3,4-Dideoxypentosulose (3,4-DDP) nach, deren Entstehung man sich, alternativ zur Oxidation zur 3-DP, durch beta-Eliminierung von Wasser aus der Vorstufe der 3-Deoxypentulose in Abb. 3 vorstellen kann.

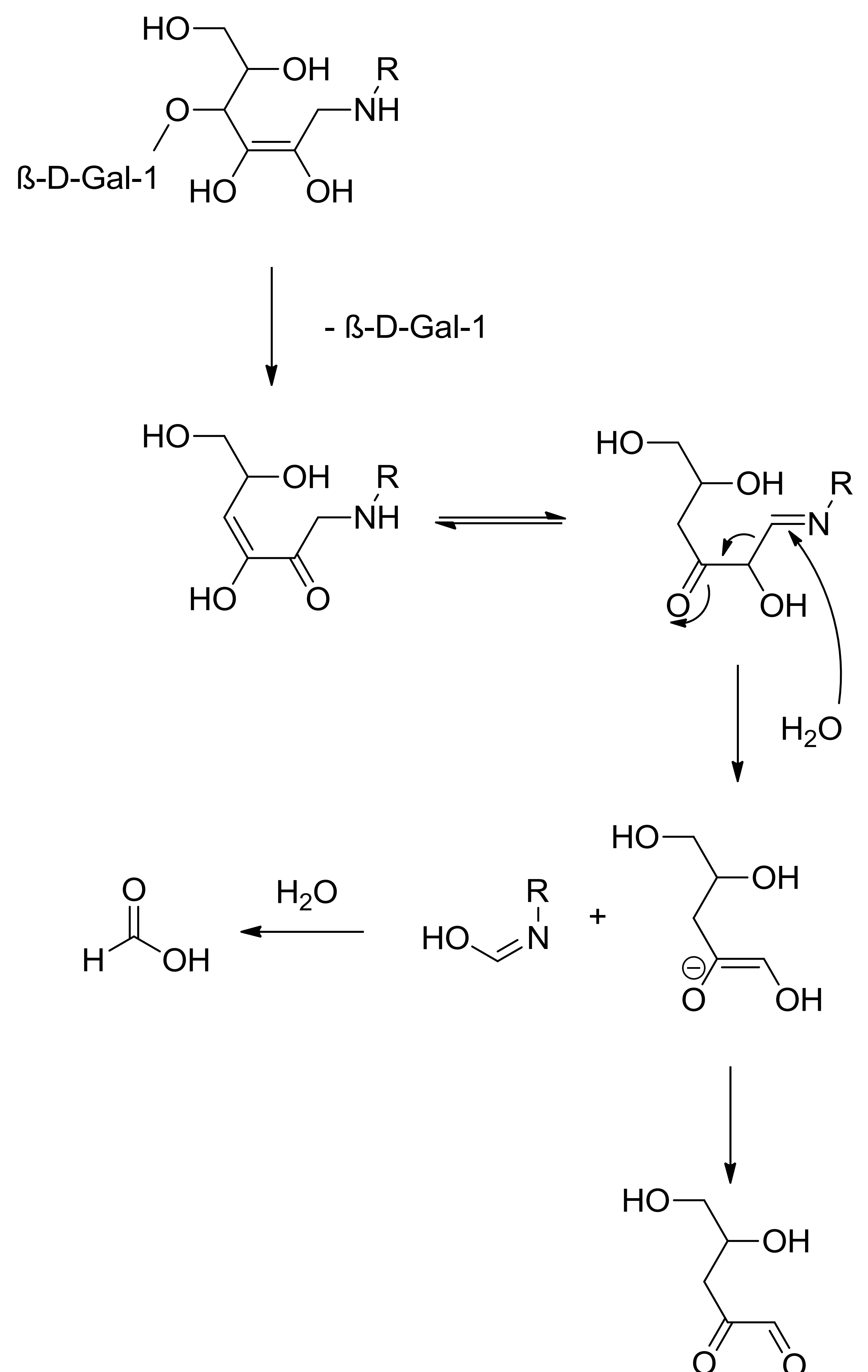


Abb. 3: Bildung von 1-Amino-1,4-dideoxyhexoson (1,4-DDH) und Weiterreaktion zu 3-Deoxypentosulose (3-DP) nach Hollnagel und Kroh 2002

Fazit, Mehrwert für die Schule

Obwohl das eigentliche Ziel, das Reaktionsprodukt und den Reaktionsmechanismus der Wöhlk-Reaktion zu finden, noch nicht erreicht werden konnte, ergab sich eine ganze Reihe von Ergebnissen, welche den kontextorientierten Experimentalunterricht erheblich bereichern: Durch eine geschickte Auswahl möglichst naturbelassener Milchprodukte kann anschaulich deren unterschiedlicher Lactosegehalt gezeigt werden [1, 2]. Im **ChemKon-Jubiläumsheft „150 Jahre GDCh“** werden darüber hinaus Bezüge zu Chemiegeschichte und Life Science mit umfangreichem Arbeitsmaterial als spannende Detektivarbeit herausgehoben [4]. Weiterhin wird wissenschaftliches Arbeiten für die Schülerinnen und Schüler transparent gemacht und zum Miterleben zur Verfügung gestellt.