



## Grundlagen der Gefriertrocknung

### ABSTRACT:

Oftmals ist es nötig, Wasser oder ein anderes Lösungsmittel aus einem Produkt zu entfernen, um es länger haltbar zu machen. Je nach Trocknungsmethode kann das Produkt jedoch mehr oder weniger stark belastet werden (z.B. durch hohe Temperaturen), was wiederum seine Aktivität bzw. Stabilität beeinträchtigen kann.

Bei der Gefriertrocknung, auch Lyophilisation genannt, wird das Lösungsmittel unter vermindertem Druck bei moderaten Temperaturen durch Sublimation schonend aus der Formulierung entfernt. Das erhaltene trockene Produkt kann dann über einen längeren Zeitraum stabil gelagert werden.

Die Entwicklung eines Lyophilisationszyklus erfordert die Kenntnis der physiko-chemischen Eigenschaften der Formulierung, des Zusammenhangs zwischen Druck und Temperatur, der Phasenübergänge sowie des Wärmetransfers.

Ein Grundverständnis der theoretischen Zusammenhänge der Gefriertrocknung sind daher essentiell für die Entwicklung eines erfolgreichen Zyklusdesigns.

Dieser Artikel gibt eine Übersicht über alle relevanten Prozessabschnitte der Gefriertrocknung, vom Einfrierschritt über die Primärtrocknung (Sublimation) bis hin zur Sekundärtrocknung (Diffusion und Desorption). Es werden außerdem Aspekte wie die kritische Formulierungstemperatur (Kollapstemperatur, Glasübergang und eutektische Temperatur), thermische Konditionierung (Annealing), der Dampfdruck des Eises, Produktkollaps, die Endpunktdetektion in der Primärtrocknung sowie die Zyklusoptimierung diskutiert. Eine vergleichende Zusammenfassung von gängigen Gefriertrockner-Designs inklusive deren typischen Komponenten und Untereinheiten ist ebenfalls enthalten.