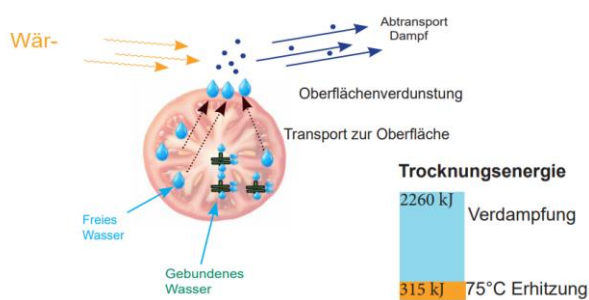


# Nachhaltige Trocknungsprozesse

## Grundlagen der Trocknung

Das Trocknen von Lebensmitteln dient dazu, deren **Haltbarkeit zu verlängern**. Um Lebensmittel zu trocknen, wird das vorhandene Wasser erwärmt, zur Oberfläche **transportiert**, dort **verdampft** und über die Trocknungsluft **entfernt**:



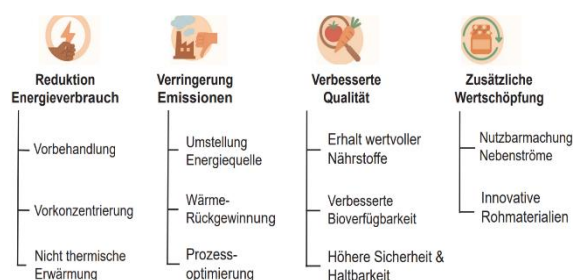
## Herausforderung und Potential

| Einflussfaktor           | Potential für Energiereduktion | Strategien für Energiereduktion                       |
|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Gehalt an freiem Wasser  | Hoch                           | Vorbehandlung, Vorkonzentrierung                      |
| Aufwärmphase             | Hoch                           | Nicht thermische Energieübertragung                   |
| Phasenübergang           | Mittel                         | Vakuum                                                |
| Transport zur Oberfläche | Tief                           | Dünnere Schichtdicke Trocknungsgut, Porosität erhöhen |

Die traditionellen Trocknungsmethoden basieren auf thermischer Energie und weisen häufig eine **Energieeffizienz von weniger als 50%** auf. Dies führt zu einem sehr hohen Energieverbrauch und/oder Qualitätseinbussen. Zusätzliche Verarbeitungsschritte können dem entgegenwirken, indem sie die thermische Belastung der Lebensmittel verringern.

## Nachhaltige Trocknungsmethoden

Unter nachhaltigen Trocknungsmethoden verstehen wir Prozesse, welche **weniger Ressourcen verbrauchen** oder eine **zusätzliche Nutzung von Lebensmitteln** erzielen. Die Trocknung ist teilweise, trotz hohem Energieverbrauch, die einzige Strategie, um Rohstoffe zu veredeln und für die menschliche Ernährung zugänglich zu machen.



## Übersicht Technologien

|                     | Geignet für Flüssige LM | Geignet für Feste LM | Ernährungsqualität | Energiesparpotential | Foodwaste |
|---------------------|-------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------|
| Lufttrocknung       | N                       | Y                    | Gering             | Hoch                 | Gering    |
| Sprühtrocknung      | Y                       | N                    | Gut                | Mittel               | Mittel    |
| Kontakt Trocknung   | Y                       | N                    | Gering             | Mittel               | Mittel    |
| Gefriertrocknung    | N                       | Y                    | Gut                | Hoch                 | Gering    |
| Vakuumtrocknung     | Y                       | Y                    | Gut                | Mittel               | Mittel    |
| Gefrieren           | Y                       | Y                    | Gut                | Gering               | Gering    |
| PEF                 | Y                       | Y                    | Gut                | Mittel               | Gering    |
| Biochem. Aufschluss | Y                       | N                    | Mittel             | Hoch                 | Mittel    |
| Ultraschall         | Y                       | (Y)                  | Mittel             | Mittel               | Gering    |
| Nassvermahlen       | Y                       | Y                    | Gut                | Mittel               | Mittel    |
| Vakuumkonzentration | Y                       | N                    | Gut                | Mittel               | Mittel    |
| Membrantechnologie  | Y                       | N                    | Gut                | Hoch                 | Mittel    |
| Osmot. Dehydrierung | N                       | Y                    | Gut                | Hoch                 | Mittel    |
| Umkehrosmose        | Y                       | N                    | Gut                | Hoch                 | Mittel    |
| Sedimenter          | Y                       | N                    | Gut                | Hoch                 | Mittel    |
| Zentrifugen         | Y                       | N                    | Gut                | Hoch                 | Mittel    |
| Pressen             | (Y)                     | Y                    | Gut                | Hoch                 | Hoch      |
| Infrarotstrahlung   | Y                       | Y                    | Gut                | Hoch                 | Gering    |
| Mikrowelle          | Y                       | Y                    | Mittel             | Hoch                 | Gering    |
| Ohmic Heating       | Y                       | N                    | Gut                | Hoch                 | Gering    |

## Übersicht Methoden

**Vorbehandlung** Erhöht den Gehalt an freiem Wasser: Auflösung der Zellwände, um intrazelluläres Wasser zu befreien und Aufbrechen chemischer Verbindungen



PEF



Nassvermahlung



Ultraschall



Biochemischer Aufschluss



Gefrieren

**Vorkonzentration** Reduziert den Wassergehalt: Entfernung von frei verfügbarem Wasser mithilfe von nicht thermischen Verfahren



Vakuumkonzentration



Membrantechnologie



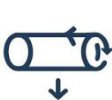
Osmotische Dehydrierung



Umkehrosmose



Sedimentation



Zentrifugen



Pressen

**Alternative Erhitzung** Energieübertragung durch elektrische Methoden bei leitfähigen Lebensmitteln



Infrarot



Ohmic Heating



PEF



Mikrowelle

## Praktische Empfehlungen

**Produzierende Betriebe:** Fokus auf Optimierung durch **Vorbehandlung, Vorkonzentration und alternativen Erhitzungsverfahren**; neue Technologien in Zusammenarbeit mit Forschung und Anlagenherstellern testen, Offenheit gegenüber Innovation

**Einkauf von getrockneten Lebensmitteln:** Produkte bevorzugen mit hoher Ernährungsqualität (**Temperaturen < 80 °C, kurze Trocknungszeiten**) Anbieter mit Nachhaltigkeitszielen priorisieren, Austausch fördern.

## Verbesserte Qualität

**Ziel:** Qualität erhöhen bei möglichst langer Haltbarkeit (Ernährungsqualität, Sensorik, Struktur & Textur)

**Zentrale Einflussfaktoren:** Dauer der Hitzeeinwirkung, Trocknungstemperatur, Zusammensetzung Lebensmittel

**Empfehlung:** Hitzebelastung Produkt reduzieren, Vorkonzentration, Vorbehandlung und alternative Erhitzung prüfen (inklusive Kombination dieser Methoden mit thermischer Trocknung)

## Zusätzliche Wertschöpfung

**Ziel:** Geeignete Trocknungsprozesse designen für neue Rohmaterialien und Lebensmittel, welche nicht genutzt werden bisher

**Zentrale Einflussfaktoren:** Produkteigenschaften (Wassergehalt, wertgebende Inhaltsstoffe, für die Trocknung störende Inhaltsstoffe)

**Empfehlung** Produkt und gewünschte Eigenschaften bestimmen Vorkonzentration, Vorbehandlung und alternative Erhitzung prüfen (inklusive Kombination dieser Methoden mit thermischer Trocknung), Thermische Trocknungsmethode den Produkteigenschaften angepasst auswählen

## Weiterführende Informationen

**Entscheidungshilfen und Überblickstabelle** für Methoden der Vorbehandlung, Vorkonzentration, Alternativen Erhitzung und Auswahl von thermischen Methoden.



**White Paper** und Literaturquellen auf der Cirvalis Webseite

