



si electronics



# **Physikalische Vorteile von Argon gegen- über Stickstoff in der Langzeitlagerung – eine analytische Betrachtung**

Ein Beitrag zur Effizienzsteigerung  
in der Elektroniklagerung



1.

# EINLEITUNG

Warum hat Argon gegenüber Stickstoff bessere technische Eigenschaften für die Langzeitlagerung?

2.

Argument 1

## DIFFUSIONSKOEFFIZIENT

Referenzarbeit: T. R. Marrero & E. A. Mason: Gaseous Diffusion Coefficients

### Grafik 1

Diviations of diffusion coefficients from reference equation Oxygen – Argon

### Grafik 2

Diviations of diffusion coefficients from reference equation Nitrogen – Oxygen

### Tabelle 1

Berechnung  
Diffusionskoeffizienten

Referenzarbeit: J. E. Morgan, H.I. Schiff, Diffusion coefficients of O and N atoms in inert gases

### Tabelle 2

Diffusionskoeffizienten

### Tabelle 3

Gegenüberstellung  
Diffusionskoeffizienten

3.

Argument 2

## INERTHEIT

Referenzarbeit: Yang, F.; Li, S.; Lin, X.; et al.: Vaporization, Diffusion and Combustion of Laser-Induced Individual Magnesium Microparticles in Inert and Oxidizing Atmospheres. Processes

### Tabelle 4

Elementaranteile  
nach Untersuchung

4.

Argument 3

## O<sub>2</sub>-VERDRÄNGUNGSEFFEKTIVITÄT

Anwendungsbeispiel: Ossila Glovebox Dr. Mary O'Kane

### Bild 1

Ossila Glovebox

### Zitat 1

Inertness

### Zitat 2

Density

### Tabelle 5

Vergleich Dichte  
Stickstoff Argon

5.

## FAZIT

Diffusionskoeffizient, Inertheit und O<sub>2</sub> Verdrängungseffektivität =  
Für die Langzeitlagerung hat Argon in jedem Kriterium die besseren technischen Eigenschaften als Stickstoff

# 1. EINLEITUNG

Die zunehmende Verkürzung markenübergreifender Produktlebenszyklen elektronischer Komponenten stellt die Elektronikindustrie vor erhebliche logistische und technologische Herausforderungen. Insbesondere die Sicherstellung einer langfristigen Produktions- und Ersatzteilversorgung gewinnt in diesem Kontext an strategischer Relevanz. Ein zentraler Ansatz zur Risikominderung besteht im Aufbau und Erhalt von Lagerbeständen kritischer elektronischer Bauteile. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme hängt jedoch maßgeblich von der Qualität der angewandten Langzeitlagerungsprozesse ab, die auf die Minimierung von Alterungs- und Degradationsmechanismen ausgerichtet sind.

In der industriellen Praxis hat sich der Einsatz von Stickstoff als Schutzgas für die Langzeitlagerung bewährt. Stickstoffatmosphären dienen dabei der Reduktion von Oxidationsprozessen und Feuchtigkeitseinflüssen auf empfindliche Materialien und Baugruppen. Jüngere Erkenntnisse aus der Werkstoff- und Prozessforschung deuten jedoch darauf hin, dass Argon aufgrund seiner höheren chemischen Inertheit, Dichte und Diffusionsbarriere gegenüber Umwelteinflüssen potenziell überlegene Schutzwirkungen entfaltet.

Ziel dieser Untersuchung ist es, die technischen Eigenschaften von Argon und Stickstoff im Kontext der Langzeitlagerung elektronischer Komponenten systematisch zu vergleichen und die technologischen Vorteile einer Argonatmosphäre evidenzbasiert herauszuarbeiten

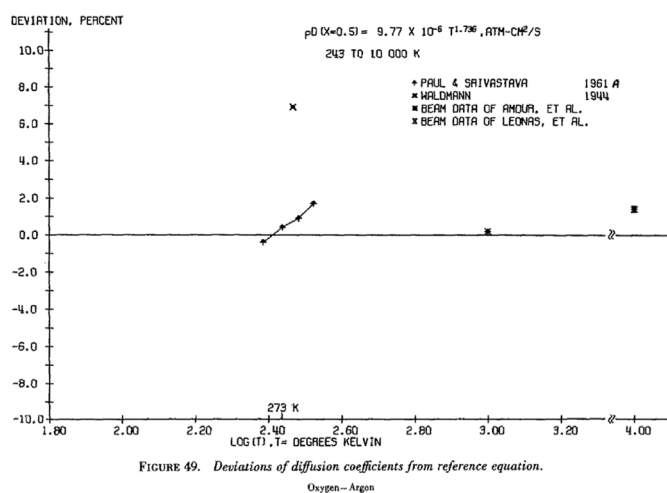
# 2. DIFFUSIONSKOEFFIZIENT

Die Referenzstudie von **T. R. Marrero** und **E. A. Mason** („Gaseous Diffusion Coefficients“, *Journal of Physical and Chemical Reference Data*, Vol. 1, No. 3, 1972) stellt eine der bis heute maßgeblichen Quellen zur Bestimmung binärer Diffusionskoeffizienten gasförmiger Systeme dar. In dieser Arbeit erfolgte eine systematische Zusammenstellung und kritische Bewertung sämtlicher bis zu diesem Zeitpunkt verfügbarer experimenteller und theoretischer Daten. Ziel war es, verlässliche Referenzgleichungen sowie tabellarische Vergleichswerte über einen breiten Temperaturbereich von bis zu 10 000 K bereitzustellen.

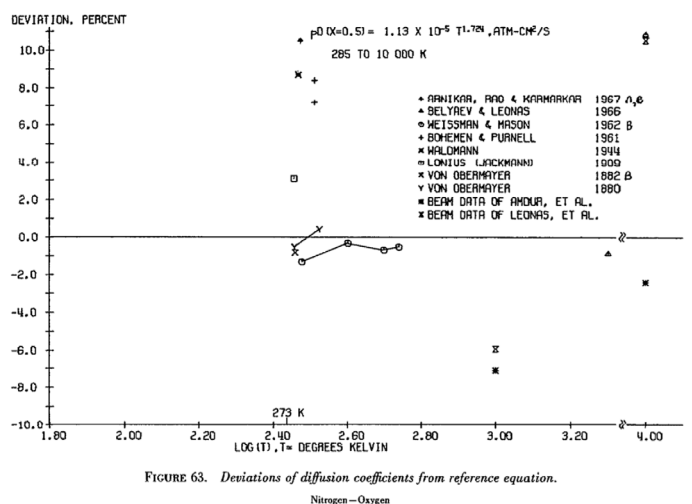
Die Autoren entwickelten auf Basis eines umfangreichen Datenabgleichs konsistente empirisch-theoretische Korrelationen und ordneten die untersuchten Gaspaare nach Zuverlässigkeitsklassen. Dabei wurden verschiedene experimentelle Ansätze – unter anderem Röhren-, Strahl- und Viskositätsmessverfahren – mit

theoretischen Potentialfunktionen abgeglichen. Dieses Vorgehen ermöglichte die Herleitung harmonisierter Datensätze für über 200 Gaspaare und die Quantifizierung von Abweichungen zwischen unterschiedlichen Messmethoden, wodurch eine einheitliche und reproduzierbare Datengrundlage geschaffen wurde. Die Ergebnisse von Marrero und Mason bilden bis heute eine zentrale Referenz für thermodynamische, kinetische und transporttheoretische Berechnungen gasförmiger Systeme. Sie finden Anwendung in Bereichen wie der Atmosphärenforschung, dem Reaktordesign, der Aerodynamik, der Plasmatechnik sowie in sämtlichen Disziplinen, in denen präzise Transportkoeffizienten für numerische Modellierungen und Simulationen erforderlich sind. In der Originalarbeit werden unter anderem direkte Vergleichswerte der Diffusionskoeffizienten von Sauerstoff in Argon sowie von Stickstoff in Sauerstoff aufgeführt, die als Referenzgrößen für den Vergleich beider Schutzgase herangezogen werden können.

**Grafik 1** – Deviations of diffusion coefficients from reference equation Oxygen – Argon



**Grafik 2** – Deviations of diffusion coefficients from reference equation Nitrogen – Oxygen



**Tabelle 1** – Berechnung Diffusionskoeffizienten

| Gas-Paarung | Referenzgleichung $p_0$ (X=0.5) [cm <sup>2</sup> /s] | Temperaturbereich T [K] | Quelle in der Arbeit |
|-------------|------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| O – Ar      | $9.77 \cdot 10^{(-6)} \cdot T^{1,736}$               | 243 – 10 000            | S. 66, Fig. 49       |
| N – O       | $1.13 \cdot 10^{(-5)} \cdot T^{1,724}$               | 285 – 10 000            | S. 72, Fig. 63       |

**Rechenbeispiel bei 288 K (15°C):**

- O in Ar:  $D \approx 9.77 \cdot 10^{(-6)} \cdot 288^{1,736} \approx 0,182 \text{ cm}^2/\text{s}$
- N in O:  $D \approx 1.13 \cdot 10^{(-5)} \cdot 288^{1,724} \approx 0,196 \text{ cm}^2/\text{s}$

Die Berechnungen auf Grundlage der Referenzdaten von Marrero und Mason (1972) zeigen, dass der Diffusionskoeffizient (D) von Sauerstoff in Stickstoff etwa **7,7% höher** ist als jener von Sauerstoff in Argon. Der Diffusionskoeffizient beschreibt die Geschwindigkeit, mit der Teilchen — in diesem Fall Sauerstoffmoleküle — infolge eines Konzentrationsgradienten innerhalb eines Mediums (z. B. Stickstoff oder Argon) migrieren. Er stellt somit die Proportionalitätskonstante zwischen Stofffluss und Konzentrationsgefälle dar und ist ein zentrales Maß für den Stofftransport in Gasgemischen. Die entsprechenden Referenzgleichungen sowie die zugehörigen Abbildungen (vgl. Marrero & Mason, 1972, S. 66 und S. 72; Fig. 49 für O–Ar sowie Fig. 63 für N–O) ermöglichen die rechnerische Bestimmung der jeweiligen Diffusionskoeffizienten. Aus diesen Gleichungen ergeben sich konsistent höhere Werte für das Gaspaar N–O, was auf eine schnellere Ausbreitung von Sauerstoff in Stickstoff hinweist.

Damit lässt sich ableiten, dass Argon aufgrund seines geringeren Diffusionskoeffizienten eine effektivere Barriere gegen den Eintrag von Sauerstoffmolekülen bildet. In technischer Hinsicht stellt Argon somit das überlegene Schutzgas für Langzeitlagerungsprozesse dar, da es die Diffusion oxidierender Spezies deutlich stärker hemmt und somit die Materialalterung langfristig reduziert.

Die Referenzarbeit von **J. E. Morgan** und **H. I. Schiff** („Diffusion Coefficients of O and N Atoms in Inert Gases“, *Canadian Journal of Chemistry*, Vol. 42, No. 10, 1964, S. 2300–2306) widmet sich der experimentellen Bestimmung der Diffusionskoeffizienten von atomarem Sauerstoff (O) und atomarem Stickstoff (N) in verschiedenen inerten Gasen (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Ar, He). Ziel der Studie

war es, präzise Transportdaten zu gewinnen, um daraus Stoßparameter (insbesondere Kollisionsdurchmesser) abzuleiten und theoretische Modelle wie das **Rigid-Sphere-Modell** und das **Lennard-Jones-Potential** zu validieren.

Im Rahmen der Untersuchung wurden die Diffusionskoeffizienten der genannten Systeme unter kontrollierten Druck- und Temperaturbedingungen experimentell bestimmt. Auf Basis dieser Messungen konnten die zugehörigen Kollisionsparameter zuverlässig berechnet werden. Die Ergebnisse zeigen, dass das Rigid-Sphere-Modell für die Systeme **O/He**, **O/Ar** und **O/N<sub>2</sub>** eine gute Übereinstimmung mit den experimentellen Daten aufweist, während für **O/O<sub>2</sub>**- und **N/N<sub>2</sub>**-Systeme deutliche Abweichungen beobachtet wurden, die sich durch die Anwendung des Lennard-Jones-Potentials besser beschreiben lassen.

Die Arbeit von Morgan und Schiff schließt eine wesentliche Datenlücke im Bereich der Transportkoeffizienten atomarer Spezies in Gasgemischen und liefert bis heute fundamentale Referenzwerte für die **Atmosphärenchemie**, **Plasmaphysik** und **Strömungssimulation**. Sie ermöglicht eine verbesserte Validierung theoretischer Modelle und trägt zum tieferen Verständnis von Diffusionsprozessen in Mischgasatmosphären bei.

Für die vorliegende Untersuchung sind insbesondere die in dieser Studie veröffentlichten **direkten Messwerte der Diffusionskoeffizienten von atomarem Sauerstoff (O) in Stickstoff (N<sub>2</sub>) und Argon (Ar)** von Relevanz. Beide Systeme wurden im identischen experimentellen Aufbau untersucht und zeigen dabei signifikant unterschiedliche Diffusionsraten, was den Einfluss des Trägergases auf den Stofftransport eindrücklich bestätigt.

**Tabelle 2** – Diffusionskoeffizienten

| Values of the diffusion coefficient, $D^0$ at 1 torr pressure and temperature 280 °K |                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| System                                                                               | $D_0 \cdot 10^{-2} \text{ (cm}^2 \text{ s}^{-1}\text{)}$ |
| O/He                                                                                 | 7.0                                                      |
| O/Ar                                                                                 | 2.09                                                     |
| O/N <sub>2</sub>                                                                     | 2.18                                                     |
| O/O <sub>2</sub>                                                                     | 2.22                                                     |
| N/N <sub>2</sub>                                                                     | 2.21                                                     |

**Tabelle 3** – Gegenüberstellung Diffusionskoeffizienten

| System              | Diffusionskoeffizient $D_0$ bei 280 K, 1 Torr [ $\text{cm}^2/\text{s}$ ] | Quelle in der Arbeit                             |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| O in N <sub>2</sub> | ca. 0,218                                                                | Morgan & Schiff (1964),<br>Tabelle I, Seite 2302 |
| O in Ar             | ca. 0,209                                                                | Morgan & Schiff (1964),<br>Tabelle I, Seite 2302 |

Auch in der Arbeit von **Morgan und Schiff (1964)** zeigt sich, dass der **Diffusionskoeffizient von Sauerstoff in Stickstoff höher** ist als in Argon. Ein erhöhter Diffusionskoeffizient impliziert eine schnellere molekulare Durchmischung und damit eine höhere Mobilität der Sauerstoffatome im Trägergas. Umgekehrt bewirkt der geringere Diffusionskoeffizient in Argon eine deutlich verlangsamte Ausbreitung von Sauerstoff, was auf eine stabilere Gasatmosphäre hinweist.

Aus diesen Ergebnissen lässt sich ableiten, dass eine **argonbasierte Schutzgasatmosphäre** gegenüber einer stickstoffbasierten aufgrund der geringeren Diffusionsgeschwindigkeit von Sauerstoffmolekülen **eine höhere Barrierewirkung und langfristige Stabilität** aufweist. Damit stellt Argon im Kontext der Langzeitlagerung elektronischer Komponenten das technisch vorteilhaftere Schutzgas dar, da es den **Eintrag und die Reaktion von oxidierenden Spezies** wirksamer unterbindet und somit zur **Verzögerung materialbedingter Alterungsprozesse** beiträgt.

# 3. INERTHEIT

Die Referenzarbeit von **Yang, F.; Li, S.; Lin, X. et al.** (*Vaporization, Diffusion and Combustion of Laser-Induced Individual Magnesium Microparticles in Inert and Oxidizing Atmospheres, Processes*, 2021, 9(11):2057. DOI:10.3390/pr9112057) untersucht das Verdampfungs-, Diffusions- und Verbrennungsverhalten einzelner laserinduzierter Magnesium-Mikropartikel in inerten (Ar, N<sub>2</sub>) und oxidierenden Atmosphären (Luft, O<sub>2</sub>) unter Verwendung hochaufgelöster zeit- und raumauflösender Diagnostikverfahren. Ziel der Studie war es, die zugrunde liegenden Mechanismen dieser Prozesse zu quantifizieren und Phänomene wie Schockwellenbildung in der Oxidschale sowie diffusionskontrollierte Flammenreaktionen zu identifizieren.

In den Experimenten zeigte sich, dass sich Magnesiumdampf in inerten Gasen homogen ausbreitet. In Stickstoff (N<sub>2</sub>) wurde jedoch ein stärkerer Druckaufbau sowie das Auftreten von Schockwellenrissen in der MgO-Schale beobachtet, während Argon (Ar) sich als vollständig inert erwies. In oxidierenden Atmosphären (Luft, O<sub>2</sub>) verbrannten die Partikel vollständig; dabei wurde in Luft die Reaktion durch die Sauerstoffdiffusion und in reinem Sauerstoff durch die Magnesiumdampfdiffusion kontrolliert. Die gemessenen Diffusionskoeffizienten lagen dabei um ein bis zwei Größenordnungen über denen in inerten Atmosphären.

Die Studie liefert erstmals experimentell hochaufgelöste Daten zu den Verdampfungs-, Diffusions- und Verbrennungsmechanismen von Magnesium unter verschiedenen atmosphärischen Bedingungen. Diese Erkenntnisse leisten einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis von Mg-basierten Treibstoffen und pyrotechnischen Systemen und sind insbesondere für die Optimierung von Zünd- und Verbrennungsprozessen sowie für sicherheitstechnische Bewertungen im Umgang mit reaktiven Metallen von hoher Relevanz.

Im Abschnitt *Analysis of Combustion Residues* (S. 10) wird der fundamentale Unterschied zwischen Argon und Stickstoff klar herausgestellt:

“It was found that in Ar, the content of Ar in the residues was tiny, suggesting that Ar atoms scarcely dissolved into the liquid Mg. While when the Mg microparticles were heated in N<sub>2</sub>, the N atom content reached 25.54%, which could be attributed to the dissolution of the N atom into the liquid Mg.”

Diese Beobachtung belegt, dass Argon – im Gegensatz zu Stickstoff – keine messbare chemische Reaktivität gegenüber Magnesium zeigt. Die Inertheit von Argon beruht auf seiner vollständig gefüllten Elektronenschale, die eine Ausbildung stabiler chemischer Bindungen verhindert. Damit wirkt Argon ausschließlich physikalisch als Verdünnungs- bzw. Schutzgas, ohne chemische Wechselwirkungen mit der Umgebung einzugehen.

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung lässt sich eindeutig schließen, dass sich **Argon auch unter extremen thermischen Bedingungen vollständig inert verhält**, da weder eine Diffusion in die Schmelze noch eine Bindungsbildung mit Magnesium nachweisbar ist. **Stickstoff hingegen reagiert mit Magnesium unter Bildung von Magnesium-Nitrid (Mg<sub>3</sub>N<sub>2</sub>).**

Auf Basis dieser Erkenntnisse haben wir uns bewusst für den Einsatz des Edelgases **Argon** zum Fluten der *Moisture Barrier Bags* entschieden. Aufgrund seiner nachgewiesenen Inertheit gewährleistet Argon eine chemisch stabile Schutzgasatmosphäre und bietet somit die bestmögliche Sicherung gegen unerwünschte Reaktionen und Sauerstoffeintrag während der Langzeitlagerung elektronischer Bauteile.

**Tabelle 4 –** Elementaranteile nach Untersuchung

| The content of elements in combustion residues of individual Mg microparticles |         |         |          |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|----------|
| Atmosphere                                                                     | Element | Weight% | Atomic % |
| Ar                                                                             | Mg      | 99.74   | 99.84    |
|                                                                                | Ar      | 0.26    | 0.16     |
| N <sub>2</sub>                                                                 | Mg      | 83.50   | 74.46    |
|                                                                                | N       | 16.50   | 25.54    |
| Air                                                                            | Mg      | 69.97   | 60.06    |
|                                                                                | O       | 27.73   | 36.17    |
|                                                                                | N       | 0.85    | 1.27     |
|                                                                                | C       | 1.44    | 2.50     |
| O <sub>2</sub>                                                                 | Mg      | 71.60   | 62.40    |
|                                                                                | O       | 28.40   | 37.60    |

# 4. O<sub>2</sub>-VERDRÄNGUNGSEFFEKTIVITÄT

Eine **Ossila Glovebox** ist ein kompaktes Laborgerät, das das sichere Arbeiten mit luft- und feuchtigkeitsempfindlichen Materialien unter kontrollierten Bedingungen ermöglicht. Dabei erfolgt die Handhabung

der Proben in einer hermetisch abgeschlossenen Arbeitskammer, die mit einem **Inertgas** (zumeist Argon oder Stickstoff) gefüllt ist und somit jeglichen direkten Kontakt zur Außenatmosphäre verhindert.

**Bild 1** – Ossila Glovebox



## Technische Eigenschaften:

|                           |                                                                                                                 |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inertatmosphäre:          | Sauerstoffgehalt: < 0,5 %<br>Feuchtigkeitsgehalt: < 0,1% rH                                                     |
| Automatisches Spülsystem: | Kontinuierliche Sensorüberwachung<br>Automatisierte Spülzyklen zur Aufrechterhaltung der gewünschten Atmosphäre |
| Leckrate:                 | < 0,25% Volumenverlust pro Stunde (ISO-Klasse II)                                                               |

<https://www.ossila.com/pages/argon-nitrogen-glove-box#inertness>

von Dr. Mary O’Kane

**Dr. Mary O’Kane** beschreibt, dass sowohl **Argon** als auch **Stickstoff** grundsätzlich als Schutzatmosphäre für den Einsatz in Glovebox-Systemen geeignet sind, da beide Gase den **Sauerstoff aus der Arbeitsumgebung effektiv verdrängen**. Dennoch hebt sie in ihrer Analyse entscheidende Unterschiede hervor. Argon

wird im Gegensatz zu Stickstoff als **vollständig inert** eingestuft, was bedeutet, dass es unter atmosphärischen Bedingungen praktisch **keine chemischen Reaktionen** eingeht. Dieser Eigenschaftsvorteil macht Argon universell einsetzbar, selbst im Umgang mit hochreaktiven Metallen wie **Lithium** (vgl. Zitat 1).

## Zitat 1 – Inertness, Dr. Mary O'Kane

*Inertness – The nitrogen atom, is not inert, as it only has five electrons in its outer orbital. Instead, in its diatomic form,  $N_2$ , it is an unreactive gas. This means that many materials do not react with it, but there are a few that do. Generally, nitrogen reactions are more likely to occur at high temperatures. An example of this is the reaction between nitrogen and lithium, which leads to the production of nitrides such as lithium nitrides.*

*Argon, however, is completely inert, and it is exceedingly rare that it will react with anything under atmospheric conditions. As a result, if you are using materials that will react with nitrogen, it would be a better choice to use argon as your filler gas. An example of this would be if you were working in lithium battery research.*

Die höhere **Dichte von Argon** (vgl. Tabelle 5) bewirkt eine **effektivere Verdrängung von Sauerstoff** aus dem System, wodurch die Ausbildung einer stabilen Inertgasatmosphäre begünstigt wird. Aufgrund seiner größeren Molekülmasse und der damit verbundenen geringeren Diffusionsgeschwindigkeit zeigt Argon eine **erhöhte Barrierewirkung** gegenüber Luftbestandteilen.

Zudem weist **Dr. Mary O'Kane** darauf hin, dass sowohl **Luftfeuchtigkeit** als auch **Sauerstoffmoleküle** eine deutlich geringere Tendenz aufweisen, sich mit Argon zu vermischen. Theoretisch ist daher die **Eindiffusion von Luftbestandteilen** in eine Argon-Schutzatmosphäre signifikant unwahrscheinlicher als in eine stickstoffbasierte Umgebung (vgl. Zitat 2).

## Zitat 2 – Dichte/Verdrängungseffektivität, Dr. Mary O'Kane

*Argon is a denser material than both nitrogen and air. Because of its increased density, argon is more effective at displacing air within a confined space. Arguably, this means that you may need to purge your glove box for less time to achieve an inert environment.*

*Essentially, argon is likely to "blanket" or act as a protective barrier over the reaction. This helps to protect it from any contaminants, and it means that oxygen and water vapour will be less likely to mix with argon than with nitrogen. In theory, air is less likely to creep into an argon-filled system, while argon is less likely to escape than nitrogen. However, as most manufacturers aim to make glove boxes as leak-proof as possible, this should not make a massive difference.*

*On the other hand, if you do need extremely low levels of moisture and oxygen for your research, then argon may be the right choice for you.*

## Tabelle 5 – Vergleich Dichte Stickstoff – Argon

| Stickstoff                                          | Argon                                                 |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| leichtes Gas ( $p \approx 1,25 \text{ g/L, STP}$ ), | schwereres Gas ( $p \approx 1,78 \text{ g/L, STP}$ ), |

Das angeführte **Industriebeispiel** verdeutlicht die hohen Anforderungen an die Reinheit und Stabilität der Arbeitsatmosphäre innerhalb der **Glovebox-Systeme der Firma Ossila**. Die dort definierten Prozessparameter sind in wesentlichen Aspekten **auf die Bedingungen der Langzeitlagerung elektronischer Komponenten übertragbar**. In beiden Anwendungsfeldern ist die konsequente **Verdrängung von Sauerstoff und Feuchtigkeit** entscheidend, um oxidative und hydroly-

tische Alterungsprozesse zuverlässig zu verhindern. Nach Einschätzung von **Dr. Mary O'Kane** stellt **Argon** – insbesondere unter der Prämisse, dass wirtschaftliche Faktoren eine untergeordnete Rolle spielen – das **Schutzgas der ersten Wahl** dar. Seine vollständige Inertheit und hohe Dichte gewährleisten eine **maximale atmosphärische Stabilität** und damit die bestmöglichen Bedingungen für empfindliche Materialien und Bauteile.

## 5. FAZIT

Einer der zentralen **Alterungsmechanismen elektronischer Bauteile** im Kontext der **Langzeitlagerung** ist die **sauerstoff-induzierte Korrosion (Oxidation)**. Dabei führt der Kontakt mit Sauerstoff zur **Degradation der metallischen Anschlussflächenbeschichtungen**, was eine **verminderte Lötbarkeit** und somit eine Beeinträchtigung der elektrischen und mechanischen Zuverlässigkeit zur Folge hat. Darüber hinaus können im Verlauf oxidativer Reaktionen **Säureverbindungen** als Zersetzungsprodukte entstehen, die weitere metallische Komponenten oder Schutzschichten angreifen und damit die **Fehleranfälligkeit** und das **Ausfallrisiko** signifikant erhöhen.

Um diesen Alterungsmechanismus wirksam zu unterbinden, werden bei der **SI Electronics GmbH** sämtliche **Langzeitlagerungs-Moisture-Barrier-Bags (MBBs)** unter einer **Argonatmosphäre** geflutet, um den vorhandenen Sauerstoff weitgehend zu verdrängen. Ergänzend kommen **spezialisierte Sauerstoffabsorber, Schadstoffabsorber, Trocknungsmittel auf Silikatbasis** sowie eine **Feuchtigkeitsüberwachungskarte (HIC – Humidity Indicator Card)** zum Einsatz. Dieses mehrstufige Schutzkonzept gewährleistet eine **stabile, trockene und inertisierte Lagerumgebung**, die den Einfluss externer Alterungsfaktoren minimiert.

Die zuvor dargestellten Referenzarbeiten belegen eindeutig, dass **Argon** gegenüber der herkömmlich eingesetzten **Stickstoffatmosphäre** über **überlegene technische Eigenschaften** für die Langzeitlagerung verfügt. Insbesondere die **höhere Effektivität bei der Sauerstoffverdrängung** und die daraus resultierende **Reduktion oxidativer Prozesse** bilden die Grundlage für eine signifikant verbesserte **Langzeitstabilität elektronischer Komponenten**.



**si electronics**

**SI Electronics GmbH**

Friesenheimer Str. 25

68169 Mannheim, Deutschland

Telefon: +49 621 405406-0

E-Mail: [office@si-electronics.com](mailto:office@si-electronics.com)

