



# MASTER-DOSSIER: Luminarit-GreenRAM V2

***Der erste rare-earth-freie, umweltfreundliche High-Speed-RAM der Welt***

---

## 1. Einleitung & Vision

Der Luminarit-GreenRAM V2 ist das Ergebnis eines klaren Leitbildes:

- **0 % Seltene Erden**
- **maximale Umweltfreundlichkeit**
- **volle CMOS-Kompatibilität**
- **DRAM-ähnliche Geschwindigkeit**
- **non-volatile, energieeffizient, langlebig**

Damit entsteht ein Speicher, der nicht nur technisch überzeugt, sondern auch ökologisch und geopolitisch neue Maßstäbe setzt.

---

## 2. Warum GreenRAM die Umwelt schützt

### 2.1 Kein Refresh → drastisch weniger Energieverbrauch

DRAM benötigt permanent Refresh-Zyklen.  
GreenRAM nicht.

Formel für Refresh-Leistung:

$$P_{\text{refresh}} = U \cdot I_{\text{refresh}}$$

GreenRAM:

$$P_{\text{refresh}} = 0$$

→ **bis zu 90 % Energieeinsparung im Idle.**

---

## 2.2 Fertigung ohne EUV → massiv weniger CO<sub>2</sub>

GreenRAM nutzt:

- **65–90 nm DUV**
- **keine EUV-Scanner**
- **keine Gigafabs**
- **bestehende 200/300-mm-Fabs**

Das spart:

- Energie
  - Wasser
  - Chemikalien
  - Infrastrukturkosten
- 

## 2.3 0 % Seltene Erden → geopolitisch sauber

Materialien:

- HfO<sub>2</sub>
- TiO<sub>x</sub>
- TiN
- Graphen
- Kupfer
- Stickstoff

Alle global verfügbar, ohne Monopolrisiken oder ökologische Katastrophen.

---

## 3. Technische Architektur

### 3.1 1T1R-Zelle (Transistor + RRAM)

Die Zelle besteht aus:

- einem Auswahltransistor
- einer resistiven Speicherzelle (RRAM)

Filament-Widerstandszustände:

$R_{ON} \ll R_{OFF}$

Schaltspannung:

$V_{set} \approx 1.2 - 1.8 \text{ V}$

Schaltzeit:

$t_{switch} < 10 \text{ ns}$

---

3.2 Materialstack (Ultra-Fast-Stack)

| Schicht          | Material            | Funktion                                     |
|------------------|---------------------|--|
| Obere Elektrode  | TiN / Graphen       | Leitfähig, stabil                            |
| Speed-Buffer     | TiOx                | Ionenbeschleuniger                           |
| Aktiv-Medium     | HfO <sub>2</sub> :N | Stickstoff-dotiert, schnelle Filamentbildung |
| Untere Elektrode | TiN                 | CMOS-kompatibel                              |

---

4. Leistungsdaten

| Parameter      | GreenRAM V2 | DDR4/DDR5            |
|----------------|-------------|----------------------|
| Latenz         | < 10 ns     | 10–15 ns             |
| Idle-Verbrauch | ≈ 0 W       | hoch (Refresh)       |
| Endurance      | ≥ (10^9)    | praktisch unbegrenzt |
| Retention      | ≥ 10 Jahre  | 0 Sekunden           |
| Seltene Erden  | 0 %         | teils vorhanden      |
| Fertigung      | 65–90 nm    | 10–14 nm EUV         |

---

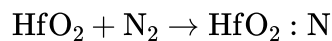
## 5. Herstellungsprozess

### 5.1 CMOS-Basis (Front-End)

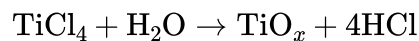
- Oxidbildung
  - Gate-Stack
  - Source/Drain-Implantation
  - Metallisierung
- 

### 5.2 RRAM-Integration (Backend-of-Line)

#### Schritt 1: ALD-Abscheidung des $\text{HfO}_2\text{:N}$



#### Schritt 2: ALD-Abscheidung des $\text{TiO}_x$ -Speed-Layers



#### Schritt 3: Elektrodendeposition (TiN/Graphen)

#### Schritt 4: Kontaktierung & Metallisierung

#### Schritt 5: Multi-Bank-Layout + SRAM-Cache

Erhöht die effektive Bandbreite und maskiert Schreibvorgänge.

---

## 6. Ökologischer Gesamtnutzen

### 6.1 Energieeinsparung im Betrieb

Gesamtenergie:

$$E_{\text{total}} = \int P(t) dt$$

Da:

$$P_{\text{refresh}} = 0$$

→ sinkt der Gesamtenergieverbrauch drastisch.

---

## 6.2 Längere Lebensdauer → weniger Elektroschrott

RRAM ist non-volatile und robust.

Systeme müssen seltener ersetzt werden.

---

## 6.3 Keine seltenen Erden → keine Umweltzerstörung

Kein:

- Säureauswaschen
  - Grundwasservergiftung
  - radioaktive Nebenprodukte
- 

## 7. Abschluss – Die Botschaft



### Selbstbewusster Abschlussspruch

„Wir haben verstanden: Leistung allein reicht nicht mehr.

Technologie muss die Umwelt schützen – und genau das tut GreenRAM.“

\*\*