

# ANOMALY DETECTION IN IMAGE DATA WITH SPIKING NEURAL NETWORKS

Martin Au, Sophie Böttcher, Gabriele Gühring - Hochschule Esslingen

## 1. Einleitung

Die Erkennung von Anomalien wird heutzutage mit Autoencoder erzielt.

Ziel ist es eine **effiziente Variante des Autoencoders** zu erstellen, welche auf **Spiking Neural Networks (SNN)** basieren. [1]

## 2. Leaky Integrate-and-Fire (LIF) Neuronen

- LIF-Neuronen ahmen biologische Neuronen nach.
- Nach dem **Überschreiten eines Schwellenwertes** werden elektrische Impulse (**Spikes**) abgefeuert.
- Der "Integrate"-Prozess beschreibt das Ansteigen des Membranpotentials durch die akkumulierten Spikes.

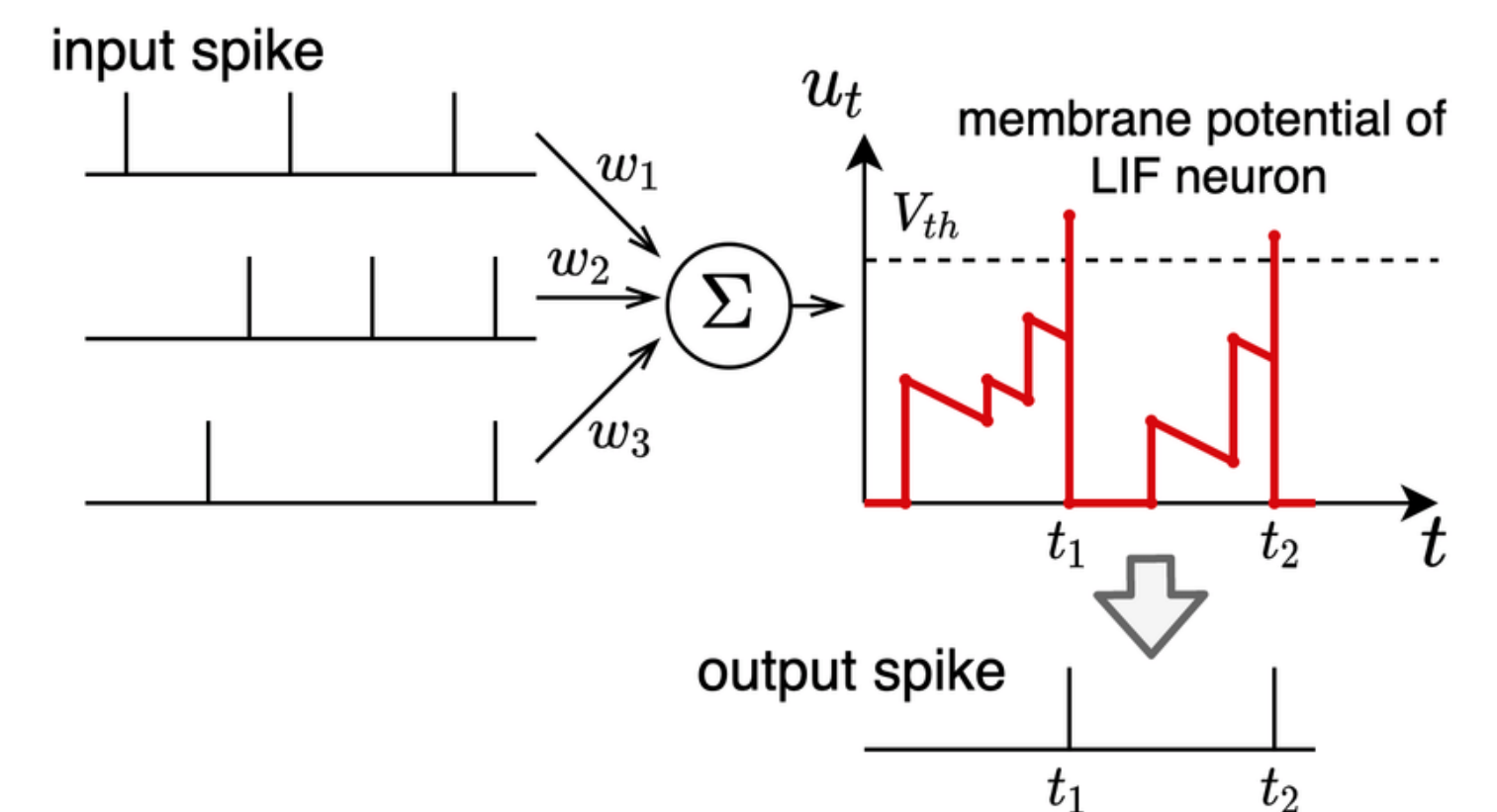


Abbildung 1: LIF-Neuron Schema

## 3. Efficient Spiking Variational Autoencoder (ESVAE)

- Im Gegensatz zum konventionellen Variational Autoencoder (VAE) besteht der **Encoder** und **Decoder** des ESVAE aus **SNN** bzw. LIF-Neuronen.
- Für das Sampling im **Latent Space** wird eine **Poisson Verteilung** [3] genutzt:

$$P(n \text{ spikes in } T \text{ time steps}) = \frac{(r \cdot T)^n}{n!} e^{-rT},$$

wobei  $r$  die erwartete Feuerrate,  $T$  das Zeitfenster,  $n$  die Anzahl an Spikes ist.

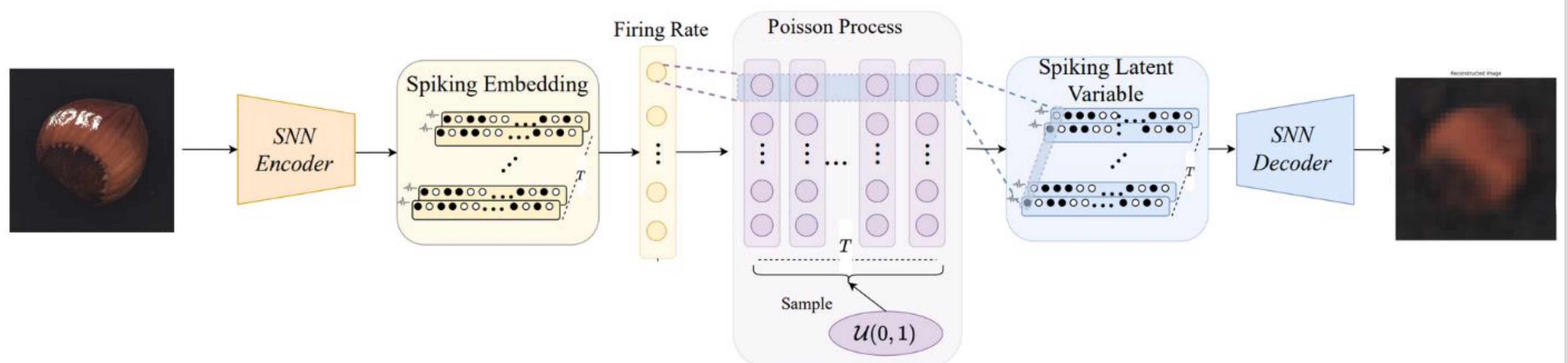


Abbildung 2: ESVAE-Architecture [1]

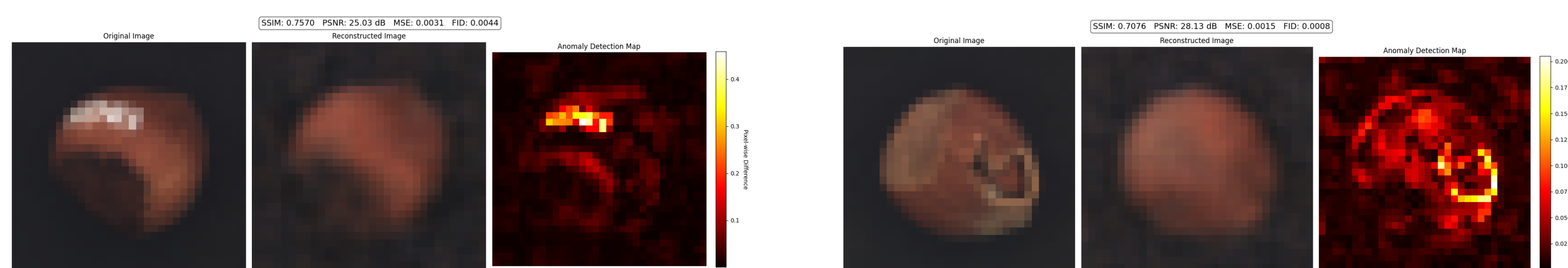


Abbildung 3: Vergleich von Input und rekonstruiertem Output

[1] Q. Zhan, R. Tao, X. Xie, et al. Esvae: An efficient spiking variational autoencoder with reparameterizable poisson spiking sampling, 2023. *arXiv preprint arXiv:2310.14839*

[2] A. N. Burkitt, A Review of the Integrate-and-fire Neuron Model: I. Homogeneous Synaptic Input, 2006 *Biological Cybernetics*. DOI:10.1007/s00422-006-0068-6

[3] Kim, N., Jeong, J., Lee, C., Lee, D., Seo, J., & Jung, J. *SNN Based Anomaly Detection Using ESVAE*, 2024. In *Proceedings of the International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)* (pp. 123-128). IEEE.