

MeRu – Merkmalerkennung Rundholz

THINK.WOOD.Innovation Kooperative F&E Projekte | Projekt-Kurzbericht

Projektziele und zentrale Ergebnisse:

Das Projekt MeRu hatte das Ziel, die Feststellung von Qualitätsmerkmalen bei Rundholz auf Basis von digitalen Bildaufnahmen zu standardisieren, zu objektivieren und zu vereinfachen. Damit sollte eine KI-taugliche Grundlage für eine teilautomatisierte Rundholzsortierung geschaffen werden. Im Rahmen des Projekts wurde ein umfangreicher digitaler Datensatz erstellt, der aus über 5.600 Bildaufnahmen von über 1.800 Holzstämmen und rund 17.500 Annotationsmasken besteht. (Annotierungen sind zusätzliche digitale Informationen über die sichtbaren Bildinhalte, mit anderen Worten: „Wo fängt das Merkmal an und wo hört es auf?“.) Diese Daten sind essenziell für die Entwicklung zukünftiger KI-gestützter Systeme in einer effizienteren Rundholzübernahme der Zukunft. Vorbereitend wurde ein digitaler Merkmalskatalog für die Holzarten Fichte und Tanne entwickelt, der die sortierrelevanten Qualitätsmerkmale präzise beschreibt und digital auf der Website www.meru.engineering verfügbar ist.

Diese eindeutig identifizierbaren Qualitätsmerkmale wurden durch photooptische Verfahren identifiziert und sind eindeutig zuordenbar. Hierfür wurde ein kosteneffizientes Referenzaufnahmesystem konzipiert. Abschließend wurde ein Empfehlungskatalog für den Einsatz von KI-Technologien in der Rundholzsortierung erstellt, der Handlungsempfehlungen für die Praxis gibt.

Detaillierte Zielerreichung:

- 1. Digitaler Merkmalskatalog:** Basierend auf normativen Vorgaben und Marktanforderungen wurde ein mit den Marktpartner:innen abgestimmter Katalog erstellt, der Merkmale wie Äste, Verfärbungen, Risse und Teilentrindung präzise definiert. Dieser Katalog wurde in mehreren Workshops mit Expert:innen aus Forst und Säge diskutiert und akkordiert. Die finale Version diente als Grundlage für die angewandten Annotationen und ist auch für zukünftige Entwicklungen entscheidend.
- 2. Erstellung des Datensatzes:** Es wurde ein hochqualitativer Bilddatensatz erstellt, der Stirn- und Mantelflächen von Holzstämmen umfasst. Die Annotationen erfolgten paarweise durch Expert:innen, wobei Unstimmigkeiten manuell konsolidiert wurden. Trotz einer Reduktion der geplanten Stammanzahl aufgrund von Ressourcenmangel und technischen Herausforderungen bietet der Datensatz eine solide Basis für zukünftige KI-Trainings. Dabei muss erwähnt werden, dass pro Bild mindestens 2x 30 Minuten aufgewandt wurden.
- 3. Technische Grundlagen:** Es wurde ein komplett neues Referenzaufnahmesystem entwickelt, das hochqualitative Bilder liefert und dabei auch kosteneffizient ist. Spezifikationen für ein industrielles System müssen in Folgeprojekten von Industriepartner:innen ausgearbeitet werden. Dabei sind Aspekte wie Witterungsbeständigkeit und Transportgeschwindigkeit der Rundholzstämmen eine große Herausforderung. Die durchschnittliche Bildaufnahme, Datenverarbeitung und Beurteilung dürfen nicht länger als wenige Zehntelsekunden dauern.

4. **Empfehlungskatalog:** Ein umfassender Katalog wurde erstellt, der den Nutzen des MeRu-Datensatzes, relevante Normen und Richtlinien sowie konkrete Schritte für die Einführung von KI-Anwendungen in der Rundholzsortierung beschreibt.

Durchgeführte Arbeiten:

- **Projektmanagement:** Die Projektleitung organisierte regelmäßige Abstimmungstreffen, meist online, um eine reibungslose Kommunikation zu gewährleisten. Die Meilensteine wurden im Wesentlichen erreicht, der Abschluss des Konsortialvertrags und die Fertigstellung des Zwischenberichts wurden fristgerecht finalisiert.
- **Bildaufnahmetechnik und Datenbank:** Eine Testanlage wurde errichtet und laufend optimiert. Das Annotationstool CVAT wurde ebenso kontinuierlich angepasst. Die Annotationsdaten wurden zu einem strukturierten, manipulationssicheren Datensatz zusammengeführt, der für zukünftige KI-Entwicklungen von großem Interesse ist.

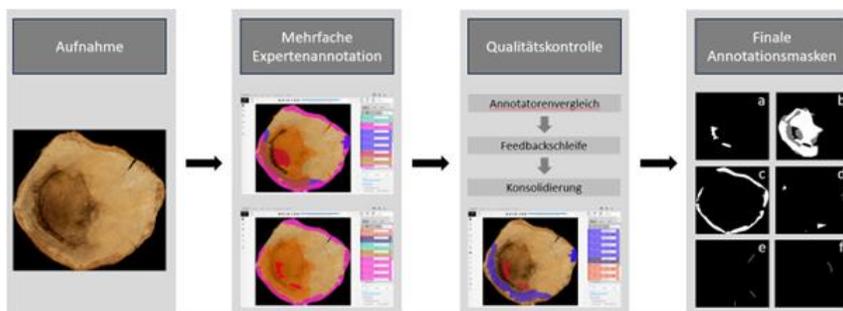


Abbildung 1: Überblick über den Annotationsprozess in MeRu (Aufnahme, Annotation, Qualitätskontrolle und Konsolidierung)

- **Evaluierung:** Der Datensatz wurde kontinuierlich geprüft, und Anomalien oder Fehler konnten frühzeitig korrigiert werden. Statistische Analysen zeigten unter anderem die Verteilung der Merkmale und identifizierten unterrepräsentierte Datenpunkte.
- **Kommunikation und Verbreitung:** Eine Projekt-Website (www.meru.engineering) wurde eingerichtet, auf der wesentliche Projektergebnisse veröffentlicht werden. Das Projekt wurde auf zahlreichen Veranstaltungen der Wertschöpfungskette Forst/Holz/Papier, beispielsweise auf der BOKU, bei den ÖBf und beim woodCircle, aber auch beim Fachverband der Holzindustrie vorgestellt. Die Erstellung von Videomaterial zur Öffentlichkeitsarbeit ist in Arbeit.

Herausforderungen und Anpassungen:

- Die ursprünglich geplante Anzahl von 7.000 Stämmen konnte aufgrund von Ressourcenmangel, technischen Problemen und eingeschränkter Verfügbarkeit der Expert:innen nicht erreicht werden. Im Laufe des Projekts wurde allerdings festgestellt, dass die Merkmale in ausreichender Tiefe abgebildet wurden.
- Die Projektziele sind im Wesentlichen erreicht, es kam allerdings zu geringfügigen Budgetverschiebungen zwischen Sach-, Personal- und Drittmitteln.

Fertigstellungsgrad:

Die meisten Arbeitspakete, darunter die Erstellung des Datensatzes, die Veröffentlichung des Merkmalskatalogs, die Evaluierung der Ergebnisse und die Entwicklung technischer Spezifikationen für das Referenzaufnahmesystem, wurden vollständig abgeschlossen. Einige Kommunikationsmaßnahmen können erst nach Abschluss der Projektlaufzeit durchgeführt werden, dies liegt insbesondere daran, dass die relevanten Arbeitskreise der Wertschöpfungskette Forst/Holz/Papier erst koordinierende Gespräche dazu führen müssen. Die Veröffentlichung wissenschaftlicher Ergebnisse ist für 2025 vorbereitet.

Bedeutung und Ausblick:

Das MeRu-Projekt liefert eine wesentliche Grundlage für die Einführung moderner Merkmals-Erkennungstechnologien in der Forst- und Holzindustrie. Die Forschungsergebnisse dienen als Basis für eine effizientere, objektivere und standardisierte Rundholzsortierung, die wirtschaftliche und ökologische Vorteile bietet. Die Projektergebnisse sollen zunächst in den Expert:innen-Gruppen der Holzbranche diskutiert und abgenommen werden. Weitere Publikationen und umsetzungsrelevante Folgeprojekte sollen weiterhin von den am Projekt beteiligten Personen begleitet werden.

Der österreichische Normungsausschuss 087 Holz am ASI sowie der FHP-Arbeitskreis Werksvermessung Sägerundholz wurden über die ersten Aktivitäten informiert. Mögliche Änderungen in der ÖNORM L1021 werden erst nach Abschluss des vorliegenden Projektes im Detail zu diskutieren sein. Ebenso könnten Gespräche mit dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen neue Erkenntnisse für eine mögliche eichtechnische Zulassung dieser Anlagenoptionen bringen.

MeRu – Feature Recognition for Roundwood

THINK.WOOD.Innovation Cooperative R&D Projects | Project Summary

Project Objectives and Key Results:

The MeRu project aimed to standardize, objectify, and simplify the identification of quality characteristics in roundwood based on digital images. The goal was to establish an AI-compatible foundation for semi-automated roundwood sorting. During the project, an extensive digital dataset was created, comprising over 5,600 images of more than 1,800 logs and approximately 17,500 annotation masks. (Annotations are additional digital information about visible image content—for instance, defining where a feature begins and ends.) These data are essential for developing future AI-supported systems for more efficient roundwood reception processes.

A preparatory digital catalog of features was developed for spruce and fir, accurately describing sorting-relevant quality characteristics. This catalog is digitally available on the website www.meru.engineering.

The quality features, identified using photo-optical methods, are uniquely assignable. To support this, a cost-efficient reference imaging system was designed. Additionally, a catalog of recommendations for implementing AI technologies in roundwood sorting was created, providing practical guidance.

Detailed Objective Achievement:

- **Digital Feature Catalog:** A catalog was developed based on normative requirements and market needs, defining features such as knots, discolorations, cracks, and partial debarking. The catalog was discussed and coordinated in multiple workshops with forestry and sawmill experts. The final version served as the basis for applied annotations and is crucial for future developments.
- **Dataset Creation:** A high-quality image dataset was created, encompassing cross-sectional and longitudinal surfaces of logs. Annotations were performed in pairs by experts, with inconsistencies manually resolved. Despite a reduction in the planned number of logs due to resource constraints and technical challenges, the dataset provides a solid foundation for future AI training. Notably, each image required at least 2x 30 minutes of annotation work.
- **Technical Foundations:** A completely new reference imaging system was developed, delivering high-quality images while remaining cost-efficient. Specifications for an industrial system need to be developed in follow-up projects with industry partners. Challenges include aspects such as weather resistance and log transport speed, with image capture, data processing, and evaluation needing to be completed in mere fractions of a second.
- **Recommendation Catalog:** A comprehensive catalog was developed, describing the utility of the MeRu dataset, relevant standards and guidelines, and specific steps for introducing AI applications in roundwood sorting.

Conducted Work:

- **Project Management:** Regular coordination meetings, mostly online, ensured smooth communication. Key milestones, such as finalizing the consortium agreement and completing the interim report, were met on schedule.
- **Imaging Technology and Database:** A test facility was established and continuously optimized. The CVAT annotation tool was also adapted throughout the project. Annotation data were compiled into a structured, tamper-proof dataset of significant interest for future AI developments.

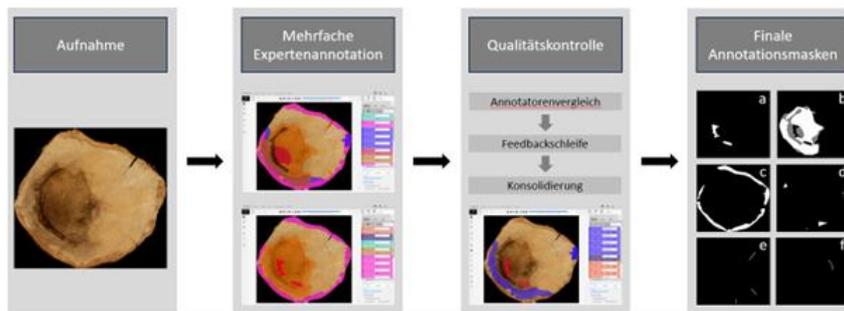


Figure 1: Overview of the annotation process in MeRu (capture, annotation, quality control, and consolidation)

- **Evaluation:** The dataset was continuously reviewed to identify and correct anomalies or errors early on. Statistical analyses highlighted, among other findings, the distribution of features and identified underrepresented data points.
- **Communication and Dissemination:** A project website (www.meru.engineering) was created to publish key project results. The project was presented at numerous forestry/wood/paper value chain events, such as at BOKU, ÖBf, and woodCircle, as well as at the Association of the Wood Industry. Public outreach video materials are under production.

Challenges and Adjustments:

The originally planned number of 7,000 logs could not be achieved due to resource constraints, technical issues, and limited availability of experts. However, it was determined during the project that the features were captured in sufficient depth.

The project objectives were largely achieved, though there were minor budget shifts between material, personnel, and third-party costs.

Completion Status:

Most work packages, including dataset creation, publication of the feature catalog, evaluation of results, and development of technical specifications for the reference imaging system, were fully completed. Some communication activities will be carried out after the project ends, as coordinating discussions among relevant forestry/wood/paper value chain working groups is required. The publication of scientific results is planned for 2025.

Significance and Outlook:

The MeRu project provides a critical foundation for introducing modern feature recognition technologies in the forestry and wood industries. The research results support more efficient, objective, and standardized roundwood sorting, offering economic and ecological benefits. The project outcomes are to be reviewed and approved by wood industry expert groups. Further publications and implementation-oriented follow-up projects will continue to involve project participants.

The Austrian Standards Institute's Committee 087 (Wood) and the FHP working group on sawlog measurement have been informed of initial activities. Potential updates to the ÖNORM L1021 standard will be discussed in detail only after the project's conclusion. Discussions with the Federal Office of Metrology and Surveying may provide new insights into potential metrological approval of these system options.