



# Bestandsgebäude durch integrale Planung optimieren

Ein integraler Planungsprozess schafft die Grundlage, um Sanierungsvarianten im mehrgeschossigen Wohnungsbau systematisch und belastbar vergleichen zu können – besonders beim Einsatz von Wärmepumpen. Durch die ganzheitliche Betrachtung von Gebäudehülle und Gebäudetechnik lassen sich technische Machbarkeit, thermischer Komfort, Energieeffizienz sowie Wirtschaftlichkeit konsistent bewerten. Iterative Analysen führen Schritt für Schritt zur optimalen Systemlösung.

Die Auswahl einer optimalen Sanierungslösung im mehrgeschossigen Wohnungsbau – insbesondere im Hinblick auf den Einsatz von Wärmepumpen – erfordert eine detaillierte Analyse der energetischen, technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Ein integraler Planungsprozess bietet hierfür einen strukturierten Ansatz, um die Wechselwirkungen zwischen Gebäudehülle, Heizsystem, Wärmeverteilung und Regelungstechnik ganzheitlich zu betrachten. Ziel ist die Entwicklung einer Systemlösung, die sowohl die Effizienz als auch den thermischen Komfort und die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems optimiert.

## Integraler Planungsprozess

Die Auswahl der am besten geeigneten Sanierungsvariante hängt von einer Vielzahl technischer, räumlicher und wirtschaftlicher Einflussgrößen ab. Zu den wichtigsten zählen:

- das bestehende Wärmeversorgungssystem
- der zu erwartende Energiebedarf sowie die Heizlast nach Sanierung
- die verfügbaren Platzverhältnisse (z. B. für Technikzentrale, Schächte und Verteilnetze)
- schalltechnische Anforderungen
- die Investitions-, Betriebs- und Lebenszykluskosten.

Eine fundierte Entscheidungsfindung erfolgt idealerweise im Rahmen eines durchgängigen, iterativen Planungsprozesses, der verschiedene Systemvarianten strukturiert bewertet. Ziel ist die Identifikation technisch realisierbarer und wirtschaftlich sinnvoller Lösungen, die unter realen Randbedingungen – wie Klima, Platzverfügbarkeit, Wärmeerzeugerleistung, Schallauflagen und Kostenrestriktionen – das energetische und wirtschaftliche Optimum erreichen.

Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über die Schlüsselemente, die in einem solchen Arbeitsablauf einbezogen und berücksichtigt werden sollten.

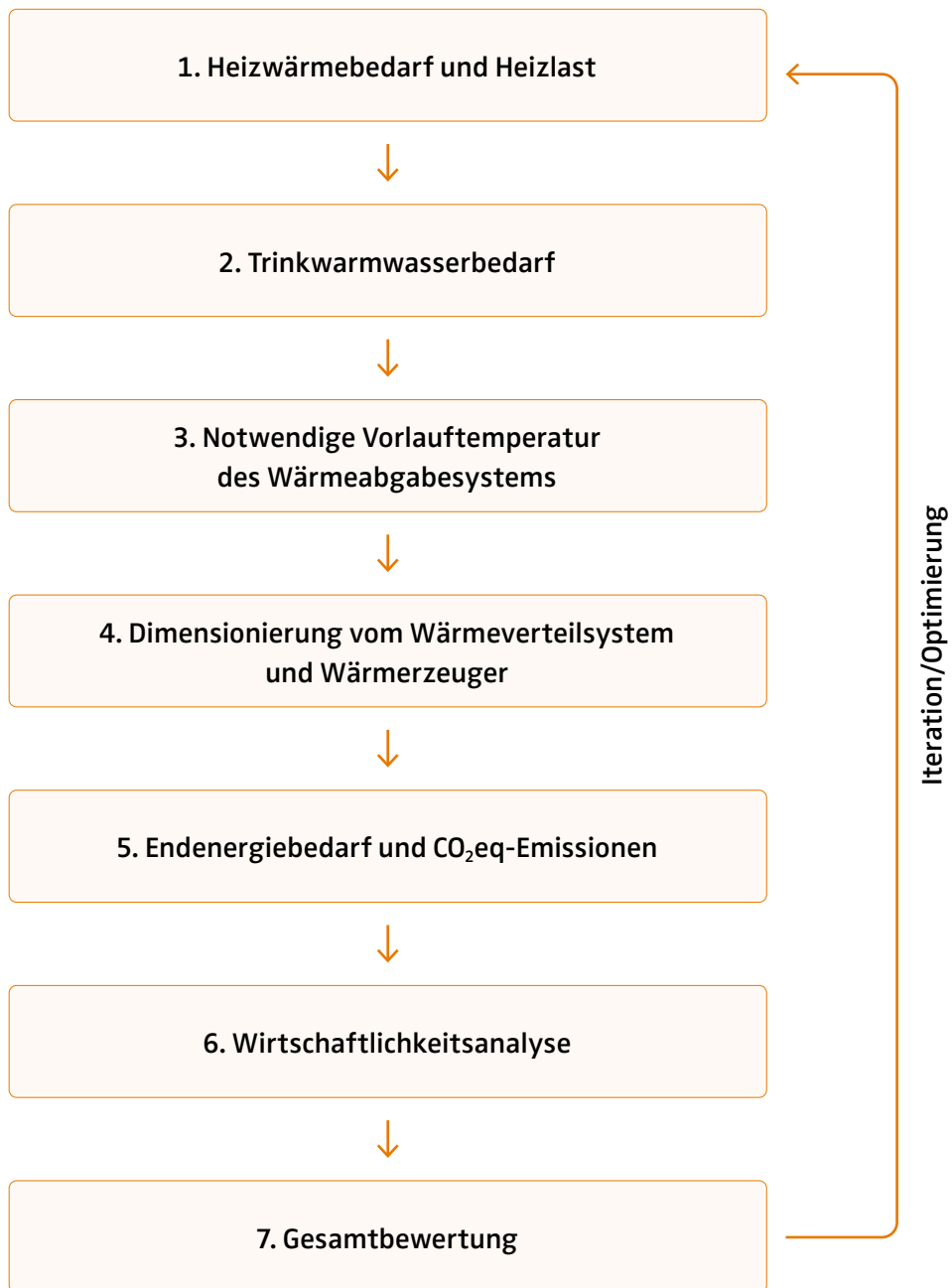


Abbildung 1: Elemente des integralen Planungsprozesses [1]

## **1. Heizwärmedarf und Heizlast**

Im ersten Schritt wird der Heizwärmebedarf und die Heizlast der Sanierungsvariante berechnet. Realistische Randbedingungen für die Berechnung des Heizwärmebedarfs finden sich im Beitrag zur Verbrauchsprognoseberechnung.

## **2. Trinkwarmwasserbedarf**

Im zweiten Schritt wird der Wärmebedarf des Trinkwarmwassers einschließlich der erforderlichen Spitzenleistung ermittelt. Grundlage dafür sind die Anzahl der Nutzer\*innen sowie ein geeigneter Gleichzeitigkeitsfaktor. Ein realistischer Pro-Kopf-Warmwasserverbrauch liegt bei 25 Liter pro Person und Tag (siehe Beitrag zur Verbrauchsprognoseberechnung).

## **3. Notwendige Vorlauftemperatur des Wärmeabgabesystems**

Die notwendige Vorlauftemperatur des Wärmeabgabesystems kann mithilfe einer raumweisen Heizlastberechnung ermittelt werden. Der kritische Raum – also jener mit der höchsten spezifischen Heizlast im Verhältnis zur verfügbaren Heizflächenleistung – bestimmt die erforderliche Vorlauftemperatur. Dieser kritische Raum kann sich in Abhängigkeit von Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle oder bei Änderungen des Wärmeabgabesystems (z.B. Austausch der bestehenden Heizkörper) verschieben. Wie im Bestand niedrige Vorlauftemperaturen möglich sind, wird im Beitrag „Effizienter Wärmepumpenbetrieb im Bestand“ beschrieben.

## **4. Dimensionierung des Wärmeverteilsystems und Wärmeerzeugers**

Im nächsten Schritt werden das Wärmeverteilsystem und der Wärmeerzeuger dimensioniert. Der Beitrag „Optimierte Wärmeverteilsysteme für die Sanierung“ bietet einen Überblick über Systeme in Mehrwohnungshäusern. Eine Empfehlung für die Dimensionierung des Wärmeerzeugers, insbesondere im Fall einer Wärmepumpe, ist im Beitrag „Effizienter Wärmepumpenbetrieb im Bestand“ beschrieben

## **5. Endenergiebedarf und CO<sub>2</sub>eq-Emissionen**

Der Endenergiebedarf der Gebäudetechnik und der Haushaltsstrombedarf wird dann unter Berücksichtigung von erneuerbaren Energiesystemen (z.B. Photovoltaik) und Energiespeichern (z.B. Batterien oder thermische Speicher) berechnet sowie die daraus resultierenden CO<sub>2</sub>eq-Emissionen ermittelt.

## **6. Wirtschaftlichkeitsanalyse**

Abschließend werden die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsvariante mithilfe der Kapitalwert- oder Annuitätenmethode bewertet.

## **7. Gesamtbewertung**

In der Gesamtbewertung werden sowohl technische Kriterien (z.B. Endenergiebedarf und CO<sub>2</sub>eq-Emissionen) als auch nicht-technische Kriterien (z.B. Wirtschaftlichkeit) berücksichtigt. Die jeweiligen Vor- und Nachteile der Varianten werden transparent dargestellt, sodass Endnutzer\*innen eine fundierte Entscheidungsgrundlage erhalten.

## Iteration und Optimierung

Der beschriebene Ablauf dient der systematischen Bewertung unterschiedlicher Sanierungsvarianten. Dabei können zahlreiche Parameter variiert werden, etwa klimatische Randbedingungen, Nutzerverhalten, Regelungsstrategien und Sollwerte, Qualität der Gebäudehülle, Wärmeabgabe-, Verteil- und Speichersysteme, Wärmeerzeugertypen sowie die Integration erneuerbarer Energien. Durch iterative Berechnungen und Optimierungen wird schrittweise eine technisch und wirtschaftlich optimale Lösung ermittelt.

Um die Anzahl der analysierten Kombinationen zu reduzieren und damit die Berechnungszeiten in einem akzeptablen Rahmen zu halten, können vordefinierte Renovierungspakete verwendet werden. Sie helfen dabei, die optimale Lösung zu finden, indem unter den verschiedenen Paketen dasjenige ausgewählt wird, das am besten zu den Bedürfnissen des vorliegenden Falles passt (z. B. nur Austausch des Wärmeerzeugers, Teilsanierung der Gebäudehülle und Austausch des Wärmeerzeugers, vollständige Sanierung). Solche Sanierungspakete können auch die Planung einer Sanierung, die in mehreren Schritten durchgeführt werden soll, unterstützen.

## Energetische Analyse

Die Berechnungs- und Bewertungsmethode zur Gebäudeenergiebilanzierung (Heizwärmebedarf, Heizlast und Endenergiebedarf) reichen von einfachen Jahres- oder Monatsbilanzen bis hin zu komplexen dynamischen Gebäude- und Anlagensimulationen, die auch Strömungssimulationen oder Feuchte- und Schadstoffsimulationen umfassen können.

Damit eine ganzheitliche Aussage getroffen werden kann, sollte neben den Energieanwendungen Heizen, Kühlen, Warmwasser und Lüftung – jeweils inkl. Hilfsstrom – auch der Haushaltsstrom, der Allgemeinstrom und der am Standort erzeugte, gegebenenfalls gespeicherte und teilweise im Gebäude genutzte PV-Strom mitbilanziert werden. Gerade bei der Bewertung von eigengenutztem PV-Strom ist in den meisten Fällen eine höhere zeitliche Auflösung zielführend.

Mit zunehmender Genauigkeit einer Simulation steigen Eingabeaufwand, Zeitbedarf und Anspruch an Expertenwissen. Im Planungsalltag gilt es daher, zwischen Prognosegenauigkeit und erforderlichem Ressourcenaufwand abzuwägen.

Die gängigen Berechnungs- und Bewertungsmethoden unterscheiden sich insbesondere dadurch, ob die Gebäudeenergiebilanz dynamisch betrachtet oder ob eine stationäre Bilanzmethode verwendet wird, ebenso ob das Gebäude als sogenanntes Einzonen- oder Mehrzonenmodell abgebildet wird. Zudem kann entweder ein Referenzklima oder das Standortklima für die Berechnung und Bewertung verwendet werden.

## Gängige Berechnungs- und Bewertungsmethoden

Geeignete Verfahren zur Berechnung und Bewertung der Gebäudeenergiebilanz sind unter anderem:

- **Jahres- oder Monatsbilanzen für Energieausweise**

Die am häufigsten eingesetzte Bewertungsmethode von Wohngebäudesanierungen ist die Berechnung im Rahmen des Energieausweises. Dieser wird für die Baugenehmigung und etwaige Förderungen in Deutschland und Österreich benötigt und wird deshalb für alle größeren Gebäudesanierungen erstellt. Der Energieausweis weist rechnerische Ergebnisse auf Basis normierter Nutzungsrandbedingungen aus.

- **Monatsbilanzen als Einzonenmodell**

mit dem Passivhausprojektierungspaket PHPP [2]. Die Rechenalgorithmen basieren auf der EN ISO 13790. Annahmen und Randbedingungen für z.B. interne Gewinne und Stromverbräuche wurden wissenschaftlich und auf Basis von gemessenen Verbräuchen hergeleitet. Das MS Excel basierte Programm wird vor allem herangezogen, um Passivhäuser zu planen und zu zertifizieren. Da alle Standardannahmen und -randbedingungen sehr schnell geändert werden können, ist es sehr gut geeignet, um den Status Quo eines unsanierten Wohngebäudes mit teilweise minderbeheizten Räumen realistisch nachzubilden und valide Verbrauchsprognoseberechnungen für die Gebäudesanierung durchzuführen.

- **Zeitlich und räumlich hochaufgelöste Simulationen**

Für detaillierte Analysen kommen Gebäude-, Anlagen- oder kombinierte Gebäude- und Anlagensimulationen zum Einsatz. Sie ermöglichen eine sehr differenzierte Abbildung des Energiebedarfs, erfordern jedoch hohen Modellierungs- und Rechenaufwand.

- **Anlagensimulationen**

Sie dienen meist der Auslegung von Solarthermie- und PV-Anlagen oder Komponenten wie Wärmepumpen und Erdsondenfeldern (z.B. Polysun, PV\*SOL).

- **Gebäudesimulationen**

Sie werden vor allem für den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes eingesetzt.

- **Kombinierte Gebäude- und Anlagensimulationen**

Ursprünglich überwiegend in der Forschung eingesetzt, gewinnen sie dank benutzerfreundlicherer Oberflächen, stabilerer Modelle und leistungsfähiger Rechner zunehmend auch in Planungsbüros an Bedeutung. Gängige Software-Lösungen sind IDA ICE, EnergyPlus, MATLAB/Simulink, TRNSYS, TAS, DesignBuilder.

Alle Bewertungsmethoden basieren darauf, dass die Bilanzen unter bestimmten Randbedingungen erstellt werden. Die Wahl dieser Bedingungen beeinflusst das Ergebnis maßgeblich. Die Randbedingungen sind unter anderem: Gebäudestandort und Klima, Nutzereinflüsse wie Personenanzahl, Innenraumsolltemperaturen, Pro-Kopf-Warmwassermenge aber auch Gerätausstattung und Nutzungshäufigkeit genauso wie z.B. die (manuelle) Verschattung und Fensterlüftung. Der Energiebedarf eines Gebäudes reagiert auf einige dieser Randbedingungen sehr sensibel, auf andere weniger. Die Innenraumtemperatur beispielsweise ist eine Randbedingung, die den Heizwärmebedarf wesentlich beeinflusst. Realistische Randbedingungen finden sich im Beitrag zur Verbrauchsprognoseberechnung.

## Wirtschaftlichkeitsanalyse

Aufbauend auf den ermittelten Endenergiebedarfen kann man Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchführen – entweder über die gesamte Lebensdauer des Gebäudes, für einzelne Lebensphasen oder über einen vorab festgelegten Betrachtungszeitraum, beispielsweise 30 oder 50 Jahre. Hauptziel ist hierbei meist die Gegenüberstellung von höheren Anfangsinvestitionen für Sanierungsmaßnahmen mit den durch diese bewirkten Einsparungen im Betrieb.

Die Kostengruppen, welche berücksichtigt werden, unterscheiden sich je nach Aufgabenstellung. Berücksichtigte Kostenarten sind u. a. [3]:

- Investitionskosten (Bau, Sanierung)
- Bedarfsgebundene Kosten (Betriebskosten Heizung, Strom, Lüftung)
- Wartung und Instandhaltung
- Ersatzinvestitionen
- Finanzierungskosten (inkl. Förderungen)
- Abbruch, Recycling, Restwert
- Erlöse (z. B. Stromverkauf aus PV-Anlagen)

Tools zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sollten dynamische Effekte wie Zinsen, Energiepreissteigerungen und ähnliche Effekte berücksichtigen. Gängige Methoden sind hier die Kapitalwertmethode oder die Annuitätenmethode.

### Kapitalwertmethode

Alle Kosten und Einsparungen werden auf den heutigen Zeitpunkt (Barwert) abgezinst. Die wirtschaftlichste Variante ist jene mit dem höchsten positiven Kapitalwert bzw. den geringsten Barwertkosten. Diese Methode ist besonders verbreitet, da sie die Zeitwertigkeit von Geld berücksichtigt.

### Annuitätenmethode

Sämtliche Kosten und Einsparungen werden über die Lebensdauer in jährliche Annuitäten umgerechnet. Dadurch lassen sich Varianten anhand ihrer jährlichen Gesamtkosten direkt vergleichen.

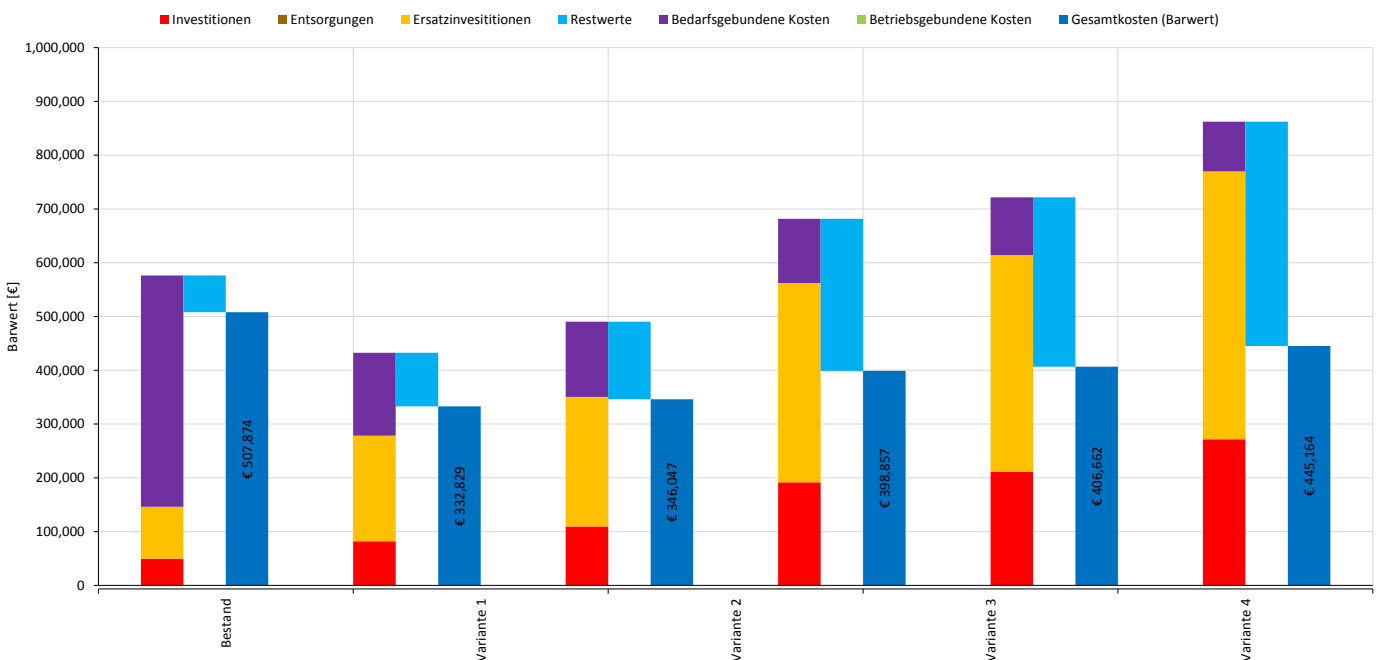


Abbildung 2: Vergleich verschiedener Sanierungsvarianten mit der Kapitalwertmethode

## Tools zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Sanierungen

- **econ calc** (Energieinstitut Vorarlberg): kostenloses, Excel-basiertes Tool für die Wirtschaftlichkeitsberechnung einzelner Sanierungsmaßnahmen sowie den Vergleich von Gebäudevarianten unterschiedlicher energetischer Qualität und Kosten [4]. Es kann zwischen Kapitalwert- und Annuitätenmethode gewählt werden; Annahmen und Randbedingungen wie Zinssätze, Energiepreise und Energiepreissteigerungen können individuell festgelegt werden.
- **econ calc light**: Vereinfachte Version mit allen Eingaben und Ergebnissen auf einer DIN-A4-Seite. Die beiden Berechnungswerkzeuge unterscheiden sich vor allem in Ihrer Komplexität, etwa hinsichtlich der Anzahl an Varianten und der Adaptierbarkeit.
- **Energieberater (DE) und GEQ (AT)**: Energieausweisprogramme mit Modulen zur Wirtschaftlichkeitsanalyse. [5] [6]
- **PHPP („PHeco“-Modul)**: Lebenszykluskostenanalyse verschiedener Sanierungsvarianten [2]
- **Simulationstools (z. B. EnergyPlus)**: integrierte Module zur Berechnung der Lebenszykluskosten [7]

## Quellen

- [1] F. Ochs et al.: SüdSan Themendokumentation – Einsatz von Wärmepumpen in der Sanierung von Mehrwohnhäusern; Universität Innsbruck, Energieeffizientes Bauen; Innsbruck, November 2025
- [2] Passivhaus Institut: PHPP 10.6 Passivhausprojektierungspaket (Version 10.6). Darmstadt: Passivhaus Institut; <https://passivehouse.com/de/home/planungstools/>
- [3] T. Weiss et al.: Kosten- und Prozessoptimierung im Lebenszyklus von Niedrigst- und Plusenergiegebäuden“; AEE intec, Energieinstitut Vorarlberg, Gleisdorf/Dornbirn, 2019; <http://kopro.aee-data.at/>
- [4] Energieinstitut Vorarlberg: Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechner econ calc (Version 3.0). Dornbirn, 2017; <http://www.energieinstitut.at/unternehmen/werkzeugkasten/wirtschaftlichkeitsrechner-econ-calc/>
- [5] Hottgenroth Software GmbH & Co. KG: Energieberater 18599. Hottgenroth Software GmbH & Co. KG. <https://www.hottgenroth.de/M/SOFTWARE/EnergieNachweise/Energieberater-18599-3D/Seite.html,73274,80422>.
- [6] Zehentmayer Software GmbH: GEQ (Version 2021). Salzburg: Zehentmayer Software GmbH; <https://www.geq.at/>
- [7] National Renewable Energy Laboratory (NREL). 2021. EnergyPlus Version 9.6.0. U.S. Department of Energy. <https://energyplus.net/>

# Impressum

## Herausgeber

Energieinstitut Vorarlberg  
Fachbereich Bauen und Sanieren  
www.energieinstitut.at

Universität Innsbruck  
Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften  
Arbeitsbereich Energieeffizientes Bauen  
Dornbirn und Innsbruck, 2026

## Graphik

studio altenried · bernd altenried, jonas altenried  
www.almo.de

Die Planungsempfehlungen wurden von 2023 bis 2025 in den Forschungsprojekten SüdSan und PhaseOut erarbeitet, die im Rahmen der 8. Ausschreibung des Programms „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Innovation, Mobilität und Infrastruktur gefördert wurden. Darüber hinaus wurde das Projekt SüdSan auch vom Land Vorarlberg unterstützt.

herausgegeben von



gefördert von

