

die gefährdeten Teile durch Überlastsicherungen vor der Zerstörung schützen, oder er muß die Teile so einfach gestalten, daß sie billig herstellbar und schnell auswechselbar sind (z. B. Mähfinger).

Die Überlastsicherung ist aber nur dann sinnvoll, wenn der eingestellte Grenzwert sich selbsttätig nur in engen Grenzen verändert und die Einstellung nur von Befugten verändert werden kann.

Die im Landmaschinenbau z. B. eingesetzte Zahnscheibentragskupplung erfüllt diese Bedingungen nicht. Die Übertragungsverhältnisse verändern sich an dieser Kupplung unkontrollierbar und geben keine Sicherheit. Sie ist außerdem für jeden zugänglich.

Ähnliches kann von der Zugkraftsicherung an Anhängelpflügen gesagt werden.

Hier müssen vom Konstrukteur andere Elemente und Verkapselungen eingeführt werden. Ein nicht unbeträchtlicher Teil der Instandsetzungskosten ist auf unzulässige Überlastung zurückzuführen. Die Kenntnis der zulässigen Belastung der einzelnen Maschinenelemente hat aber nur der Konstrukteur.

#### 4. Bedienungsrechte Konstruktion

Auch das Teilgebiet „bedienungsgerechte Konstruktion“ wird vom Instandhaltungswesen aus der Sicht der Schadensverhütung gesehen. Schäden durch Bedienungsfehler sind auf Unkenntnis oder Überforderung des Bedienenden zurückzuführen. Der Konstrukteur kann nur den zweiten Grund beeinflussen. Die Grenzen der möglichen Belastung des Bedienungspersonals sind im einzelnen im Fachbereichsstandard „Forderungen der Sicherheitstechnik und Betriebshygiene an die Konstruktion von Traktoren, Landmaschinen und Geräten“ zusammengefaßt [17]. Der Standard sagt jedoch nichts über die Grenzen der Kombination der einzelnen Belastungsformen, insbesondere in psychologischer Hinsicht. Aber gerade die Summe der verschiedenen Belastungsformen ist entscheidend. Als Beispiel soll wieder der Mähdrescher herangezogen werden. Wenn möglicherweise auch die einzelnen Belastungsformen, wie Lärm, Staub, Wärme, Erschütterungen, Schaltkräfte und -häufigkeit sowie die geforderten Kontroll- und Beobachtungsaufgaben, innerhalb der zulässigen Grenzen liegen, so ist der Mensch durch die Summe der Belastungen nicht mehr in der Lage, seine Arbeitsaufgabe über eine 10-h-Schicht zu erfüllen. Verminderte Aufmerksamkeit und verlangsamtes Reaktionsvermögen sind dann die Ursachen für Bedienungsfehler, die zu Schäden führen.

Besteht die Gefahr, daß nicht alle Beobachtungs- und Bedienungsaufgaben über die volle Schichtzeit hinweg erfüllt werden können, so muß durch Schaltsperren, Überlastungsicherungen, Warneinrichtungen, Kontroll- und Regeleinrichtungen die Möglichkeit einer Fehlleistung ausgeschaltet werden.

#### Literatur

- [1] ULBRICHT, W.: „Die Anwendung des neuen ökonomischen Systems der Planung und Leitung der Volkswirtschaft in unserer sozialistischen Landwirtschaft in den Jahren 1964/65“ (Referat auf dem VIII. Deutschen Bauernkongreß). Neues Deutschland (1964) Nr. 61 vom 1. März 1964
- [2] KUHRIG, H.: Diskussionsbeitrag auf dem VI. Parteitag der SED (nicht gehalten). Veröffentlicht in „Dokumentation über die auf dem VI. Parteitag der SED erörterten Probleme und beschlossenen Aufgaben...“ Herausgegeben von der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Inst. für Dokumentation, Berlin 1963, S. 15 und 16
- [3] STUBBE, H.: Diskussionsbeitrag auf dem VI. Parteitag der SED, s. o. Seite 14
- [4] LANG, K.: Entwicklungstendenzen im Automobilbau. Kraftfahrzeugtechnik (1964) H. 7, S. 241
- [5] UHLMANN, W./M. ZEIDLER: Die instandhaltungsgerechte Konstruktion von Werkzeugmaschinen. Fertigungstechnik und Betrieb (1962) H. 2, S. 97.
- [6] Die sozialistische Landwirtschaft braucht Maschinen höchster Qualität. Neues Deutschland (1955) Nr. 37 vom 6. Februar 1965.
- [7] NITSCHKE, K.: Konstruktive Voraussetzungen für die wirtschaftliche Instandhaltung. Mitt. d. Inst. für Landmaschinen- und Traktorenbau Leipzig (1958) H. 3, S. 35 bis 41
- [8] KREMP, H. J.: Die Forderungen des Instandhaltungswesens an die Konstruktion der Landmaschinen und Traktoren. Tagungsbericht des RGW-Seminars „Organisation und Technologie der Instandsetzung des Maschinen- und Traktorenparcs der Landwirtschaft“ (20. bis 30. November 1961). Verlag Information Gosniti, Moskau 1963, S. 204
- [9] KREMP, H. J.: Instandhaltungsgerechte Konstruktion von Landmaschinen und Traktoren. In „Grundlagen der Instandhaltung von Landmaschinen und Traktoren“. VEB Verlag Technik, Berlin 1963, S. 107 bis 112.
- [10] KREMP, H. J.: Zu einigen Problemen der Instandhaltungsgerechten Konstruktion. Referat auf der Konstrukteurtagung der KDT, Dresden, 17. November 1963 (unveröffentlicht).
- [11] TGL-Entwurf 80-20987 „Landtechnische Produktionsmittel, Instandhaltungsgerechte Konstruktion, Abnutzungsverhalten und Instandhaltungsmöglichkeit“ Standardisierung-Mitteilungsblatt Fachbereich 80 Landwirtschaft (1964) H. 4, S. 25 bis 27
- [12] MARX, K.: Das Kapital Bd. I, Dietz-Verlag 1961, S. 409
- [13] MARX, K.: Das Kapital Bd. I, Dietz-Verlag 1961, S. 212
- [14] MARX, K.: Das Kapital Bd. III, Dietz-Verlag 1961, S. 100
- [15] SELIVANOV, A. I.: Organisationsgrundsätze einer zweckmäßigen Instandsetzungsbasis in der Landwirtschaft. Mechan. u. Elektrif. d. sozial. Landwirtschaft. Moskau (1961) H. 5, S. 26 bis 30 (russ.).
- [16] NITSCHKE, K.: Über das Abnutzungsverhalten und die Instandhaltungsseignung von Landmaschinen und Traktoren. Deutsche Agrartechnik, Berlin (1964) H. 10, 445
- [17] Forderungen der Sicherheitstechnik und Betriebshygiene an die Konstruktion von Traktoren, Landmaschinen und Geräten, Fachbereich-Standardisierung Landmaschinen und Traktoren, Leipzig (1963) H. 7

(Teil II folgt im nächsten Heft)

Dipl.-Wirtschaftler  
A. MUSKULUS, KDT\*

## Ein praktisches Verfahren zur Standortoptimierung landtechnischer Instandsetzungswerke

### 1. Problemstellung

Beim Vorbereiten der Erweiterung und des Aufbaues landtechnischer Instandsetzungswerke tritt im allgemeinen folgende Frage auf: Wo sind landtechnische Instandsetzungswerke mit welcher Kapazität zu errichten, damit alle zur Instandsetzung anfallenden landwirtschaftlichen Großmaschinen mit den geringsten Kosten in hoher Qualität instand gesetzt werden können? [2] Es ist also die Frage nach der Standortbestimmung landtechnischer Instandsetzungswerke bei in Abhängigkeit vom Produktionsvolumen variablen Kosten zu beantworten. Man kann dabei eine Kostenfunktion annehmen, wie sie etwa Bild 1 zeigt.

Unter der Bedingung sich widersprechender Tendenzen im Verhalten der Kostenbestandteile kann auch die zusammengefaßte Kostenfunktion die Form der Kurve in Bild 2 annehmen.

Erhöht man die instand zu setzende Stückzahl bis zu einer der nächsten Kapazitätsgrößen, unterscheiden sich die

Die Erhöhung der Qualität der Organisation und Planung der landtechnischen Instandhaltung ist ein wichtiges Mittel zur Senkung des Instandhaltungsvolumens bei der Wiederherstellung der vollen Gebrauchsfähigkeit der landtechnischen Produktionsmittel.

Besondere Bedeutung erhält die planmäßige territoriale Verteilung der Produktivkräfte, soll die Forderung zur Instandsetzung der Landtechnik in einer hohen Qualität und mit den geringsten Kosten [1] realisiert werden.

Nachstehend wird ein Modell zur Standortoptimierung landtechnischer Instandsetzungswerke beschrieben, das es ermöglicht, die Planung des Aufbaues bzw. der Erweiterung von Instandsetzungswerken so vorzunehmen, daß die gesamtstaatlichen Kosten [2] (oder einzelne Kostenbestandteile) minimal werden.

\* WTZ für Landtechnik Krakow am See (Direktor: Dr. agr. H.-O. HEIN)

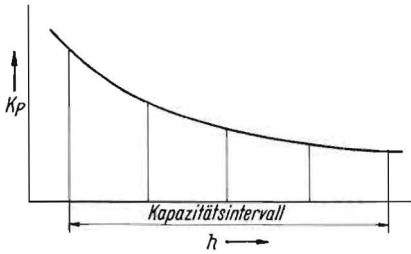


Bild 1. Kostenfunktion 1

Tafel 1. Standortauswahl-Tableau

$L_i$					$u_j^l$				$d_i^l$				$\bar{K}_i^l$			
	1	2	...	m	1	2	...	k	1	2	...	k	1	2	...	k
1	$c_{11}$	$c_{12}$	...	$c_{1m}$	$u_{11}^1$	$u_{21}^1$	...	$u_{k1}^1$	$d_{11}^1$	$d_{21}^1$	...	$d_{k1}^1$	$\bar{K}_{11}^1$	$\bar{K}_{12}^1$	...	$\bar{K}_{1k}^1$
2	$c_{21}$	$c_{22}$	...	$c_{2m}$	$u_{12}^1$	$u_{22}^1$	...	$u_{k2}^1$	$d_{12}^1$	$d_{22}^1$	...	$d_{k2}^1$	$\bar{K}_{21}^1$	$\bar{K}_{22}^1$	...	$\bar{K}_{2k}^1$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
n	$c_{n1}$	$c_{n2}$	...	$c_{nm}$	$u_{1n}^1$	$u_{2n}^1$	...	$u_{kn}^1$	$d_{1n}^1$	$d_{2n}^1$	...	$d_{kn}^1$	$\bar{K}_{n1}^1$	$\bar{K}_{n2}^1$	...	$\bar{K}_{nk}^1$
$V_j$	1	2	...	m	$\Sigma v_j$											

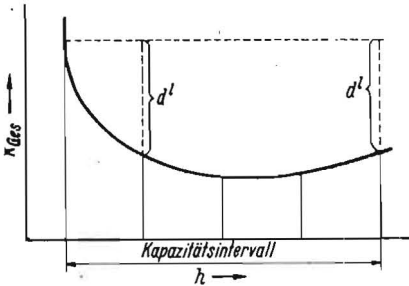


Bild 2. Kostenfunktion 2

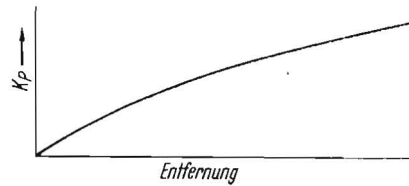


Bild 3. Entfernungsfunktion

folgenden Kapazitätsgrößen also dadurch, inwieweit sie eine Kostensenkung (bzw. -erhöhung) je Einheit hervorrufen. Das wird durch die Differenz  $d^l$  zum Ausdruck gebracht. Die so ausgewiesenen Kosten könnten als standortgebundene Instandsetzungskosten definiert werden, die bei jedem Standort andere Verhältnisse aufweisen können. Eine prinzipiell gegenläufige Tendenz kennzeichnet die nicht direkt standortgebundenen Kosten, die sich etwa wie die Kurve der Entfernungsfunktion (Bild 3) verhalten können. Hierin können sowohl die Transportkosten als auch die durch die Vergrößerung der Einzugs- oder Versorgungsbereiche verursachten zusätzlichen Zirkulationskosten u. a. erfaßt werden.

Es gelte folgende Zielfunktion:

$$Z = \frac{\sum_{i,j} (c_{ij} x_{ij} + d_i^l u_i^l)}{\sum_i u_i^l} \rightarrow \text{Minimum}$$

Unter der Bedingung, daß folgende Verhältnisse erfüllt werden:

$$\begin{aligned} u_i^l &\leq \sum_j v_j \leq \sum_i u_i^l \\ \sum_{i,j} x_{ij} &= \sum_j v_j \\ \sum_i x_{ij} &= u_i^l & i = 1, 2, \dots, m \\ & & j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_j x_{ij} &= v_j & l = 1, 2, \dots, k \end{aligned}$$

Dabei bedeuten:

- Z Zielfunktion
- $c_{ij}$  Wert der Entfernungsfunktion
- $x_{ij}$  Belegungszahl (im Instandsetzungsort  $P_j$  für den Aufkommensort  $L_i$  instand zu setzende Stückzahl)
- $v_j$  Kapazitätsbedarf

$u_i^l$  Kapazitätsangebot

$d_i^l$  Wert der Kostenfunktion im Standort  $P_j$  für die Kapazitätsgröße  $l$ .

Die Zielfunktion  $Z$  verlangt, eine solche Kombination von Betrieben unterschiedlicher Größe zu finden, daß die gesamtstaatlichen Kosten minimal werden. In Tafel 1 ist dafür ein Schema dargestellt.

Zur Ermittlung der optimalen Kombination von Instandsetzungswerken unterschiedlicher Größe gehört erstens die Auswahl der Standorte mit den ihnen zugehörigen Betriebsgrößen und zweitens die Optimierung der Einzugsbereiche zu den Standorten mit den Methoden der Transportoptimierung. [3] [4].

## 2. Rechenvorschrift zur Standortauswahl

Die erste Teilaufgabe wird gelöst mit folgender Rechenvorschrift:

Es sei ein Tableau (Tafel 1) mit dem Lieferorten  $L_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) und den möglichen Produktionsstandorten  $P_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) gegeben. Der Kapazitätsbedarf der Lieferorte  $L_i$  sei durch  $v_j$  und das Kapazitätsangebot der möglichen Produktionsorte  $P_j$  durch  $u_i^l$  ( $l = 1, 2, \dots, k$ ) begrenzt. Die Kosten je Einheit in Abhängigkeit vom Produktionsvolumen  $d_i^l$  seien bekannt. Dann werden die Standorte so ausgewählt, daß

$$\Sigma v_j = \Sigma u_i^l \quad \text{und}$$

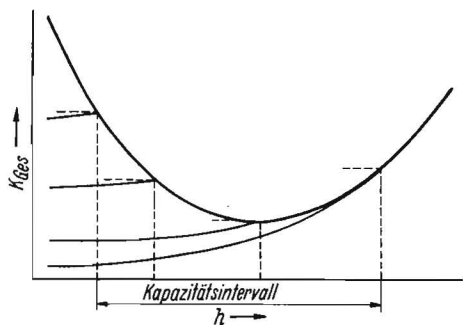
$$\Sigma \bar{K}_i^l \cdot u_i^l \rightarrow \text{Minimum wird.}$$

$$\text{Dabei ist } \bar{K}_i^l = \frac{\Sigma (c_{ij} \cdot v_j + d_i^l v_j)}{u_i^l}$$

Die Berechnung erfolgt in 16 Schritten:

1. Schritt: Suche das kleinste  $c_{ij}$  einer Zeile und prüfe, ob das zugehörige  $v_j < u_i^l$  ist; Wenn ja, Übergang zu Schritt 3, wenn nein, Übergang zu Schritt 2.
2. Schritt: Multipliziere das gewählte Element mit  $u_i^l$  und suche den zugehörigen Wert der Kostenfunktion  $d_i^l$ . Übergang zu Schritt 4.
3. Schritt: Multipliziere das gewählte Element  $c_{ij}$  mit  $v_j$  (bzw.  $v_j^*$ ) und suche das zugehörige  $d_i^l$ . Übergang zu Schritt 4.
4. Schritt: Multipliziere  $d_i^l$  mit  $v_j$ . Übergang zu Schritt 5.
5. Schritt: Suche das nächstgrößere Element  $c_{ij}$  und prüfe, ob  $\Sigma v_j > u_i^l$  ist; wenn nein, Übergang zu Schritt 3, wenn ja, Übergang zu Schritt 6.
6. Schritt: Prüfe, ob  $\Sigma v_j = u_i^l$ ; wenn ja, Übergang zu Schritt 8, wenn nein, Übergang zu Schritt 7.
7. Schritt: Bilde die Differenz  $\Sigma v_j - u_i^l = v_j^*$ ; Übergang zu Schritt 3.

Bild 4.  
Entwicklung der  
Durchschnitts-  
kosten am  
Standort  $P_j$  in  
Abhängigkeit  
von der Kapazi-  
tätsgröße



8. Schritt: Bilde  $\Sigma c_{ij}v_j + \Sigma d_i^l v_i$ . Übergang zu Schritt 9.
9. Schritt: Bilde den Quotienten  $\bar{K}_i^l$ . Übergang zu Schritt 10.
10. Schritt: Schreibe  $\bar{K}_i^l$  in die zugehörige Quotientenspalte der Zeile. Übergang zu Schritt 11.
11. Schritt: Prüfe, ob eine Quotientenspalte der Zeile frei ist, wenn ja, Übergang zu Schritt 5, wenn nein, Übergang zu Schritt 12.
12. Schritt: Prüfe, ob eine Zeile noch nicht berechnet wurde; wenn ja, Übergang zu Schritt 13, wenn nein, Übergang zu Schritt 14.
13. Schritt: Wähle eine neue Zeile und Übergang zu Schritt 1.
14. Schritt: Suche  $\bar{K}_{i(\min)}^l$ ; Übergang zu Schritt 15.
15. Schritt: Streiche die Zeile mit  $\bar{K}_{i(\min)}^l$  und die Spalten, deren  $v_j$  (unter Beachtung von  $u_j^l$ ) restlos verbraucht sind. In den Spalten mit nicht restlos für die Zeile verbrauchten  $v_j$  verbleibt  $v_j - v_j^* = v_j$ , für  $v_j$  als Randbedingung. Übergang zu Schritt 16.
16. Schritt: Prüfe, ob eine Restmatrix vorhanden ist; wenn ja, ist die Restmatrix das neue Auswahltableau und Übergang zu Schritt 1, wenn nein, dann ist die Auswahl beendet und die gestrichenen Spalten und Zeilen stellen das Ausgangstableau einer Transportoptimierung dar.

Ing. H. LAUE, KDT

### Grundsätze

Mit zunehmender Mechanisierung unserer Landwirtschaft gewinnt die Instandhaltung der Maschinen und Geräte immer mehr an Bedeutung und entscheidet mit über den Wirkungsgrad der vorhandenen Technik. Kampagnefest- und Grundüberholung lassen sich am rationellsten in spezialisierten Werkstätten durchführen. Den Betriebswerkstätten in LPG und VEG fällt die Aufgabe zu, einfachere Maschinen und Geräte instand zu setzen, vor allem aber die gesamte Technik kontinuierlich und gründlich zu pflegen. Dazu braucht jede LPG unbedingt ihre Instandhaltungsbasis, in vielen Fällen erfüllen die dafür benutzten ehemaligen Stützpunktwerkstätten und Kleinstwerkstätten in keiner Weise die heute an eine Werkstatt eines landwirtschaftlichen Großbetriebes zu stellenden Forderungen. In diesen Fällen muß man

Der zweite Teil der Aufgabe wird mit einer der bekannten exakten Transportoptimierungsmethoden berechnet. Die Kosten je Einheit entwickeln sich am Standort  $P_j$  in Abhängigkeit vom Produktionsvolumen etwa wie Bild 4 zeigt.

Es sei an dieser Stelle vermerkt, daß die durch die Standortauswahl gefundene Zuordnung der Lieferorte zu den Produktionsstandorten bereits eine gute Näherung an den optimalen Transportplan darstellt.

### 3. Zusammenfassung

Als Ergebnis der Standortoptimierung erhält man den Plan der territorialen Verteilung der Instandsetzungswerke und den optimalen Versorgungsbereich. Sind die verwendeten Daten hinreichend genau, lassen sich die notwendigen Kosten insgesamt und strukturell für die Gesamtaufgabe und je Standort ermitteln.

Der Vorteil dieser Methode der Standortoptimierung besteht darin, daß wissenschaftlich begründete Kriterien der Optimierungsrechnung zugrunde gelegt werden und durch die alleinige Verwendung der Grundrechenarten wesentliche rechentechnische Vorteile entstehen, ja kleinere Probleme, etwa bis  $m = 10$ ,  $n = 10$ ,  $k = 3$ , noch manuell berechnet werden können. Nicht zu unterschätzen ist die Einbeziehung der direkt standortgebundenen Vor- und Nachteile der möglichen Produktionsstandorte in die Optimierungsrechnung.

Nachteilig ist, daß die möglichen Produktionsstandorte vor Einbeziehung in die Optimierungsrechnung einer gründlichen Untersuchung unterzogen werden müssen.

### Literatur

- [1] EICHLER, Chr.: Grundlagen der Spezialisierung von Instandsetzungsbetrieben. Landtechnische Schriftenreihe, VEB Verlag Technik Berlin 1962
- [2] KLUSON, W.: Die optimale Größe und die Standortverteilung neuer Industriebetriebe. Übersetzung Nr. 11405 der Deutschen Bauinformation bei der Deutschen Bauakademie
- [3] GRUNDMANN, W.: Wege zur Standortoptimierung, Institut für Städtebau und Architektur
- [4] SCHREIBER, D.: Ein Modell für die Standortplanung. Fertigungstechnik und Betrieb (1963) H. 10 A 6197

## Betriebseinrichtungen einer LPG-Werkstatt

zunächst prüfen, ob sich vorhandene Altbauten zu einer Werkstatt ausbauen lassen. Ist dies nicht möglich, sollte für die Perspektive der Neubau einer Instandsetzungswerkstatt geplant werden, der bei Verwendung von vorgefertigten standardisierten Bauteilen auf der Grundlage der Mehrzweckhalle weniger Kosten verursacht.

Folgende Einrichtungen und Räumlichkeiten werden für die Instandhaltung der Technik in der LPG benötigt:

Traktoren- und Landmaschinenabteilung, Schmiede, Arbeitsraum für Elektriker, Batterieladerraum, Raum für Tischlerei und Stellmacherei, Lagerraum für Ersatzteile und Material, Tankstelle, Pflegekomplex mit Benzin- und Ölabscheider (TGL 11399), Schmiermittellager, Abstellflächen und Garagen, Büroräume, Sozialeinrichtungen sowie Heizungsraum.

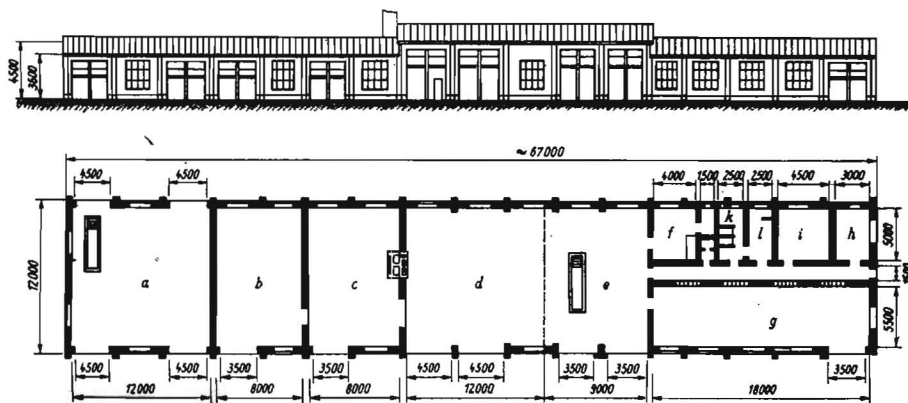


Bild 1  
Vorschlag für die Raumaufteilung einer Werkstatt eines Betriebes mit 1500 bis 2000 ha LN; a Pflegestation, b Stellmacherei, c Schmiede, d Landmaschinenwerkstatt, e Traktorenwerkstatt, f Elektrowerkstatt und Akku-Laderraum, g Lager, h Zimmer für Technischen Leiter und Werkstattmeister, i Aufenthaltsraum, k WC und l Waschraum